

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN – TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**INFORME DE INGENIERÍA**

**“EFECTOS TOXICOLÓGICOS DEL HUMO EN AHUMADO DE QUESO  
PROVOLONE”**

**Para Optar el Título Profesional de:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Presentado por el Bachiller:**

**JOSE CARLOS SANCHEZ IRIGOIN**

**Tarapoto – Perú**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN –TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**INFORME DE INGENIERÍA**  
**“EFECTOS TOXICOLÓGICOS DEL HUMO EN AHUMADO DE**  
**QUESO PROVOLONE”**

Para Optar el Título Profesional de:  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**  
Presentado por el Bachiller:  
**JOSE CARLOS SANCHEZ IRIGOIN**

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL SIGUIENTE JURADO:**

.....  
Ing°. Dr. Euler Navarro Pinedo

**PRESIDENTE**

.....  
Ing°.M.Sc. Wilson Ernesto Santander Ruiz

**MIEMBRO**

.....  
Ing°.M.Sc. Jaime Ramírez Navarro

**SECRETARIO**

.....  
Ing°. M.Sc. Epifanio Efraín Martínez Mena

**ASESOR**

**Tarapoto – Perú**

**2013**

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Sanchez Irigoin Jose Carlos	
Código de alumno :	042028	Teléfono: 995216022
Correo electrónico :	DNI: 42499261	

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería Agroindustrial
Escuela Profesional de:	Ingeniería Agroindustrial.

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	( )	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título :	efectos toxicológicos del humo en ahumado de queso provolone.
Año de publicación:	2017

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(x)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

.....  
Firma del Autor

---

## 8. Para ser llenado por la Biblioteca Central

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

28 / 11 / 2017



.....  
Prof. Alicia Mercedes Grandez Chávez  
JEFE DE LA UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

.....  
Firma de Unidad de Biblioteca

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## DEDICATORIA

**A Dios**, que ha sido un amigo inseparable en momentos de tristeza, angustia y desesperación a él que está siempre conmigo cuando los demás se alejan. Y que me permitió llegar hasta este momento de mi vida y entender que todo esfuerzo y sacrificio culmina en un acto de felicidad

A mis padres JOSE Y FLORMIRA, que han sido el pilar más importante en mi vida y gracias a sus consejos, esfuerzos y ayuda hoy tengo la satisfacción profesional y personal de haber alcanzado un eslabón más en mi vida. Dios no pudo darme mejores padres que ustedes, gracias por ser mis padres.

A mis queridos hermanos que también son muy importante en mi vida y los quiero mucho y que con lágrimas en los ojos al despedirme de ellos, me alentaban a seguir luchando por mis sueños y nunca dejarme vencer, me dan la fuerza necesaria para seguir adelante y por eso les dedico este trabajo. por su comprensión, consejos y apoyo quienes son el impulso de mi vida cotidiana, también a mi familia y a mis hijos.



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la oportunidad que he tenido de aprender y enriquecer mis conocimientos, junto a personas que respeto y aprecio.

Agradezco al Ing. Epifanio Efraín Martínez Mena por ser mi asesor.

Un especial agradecimiento al XI ciclo de actualización Académica FIAI-2013 por hacer realidad el curso y a los docentes que dictaron los módulos y su constante apoyo, paciencia y por compartir sus conocimientos, logrando de esta manera ampliar y mejorar mis conocimientos en mi formación profesional, así mismo a mis compañeros del curso por su amistad, paciencia y constante apoyo durante el periodo del curso de actualización académica FIAI-2013.

## INDICE GENERAL

Pág.	
	RESUMEN ..... viii
	ABSTRACT..... ix
	INTRODUCCIÓN ..... 1
	II. INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA.....3
	2.1. La Agroindustria Quesera en Perú.....3
	2.2. <b>Leche.</b> .....3
	2.3. Beneficios para la salud .....4
	2.4. Composición de la leche de varios mamíferos. ....7
	2.5. La lactosa. ....12
	2.5.1. <b>Propiedades químicas de la lactosa.</b> .....13
	2.6. Ácidos grasos saturados.....14
	2.6.1. Ácidos grasos insaturados.....15
	2.6.2 Materia proteica .....16
	2.6.3. Caseína.....16
	2.6.4. Proteína de lactosuero.....17
	2.7. Microbiología de la Leche para Quesería .....18
	2.7.1.Fuentes de contaminación.....19
	2.7.2.Clasificación de los microorganismos de la leche .....20
	2.7.3. Efecto del calor sobre microorganismos y las enzimas de la leche. ....25
	2.8. Cultivos Lácticos .....28
	<b>2.8.1. Metabolismo de bacterias lácteas</b> .....31
	<b>2.8.2.Empleo de los Cultivos Lácticos</b> .....32
	<b>2.9. Quesería</b> .....33
	<b>2.9.1. Clasificación de los quesos</b> .....34
	<b>2.9.2. Queso Provolone</b> .....39

2.9.3. Elaboración del Queso Provolone.....	40
2.9.4. Características del Queso Provolone.....	42
2.9.5. Descripción del proceso de elaboración del Queso Provolone.....	46
2.10. Ahumado en la Elaboración del Queso Provolone .....	50
2.10.1. Tipos de ahumado.....	53
2.10.2. Ventajas del uso del Humo Líquido .....	56
2.10.3. Maderas permitidas para el ahumado .....	59
2.11. Aspectos toxicológicos del proceso de ahumado .....	59
2.11.1. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) de los Productos de pirolisis....	60
2.12. Efectos toxicológicos del proceso de ahumado en la salud.....	68
2.13. Casos clínicos sobre efectos producidos por el humado en queso provolone ..	70
2.14. Consecuencia De Comer Alimentos Ahumados.....	72
<b>III. ANALISIS Y DISCUSION DE LA INFORMACION .....</b>	<b>75</b>
<b>IV.....CONCLUSIONES</b>	
78	
<b>V.....RECOMENDACIONES</b>	
.....	80
<b>VI.....BIBLIOGRAFIA</b>	
81	



## INDICE DE CUADROS

Pág

Cuadro N° 1: Composición básica de la leche de distintos mamíferos.....	8
Cuadro N° 2: Composición química de la leche. ....	9
Cuadro N° 3: Composición básica de la leche de algunas razas de ganado especializado (porcentaje en peso). ....	11
Cuadro N° 4. Los ácidos grasos saturados más frecuentes en la leche .....	15
Cuadro N° 5.Principales minerales en la leche de vaca .....	18
Cuadro N° 6. Principales bacterias patógenas asociadas a leche y queso .....	23
Cuadro N° 7. Clasificación genérica de sustancias extrañas en la leche .....	25
Cuadro N° 8: principales efectos producidos por la pasteurización en leche.....	26
Cuadro N° 9: Principales cambios fisicoquímicos de la leche por un fuerte Trat. térmico	27
Cuadro N° 10. Principales géneros de bacterias utilizables como cultivos lácteos.....	31
Cuadro N° 11: Clasificación de los quesos según su composición .....	35
Cuadro N° 12: Ejemplos de la clasificación de quesos con respecto al tipo de maduración	35
Cuadro N° 13. Clasificación de los quesos, según su consistencia y maduración .....	36
Cuadro N° 14. Composición general de varios quesos de prestigio internacional.....	37
Cuadro N° 15. Principales factores que afectan el rendimiento quesero.....	38
Cuadro 16: Compuestos del humo y sus funciones en alimentos .....	51
Cuadro N° 17. HAP identificados en los alimentos y su actividad cancerígena .....	63
Cuadro N° 18. Concentración de los HAPs en los alimentos.....	66
Cuadro N° 19. Las nitrosaminas formadas a partir de aminoácidos y nitritos .....	67

**INDICE DE FIGURAS**

	Pág.
Figura N° 1: Fuentes mas importantes de contaminacion microbiana de la leche. ....	20
Figura N° 2: Flujograma de elaboracion de Queso Provolone. ....	44
Figura N° 3: Flujograma de elaboracion de Queso OAXACA. ....	45
Figura N° 4: Corte del cuajo.....	47
Figura N° 5: Moldeo del Queso Provolone. ....	48
Figura N° 6: Ahumado del queso Provolone.....	49

## RESUMEN

Alimento es aquella sustancia libre de compuestos dañinos para la salud y que tengan todos los nutrientes necesarios para aprovechamiento del organismo humano además que presente buenas características organolépticas (olor, sabor, textura). Sin embargo, durante la transformación o procesamiento de estos se genera compuestos tóxicos o dañinos para el organismo sea por el mal control de los parámetros tecnológicos o por la interacción de los componentes del alimento frente a los tratamientos que se le da en el proceso.

Por ejemplo: el ahumado proceso utilizado para darle mejor aroma y textura a los alimentos para reducir en parte el agua en los alimentos genera ciertos compuestos que reaccionan con los componentes de los alimentos produciendo toxinas que alterarían el normal desarrollo de nuestro organismo, muchas veces los ahumados se producen sin controles adecuados. Frente a esto la necesidad de conocer si el humo utilizado para el ahumado del queso provolone podría generar efectos toxicológicos para el organismo.

El queso ahumado pertenece al grupo de los quesos semiduros de pasta hilada que tiene un alto valor nutritivo: proteína total de 25%, grasa 27%, cenizas 4% y por tener agua en un 42.5%, pertenece al grupo de alimentos de humedad intermedia y por esta razón tiene una vida útil prolongada en condiciones controladas, además es un alimento apetecible para todas las edades del consumidor.

Para mejorar su calidad organoléptica y sanitaria, este producto es sometido a un proceso de ahumado tradicional, para prolongar su vida útil del alimento, ya que el humo presenta actividad antioxidante y antimicrobiana, retrasando la oxidación o enranciamiento e inhibiendo el crecimiento microbiano, sin embargo el ahumado tradicional si no se lleva a cabo en forma correcta puede incorporar al alimento sustancias tóxicas, presentes en el humo, tales como HAPS, benzopirenos, aminas, heterocíclicas, etc. Como norma general los HAPS, se forman cuando se expone toda materia orgánica a muy altas temperaturas, por un proceso de pirolisis donde se forman los benzopirenos y otros componentes del alimento a estas temperaturas drásticas presentan modificaciones estructurales y reacciones entre ellas, dando origen a la forma de los HAPS entre los que se encuentran los benzopirenos. Posteriormente se calificó a los HAPS como cancerígenos alimentos potenciales a partir de estudios epidemiológicos que mostraban una frecuencia elevada de cánceres de estómago en las poblaciones que consumen importantes cantidades de productos ahumados (pescado, carnes y quesos).

**Palabras Claves:** efectos, toxicológicos, humo, ahumado, quesos, quesos ahumados.

## ABSTRACT

Food is that substance free of compounds harmful to health and that have all the nutrients necessary for the use of the human organism, in addition to having good organoleptic characteristics (smell, taste, texture). However, during the processing or processing of these compounds toxic or harmful to the body is generated either by poor control of technological parameters or by the interaction of the food components with the treatments given in the process.

For example: the smoked process used to give the food a better aroma and texture in order to partially reduce the water in the food generates certain compounds that react with the components of the food producing taxa that would alter the normal development of our organism, many times the Smoked products are produced without adequate controls. Faced with this the need to know if the smoke used for smoking provolone cheese could generate toxicological effects for the body.

The smoked cheese belongs to the group of semi-hard cheeses made from spun pasta that has a high nutritional value: total protein of 25%, fat 27%, ash 4% and having water in 42.5%, belongs to the intermediate moisture food group and for this reason it has a prolonged useful life under controlled conditions, it is also an appetizing food for all ages of the consumer.

To improve its organoleptic and sanitary quality, this product is subjected to a traditional smoking process, to prolong its useful life, since the smoke presents antioxidant and antimicrobial activity, delaying oxidation or rancidity and inhibiting microbial growth, however Traditional smoking, if it is not carried out correctly, can incorporate into the food toxic substances present in the smoke, such as HAPS, benzopyrenes, amines, heterocyclics, etc.

As a general rule, HAPS are formed when all organic matter is exposed to very high temperatures, by a pyrolysis process where benzopyrenes and other food components are formed at these drastic temperatures. They have structural modifications and reactions between them, giving rise to the form of HASPS among which are benzopyrenes.

Subsequently HAPS were classified as potential food carcinogens from epidemiological studies that showed a high frequency of stomach cancers in populations that consume large quantities of smoked products (fish, meat and cheese).

Key words: effects, toxicological, smoke, smoked, cheeses, smoked cheeses.



## I. INTRODUCCIÓN

El aumento demográfico mundial hace que los alimentos hacen aumentar a la producción agroalimentaria para cubrir las necesidades nutricionales sobre todo en la carencia de proteínas ya que; como países en vía de desarrollo la necesidad proteica va en decadencia porque casi el 90% de las necesidades nutritivas son de carbohidratos solamente el resto son ricas en proteínas. Y para cubrir estas necesidades una de las grandes alternativas agroindustriales es la producción de quesos ricos en proteínas de calidad.

Según Revilla (2009), el queso es un producto fresco o madurado, obtenido por coagulación y desuerado; a partir de la leche entera, estandarizada, descremada o crema proveniente de algunos mamíferos. El queso provolone ahumado, es un tipo de queso hilado, obtenido mediante coagulación enzimática de leche pasteurizada. En la coagulación enzimática el cuajo tiene la propiedad de romper la molécula de kappa caseína a nivel del enlace entre los aminoácidos 105-106 (fenilalanina y metionina), lo cual crea una inestabilidad de las micelas y provoca la coagulación de la leche dándose la formación de la cuajada, que al final del proceso dará origen al queso, el cual luego es sometido al proceso de ahumado en el cual es expuesto a una cámara de humo proveniente de maderas no resinosas (Wendorff, 2010). El ahumado de alimentos es una técnica muy utilizada en la preservación de los mismos, atribuyendo ciertos aromas y sabores característicos de este tipo de técnica, la cual no sólo aporta aspectos sensoriales sino que provee una barrera más para la preservación del alimento debido a los compuestos de tipo fenoles cíclicos y derivados del benceno (Labell, 1996). Durante el proceso de ahumado de queso provolone se libera un exudado o purga debido a la temperatura que fue sometido, la temperatura de ahumado a que es expuesto el queso oscila entre 40 y 60°C, el material exudado está constituido básicamente por agua, suero salado y en menor cantidad grasa, debido a esto los sólidos presentes se concentran resultando un producto lácteo de alto valor nutritivo (Kowalski, 2010).

El queso **provolone** no es tan famoso como el parmesano o el mascarpone, pero este queso italiano elaborado con leche de vaca entera es, sin ninguna duda, una de las delicias de la **cocina italiana**. El queso provolone es un alimento muy bien acogido en la región de San

Martín y en el mundo. Para el proceso del queso provolone se utiliza el ahumado para darle mejores condiciones de aroma y textura.

Este tipo de queso fue creado especialmente para asar a la parrilla o a la plancha, y su forma cilíndrica permite el fraccionamiento en rodajas. Se elabora mediante un proceso denominado "hilado" de la masa (pasta filata), es el requisito indispensable para que no se escurra ni deforme al momento de su cocción en la parrilla. Es un queso de color blancoamarillento uniforme y de baja humedad, graso o semigraso, elaborado con leche de vaca acidificada por cultivo de bacterias lácticas, coagulada por cuajo de cabrito, cordero o enzimas específicas. La masa es fermentada, hilada, salada y madurada mientras que la pasta es dura, compacta, semi-consistente y friable. Su sabor característico, al igual que el aroma, están originados por el cuajo o enzimas utilizadas, picante y agradable, bien desarrollados.

El ahumado es una técnica de conservación alimenticia que consiste en someter alimentos a una fuente de humo proveniente de fuegos realizados de maderas de poco nivel de resina. Este proceso, además de dar sabores ahumados sirve como conservador alargando el tiempo de conservación de los alimentos.

El proceso de ahumado se consigue cuando la madera u otra fuente de ahumado se calienta, haciendo que el humo se eleve; los alimentos se colocan en la parte superior del humo y adquieren su sabor ahumado, como sucede con las barbacoas.

La presente monografía contempla los siguientes objetivos:

- Determinar los componentes del humo, mediante búsqueda retrospectiva y sus efectos toxicológicos que produce en el queso provolone.
- Determinar casos clínicos producidos por el ahumado en alimentos.



## II. INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA.

### 2.1. La Agroindustria Quesera en Perú.

La leche es un alimento que, en el Perú, desde antaño, se considera básico para la población, en especial para la edad infantil. Su importancia queda evidenciada por el apoyo que el estado ha brindado para su consumo durante las últimas tres décadas, mediante diversos programas e instituciones, PRONAA, Qali Warma y Gloria (Lácteos San Martín). En nuestra región San Martín.

### 2.2. Leche.

**Villegas De Gante (2012)** define a la leche de la siguiente manera: La leche puede provenir de varios mamíferos que se explotan para autoconsumo o comercialmente. En orden de creciente de importancia se tiene la vaca, cabra, la oveja, la búfala de agua, la yegua, etc. Por su importancia nutricional económica histórica y actual, la leche que no sea estudiado y que se conoce mejor es la de vaca. Es frecuente, entonces, que cuando se habla de la leche en la jerga técnica, comercial o de la vida cotidiana se aluda a la leche de vaca, a menos que se precise el nombre de la especie de donde proviene.

- **Definición biológica.** La leche es el producto secretado por los mamíferos hembras para la alimentación de sus crías durante las primeras etapas de su crecimiento.
- **Definición legal.** La leche es el producto íntegro y fresco de la ordeña completa que procede de una o más vacas bien alimentadas, sanas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, químicas y bacteriológicas que establece el código local.
- **Definición tecnológica.** La leche es un sistema fluido muy compleja en el cual coexisten tres subsistemas fisicoquímicas bien definidos, en equilibrio dinámico, a saber: Una emulsión aceite-agua (o/w), una suspensión coloidal proteica y una solución verdadera.

Químicamente, las sustancias componentes de la leche son aguas, lípidos, proteínas, carbohidratos, sales minerales y microcomponentes, tanto orgánicos

(vitaminas, aminoácidos, etc.) como inorgánicos (cobre, hierro, manganeso. etc.).

Así mismo la leche contiene una diversidad de microorganismos (principalmente bacteria) y células y somáticas (leucocitos).

Según el diccionario **Alcázar del Castillo (2002)**: La leche “es una secreción normal de las glándulas mamarias de todos los mamíferos”. Su finalidad en la naturaleza es la nutrición de las crías del animal que la produce. En tendencias también como leche natural al producto integro, no alterado ni adulterado y sin calostro, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras de los animales mamíferos domésticos sanos y bien alimentados.

### **2.3. Beneficios para la salud.**

#### **Crecimiento y desarrollo**

La nutrición en los tres primeros años de vida es un factor clave en la salud y el desarrollo de la persona. Un metanálisis de doce ensayos clínicos que examinó la relación entre el consumo de productos lácteos y la estatura física en niños y adolescentes de edades comprendidas entre 3 y 13 años, ha concluido que el efecto más probable de incluir en la dieta de los niños leche y productos lácteos es el crecimiento de 0,4 centímetros adicionales al año por cada 245 mililitros de leche al día que se añaden a la dieta. La leche juega un papel clave en el tratamiento de la desnutrición tanto en los países industrializados como en los que están en vías de desarrollo.

Una dieta que contenga suficiente leche o productos lácteos puede proporcionar del 25 al 33 por ciento de las necesidades de proteínas diarias; esto puede tener un efecto positivo sobre la ganancia de peso y crecimiento lineal en niños de seis meses a cinco años de edad que sufren de desnutrición, uno de los predictores de mortalidad infantil más reconocidos.

#### **Desarrollo óseo y dental**

Los principales factores de la dieta que afectan a la masa ósea son el calcio y la vitamina D. El calcio, fósforo y magnesio son los minerales más importantes para la

salud ósea. Más del 99 por ciento del calcio del cuerpo, el 85 por ciento del fósforo y 60 por ciento del magnesio se encuentran en los huesos. Los análisis de las fuentes alimenticias de calcio, vitamina D, proteínas, fósforo y potasio en la población estadounidense demuestran que la leche puede ser el contribuyente número uno, ya que en un solo alimento se suministra la máxima cantidad de nutrientes relacionados con el desarrollo óseo.

El estudio Dietary protein and skeletal health: A review of recent human research, realizado en 2011, reveló una relación positiva entre la ingesta de proteínas y la masa ósea o la densidad ósea; además, la FAO en su Milk and dairy products in human nutrition describió una asociación inversa entre la ingesta de proteínas y fractura de cadera. La proteína es un constituyente importante del hueso y debe ser suministrada regularmente por la dieta, ya que no se almacena a diferencia de otros nutrientes. Algunos productos lácteos también proporcionan otros nutrientes de soporte que participan en la salud de los huesos, tales como el potasio, el zinc y la vitamina A. Del mismo modo, el aumento en la ingesta de calcio previene la resorción ósea en relación con la formación de hueso. Por estas razones, la leche se considera un alimento clave en la prevención de la **osteoporosis**.

Además, el calcio y las proteínas presentes en la leche son, junto al flúor y otros elementos de la dieta, decisivos para alcanzar un buen desarrollo de las piezas dentarias y mantenerlas sanas.

### **Ayuda contra la obesidad**

Entre todos los componentes bioactivos de leche, el calcio y la vitamina D han sido los más estudiados para valorar sus efectos sobre el peso corporal y el tejido adiposo. La oxidación lipídica y la termogénesis aumentan con la ingesta de ambos compuestos. Asimismo, las proteínas lácteas parecen tener un efecto positivo en el control del peso corporal tanto en sujetos con un peso saludable como en sujetos con sobrepeso u obesidad, lo cual, según el informe Milk, dairy products, and their functional effects in humans: A narrative review of recent evidence, de 2014, parece estar relacionado con un aumento de la saciedad y disminución del apetito.

En recientes estudios aleatorizados, se ha observado una marcada reducción de tejido adiposo y aumento de la masa magra en mujeres con sobrepeso con una dieta hipocalórica que incluía leche y productos lácteos, así como en adolescentes sanos.

### **Control del síndrome metabólico**

El síndrome metabólico es una condición clínica caracterizada por obesidad e **hipertensión**, además de hiperglucemia, hipertrigliceridemia y disminución del colesterol-HDL o **colesterol** bueno como consecuencia de un estado de resistencia periférica a la insulina. En este síndrome se da una condición de inflamación de bajo grado que condiciona riesgo de enfermedad cardiovascular y de diabetes de tipo 2. El estudio Nurses Health Study realizado en Estados Unidos fue el primero en demostrar, hace más de una década, que el consumo de leche y productos lácteos con bajo contenido en grasa se asocia a una **disminución de factores de la inflamación**. Estudios similares se han publicado con posterioridad que confirman este hallazgo.

### **Enfermedad cardiovascular**

Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de morbimortalidad en España. Producen 30 de cada 100 fallecimientos y más de 5 millones de estancias hospitalarias al año en España, convirtiéndose en la **primera causa de muerte y hospitalización**, con la cardiopatía isquémica en primer lugar, según los datos facilitados por la Sociedad Española de Cardiología en 2014. Según el informe La leche como vehículo de salud para la población, la mayoría de los metanálisis de estudios prospectivos disponibles muestran que la leche baja en grasa y el consumo de productos lácteos bajos en grasa no se asocia con riesgo de enfermedad cardiovascular. Por el contrario, podría contribuir a la reducción de dichas enfermedades, especialmente cuando el consumo se relaciona con productos de bajo contenido energético (Milk, dairy products, and their functional effects in humans: A narrative review of recent evidence, 2014).

Un estudio anterior realizado en los Países Bajos acerca del consumo diario de alimentos y la mortalidad cardiovascular (Dairy consumption and 10-y total and cardiovascular mortality: A prospective cohort study in the Netherlands, 2011),

determinó sin embargo que la ingesta de grasa láctea en mujeres se asocia con un ligero aumento de todas las causas de mortalidad y, además, de las tasas de mortalidad de **enfermedad coronaria isquémica**. Por el contrario, un metanálisis realizado el mismo año analizando 17 estudios prospectivos determinó que el consumo de 200 mililitros de leche al día se asocia modestamente con un menor riesgo de enfermedad cardiovascular y que no existe correlación entre la ingesta de leche y sus derivados con la enfermedad coronaria y la mortalidad total, con independencia de su contenido lipídico, como recoge el informe Dairy consumption and incidence of hypertension a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies, de 2012.

En relación con el consumo de lácteos y **accidente cerebrovascular**, dos grandes estudios de cohortes prospectivos han encontrado que el consumo de alimentos lácteos bajos en grasas se asocia inversamente con el riesgo de accidente cerebrovascular e infarto cerebral y que la sustitución de una porción de carne roja en la dieta por una porción de productos lácteos bajos o altos en grasas se asocia con un menor riesgo de accidente cerebrovascular, según afirman las fundaciones de nutrición FEN y Finut en *La leche como vehículo de salud en la población* (2015).

### **Diabetes tipo 2**

Numerosos estudios, entre otros Healthy Women's Study y el Nurses Study, ambos de Estados Unidos, el European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition y el Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis, han descrito y confirmado una menor incidencia de diabetes tipo 2 asociada al consumo de productos lácteos. Parece que esto puede deberse a que la **lactosa** no induce una respuesta insulinémica tan elevada como la **glucosa** y otros azúcares, así como a la acción de algunos ácidos grasos presentes en la leche de rumiantes, como el ácido transpalmitoleico.

#### **2.4. Composición de la leche de varios mamíferos.**

La leche se considera un alimento básico y equilibrado por su elevado contenido en nutrientes en relación a su contenido calórico; tiene por esto una excelente densidad nutricional. Es una importante fuente de energía (**una ración media de 200 mililitros aporta 130 kcal, 6,2 gramos de proteínas y 7,6 gramos de grasas**). Su principal

componente es el agua, entre un 68 y un 91 por ciento. La leche aporta **proteínas** de alto valor biológico e **hidratos de carbono**, fundamentalmente en forma de lactosa, además de grasas y **minerales** como **calcio**, **magnesio**, fósforo y zinc, así como **vitamina D**, **A** y del complejo B, especialmente la vitamina B12 y la riboflavina. Sin embargo, al igual que los demás alimentos de la dieta habitual, la leche no es un alimento totalmente completo ya que presenta déficits de **hierro** y **vitamina C**, entre otros nutrientes importantes.

No obstante definir cuantitativamente en los componentes menores (Ej., ácidos grasos, vitaminas y proteínas menores), la leche de distintos mamíferos guarda similitud en la presencia de los constituyentes básicos; esto es, materia grasa, proteínas mayores (principalmente caseína), lactosa y calcio. En el cuadro N° 1 se muestra los datos de componentes básicos (**Villegas De Gante 2012**).

**Cuadro N° 1: Composición básica de la leche de distintos mamíferos.**

<b>Especie</b>	<b>H<sub>2</sub>O (%)</b>	<b>ST (%)</b>	<b>SNG (%)</b>	<b>MG (%)</b>	<b>PROTEINAS NX6.38 (%)</b>	<b>Lactosa</b>	<b>Ca</b>
Humana	86.41	13.59	8.97	4.62	1.23	6.94	0.03
Vaca frisian (holstein Frisian)	87.85	12.15	8.65	3.50	3.25	4.60	0.115
Guernsey	86.25	13.75	9.10	4.65	3.65	4.70	0.130
Búfala De Agua	83.23	16.77	9.32	7.45	3.65	4.7	0.130
Cabra	86.80	13.20	8.70	4.50	3.30	4.40	0.130
Oveja	81.60	18.40	10.90	7.50	5.60	4.40	0.200
Yegua	89.90	10.10	8.50	1.60	2.10	6.00	0.09
Burra	89.90	10.10	8.60	1.50	2.10	6.20	0.08
Yak	82.10	17.90	10.90	7.00	5.20	4.60	-
Rena	83.55	16.45	14.20	2.25	10.30	2.40	-

**FUENTE: Villegas De Gante (2012).**

% **ST** = Porcentaje En Peso De Solidos Totales.

% **SNG** = Porcentaje En Peso De Solidos No Grasos.

% **MG** = Porcentaje En Peso De Materia Grasa.

En el Perú, puesto que la mayor parte de la leche que se comercializa en forma pasteurizada proviene del sistema de producción intensivo. Que se explota de la raza Holstein frisian, la composición elemental “gruesa” de la leche de gran mezcla puede considerarse en promedio:

- Agua: 87- 88%
- Solidos totales (ST): 12-13%
- Materia grasa (MG): 3.0-3.5%
- Materia proteica (MP): 2.8-3.5%
- Lactosa : 4.5-5.0%
- Minerales (como cenizas): 0.7%

En el cuadro N° 2, según **Revilla (1992)** se muestra la composición química de la leche.

**Cuadro N° 2: Composición química de la leche.**

<b>Composición de la leche</b>	<b>Porcentaje</b>
Agua	87.5%
Materia Grasa	3.6%
Caseína (Proteína)	3.0%
Albúminas (Proteínas)	0.6%
Lactosa (Azúcar)	4.6%
Cenizas (Sales Minerales)	0.7%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

**FUENTE:** Revilla (1992).

Según **Villegas De Gante (2012)**. La leche tiene 3 propiedades esenciales que se resume de la siguiente manera. Complejidad, variabilidad y alterabilidad.

- **Complejidad.** La leche, no obstante su apariencia simple de un líquido blanco opalescente, encierra una complejidad enorme. Es compleja desde el punto de vista composicional y estructural. A pesar de que se tienen décadas estudiándola, no se conoce en la actualidad su composición completa y definitiva. Se conocen bien los compones principales o básicos, pero los microcomponentes son fluctuantes en cantidad y calidad. Sin temor a exagerar, puede afirmarse que en



la actualidad podría hacerse un listado de más de mil componentes de la leche, incluyendo obviamente aquellos que se hallan a nivel de traza como elementos metálicos o ácidos grasos no típicos.

Desde un punto de vista estructural, la leche es muy compleja y para decirlo explícitamente, en la actualidad no se conocen aspectos esenciales de su estructura, del glóbulo de grasa (sobre todo de su membrana) y de la micela caseínica. De este modo, para explicar estas estructuras, en los últimos años se han elaborado “modelos”, que se han perfeccionado al ir avanzando las investigaciones respectivas. Sin embargo, la estructura de la leche no es estática, si no sumamente dinámica, y esto complica el problema. Así, existen aún incógnitas acerca de las interacciones entre las membranas del glóbulo de grasa y las proteínas, entre proteínas y proteínas, entre proteínas y micronutrientes, etc. Aun omitiendo la microflora completa y variable que puebla la leche, una comprensión amplia de su estructura dinámica es muy difícil.

- **Variabilidad.** La leche es un fluido de extrema variedad, de tal manera que puede decirse tajantemente que no existen-estrictamente hablando-de leches que poseen la misma composición y estructura. Aun tratándose de la misma vaca, la leche producida en la ordeña matutina será diferente a la producción en la vespertina. Del mismo modo, los primeros chorros de la ordeña presentaran una composición diferente (especialmente en materia grasa) que los últimos. Y así podrían darse muchos otros ejemplos relacionados con la fase de lactancia, la edad del animal, el número de partos, el cambio de alimentación, etcétera.

Si consideramos que la leche cruda y la pasteurización, en un momento dado, poseen una “calidad puntual” que las caracteriza en ese momento, desde el punto de vista composicional, sanitario y sensorial, los factores que influyen en esa calidad integral pueden listarse como se indica a continuación.

- **factores en predio (rancho o granja).**
  - Fase de la ordeña. □
  - Numero de ordeños □
  - Fase de lactancias.

- Raza vacuna.
- Clima (principalmente, la temperatura y la humedad relativa).
- Alimentación (sobre la que le influye a su vez el clima).
- Edad productiva del animal.
- Estado fisiológico del animal.
- Incorporación de microorganismos.
- Incorporación de sustancias orgánicas.

➤ **Factores fuera del predio**

- Contaminación con sustancias extrañas.
- Contaminación con microorganismos.
- Adulteración (ejem. con agua).
- Procesamiento (ejem. por calor).
- Crecimiento de microorganismos.
- Alteración por mala conservación.

Para ilustrar la naturaleza variable de la leche, solamente en el aspecto composicional, basta observar los datos en el cuadro 3, que consigna la composición “gruesa” de la leche de seis razas vacunas.

**Cuadro N° 3: Composición básica de la leche de algunas razas de ganado especializado (porcentaje en peso).**

<b>RAZA</b>	<b>AGUA (%)</b>	<b>SOLIDOS TOTALES (%)</b>	<b>GRASA (%)</b>	<b>PROTEÍNA (%)</b>	<b>LACTOSA (%)</b>	<b>CENIZAS (%)</b>
<b>Holstein</b>	87.72	12.28	3.41	4.32	4.87	0.68
<b>Jersey</b>	85.47	14.53	5.05	3.78	5.00	0.70
<b>Pardo Suizo</b>	86.87	13.13	3.85	3.48	5.08	0.72
<b>Guernsey</b>	85.35	14.65	5.05	3.90	4.96	0.74
<b>Ayrshire</b>	86.97	13.03	4.04	3.51	4.81	0.68
<b>Shorthorn</b>	87.43	12.57	3.63	3.32	4.89	0.73

**FUENTE:** Johnson, 1974. (Citado Por Villegas De Gante (2012).

Como se observa en el cuadro 3, la leche de las razas Jersey y Guernsey es más rica en grasa que la de Holstein, Pardo Suizo y el resto; es por eso que se les ha dado en llamar “razas mantecosas,” pues su leche proporciona buen rendimiento en crema y, por tanto, también de mantequilla.

➤ **Alterabilidad.** La leche, al ser un sistema tan complejo, por su elevado contenido de agua (86 a 90%), y ser rica en principios nutritivos para sustentar la vida microbiana, es fácilmente alterable. Sin duda alguna, la leche puede considerarse el alimento más perecedero que existe, por eso, en realidad desde que es ordeñada su conservación y transformación implican una carrera contra el tiempo.

Los principales agentes de alteración son los microorganismos que pueblan la leche, aún la ordeñada de la manera más higiénica. Entre estos la microflora acidógena (formadora del ácido láctico) es la más activa, de tal modo que si la temperatura de la leche lo permite, al cabo de tres o cuatro horas, ya puede percibirse un cambio en la acidez total titulable de la leche.

La actividad acidificante puede continuar, y si no se toman las medidas adecuadas puede alcanzarse un nivel tal de acidez que las proteínas caseínicas alcancen su punto isoeléctrico (pH de 4.7). Y floculara lo que dará lo que se denomina leche (cortada).

Tal vez nunca será excesiva recalcar la importancia del fenómeno de acidificación que se lleva a cabo en la leche y en sus derivados, por ejemplo en el queso, la crema y las leches fermentadas. Este cambio puede considerarse nocivo, a veces valioso y deseables en otras tiene su origen en la transformación de la lactosa en ácido láctico por la acción de la (maquinaria enzimática) de la flora acidificante o acidógena, que se allá en la leche en forma natural o por incorporación.

## 2.5. La lactosa.

Es un disacárido formado por la unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa. Específicamente intervienen una  $\beta$ -galactopiranososa y una  $\beta$ glucopiranososa unida por los carbonos 1 y 4 respectivamente. La lactosa es un azúcar muy raro en la naturaleza, excepto en la leche, de la que es el carbohidrato más importante en casi todas las

especies. También se ha encontrado en las frutas de algunos miembros de la familia de las Sapotaceae. En la leche su concentración varía desde cero en algunas focas hasta aproximadamente 100 g/litro en la de ciertos primates. La leche de vaca contiene corrientemente más lactosa que ningún otro componente sólido, con una concentración media de 50 g/litro.

Se sintetiza en la glándula mamaria a partir de la glucosa sanguínea, y los rumiantes a partir de los ácidos grasos volátiles del rumen. La síntesis de la lactosa regula en gran parte el volumen de leche segregada; es decir, que la cantidad de leche producida depende de las posibilidades de síntesis de la lactosa en la mama.

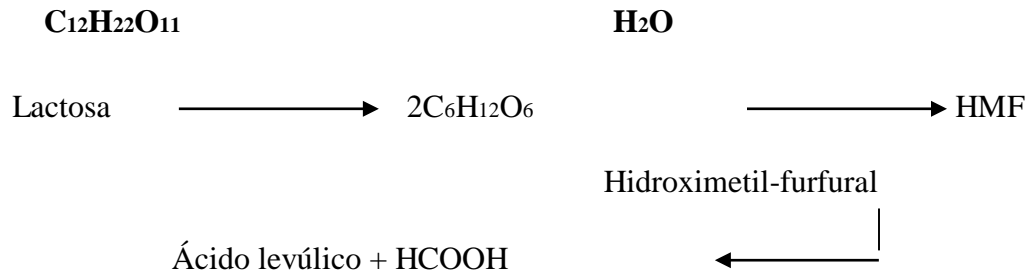
La lactosa se usa en la fabricación de productos alimenticios, cosméticos y farmacéuticos. En la **industria farmacéutica** se utiliza como diluyente de principios activos (excipiente), su propiedad de ser inerte la hace compatible con una gran cantidad de moléculas activas. En la **industria alimentaria** es utilizada principalmente en la fabricación de alimentos para lactantes; ya que se hidroliza más fácilmente que la sacarosa, es menos dulce y ayuda a restablecer la microbiota intestinal. Es utilizada también en la fabricación de pan, cereal, bebidas, salsas, etc.

### 2.5.1. Propiedades químicas de la lactosa.

1. **Propiedad reductora.** La lactosa es menos reductora que la glucosa, a igual peso ya que el carbono número 1 de la mitad galactosa está bloqueado.
2. **Hidrolisis.** La hidrolisis de la lactosa por vía meramente química, es difícil ya que el enlace  $\beta$ , entre los dos monómeros (galactosa y glucosa) que constituye la molécula, es muy resistente al calor y a los ácidos inorgánicos y orgánicos. Sin embargo, es muy lábil a la enzima lactasa.
3. **Reacciones de Maillard.** Estas reacciones tienen mucha importancia en los alimentos y son responsables de un cambio de coloración (Pardeamiento). En su inicio, implica la interacción entre un carbohidrato y un aminoácido o derivado proteico.
4. **Comportamiento ante el calor.**

Si la temperatura asciende entre 110 a 130°C, la lactosa sólida, en polvo, pierde su agua de cristalización. Si sube a más de 150°C, se torna amarillenta, y si es mayor de

175°C, se transforma en caramelo. En leche, a 120°C, durante más de 10min, aparece el pardeamiento. La descomposición de la lactosa durante el calentamiento puede representarse así:



## 2.6. Ácidos grasos saturados.

La grasa de la **leche de vaca** contiene una gran proporción (70-75%) de AG saturados (Lock y Shingfield 2004). La grasa de la **leche** es también una fuente importante de **ácido** linoleico conjugado (CLA, por sus siglas en inglés). En cuanto a los AGS, que son del 60-70% de los AG totales de la leche, no todos tienen el mismo efecto sobre el nivel de colesterol en sangre. Los AGS de cadena corta ( $\leq \text{C}10$ ) y el ácido esteárico (18:0) no influyen, mientras que los ácidos láurico (12:0), mirístico (14:0) y palmítico (16:0) favorecen la hipercolesteronemia. El 30-40% restante de los AG de la leche son AGI: ácido oleico (18:1 n-9 o C9-18:1), los AG esenciales n-6 y n-3 (linoleico y alfa-linolénico) y los AGT. La proporción entre los AG n-6 y n-3 de la leche está entre 2 y 4. Ciertos componentes de la materia grasa de la leche tienen propiedades beneficiosas para la salud: vitaminas liposolubles A y D (vista, mineralización de los huesos, prevención del cáncer, etc.), esfingomielina y otros esfingolípidos (reducción de los tumores intestinales en experimentos con ratas), ácido 13-metiltetradecanoico (iso-15:0) (apoptosis rápida de líneas celulares cancerosas en el hombre, inhibición de tumores de próstata y hígado en ratas) y ciertos AGT, los ácidos linoleicos conjugados (CLA). Los ácidos grasos saturados más frecuentes se muestran en cuadro N° 4.

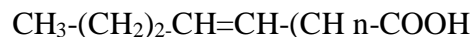
**Cuadro N° 4. Los ácidos grasos saturados más frecuentes en la leche:**

Ácidos grasos volátiles solubles.	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_2\text{-COOH}$	Acido butírico Ácido caproico
Ácidos grasos volátiles insolubles.	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_6\text{-COOH}$ $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_8\text{-COOH}$ $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{10}\text{-COOH}$	Ácido caprílico Ácido cáprico Ácido laurico
Ácidos grasos fijos.	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{12}\text{-COOH}$ $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{14}\text{-COOH}$	Acido mirística Acido palmítico
	$\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_{16}\text{-COOH}$	Acido esteárico

**FUENTE:** Villegas De Gante (2012)

### 2.6.1. Ácidos grasos insaturados.

Son aquellos ácidos que poseen una o más dobles insaturaciones o tienen por fórmula general:



Los más importantes de dobles enlaces son:



#### ➤ **Importancia de los ácidos grasos**

Los ácidos grasos de la grasa butírica influyen sobre:

- la consistencia de la grasa.
- Su punto de fusión.
- Sus características organolépticas.
- su tendencia a la oxidación

**Los fosfolípidos** son importantes porque:

- forman parte de la membrana del glóbulo de grasa.
- Tienen tendencia alterarse rápidamente. □ Permiten la emulsión de la materia grasa- Los **carotenoides** son importantes porque:

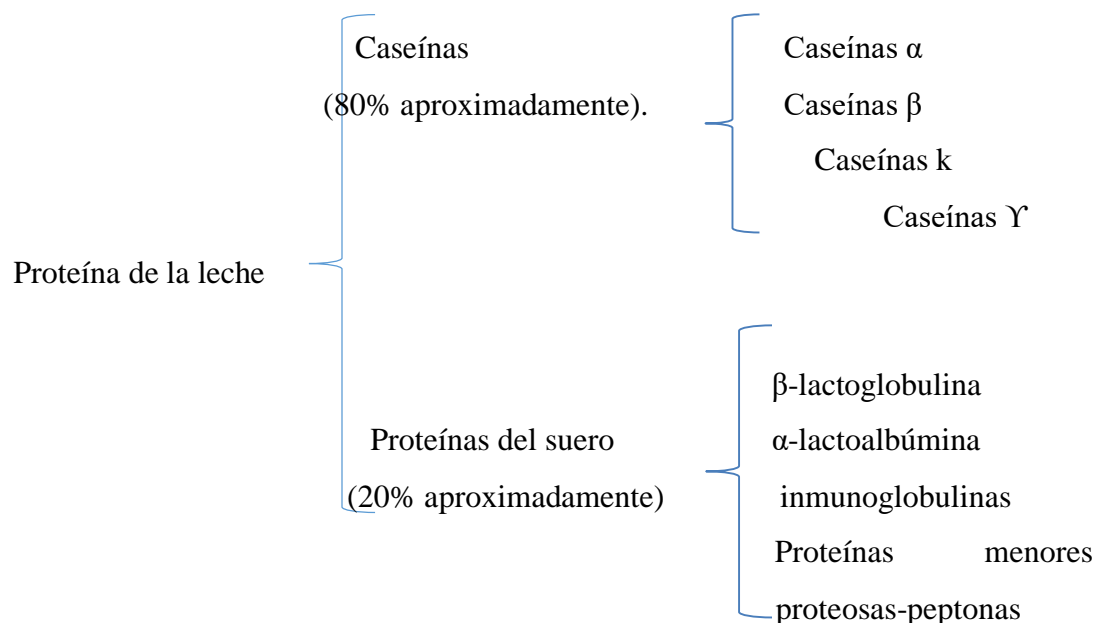
- El  $\alpha$ - caroteno es precursor de la vitamina A.
- Son responsables del color de la grasa butírica.
- Su concentración es influida por la alimentación del animal.

Las vitaminas A, D, E y K se hallan en la grasa butírica. Los tocoferoles (vitamina E) son sustancias antioxidantes naturales, su concentración es influida por la alimentación de animal.

### 2.6.2. Materia proteica.

La materia nitrogenada total de la leche puede distribuirse en dos grupos:

- Proteínas 95%
- Materia nitrogenada no proteica (MNNP) 5% (urea, aminoácidos, oligopeptidos, creatina, NH<sub>3</sub>, ácido úrico). y otras sustancias de bajo, peso molecular. En tanto las proteínas lácteas se clasifican de acuerdo con el siguiente esquema.



### 2.6.3. Caseína.

La **caseína** (del latín *caseus*, "queso") es una fosfoproteína (un tipo de heteroproteína) presente en la leche y en algunos de sus derivados (productos fermentados como el yogur o el queso). En la leche, se encuentra en la fase soluble asociada al calcio (fosfato de calcio), en un complejo que se ha denominado *caseinógeno*.

Las caseínas son un conjunto heterogéneo de proteínas, por lo que es difícil fijar una definición. Sin embargo, todas las proteínas englobadas en lo que se denomina



*caseína* tienen una característica común: precipitan cuando se acidifica la leche a pH 4,6. Por ello, a la caseína también se le suele denominar *proteína insoluble* de la leche. Por otra parte, y aunque las proteínas que se denominan *caseínas* son específicas de cada especie, se clasifican en los siguientes grandes grupos de acuerdo con su movilidad electroforética:  $\alpha_{s1}$ -caseína,  $\alpha_{s2}$ -caseína,  $\beta$ -caseína y  $\kappa$ -caseína. Esta última es de especial interés en la industria quesera, ya que su hidrólisis enzimática por el cuajo (**la enzima quimosina**) genera una nueva proteína, denominada para- $\kappa$ -caseína. Cuando esta última reacciona con el calcio, genera **paracaseinato de calcio**. Durante el proceso de maduración del queso, y a partir de la para- $\kappa$ -caseína, se forma un tipo de macropéptidos denominados  $\gamma$ caseínas, responsables de las características reológicas y organolépticas de los quesos (Alais, C. 1985).

La caseína son grandes moléculas proteicas que contienen grupo fosfato (P) y un gran número de aminoácidos, entre los cuales predomina el ácido glutámico, la leucina y la prolina. Los fosfatos están ligados a la serina y a la treonina.

La caseína  $\alpha$  es muy sensible al  $\text{Ca}^{++}$  al pH normal de la leche (6.6 a 6.8) y floclula a cualquier temperatura debido a su riqueza en grupos fosfato que ligan al calcio. Por otro lado la  $\beta$  caseína es sensible al  $\text{Ca}^{++}$  a temperatura ambiente, pero insensible en frío (4°C).

La caseína K es una glicoproteína, contiene una fracción glucídica formada por una o varias secuencias: (Galactosamina – galactosa – ac. N-acetilneuraminico)<sub>n</sub> La K caseína es hidrolizada por la renina del cuajo lo cual desencadena la coagulación de la leche, por tanto, desempeña un papel fundamental en la tecnología quesera.

#### **2.6.4. Proteína de lactosuero.**

Estas proteínas permanecen solubles en el lactosuero, ya sea que la leche sea cuajada por acidificación, a pH 4.7, o por vía enzimática. Por otro lado, el calentamiento del suero por encima de 70°C las desnaturalizadas y provoca su floculación. Las principales seroproteínas son la  $\beta$ -lacto globulina y la  $\alpha$ -lactoalbúmina (Alais, C. 1985).

- **B – lactoglobulina.** Es la proteína soluble más importante, ponderalmente, con cerca de 3g/l, contiene residuos azufrados (Ej. cisteína) que le permiten formar puentes desulfuró (-s-s-) intermoleculares, importantes para su estabilización. Probablemente forma puentes desulfuró intermoleculares bajo condiciones de fuerte calentamiento.
- **α-lactoalbúmina.** Esta proteína se presenta en una cantidad aproximada de 0.7g/l en la leche de vaca. Contiene cuatro puentes desulfuró. Desempeña un papel dual en la leche: estructural y enzimático, ya que interviene en la biosíntesis de la lactosa pues constituye una parte de la enzima lactosa-sintetasa.
- **Materias salinas de la leche.** Los principales elementos minerales de la leche de vaca y su concentración aproximada (en g/l) se dan en el cuadro 05.

**Cuadro N° 5. Principales elementos minerales de la leche de vaca.**

<b>Potasio (k)</b>	<b>Calcio (Ca)</b>	<b>Cloruros (Cl)</b>	<b>Sodio (Na)</b>	<b>Azufre (S)</b>	<b>Magnesio (Mg)</b>	<b>Fosforo (p)</b>	<b>Citratos</b>
1.41	1.23	1.19	0.58	0.30	0.12	0.95	1.6

**FUENTE:** Johnson, 1974. (Citado por Villegas De Gante (2012)).

Según el cuadro lo que más destaca es el potasio, calcio y los cloruros.

## 2.7. Microbiología de la Leche para Quesería.

La leche cruda puede considerarse un “producto vivo”, ya que contiene gran número de microorganismos por mililitro, esto es lo que se denomina carga microbiana. La presencia de microflora activa determina la perecibilidad y alterabilidad, dos de las principales propiedades de la leche.

De entre los grandes grupos de microorganismos existentes en la naturaleza, solamente las bacterias, las levaduras y los mohos desempeñan una función relevante en la tecnología de la leche; por su abundante actividad e importancia pueden ordenarse decrecientemente en: bacterias, levaduras y mohos.

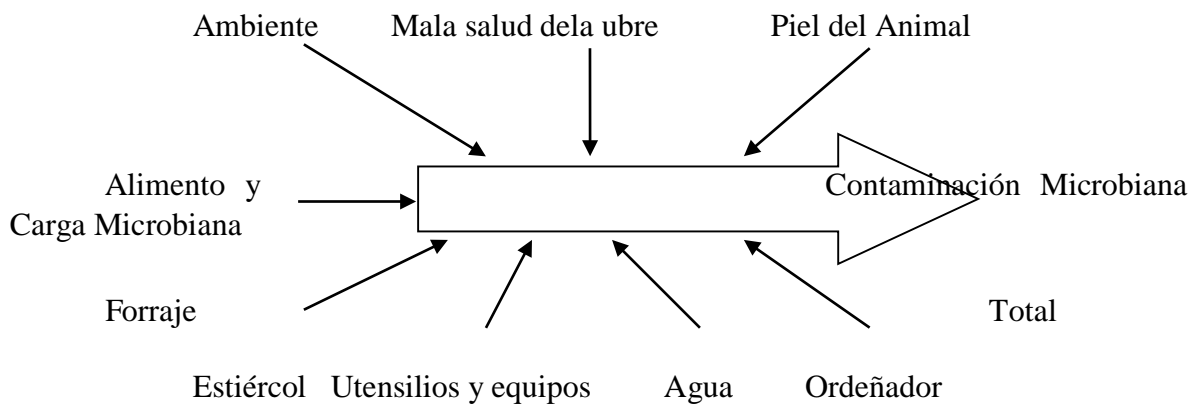
- **Las Bacterias.** Forman parte de la microbiota o microflora natural de la leche, se halla en la leche cruda, leche pasteurizada (bacterias termoduricas) y derivados lácteos, como quesos y leches fermentados.
- **Las levaduras.** Estos microorganismos, hongos ascomicetos unicelulares, son mucho menos frecuentes que las bacterias en la leche, existen en la leche cruda sobre todo en aquella producida en malas condiciones higiénicas, también se hallan en las cortezas de quesos en procesos de maduración y en la pasta de quesos frescos de leche cruda, pueden igualmente contaminar al yogurt. Sin embargo, constituyen parte de la flora normal de ciertas leches ácido-alcohólicas, por ejemplo el queso kéfir (leche de búlgaros).
- **Los mohos.** Los mohos son importantes porque constituyen una microflora invasora de la corteza, y a veces del cuerpo de quesos semiduros y duros por ejemplo, (queso cheddar).

#### 2.7.1. Fuentes de contaminación.

Según **Villegas De Gante (2012)** las fuentes de contaminación microbiana pueden ser de:

- **La piel de la ubre.** Cuando el manejo higiénico preliminar al ordeño ha faltado o se ha hecho mal, existiendo microorganismos psicótrofos y termo resistentes.
- **El ambiente.** Sobre todo si el ordeño se realiza en el mismo establo, ya que ahí el ambiente a menudo están cargados de gérmenes provenientes del estiércol, la paja y los alimentos. La atmosfera de la sala de ordeño es siempre más limpia que de los establos.
- **Entre los alimentos.** La paja y el sácate aporta sobre todo gérmenes esporulados (Ej. bacilos y clostridios).
- **Estiércol.** El estiércol es rico en especies variadas, es la fuente tanto de enterobacterias indeseables como de otras especies de coliformes.
- **El estado del animal.** Este es importante, sobre todo cuando en el hato existe casos de mastitis en algunos de sus grados: subclínica o clínica.

- **El ordeñador.** Un ordeñador, portador de vestimenta antihigiénicas y de manos sucias, constituye una fuente suplementaria de contaminación. También es importante considerar la salud del ordeñador. La presencia de gérmenes patógenos de origen humano se ha puesto frecuentemente en evidencia en la leche (*Staphylococcus aureus*).
- **Los utensilios y equipos.** Estos constituyentes la fuente de contaminación más importante. Se trata de miles de microorganismos que pueden existir sobre las paredes y los espacios muertos de utensilios y equipos de ordeño y procesamiento mal lavados. Los gérmenes del grupo coliformes y de especies termo resistentes son los más comunes.
- **La calidad del agua.** Este factor reviste una gran importancia, ya que las aguas de mala calidad higiénica, empleadas para el lavado y enjuague de recipientes, utensilios y equipo de lechería pueden ser causa de seria contaminación. Los microorganismos que pueden contaminar el agua son diversos pero seguramente los más temidos pertenecen a los Psicótrofos (Géneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*).



**La Figura N° 1.** Fuentes más Importantes de contaminación microbiana de la leche cruda.

**FUENTE:** Villegas De Gante (2012).

### 2.7.2. Clasificación de los microorganismos de la leche.

Existen varios criterios para clasificar los microorganismos de la leche (principalmente bacterias), por ejemplo:

❖ **Por su crecimiento poblacional en función de la temperatura, se distinguen los:**

- **Psicrofilos.** Se multiplican aun a bajas temperaturas (Ej. de refrigeración, 0 a 6°C), su temperatura optima de crecimiento se acerca a 20°C. comprenden los géneros como *pseudomonas*, *alcaligenes*, *flavobacterium*, *achromobacter* y algunos Coliformes (Ej. *Aerobacter*).
- **Mesófilos.** Se multiplican entre los 15 y 40°C, su temperatura óptima se ubica entre los 30 y 37°C, constituyen la flora bacteriana más abundante de la leche cruda. En este grupo se incluye la microflora acidificante más típica, debido a que muchos cultivos lácticos son mesófilos. Los coliformes y patógenos son, asimismo, mesófilos.
- **Termófilos.** Su temperatura óptima de crecimiento se halla entre 40 y 50°C; forman parte de una flora natural y cultivada. Destacan los géneros *lactobacillus* y *streptococcus* (Ej. *streptococcus thermophilus*).

❖ **Por su requerimiento de oxígeno, puede clasificarse en :**

- **Aerobios estrictos.** Necesitan indispensablemente el oxígeno para vivir, puesto que presentan un metabolismo aerobio; por ejemplo, los mohos del queso, las *Pseudomonas*.
- **Aerobios facultativos.** Pueden proliferar tanto en ausencia como en presencia de oxígeno; por ejemplo, la flora coliforme y las levaduras.
- **Anaerobios estrictos.** La presencia de oxígeno los inhibe; por ejemplo; el género *Clostridium* puede hallarse en quesos madurados (Ej. *Clostridium Tyrobutricum*).

❖ **Por el grado de transformación de la lactosa.** (y consecuentemente, de la cantidad de ácido láctico que producen), las bacterias de la leche y el queso se clasifican en:

- **Homofermentativas (u homofermentadoras).** De la cantidad de lactosa que metabolizan, más de 90% la convierten en ácido láctico, y el resto en otros productos.
- **Heterofermentativas (u heterofermentadoras).** De la lactosa efectivamente metabolizada, alrededor de 50% se convierte en ácido láctico, y el resto en otros productos (Ej. ácido acético, alcohol etílico, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>).

❖ **Por su capacidad patógena la flora láctea puede ser:**

- **Banal.** Solo altera a los componentes de la leche y derivados (deteriorando al producto), pero no produce enfermedades. Por ejemplo, las bacterias ácido-lácticas (BAL).
- **Patógena.** Provoca enfermedades en el consumidor por ser una fuente de infecciones o intoxicaciones alimentarias. Ejemplos de estos microorganismos son *mycobacterium tuberculosis o bobis* (tuberculosis); *brucella abortus* (brucelosis); *Staphylococcus aureus* (intoxicación estafilocócica); *Salmonella typhi* (tifoidea)

❖ **Por su respuesta a la tinción de Gram.**

- **Grampositivas (G+).** las que retienen el colorante de gram (cristal violeta). en este grupo se hallan los géneros *streptococcus*, *lactobacillus*, *micrococcus*, *corynebacterium*, *clostridium*, etc. todos importantes en la industria lechera.
- **Gramnegativas (G<sup>-</sup>).** Las bacterias que no retienen el cristal violeta y son teñidos por el colorante de contraste llamado safranina. En este grupo se tienen las bacterias *coliformes* y los *psicrótrofos* (Géneros *pseudomonas*, *flavobacterium*, etc.).

**Según Villegas De Gante (2012).** Una flora particularmente importante, por sus influencias en la inocuidad de la leche fluida, queso y otros derivados, es la patógena. El cuadro 6, señala las bacterias patógenas asociadas con leche cruda, o leche fluida inadecuadamente pasteurizada.

**Cuadro N° 6. Principales bacterias patógenas asociadas a leche y queso.**

Patógeno	Enfermedad	Observaciones
<i>Mycobacterium bovis</i>	Tuberculosis	Riesgo al consumir leche cruda
Brucella (varias especies)	Brucelosis, conocida también como fiebre ondulante, fiebre abortiva o fiebre de malta	Riesgo por consumo de leche cruda o quesos de leche cruda de vaca y sobre todo de cabra
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Difteria	Puede provenir de un humano enfermo, vía vaca, y de leche contaminada. Común
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Escarlatina o infecciones de garganta	Se asocia a la leche mastítica
<i>Salmonella typhi</i>	Tifoidea (fiebre tifoidea )	Riesgo con leche y quesos de leche cruda. o de leche pasteurizada recontaminada. Común
<i>Shigella spp.</i>	Disentería bacilar (shigelosis)	Asociada a consumo de leche cruda y quesos contaminados. las bacterias proceden de operarios, materia fecal, agua y moscas
<i>Staphylococcus aureus</i>	Intoxicación estafilocócica	Por consumo de leche mastítica o contaminada por humanos enfermos. Es frecuente
<i>Escherichia coli</i> (enteropatógena, Ej. <i>E. Coli</i> )	Diarrea (del viajero o del turista)	En leche cruda o quesos frescos de leche cruda o pasteurizada, recontaminados
<i>Listeria monocytogenes</i>	Listeriosis	Riesgo porque el microorganismo crece en refrigeración
<i>Campylobacter jejuni</i>	Enteritis	Puede portarse en leche cruda , aunque generalmente no sobrevive en quesos
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Gastroenteritis	No muy frecuente, sobrevive en refrigeración y aun se multiplica
<i>Coxiella burnetti</i>	Fiebre Q	No frecuente

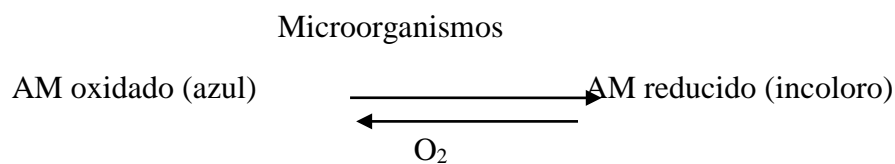
FUENTE: Villegas De Gante (2012).

Actualmente para controlar la contaminación se aplica el enfoque preventivo de seguridad alimentaria y para garantizar la inocuidad de los productos se utiliza el método de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). Método cada vez más utilizado en empresas alimentarias para el aseguramiento de la calidad y la seguridad de sus productos; Este método tiene tres objetivos claves.

- Eliminación de la microflora patógena.
- Disminución del riesgo de proliferación de flora patógena de recontaminación.
- Medidas extremas de higiene en la fabricación de alimentos.

### **Pruebas de reductasa**

Las pruebas indirectas para “estimar” la carga microbiana son las llamadas pruebas de reducción o de reductasa, la de azul de metileno (AM) y la de rezasurina. Su fundamento consiste en el viraje de una solución diluida de estas, que en pequeña cantidad (Ej. 1ml) se incorpora en una muestra de prueba de leche cruda (Ej. 10ml).



Un tiempo de reducción de azul de metileno largo indica buena calidad microbiológica. Sin embargo un tiempo corto de reducción de azul metileno indica mala calidad.

- **Las células somáticas y la mastitis.** La mastitis es una inflamación de la ubre provocada por la acción de microorganismos patógenos infecciosos, casi siempre bacterias, lo que da lugar a una reducción en el volumen de leche producida y a cambios en su calidad. De hecho, la leche mastítica es una leche anormal, ya que presenta anomalías de composición, elevación en el número de células somáticas (principalmente leucocitos) y presencia de bacterias patógenas.

Los gérmenes que provocan la mastitis, al penetrar y multiplicarse en la ubre, desencadenan siempre una inflamación importante; se trata principalmente, de especímenes de los géneros *Staphylococcus* (*S. aureus*), *Streptococcus* (*S. agalactiae*, *S. uberis*), y enterobacterias



(*Escherichia coli*, *klebsiella spp.* y *Aerobacter spp.*). En el cuadro 7 se presenta principales contaminantes de sustancias extrañas en la leche cruda.

**Cuadro N° 7. Clasificación genérica de las principales sustancias extrañas de la leche cruda.**

Sustancias extrañas	Contaminantes específicos	Ejemplos
Impurezas macroscópicas		Residuos de estiércol, paja, residuos de alimento, pelo, etcétera
Inhibidores	antibióticos antisépticos	Penicilinas, tetraciclinas, yodo, cloro, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> <sup>+</sup>
Residuos de lavado y desinfección		Residuos de detergentes y desinfectantes industriales para lechería <sup>++</sup>
Nitratos		
Micotoxinas		Aflatoxinas B y M
Diversos contaminantes ambientales	Pesticidas	Organofosforados, organoclorados, piretroides, otros
	Policlorobifenilos	
	Metales pesados	Arsénico, plomo, cadmio, mercurio
	Radioelementos	Estroncio-90, cesio-137, yodo-131

**FUENTE:** Villegas De Gante (2012).

### 2.7.3. Efecto del calor sobre microorganismos y las enzimas de la leche.

El tratamiento térmico común para la leche pasteurizada comercial es el HTST y para quesería, donde se eliminan las bacterias patógenas, esporas de mohos y levaduras, sobreviviendo solamente las bacterias esporuladas a este tratamiento HTST (> de 88°Cx15s). En cambio en los tratamientos (UHT). Se eliminan todas las esporas.

Un tratamiento térmico de la leche cruda para quesería equivalente a la pasteurización, o más severo, trae como consecuencia tantos efectos positivos como

negativos para el procesamiento, la calidad del producto y la seguridad del consumidor. Entre más suave sea el tratamiento, menores repercusiones habrá de esos tres aspectos. En el cuadro 8 se muestra los principales efectos producidos por la pasteurización en leche para quesería.

**Cuadro N° 8: Principales efectos producidos por la pasteurización (LTLT o HTST) en leche para quesería.**

Sustancia O Agente Afectado	Cambio	Consecuencias en quesería
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Destrucción	Leche de proceso y productos más seguros.
Microflora patógena (Ej. <i>brucella ssp. Salmonella spp.</i> , etc.)	Destrucción	Leche de proceso y productos más seguros.
Virus patógenos para el hombre	Inactivación	Leche y productos más inocuos
Microflora banal (Ej. flora láctica nativa, psicrotrofos).	Eliminación	Mayor vida útil de leche cruda. Aumento de vida de anaquel del queso.
Microflora banal	Destrucción de la mayor parte	Disminución de componentes frente a flora cultivada incorporada.
Microflora coliforme	Eliminación	Disminución de defectos sensoriales en cuajada y producto. Disminución de riesgos para el consumidor.
Microflora banal específica	Destrucción	Perdida de gama de olores/sabores. Característicos de quesos de leche cruda.
Enzimas lipasas nativas	Desnaturalización en mayor proporción.	Perdida de agentes maduradores de la pasta del queso.
Factores de calcio solubles	Insolubilización (ligera).	Empeoramiento de la capacidad de cuajado enzimático de leche. Disminución de tensión de cuajada.
Fosfatasa alcalina	Desnaturalización	Control de la pasteurización, según su presencia/ausencia

**FUENTE:** Villegas De Gante (2012).

Sin embargo en el cuadro 9 se muestra los efectos producidos por un fuerte tratamiento térmico sobre los componentes de la leche.

### Cuadro N° 9: Principales cambios fisicoquímicos de la leche por un fuerte

#### Tratamiento térmico.

Sustancias modificadas	Condiciones de tratamiento térmico	Modificaciones	Consecuencias
Lactosa	T > 100°C por varios minutos	Descomposición en ácido fórmico + levúlico	Descenso de pH. Estimulación de crecimiento de ciertos mohos.
Lactosa + proteína	>95°C, por horas >120°C, por minutos.	Reacción de maillard.	Pardeamiento e inmovilización de nutrientes.
Proteínas del suero	Por hervido >85°C, por minutos	Desnaturalización liberación de sulfuros y de H <sub>2</sub> S	Empeora Linea De Crema. Aumenta poder antioxidante. Aparición de olor a cocido.
Seroproteínas+ caseínas (β-lactoglobulina + kcas)	>70°C, por minutos	Formación de copolimeros	Aumento de capacidad de retención de agua de las proteínas. Empeoramiento de cuajado enzimático.
Caseína	>120°C, por minutos	Desfosforilacion de caseínas	Acidificación, “resentimiento” o disgregación de micelas caseinicas
Minerales	>70°C, por minutos	Cambio de balance de Ca + Mg/p + Citrato	Remineralización de micela.
			Empeoramiento de cuajado.
Grasa	Tratamiento UHT 120 a 150°C por segundos	Ácidos hidroxi y cetoadidos grasos pueden formar lactosas	Aparición de olores y sabores “Atípicos” desagradables.
Vitaminas	Por hervido o tratamiento UHT	Se afectan vitaminas termosensibles como C, B <sub>2</sub> , B <sub>1</sub>	Baja valor biológico.
Enzimas	Si T y tiempo mayores que los de pasteurización	Desnaturalización	AumentaG conservación

FUENTE: Villegas De Gante (2012).

## 2.8. Cultivos Lácticos.

De manera general un cultivo láctico puede definirse como una cepa de microorganismos que se propaga o cultiva para inocularse o “sembrarse” en la leche de proceso, y así poder orientar o controlar una fermentación deseada que imparta propiedades sensoriales atractivas en un producto lácteo.

Un cultivo lácteo es, pues, un cultivo puro de una o más bacterias lácticas, en proporciones definidas que al multiplicarse en la leche, crema o queso, asegura dos funciones esenciales.

1. Abatir el pH del medio, al transformar la lactosa en ácido láctico. La acidificación promueve la gelificación de la leche (Ej. en yogurt) y la sinéresis (retracción de la “red” proteica) en la cuajada quesera.
2. Contribuir con las características sensoriales de los lacticíneos: crema, leches fermentadas y queso, liberando enzimas o metabolitos que participan directamente en la maduración del producto.

Adicionalmente, la acidez desarrollada por las bacterias ácido-lácticas (BAL o LAB, por sus siglas en inglés) constituye un factor de conservación de los derivados lácteos. Esto porque los pH comunes de los lacticíneos fermentados (entre 4 y 5), la flora banal y patógena se inhiben, garantizando la prolongación de la vida de anaquel del producto y la seguridad alimentaria (inocuidad) para el consumidor.

Las **bacterias del ácido láctico (BAL)**, **bacterias ácido lácticas** o **cultivos lácticos** (cultivo al ser procesadas y multiplicadas para su utilización como grupo) comprenden un caldo de bacterias fermentadoras y productoras de ácido láctico, función por la que son empleadas en la industria para darle ciertas cualidades a los alimentos y protegerlos contra la acción de otros organismos dañinos. Uno de ellos pueden ser los lactobacilos los cuales aportan al producto un buen cuidado.

Las bacterias lácticas son gran positivas, ácido tolerantes, algunos en rangos de pH entre 4.8 y 9.6, permitiéndoles sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no aguantarían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos. Son organismos que no forman esporas, son inmóviles, cocos o bacilos con bajo

contenido de guanina y citocina, y asociados todos por sus características metabólicas y fisiológicas comunes. Estas son bacterias que generalmente se encuentran en plantas y productos lácteos en descomposición produciendo ácido láctico como producto metabólico final de la fermentación de carbohidratos. Esta particularidad ha enlazado, históricamente, a los BAL con la producción de alimentos fermentados, pues la acidificación que producen inhibe el crecimiento de agentes que causan descomposición. Más aún, algunas BAL son productoras de bacterocinas tóxicas, proveyendo un obstáculo adicional para los microorganismos patogénicos. De hecho, el ácido láctico y otros productos metabólicos de las BAL contribuyen a las propiedades organolépticas y el perfil textural de un alimento específico. La importancia industrial de las BAL se evidencia también porque, por lo general consideradas no peligrosas, debido a que están en variados alimentos y por su contribución como flora saprófita de las superficies mucosas humanas.

Los géneros básicos que comprenden las BAL son *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, y *Streptococcus* así como Lactobacillales *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Oenococcus*, *Ter agenococcus*, *Vagococcus*, y *Weisella*. Los medios de cultivo para bacterias lácticas típicamente incluyen fuentes de carbohidratos, siendo que la mayoría de estas especies son incapaces de aprovechar la respiración celular.

La percepción con respecto a los microorganismos es que son causantes de daños, tanto para los alimentos como para los humanos, esto es cierto en los grupos de microorganismos que provocan la descomposición de alimentos como la carne, la leche y las frutas. En el caso de la leche las técnicas de control y el manejo han hecho que los riesgos en ella disminuyan y la seguridad de ésta aumente, en algunos derivados pueden ser causante de serios perjuicios hasta el punto de producir metabolitos mortales, como las toxinas, que se pueden evidenciar por la presencia de manchas en el queso, sabores indeseables, hinchazón. Las bacterias patógenas más comunes son *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y otros como coliformes y algunas enterobacterias.

Así como hay bacterias que afectan la salud humana, hay otras que además de ser inocuas, son necesarias. Dentro de este amplio grupo se encuentran las bacterias lácteas utilizadas en la elaboración de queso, yogur y la mantequilla. Estos microorganismos influyen en el proceso de acidificación (disminución de pH), imprescindible para otorgarle al queso sus características propias (textura, sabor y aroma) e impedir el desarrollo de bacterias dañinas, en otras palabras producen cambios benéficos en los alimentos, cambios que pueden ser físicos o químicos, en general esto hace que además la vida útil aumente. A estos grupos se les ha denominado cultivos lácticos, “cultivo starter” o fermentos lácticos que a diferencia de los potencialmente patógenos proveen características particulares deseadas en forma más segura y predecible.

La función primaria de los cultivos iniciadores lácticos es la producción de ácido láctico a partir de la lactosa, que consecuentemente produce un cambio en el estado de la leche, líquido a gel, debido a que la caseína alcanza un pH de 4.4 a 4.6, llamado punto isoelectrico (carga neta cero). Este cambio en la acidez produce inhibición de microorganismos indeseables. Desde el punto de vista organoléptico los cultivos tiene como función: producción de sabor, aroma ocasionado por la producción de etanol, la actividad proteolítica y lipolítica.

Una clasificación muy útil de las bacterias lácticas, que considera como criterios de agrupamientos tanto las temperaturas de crecimiento de microorganismos como la naturaleza de la fermentación (homoláctica o heteroláctica).se presenta en el cuadro 10.

**Cuadro N° 10. Principales géneros de bacterias utilizables como Cultivos lácticos.**

	Mesófilos	Termófilos
Homofermentativos	<b>Lactobacillus</b>	
	<i>L. casei</i> <i>L. plantarum</i>	<i>L. helveticus</i> <i>L. bulgaricus</i> <i>L. lactis</i> <i>L. acidophilus</i>
	<b>Streptococcus</b>	
	<b>Estreptococos mesófilos:</b> <i>S. cremocis</i> <i>S. lactis</i> <i>S. diacetylactis</i> <b>Enterococos:</b> <i>S. faecalis</i> <i>S. faecium</i> <i>S. durans</i>	<b>Estreptococos termófilos:</b> <b>s. thermophilus</b>
Heterofermentativos	<b>Leuconostoc</b> <i>L. cremocis (citrovorum).</i> <i>L. lactis (paracitrovorum o dextranicum)</i>	
	<b>Lactobacillus</b>	
	<i>L. brevis</i> <i>L. buchneri</i>	<i>L. fermentium</i>

**FUENTE:** Villegas De Gante (2012).

### 2.8.1. Metabolismo de bacterias lácteas.

Existen dos vías básicas de fermentación de hexosas que son usados para la clasificación de los géneros de BAL. En condiciones de exceso de glucosa y un limitado uso de oxígeno, las BAL homolácticos transforman un mol de glucosa a través de la vía glucolítica de Embden-Meyerhof-Parnas para formar dos moles de piruvato. El balance redox intracelular se mantiene por la oxidación de NADH con la

concomitante reducción del piruvato en ácido láctico. Este proceso genera dos moles de ATP por cada mol de glucosa consumida. Los representantes de las BAL homolácticas incluyen *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* y el grupo I *Lactobacilli*.

Las **BAL heterofermentativas** utilizan **la ruta de la pentosa fosfato**, en la que un mol de glucosa-6-fosfato es inicialmente deshidrogenada a 6-fosfogluconato y luego descarboxilada para producir un mol de CO<sub>2</sub>. El resultante pentosa-5-fosfato es disociada en un mol de fosfato de gliceraldehído y un mol de acetilfosfato. El fosfato de gliceraldehído se metaboliza luego en ácido láctico, tal como en la reacción de los homofermentadores, con el acetilfosfato reduciéndose a etanol vía los intermediarios acetil-CoA y acetaldehído. Teóricamente, los productos finales (incluyendo el ATP) son producidos en cantidades equimolares a partir del catabolismo de un mol de glucosa. Las BAL heterofermentativas incluyen: *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weissella*, y el grupo III *Lactobacilli*.

### 2.8.2. Empleo de los Cultivos Lácticos.

En las variedades de quesos, algunos son producidos sin cultivos; muchos frescos, otros madurados utilizan cultivos para obtener sus características:

***Quesos madurados por bacterias*** que modifican el queso en cuanto a textura, sabor, incluso color; algunos ejemplos:

- *S. thermophilus* y *L. bulgaricus*; usados en el provolone.
- *Streptococcus lactis*, *Leuconostoc cremoris* y *Streptococcus diacetylactis*; en el queso Gouda.
- *S. lactis* y/o *S. cremoris* - En el queso Cheddar.
- *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* - *En el Romano*.

Para la producción de ***quesos madurados por hongos*** se utilizan:

- *Penicillium camemberti*, usado para producir los quesos camembert y brie.
- *Penicillium glaucum*, usado para producir queso gorgonzola.
- *Penicillium roqueforti*, que es usado para producir los quesos roquefort, danish blue.



Cuando se trata de bebidas lácteas fermentadas además de utilizar bacterias se utilizan levaduras. En la bebida láctea fermentada quizás más conocida, el yogur, se utilizan una mezcla simbiótica de 2 cepas: *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* nombres utilizados hoy día. Aunque ambos se multiplican de forma independiente, el crecimiento de uno de cada uno se ve favorecido por los cambios generados por el otro.

En los productos lácteos fermentados (quesos, leches, cremas). Las especies de bacterias lácticas empleados como cultivos cumplen una determinada función de producir ácido láctico, altamente apreciados en el plano sensorial. Estos microorganismos constituyen los llamados iniciadoras o starters, ya que inician la producción de ácido láctico, en la leche, la cuajada o pasta del queso en proceso.

## 2.9. Quesería.

El **queso** es un alimento sólido elaborado a partir de la leche cuajada de vaca, cabra, oveja, búfala, camella u otros mamíferos rumiantes. La leche es inducida a cuajarse usando una combinación de cuajo (o algún sustituto) y acidificación. Las bacterias beneficiosas se encargan de acidificar la leche, y tienen también un papel importante en la definición de la textura y el sabor de la mayoría de los quesos. Algunos también contienen mohos, tanto en la superficie exterior como en el interior.

Para algunos quesos se cuaja la leche añadiéndole ácidos tales como vinagre o jugo de limón. Sin embargo, la mayoría se acidifican en grado menor gracias a las bacterias que se le añaden, que transforman los azúcares de la leche en ácido láctico, a lo que sigue la adición de cuajo para completar el proceso de cuajado. El cuajo es una enzima tradicionalmente obtenida del estómago del ganado lactante, pero actualmente también se producen sustitutos microbiológicos en laboratorio. También se han extraído «cuajos vegetales» de varias especies de la familia de cardos *Cynara*. De acuerdo con Davies (2005), el queso es el producto resultante de la coagulación de la leche de ciertos mamíferos mediante la renina (presente en el cuajo) o enzimas similares, en presencia de ácido láctico producido por microorganismos agregados o

propios de la leche, del cual se elimina una parte de la humedad por el corte de la cuajada, calentamiento y/o, y a continuación el moldeado, prensado, afinado y su conservación en condiciones convenientes.

### 2.9.1. Clasificación de los quesos.

**Scott (1991)** comenta que, existen una gran variedad de quesos y las diferencias existen dentro de cada variedad con respecto a tamaño, forma, presentación, recubrimiento, tipo de leche empleada, sistema de fabricación etc. Y esto hace que su clasificación resulte extremadamente complicada. Las características de los quesos vienen definidos por su tamaño, forma, peso, color y aspecto externo, así como algunos datos analíticos, como son: su porcentaje en grasa, en sal, en humedad, en extracto seco magro, etc.

Una de las clasificaciones sería la que se muestra en la (cuadro 11): No se incluye en ella el grado de maduración, el tamaño, la forma o el aspecto externo, ni se mencionan tampoco las características de la corteza (corteza, normal, corteza madurada por mohos, quesos de venta azul, etc.). Por ello, parece más útil incluir en ella aquellas variedades de queso que mejor representan los tipos clasificados.

**Cuadro N° 11: Clasificación de los quesos según su composición.**

<b>Tipo de queso</b>	<b>Agua (%)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Descripción</b>
Extraduro	<51	>60	Queso muy graso
Duro	49 - 55	≥45 <60	Queso de leche entera.
Semigraso	53 - 63	≥25 <45	Queso semiduro.
Semiblando	61- 68	>10 <25	Queso magro.
Blando	>61	>10	Queso de leche desnatada.

**FUENTE:** Scott (1991).

**Cuadro N° 12: Ejemplos de la clasificación de quesos con respecto al tipo de maduración.**

<b>TIPO DE QUESO</b>	<b>EJEMPLO DE VARIEDAD DE QUESO PERTENECIENTE A ESTE TIPO</b>
Muy Duro Duro (sin ojos de gas). Duro (con ojos). Semi-duro	Parmesano cheddar Emmental Port du saluf
Blando (no madurado) Blando (madurado)	Cambridge Coulommier
De maduración superficial por bacterias	Limburg Camembert
De maduración superficial por mohos	Roquefort Cottage
De maduración interna por mohos	Queso cremoso
De coagulación acida Muy graso (cremoso).	

**FUENTE:** Scott (1991).

**Villegas De Gante (2012)**, muestra la clasificación de algunos quesos mundialmente famosos, atendiendo varios criterios como: su consistencia, grado de madurez y los agentes maduradores.

**Cuadro N° 13. Clasificación de los quesos, según su consistencia y maduración.**

de		Humedad prox.		
		(En %)		
Quesos consistencia blanda	Quesos madurados frescos	no Cottage	70 a 80	
		no Crema	62	
		no Petit-Suisse.	68	
	Quesos madurados	Por hongos En la superficie.	Camembert	68
			Brie	56
		Por hongos en el interior.	Roquefort	40-45
			Gorgonzola	42-47
			Stilton	43
		Solamente Por bacterias; Consistencia blanda.	Limburger	48-45
			Muster	46-50
Quesos Consistencia firme (semidura) Madurados	Queso med Duros, pasta cocida, baja acidez.	Solamente por bacterias; consistencia Medio blanda	Brick	44
			Chanco	45-50
		Gouda		
		Edam		
				40-45
				40-45
		Emmental		
		Gruyere		40-44
				35-39
		Cheddar ingles		
	Cheddar americano,		34	
	Chester.		39	
Quesos duros: madurados	Pasta no Cocida, para Tajar, acidez.	Italia	Parmesano	
		Francia	Grana, sbrinz	
	Quesos duros, Pasta cocida para Rallar, acidez			27 a 32
			35	

FUENTE: Villegas De Gante (2012).

**Cuadro N° 14: Composición general de varios quesos de prestigio internacional**

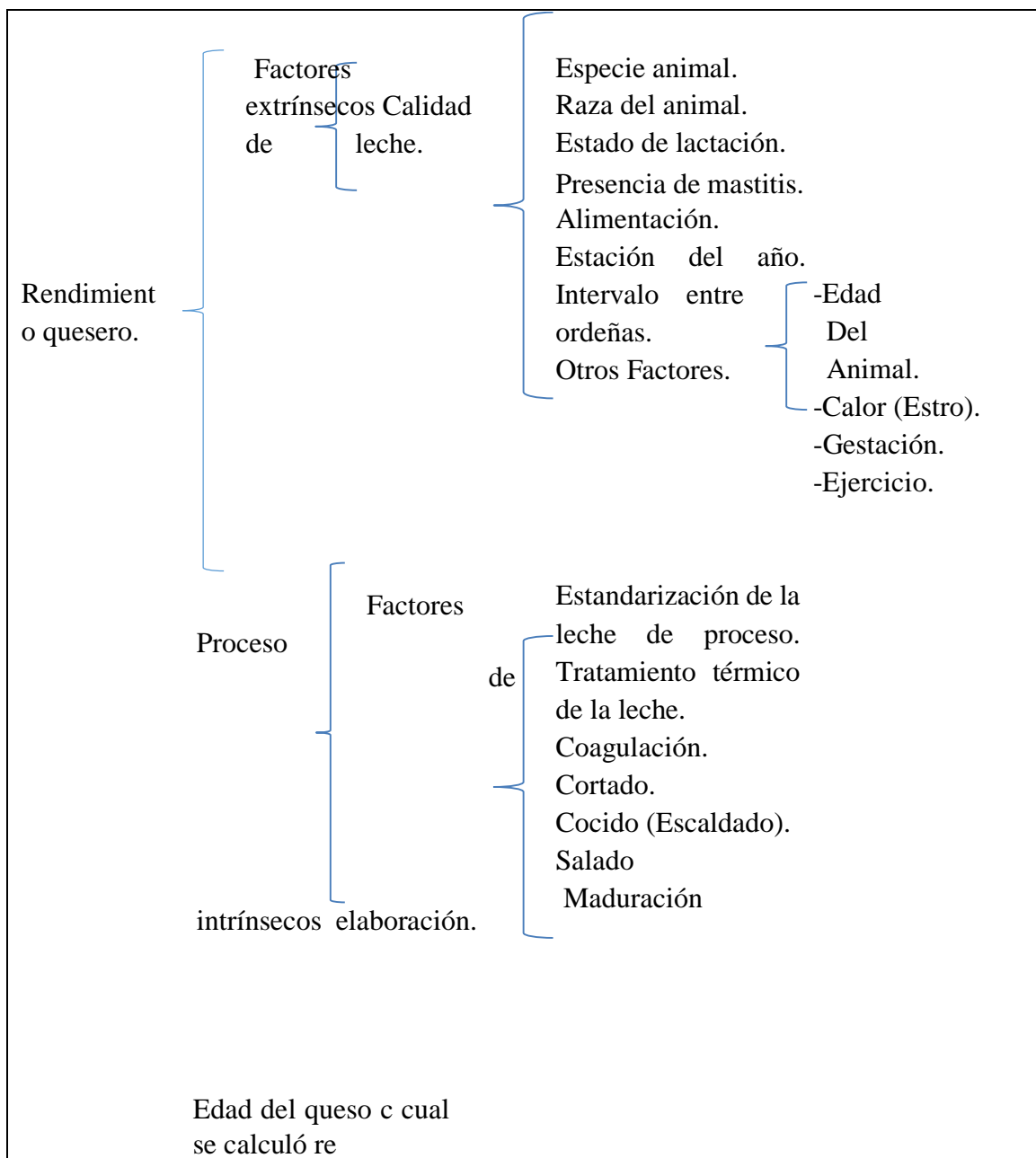
(% en peso; Según Villegas De Gante (2012) .

<b>Queso</b>	<b>Agua (%)</b>	<b>Sólidos totales (%)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Proteína total (%)</b>	<b>Sal (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>PH</b>
Blue (azul)	42.0	58.0	29.0	21.0	4.50	6.00	6.50
Brick	40.0	60.0	30.0	22.5	1.90	4.40	6.40
Camembert	52.5	47.5	23.0	18.5	2.50	3.80	6.90
Cheddar (americano)	37.0	63.0	32.0	25.0	1.50	4.10	5.50
Edan	43.0	57.0	24.0	26.1	2.00	3.00	5.70
Emmental (suizo)	35.5	64.5	30.5	27.5	1.20	3.50	5.60
Gouda	41.0	59.0	28.5	26.5	2.00	3.00	5.80
Parmesano	31.0	69.0	25.0	36.0	2.60	5.40	5.40
Gruyere	33.5	66.5	30.0	30.0	1.10	4.10	5.70
Munster	43.0	57.0	29.0	23.0	1.80	4.40	6.20
Provolone	42.5	57.5	27.0	25.0	3.00	4.00	5.40
Romano	23.0	77.0	24.0	35.0	5.50	10.5	5.40
Roquefort	40.0	60.0	31.0	21.5	3.50	6.00	6.40
Cottage	79.0	21.0	4.20	14.0	1.00	1.00	5.00
Mozzarella	54.0	46.0	18.0	22.1	0.70	2.30	5.20

**FUENTE:** Villegas De Gante (2012).

Según Villegas De Gante (2012), el rendimiento quesero depende realmente de múltiples factores, unos relacionados con la calidad de la materia prima, en particular con su contenido de proteínas totales y caseína, otros con el proceso de fabricación y con el manejo de las pesas hasta su distribución y venta, tal como se aprecia en el cuadro 15.

**Cuadro N° 15. Principales factores que afectan el rendimiento quesero.**



**FUENTE:** Villegas De Gante (2012).

### 2.9.2. Queso Provolone.

Según Madrid (1999), el Queso Provolone es un derivado lácteo, producto fresco o maduro que se obtiene por coagulación de la leche, separación del suero y en algunos casos maduración. De acuerdo con la tecnología que se haya empleado para su producción podemos clasificarlos en quesos frescos, quesos maduros, quesos fundidos”, es necesario mencionar que en su elaboración existen tres pasos fundamentales que son:

➤ Coagulación de la leche ➤ Exudación del suero lácteo

➤ Maduración de la Cuajada.

Se entiende por "queso maduro" aquel que se consume después de someterse previamente a una maduración más o menos larga según se desee un queso más o menos añejo”. Queso Maduro, que puede ser sin prensar (queso de pasta blanda) o prensado (queso de pasta dura). En el primer tipo, una vez se forma la cuajada, ésta se corta mínimamente para que el proceso de desuerado se haga lentamente, después se le somete a una maduración mediante mohos. Estos mohos se pueden aplicar en la superficie (como en los quesos tipo Brie, Camembert), o en su interior, como se hace con el Cabrales, Roquefort o Queso Azul. **(Madrid 1999).**

El queso provolone es un queso duro, de cuajada amasada, de la familia pasta filata, que se elabora con diversas formas. Aunque la forma tradicional es la de una bola, aunque también se elabora con forma de botella, cilíndrica, cubica, de embutidos, de pera o de naranja y en muy diversos tamaños que oscilan desde los 5 a los 100kg. La forma más corriente es la cilíndrica y el tamaño de 20-25 cm. Muchos de estos quesos no se maduran sobre estantes, sino suspendidos de cuerdas, cordeles o mallas. Algunos se ahúman **(Scott 1991).**

Por otro lado para proteger y garantizar los procesos de elaboración y componentes, algunos de los quesos más destacables han sido premiados con la etiqueta "Denominación de Origen", que es su garantía de calidad y originalidad frente a los imitadores.

0. Para la elaboración de este queso, se requiere una habilidad muy especial. El artesano que elabora el provolone, debe estar sumamente calificado donde se le podría otorgar el atributo de mago o alquimista (**Madrid 1999**).

Para **Scott (1991)**, el **provolone** (*Provolone Val Padana*) es un queso italiano originario del sur del país, donde se sigue produciendo en piezas de 10 a 15 cm con diversas formas (pera alargada, salchicha o cono). Sin embargo, la región de producción más importante de provolone es actualmente el norte de Italia (Piamonte, Lombardía y Véneto). La familia Provenzano de Venecia afirma haber sido la descubridora de este tipo de queso, pero no ha podido demostrarlo. El queso Provolone fue descubierto o creado por la Familia Visani en Deruta (centro de Italia). En Estados Unidos se comercializa con el nombre Provolone un queso relativamente barato comercializado como aliño para pizzas, que se parece al original italiano sólo en color y textura, no en sabor.

El término «Provolone» ('Provola grande') apareció a finales del siglo XIX cuando empezó a ser producido en las regiones del norte de Italia y el queso adoptó su actual tamaño grande. La denominación de origen protegida a nivel europeo es **Provolone Valpadana**, no habiendo solicitado Italia la protección del nombre «Provolone».

La textura firme del provolone le permite ser cortado en rebanadas y su sabor hace que sea muy empleado en la cocina como ingrediente en algunos platos, desde la elaboración de ensaladas hasta acompañamientos diversos. También tiene la capacidad para fundirse, aspecto que lo convierte en un acompañamiento ideal de platos calientes. Cuando se ha curado durante un tiempo suficiente se puede cortar en finas escamas y suele ser ingrediente de platos como el carpaccio. La preparación es muy sencilla: se escama el queso, se rocía con algo de aceite de oliva, un poco de sal (sal Maldon) y pimienta negra molida y unas hierbas picadas finamente.

### **2.9.3. Elaboración del Queso Provolone.**

**Scott (1991)**, describe al queso provolone de la siguiente manera: un queso duro, de cuajada amasada, de la familia pasta filata, que se elabora con diversas formas.



Muchos de estos quesos no se maduran sobre estantes, sino suspendidos de cuerdas, cordeles o mallas. Algunos se ahúman y tienen:

- **Corteza.** de color amarillo-oro, suave, fina, brillante y a veces encerada.
- **Masa.** compacta, de color blanco cremoso o pajizo.
- **Textura.** bastante firme y de consistencia uniforme que tiende a ser quebradiza. Generalmente no posee ojos, pero se toleran algunos de pequeño tamaño.
- **Sabor y aroma.** suave y agradable al principio que se va haciendo más intenso y penetrante a medida que adelanta la maduración. Su sabor y aroma son característicos de esta variedad de queso, en especial cuando se utiliza para cuajar, cuajo de cabrito (en pasta).

Utiliza leche de vaca de buena calidad (3,2% de proteína) que se estandariza a 3,5% de grasa con leche descremada y suele pasteurizarse durante 16-20seg a 71.6°C enfriándola posteriormente a 32°C. Se decolora con peróxido de benzoilo (0.002%). solo se blanquea la nata que se mezcla con la leche descremada. se adicionan vitaminas A para compensar su destrucción durante la decoloración antes de añadir el starter. Y como **Starter** se utiliza un cultivo al 1-2% de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus bulgaricus*.

- **Cuajado.** se cuaja generalmente a 32°C (en invierno hasta 32°C) durante 20-50min para la obtención de una cuajada firme. A veces, para favorecer el desarrollo del sabor y del aroma, se cuaja con 40-60g de pasta de cuajo (de oveja o cabrillo) por cada 100l de leche, pero también se emplea extracto de cuajo (20-25ml/100l de leche) al que a veces se le añaden también lipasas.
- **Corte de la cuajada.** la cuajada se corta con una cuchilla de acero (9,5 mm de hoja) a tamaño de cacahuete (7.5mm) y se agita durante un tiempo para que desuere dejándola finamente reposar.
- **Escaldado: metodo1: (cubas cónicas).** Se retira de la cuba el suero sobrenadante, se calienta a 63-65°C y se devuelve a la misma, agitando la cuajada para que esta alcance una temperatura de 40-45°C. Se agita 10 min más y finamente se elimina el suero.
- **Metodo 2: (cubas rectangulares).** La cuajada se calienta a 40-44°C en continua agitación para un calentamiento homogéneo, haciendo circular agua caliente por la

camisa de la cuba. En ese momento, en que la acidez suele ser de 0,19%, se procede a la eliminación del suero.

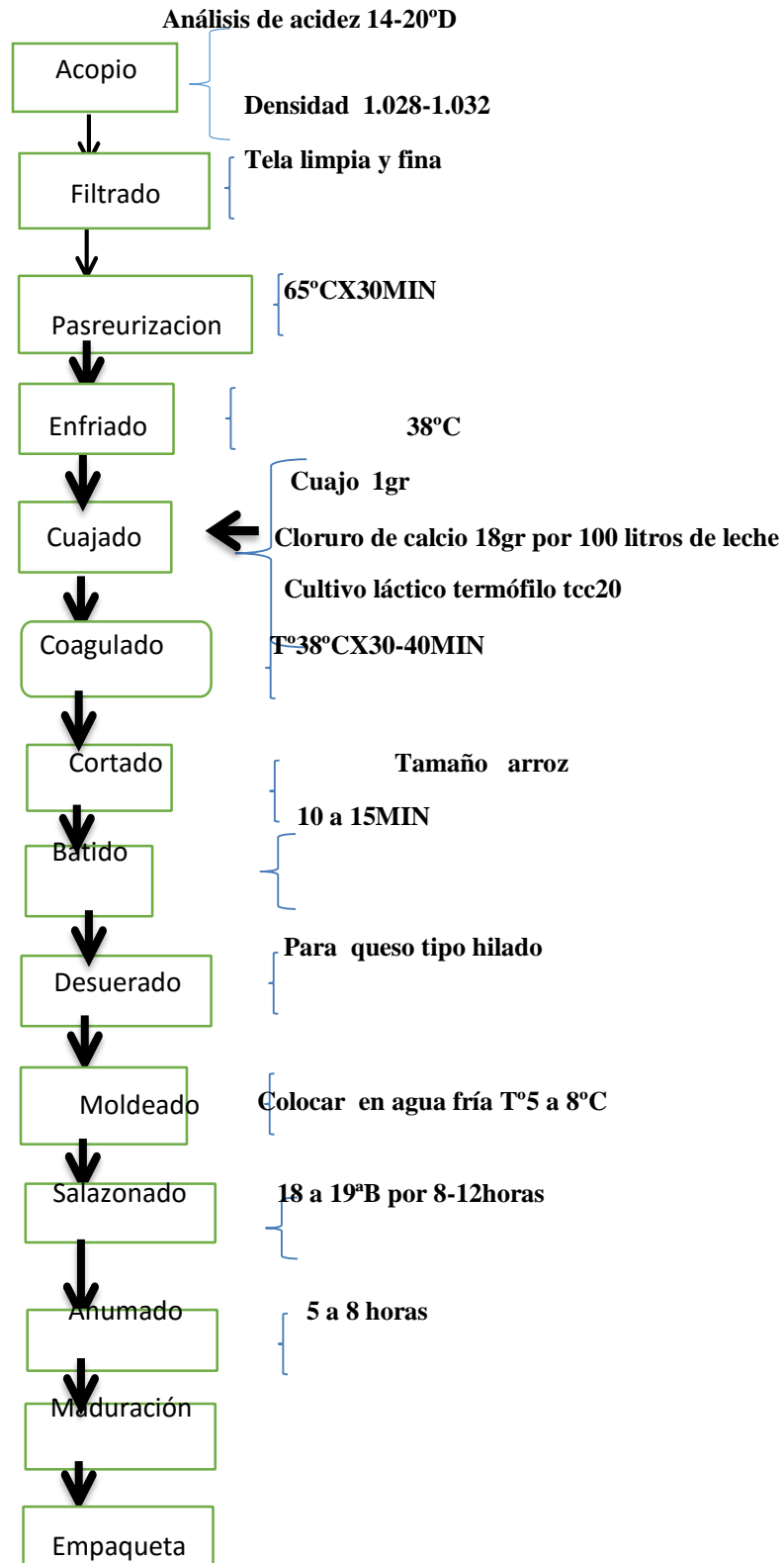
- **Desuerado.** El suero se elimina por etapas agitando repetidamente.
- **Texturizado.** la cuajada se recoge en grandes porciones sobre una rejilla en la propia cuba o sobre un desuerador y se corta y apila durante 4-5 horas que alcanza el pH de 5.1 (0.65-0.8% de ácido láctico).
- **Estirado de la masa.** algunos queseros empapan las tiras de cuajada en agua caliente a 82°C para comprobar su capacidad de extensión (las tiras deben alcanzar sin romperse 1m de longitud). Se procura que la cuajada se extiende en capas separadas sobre el fondo de la cuba y seguidamente se cortan en tiras con un molino o triturador mecánico.
- **Amasado.** se introducen cierto número de tiras de cuajada en agua caliente a 79-82°C en una cuba hemisférica y cuando ya han alcanzado la temperatura adecuada, se estiran repetidamente a mano o con paletas hasta que se observe brillo característico en la fina superficie de las mismas. En ese momento la cuajada debe estar a 57°C.
- **Moldeo.** se efectúa a mano dándole la forma adecuada, o se pasa a los moldes y se prensa; para los quesos más grandes la cuajada se estira repetidamente con rodillos de madera hasta la obtención del brillo característico. Una vez obtenida, esta se pliega sobre si misma dándole finamente la forma adecuada). La cuajada moldeada se enfría sumergiéndola en agua fría.
- **Salazonado.** seguidamente, los quesos se sumergen durante 1-3 días (dependiendo de su tamaño) en salmuera del 24%. A la salida de la salmuera se cuelgan suspendidos en una red y se dejan secar.
- **Maduración.** se maduran durante 3-4 semanas a 12,8°C y finamente se almacenan durante 6-12 meses a 4,4°C. Embalado: para su embalado, los quesos se lavan, aceitan, o enceran y se dejan de nuevo secar suspendidos en una red. **Nota:** después del salazonado pueden ahumarse suspendidos, quemando madera de roble hasta que queden debidamente recubiertos por el humo).

#### 2.9.4. Características del Queso Provolone.

El Queso provolone es queso semi-duro con un sabor que varía mucho desde el Provolone Picante, curado un mínimo de 4 meses (Pudiendo llegar a un año) y caracterizado por tener un sabor muy fuerte, hasta el Provolone Dolce, con un sabor muy suave **Madrid (1999)**.

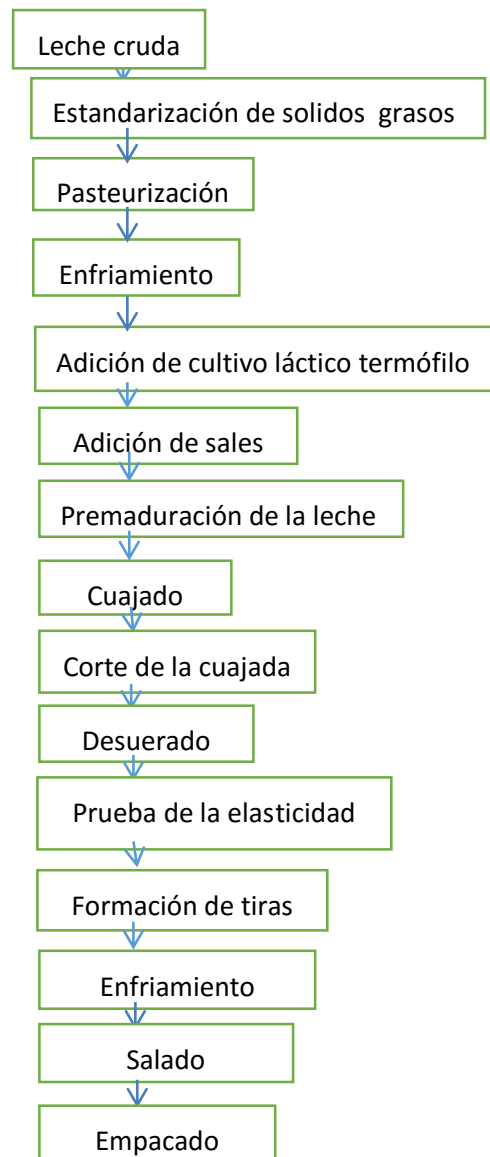
Es un queso de pasta hilada con las siguientes características:

- ❖ Textura cerrada.
- ❖ Coloración blanca, (Puede ser ahumado).
- ❖ Madurado.
- ❖ Rendimiento: 10 litros de leche por kilo de queso.
- ❖ Formato: cilindro alargado.
- ❖ Peso: entre 0,50 kg y 100,0 kg.
- ❖ Composición media.
- ❖ Humedad: entre 40% a 46%.
- ❖ Grasa: entre 22% a 27%.
- ❖ Sal: entre 1,0% a 1,6 (**MADRID 1999**).



**Figura N° 2: Flujograma de elaboración del queso provolone.** (Revilla A. 1982).

Según Villegas De Gante (2012). En México el queso provolone es similar al queso Oaxaca que goza de gran preferencia por los consumidores de México. Este queso tiene una excelente actitud para fundir, Su elaboración requiere destreza y conocimiento cuyo flujograma es el siguiente:



**Figura N° 3. Flujo de elaboración del queso Oaxaca.**

**Fuente:** Villegas de gante (2012)

### 2.9.5. Descripción del proceso de elaboración del Queso Provolone.

Según Revilla (1982), la elaboración del Queso Provolone tiene las siguiente etapas.

- **Acopio.** La leche de buena calidad se pesa para conocer la cantidad que entrará al proceso. La leche debe filtrarse a través de una tela fina, para eliminar cuerpos extraños.
- **Análisis.** Deben hacerse pruebas de acidez, antibióticos, porcentaje de grasa y análisis organoléptico (sabor, olor, color). La acidez de la leche debe estar entre 16 y 18° (Grados Dornic).
- **Pasteurización.** Consiste en calentar la leche a una temperatura de 65°C por 30 minutos, para eliminar los microorganismos patógenos y mantener las propiedades nutricionales de la leche, para luego producir un queso de buena calidad. Aquí debe agregarse el cloruro de calcio en una proporción del 0.02-0.03% en relación a la leche que entra al proceso. El objetivo de la pasteurización es destruir los gérmenes patógenos y la mayoría de los otros gérmenes, alterando lo menos posible la composición y la estructura de la leche. La pasteurización lenta es de 63°C durante 30 minutos en forma discontinua. La ventaja de este método es que las propiedades de la leche no se modifican.
- **Enfriamiento.** La leche pasteurizada se enfría a una temperatura de 37-39°C, pasando agua fría en la chaqueta o con sacos con hielo.
- **Adición del cultivo láctico.** Cuando la leche es pasteurizada es necesario agregar cultivo láctico (Bacterias seleccionadas y reproducidas) a razón de 0.3%.
- **Adición de cuajo.** Se agrega entre 1gr de cuajo líquido por cada 100 litros de leche (sigun las instrucciones de fabricante). Se agita la leche durante un minuto para disolver el cuajo y luego se deja en reposo para que se produzca el cuajado, lo cual toma de 20 a 30 minutos a una temperatura de 38-39°C. El cuajo diluido en agua templada se adiciona de la misma manera sin dejar de remover la masa. Después de la adición, se deja reposar la leche.
- **Corte.** La masa cuajada se corta, con una lira o con cuchillos, en cuadrados pequeños para dejar salir la mayor cantidad de suero posible. Para mejorar la salida del suero

debe batirse la cuajada. Esta operación de cortar y batir debe durar 10 minutos y al finalizar este tiempo se deja reposar la masa durante 5 minutos. La acidez en este punto debe estar entre 11 y 12 °dornic.



**Figura N° 4: Corte del cuajo**

**Fuente: (REVILLA. A. 1982).**

- **Desuerado.** Consiste en separar el suero dejando escurrir a través de un colador puesto en el desagüe del tanque o marmita donde se realizó el cuajado. Se debe separar entre el 70 y el 80% del suero. El suero se recoge en recipientes y puede destinarse para elaborar ricota y posteriormente el suero para alimentación de cerdos. Es una de las fases más importantes del proceso, es la eliminación del suero, porque separando la cuajada del suero, se produce la coalescencia de las partículas de cuajada para formar el queso. **(Robinson, 2002).**
- **Lavado de cuajada.** La cuajada se lava para eliminar residuos de suero y bloquear el desarrollo de microorganismos dañinos al queso. Se puede asumir que por cada 100 litros de leche que entra al proceso, hay que sacar 35 litros de suero y reemplazarlo con 30 litros de agua tibia (35°C), que se escurren de una vez.
- **Salado.** Se adiciona de 400 a 500 gramos de sal fina por cada 100 litros de leche y se revuelve bien con una paleta. El salado reduce la proliferación de ciertas clases de bacterias, completa el desuerado y contribuye al sabor deseado del queso. Las rejillas

con los quesos se ponen en un bastidor que se sumerge en una salmuera al 23% y a una temperatura de 13°C, durante 30 minutos

- **Moldeo.** Los moldes pueden ser de acero inoxidable o de plástico PVC, cuadrados o redondos, como pueden ser con la mano dándole forma de una pera, barras o como también en trenzas, se cubren con un lienzo y se llenan con la cuajada. En este momento, se debe hacer una pequeña presión al queso para compactarlo mejor. Este queso no se prensa, solamente se voltean los moldes tres veces a intervalos de 15 minutos. Seguidamente, se deja reposar por 3 horas y luego se sacan de los moldes y se guarda el queso en refrigeración. **(Robinson, 2002).**

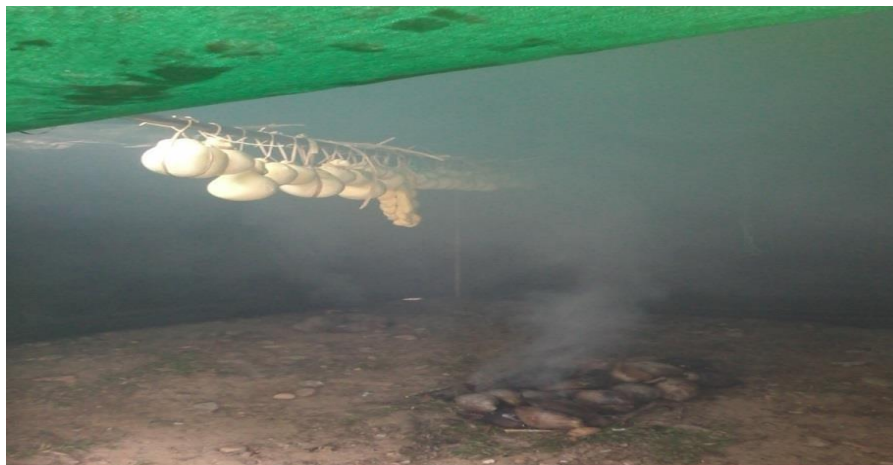


**Figura N° 5: Moldeo del Provolone**

**Fuente: (REVILLA, 1982).**

- **Ahumado.** El tiempo de ahumado será el necesario para que el queso quede con su color característico; la temperatura del ahumado deberá ser baja, de lo contrario deformará los quesos. Antes se amarraba el Provolone con cuerdas, hoy se usa una cesta, lo que es más práctico. Durante la maduración, para evitar que la cascara quede gruesa se trata el Provolone con aceite de linaza actualmente para evitar que ocurran trastornos en la maduración se usa un empaque al vacío tan pronto termine el proceso de ahumado. Esta práctica hace al Provolone más suave evita el desarrollo de mohos, el desecamiento del queso y aumenta la capacidad de almacenamiento, pudiendo de esta forma juntar un queso con otro. **(Walker 2002).** El tiempo necesario para el ahumado del queso provolone es de 4 a 5 horas para que el queso quede con su color característico.





**Figura N° 6: Ahumado del Queso Provolone.**

**Fuente: (GORE – SAN MARTIN 2013).**

- **Pesado.** Se hace para llevar registros de rendimientos, es decir los kilogramos obtenidos por litro de leche que entraron al proceso y preparar las unidades para la venta.
- **Empaque.** El empaque se hace con material que no permita el paso de humedad. Generalmente se usa un empaque plástico.
- **Almacenado.** Se debe almacenar en refrigeración, para impedir el crecimiento de microorganismos y tener siempre queso fresco. El almacenamiento no debe ser mayor de 5 – 7 días.
- **Etiqueta.** Esto es importante, puesto que hay algunos quesos que están amparados por el reglamento de su denominación de origen y solo pueden elaborarse en las localidades concretas que la ley delimita. Sin embargo, muchos otros que se elaboran en cualquier otro lugar son imitaciones del producto genuino. Respecto a las denominaciones de los quesos en otros países que no sean los de origen, pero con licencia original. Aunque no se admiten las fórmulas de “tipo”, “género” o “estilo”. El original es el único que vale aunque provenga de las más variadas zonas, mientras en la identificación del mismo figure el permiso de elaboración (**Walker 1999**).

## 2.10. Ahumado en la Elaboración del Queso Provolone.

El ahumado de alimentos es una de las técnicas de conservación más antigua utilizada por el hombre desde que maneja el fuego, observando que las carnes y pescados expuestos al humo perduraban por más tiempo sin descomponerse, agregado a esto mejoras en sabor aroma y textura. Con el tiempo esta técnica fue dominada y utilizada en productos lácteos quesos madurados y frescos para alargar su vida de anaquel (**Hayas, 2009**).

El ahumado de alimentos tiene dos objetivos principales; el primero es brindar características únicas de sabor y aroma al alimento, en algunos casos preferibles por muchas personas sobre los mismos alimentos no ahumados. Hay diferentes maderas que pueden ser usados en este caso cada uno aporta características que diferencian los mismos. El segundo objetivo de ahumar consiste en preservar el alimento por más tiempo, aunque esto es muy discutido por la utilización de congelación y refrigeración no es una técnica muy utilizada (**Rhodes, 2010**).

El ahumado es un método que consiste en exponer los alimentos al humo procedentes de la incineración de maderas que contengan pocos “alquitranes o resinas” (líquido espeso, mezcla de diferentes productos de la destilación seca de la madera) como las del pino, siendo recomendadas maderas suaves y dulces, ricas en ésteres (grupo orgánico compuesto por ácido más alcohol) que son de olor agradable y efecto antibiótico, éstos son liberados al quemar las maderas y se adhieren y penetran a los alimentos, proporcionándoles muy buen sabor y olor a la vez que son preservados de la descomposición por parte de microorganismos (**Hayas, 2009**).

El sabor, olor y coloración del humo son generados por la descomposición térmica de los componentes de la madera. La composición de humo depende de la temperatura de pirólisis (descomposición química de materia orgánica), la cantidad de aire durante la pirólisis, el tipo de madera, el contenido de humedad de la madera y la temperatura y la humedad del aire. En el cuadro 1 se muestra una lista de los compuestos del humo provenientes de la combustión de madera y la función de estos en los alimentos. (**Wendorff, 2010**).

Según **Labell (1996)**, los compuestos activos antibacterianos en el humo son ácidos principalmente orgánicos, incluyendo acético y propiónico, que bajan pH destruyendo paredes celulares de bacteria. También compuestos fenólicos, que tradicionalmente están implicados en la formación de sabor y aroma, son bactericidas conocidos.

Los componentes de humo son generados por reacciones de oxidación en la generación de humo en la pirólisis. Los componentes de humo que vienen del generador de humo están presentes en dos fases: la primera fase que se basa en la generación de partículas que contienen alquitranes, resinas, compuestos fenólicos e hidrocarburos potenciales poli-cíclicos aromáticos, y una fase gaseosa, en la cual produce compuestos volátiles generadores del sabor y color, algunos de estos componentes y sus funciones se detallan en el cuadro 16 (**Wendorff, 2010**).

**Cuadro 16: Compuestos del humo y sus funciones en alimentos.**

Temperatura de Combustión, °C.	Componentes de la madera	Compuestos del humo	Funciones en el alimento
200-260	Hemi celulosa	Furanos y Ácidos Carboxílicos	Coagulación de proteínas, formación de capa externa y provee algunas propiedades bacteriostáticas.
260-310	Celulosa	Grupos Carboxílicos	Reacciona para proporciona sabor a ahumado, color y caramelización.
310-500	Lignina	Fenoles y esterres fenólicos	Sabor a humo y propiedades antifúngicas.

Fuente: Wendorff (2010).

Según **Scott (1991)** el ahumado constituye una práctica tradicional en algunas variedades de queso que depende de las exigencias del mercado. Para el ahumado de los quesos se utilizan dos métodos.

**El método tradicional.** También empleado en la carne, pescado, quesos etc., y consiste en colgar los quesos en una atmosfera cargada de humo, pero no a una temperatura necesariamente elevada. El humo ejerce un efecto conservador y le imparte al mismo tiempo al queso un aroma característico. Para tal efecto se emplean virutas de roble y de manzano.

Existe **otro método** para ahumar que consiste en utilizar “**humo condensado liquido**”. Este líquido puede utilizarse de diferentes formas: añadiendo a la leche, rociándola sobre la cuajada antes del prensado, adicionándolo en el momento de la salazón (como se hace con las especias), o bien envolviéndolo el queso en una membrana permeable y sumergiéndolo en una solución del mismo.

En el sistema tradicional de ahumado la grasa sube a la superficie del queso, se evapora parte de la humedad y se incorporan al mismo algunos de los vapores del humo que contienen sustancias fenólicas. Estas sustancias ejercen sobre el queso un efecto conservador y le imparten un aroma y bouquet característicos. Por otra parte, la presencia de grasa en la superficie dificulta, si la corteza se mantiene seca, el crecimiento de los mohos.

Las propiedades del alimento ahumado dependen de una tecnología de fabricación de humo. Así como las características de aroma y el sabor de productos ahumados son atribuidos dependientes de la variedad de componentes presente en el humo obtenido por combustión lenta del material vegetal, provenientes de una madera en especial (haya, aliso, cereza). Además atribuyen efectos que aumentan la calidad y la vida de almacenaje del producto causado por el tratamiento de ahumado (**Kowalski, 2010**). El proceso de humo tradicional ofrece dos opciones diferentes para el proceso de ahumado: humo en caliente y humo en frío. El proceso caliente de ahumado es usado para carnes procesadas, genera los vapores de humo y descarga vapores en el lugar donde se ahúma o el horno de tratamiento a temperaturas entre 65-95°C. El tratamiento en frío es el proceso usado principalmente para ahumar el pescado, carnes blancas y quesos genera vapores de humo a una temperatura de combustión inferior, entre 15-55°C (**Wendorff, 2010**).

El ahumado en frío toma más tiempo para la generación de los compuestos del humo que el ahumado en caliente y también depende de la variedad del queso en tratamiento. El ahumado en frío del queso puede ser contradictorio cuando las temperaturas de aire y la humedad son altas ya que el color superficial del queso ahumado no será uniforme, enturbiaría el color marrón característico. No se debe exceder el tratamiento de ahumado ya que el sabor a humo será excesivo compuestos fenólicos pueden ser muy ásperos y amargos en el mismo. El color de humo sobre quesos ahumados es muy crítico ya que los clientes prefieren un color marrón-oro ligero contra el color de caoba oscuro tradicional presente en productos cárnicos ahumados (**Riha & Wendorff, 1993**).

### **2.10.1. Tipos de ahumado.**

Según Manahan (2007) existen dos sistemas de ahumado:

- **Artisanal** . Este método propone dos sistemas de ahumado:
  - ahumado en caliente.
  - ahumado en frío.
- **Profesional**. El método profesional propone cuatro sistemas de ahumado:
  - ahumado en caliente por proceso de cocción. (Uso de maderas de combustión o Humo líquido).
  - ahumado por inmersión. (Humo líquido).
  - ahumado por duchado. (Humo líquido).
  - ahumado por spray. (Humo líquido). Los humos producidos por la combustión de maderas son bactericidas, pero son sospechosamente cancerígenos, y en algunos Codex alimentarios prohibidos. Una de las mayores desventajas del ahumado es que durante la producción de humo mediante la combustión de serrín de madera, se producen sustancias derivadas del hollín y del alquitrán, como las nitrosaminas, muy perjudiciales para la salud ya que son cancerígenas. Estas sustancias se producen como consecuencia del mal tratamiento del humo en equipos que no poseen filtros ni dispositivos de condensado del mismo para poder eliminarle estas sustancias tan nocivas.

- **Ahumado en frío.** Durante este proceso, la temperatura nunca debe elevarse al nivel en que la carne sea cocida (es decir, la proteína no se desnaturalize). En la práctica, el promedio de temperatura está entre 15 y 35°C. El tiempo del ahumado es variable de acuerdo con el producto; preferentemente será mayor en las piezas de mayor volumen. Un producto ahumado en frío tiene las condiciones óptimas para el almacenamiento sin refrigeración. El humo penetra más profundamente en el músculo y quedan impregnadas de los componentes del humo. La desecación del producto es mayor, y por consiguiente, su actividad del agua es menor. El tiempo de conservación depende del porcentaje de sal en el músculo, de la humedad del producto, del tiempo de ahumado y secado, y de las condiciones de almacenamiento.
- **Ahumado en Caliente.** Es un proceso mediante el cual el alimento es cocido al ser sometida al humo y al calor, cuya temperatura fluctúa entre 70 y 95°C, pudiendo alcanzar 110°C. En general el producto ahumado en caliente es consumido sin previa cocción. Este tipo de ahumado cocinará la pieza, destruirá enzimas y reducirá el número total de bacterias. Las bacterias más peligrosas, aún con el pescado cocido, podrían sobrevivir, por lo cual es muy importante tener cuidados posteriores al ahumado. Se recomienda que inmediatamente de ser sacado del ahumador se enfríe rápidamente a 0°C o -2°C, manteniéndolo a esa temperatura hasta su consumo. El cocido, si bien disminuye la carga bacteriana existente en el producto, no evita la multiplicación bacteriana que se produce posteriormente al tratamiento, ya que la actividad del agua continúa siendo alta mientras los tiempos de ahumado, y por consiguiente la penetración del humo, son menores. Esto hace que los productos ahumados en frío tengan siempre un período mayor de conservación que los ahumados en caliente. Podrían utilizarse aditivos como antioxidantes en la etapa de salado para prevenir la oxidación y enranciamiento de la grasa.
- **Humo Líquido.** El humo líquido suprime los inconvenientes del ahumado tradicional, ya sean en el ámbito higiénico (benzopirenos, contaminación atmosférica), en el ámbito práctico (riesgos de incendio, equipos difíciles de limpiar debido a la presencia de alquitranes, volúmenes importantes de almacenamiento de aserrín o virutas) o en el ámbito económico (tiempos de ahumado muy importantes y

costes de producción a veces excesivos). Es mucho más fácil establecer y normalizar la adición de un condimento líquido conocido que reproducir el proceso de ahumado vaporoso tradicional, por eso cuando se usa humo líquido se obtiene un producto de color y sabor más homogéneo. El uso de humo líquido resulta más simple e higiénico, al no tener que ocuparse de la manipulación de aserrín, limpieza del lugar donde se realiza el ahumado y problemas correspondientes además ha proporcionado una solución al problema de las emisiones relativas al ahumado tradicional. Elimina las emisiones de partículas y de olor desagradable de la mayoría de las operaciones de ahumado de carne, a fin de satisfacer las reglas industriales de contaminación de aire. Otra de las ventajas resultantes del uso de condensados de humo natural en vez del humo vaporoso para la saborización de carnes y otros alimentos, consiste en la remoción de alquitranes y resinas relativas a los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) durante el proceso de fabricación del humo. En algunos pescados ahumados, jamones fuertemente ahumados y sal ahumada de acuerdo al método tradicional se han encontrado cantidades significativas de estas sustancias nocivas. Con condensados de humo líquido, el benzopireno y las nitrosaminas no se encuentran presentes a un nivel detectable. Esto ha llevado a muchos investigadores a recomendar el uso de saborizantes de humo líquido de madera natural como forma de eliminar cualquier agente cancerígeno potencial en los alimentos con saborizante ahumado.

**Aplicación.** El humo líquido se puede aplicar dentro y fuera del ahumadero.

Si es **Fuera** el humo se puede añadir en salmueras de inyección, en emulsiones, directamente en la cutter. También son accesibles humos liposolubles usados para conservas en aceite, salsas, quesos untables, snacks, etc. Los hay en polvo para snacks, en pre-mezclas, salsas deshidratadas. También se puede hacer por inmersión o rociado del alimento pintando o sumergiendo la pieza en cuestión. Así es posible tener un excelente aspecto y sabor ahumado, en algunos casos habrá que terminar el proceso en horno (carnes y pescados), secando o con fermentación (quesos y fiambres secos). Y si es **Dentro** consiste en atomizar el humo líquido acuoso dentro del ahumadero, habiendo secado parcialmente la superficie de las piezas a tratar.

El proceso de ahumado se aplica a los siguientes alimentos:

- ❖ Carnes en trozos.
- ❖ Carnes procesadas.
- ❖ Carnes fileteadas.
- ❖ Carnes termo tratadas.
- ❖ Pescados
- ❖ Quesos de pasta hilada.

### **2.10.2. Ventajas del uso del Humo Líquido.**

El humo, por definición, es un sistema de partículas sólidas dispersas en una fase gaseosa. Nos interesa el que proviene de la combustión de la madera.

Investigadores han comprobado que las reacciones de sabor y color que se presentan al aplicar humo a la carne, ocurren debido a los componentes en la fase gaseosa.

Las reacciones de oxidación y recombinación que se producen durante la combustión de las grandes moléculas los componentes de la madera (celulosa, lignina y hemicelulosa), resultan en más de 200 compuestos diferentes e identificables. Todos estos compuestos pueden clasificarse básicamente en cuatro grandes grupos funcionales: ácidos, fenoles, carbonilos e hidrocarburos. Los tres primeros son responsables de las reacciones de color y sabor, en cuanto que el cuarto es indeseable, tanto desde el punto de vista sanitario como organoléptico.

#### **Caracterización de cada grupo.**

1. Los compuestos del grupo ácido contribuyen al sabor, aceleran la reacción de curado del nitrito, ayudan a formar “piel” en la superficie de las salchichas, mejorando la operación de pelado y extienden la vida útil del producto.
2. Las sustancias fenólicas son las responsables principales del sabor ahumado, dan brillo a la superficie de las piezas ahumadas y protección bacteriológica.
3. Las sustancias con grupos carbonilos reaccionan con los grupos amino de las proteínas generando el color dorado y brillante de las carnes ahumadas.



4. Los hidrocarburos, especialmente los compuestos heterocíclicos, no son deseables ya que son carcinogénicos.

En el proceso de ahumado los gases se disuelven en la humedad superficial de las piezas a tratar, generando por reacción con las proteínas, la textura, color y sabor característicos de este tipo de alimentos.

### **Aplicación de Humo Líquido**

Resumimos los motivos técnicos, higiénico-sanitarios y económicos por los cuales es recomendable el uso del humo líquido.

1. Es muy sencillo estandarizar la cantidad de humo líquido a agregar en un proceso. Es posible variar intensidades de color y sabor con solo modificar concentraciones o tipo de humo aplicado. Los procesos de ahumado por astillas dependen de una gran cantidad de variables, muchas veces no controlables por el operador.
2. El uso de humo líquido reduce la contaminación ambiental de las salas de elaboración y peligros de incendio.
3. Los tiempos de hornados se pueden reducir apreciablemente, redundando en una mejora de rendimientos y volúmenes de producción.
4. Los costos de limpieza y mantenimiento de hornos son mínimos, reduciendo el uso de mano de obra y agentes limpiadores.
5. El uso de humos líquido aprobado por las Autoridades Sanitarias garantizan la ausencia de benzopirenos dañinos para la salud, ya que el proceso de elaboración así lo permite

El humo líquido se puede aplicar. a) Fuera del ahumadero o b) dentro del ahumadero.

### **Fuera del Ahumadero – Adición Interna.**

Es la forma más fácil de ahumar un producto. Dada la gran variedad de humos disponibles, estos se pueden agregar, en salmueras de inyección, en emulsiones, directamente en la cutter, etc., es el caso de humos líquidos hidrosolubles. También

son accesibles humos liposolubles ideales para conservas en aceite salsas, quesos untables, snacks, etc. Los hay en polvo para snacks, en pre-mezclas, salsas deshidratadas.

El mayor inconveniente de este tipo de adición es que el producto tendrá sabor ahumado pero no tendrá el característico color dorado superficial.

### **Fuera del Ahumadero – Inmersión o Rociado.**

Es el método más eficiente para producir color y sabor ahumado y se adapta a todos los niveles de producción, sea ésta artesanal como en grandes establecimientos. Simplemente pintando o sumergiendo la pieza en cuestión es posible tener un excelente aspecto y sabor ahumado, en algunos casos habrá que terminar el proceso en horno (carne y pescados), en otros secado y fermentación (quesos y fiambres secos). Tiempo y/o temperatura desarrollarán el típico color dorado.

En el mercado hay disponibles equipos de rociado y duchado que se adaptan perfectamente a la producción continua. Aquí también la gran variedad de humos disponibles permite diseñar el nivel de color y sabor a la medida que requiera su nicho de mercado.

### **Dentro del Ahumadero – Atomización.**

Este método es muy sencillo y de fácil adopción. Consiste en atomizar el humo líquido acuoso dentro del ahumadero, previo secado parcial de la superficie de las piezas a tratar. Una o dos boquillas de atomización en el ahumadero producen una niebla de humo líquido. Tanto el humo líquido como el aire que producen la niebla son provistos desde el exterior, mediante un equipo muy simple. Esta niebla envuelve y se absorbe en la superficie del producto por el lapso de unos minutos, luego de lo cual se continúa con el proceso normal de cocción. El uso del humo líquido se ha extendido enormemente en los últimos años de la mano de una mayor conciencia ambiental, del ahorro indiscutible de tiempos, energía y mano de obra en los procesos, mayores rendimientos y gran flexibilidad en la obtención de diferentes

grados de color y sabor. El proceso de ahumado seguirá siendo el proceso por excelencia para la preservación de los alimentos y el humo líquido ha venido para hacerlo más sano y sencillo.

### 2.10.3. Maderas permitidas para el ahumado.

- **El eucalipto.** Es una madera que cuando es usada para ahumar, le da un excelente sabor a este tipo de queso.
- **Laurel.** Se usa para ahumar embutidos, les da un aroma muy bueno, para carnes el romero va muy bien, los sarmientos de vid para chuletas de cordero. (**Guillen, 2004**).
- **El pecan.** Una especie de nogal.
- **Hickory o nogal.** Americano tiene un sabor fuerte y envolvente que queda muy bien con vacuno, pollo o queso.
- **El Mesquite o algarrobo.** Es excelente para ahumar vacuno, pollo, quesos y pescados oleosos como el salmón.
- **Coco.** Se utiliza como combustible solo la corteza de coco seco o semi seco para ahumar el queso ahumado o provolone (**Rodriguez, 2002**).

### 2.11. Aspectos toxicológicos del proceso de ahumado.

Ingerir con regularidad alimentos ahumados puede ser dañino para la salud aumentando el riesgo de contraer una gama de cánceres diferentes. Las partículas de humo que son absorbidas por los alimentos que previenen la putrefacción de los mismos son hidrocarburos, que inhiben la interrupción de las proteínas en los alimentos. Sin embargo estas mismas partículas son irritantes a nuestro sistema digestivo porque naturalmente no estamos adaptados para inhalar o consumir partículas de humo (**Rhodes, 2010**).

Los compuestos químicos indeseables más encontrados en el humo son Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAP). Estos son cancerígenos y pueden ser encontrados en productos ahumados. Concentraciones excesivas de estos compuestos en el humo son ocasionados con el aumento de temperatura de incineración del material vegetal por encima

de 425°C (Sikorski, 2002). En el humo líquido también se encuentran compuestos no deseados como el benceno. Este es un compuesto cancerígeno está presente en el humo y en condensados de humo (humo líquido) (Sikorski, 2002). Otros compuestos cancerígeno y alérgenos como el formaldehído es probable esté presente en el humo, actualmente se comercializa humo líquido compuesto con NaCl, el cual le ha sido extraído los compuestos tóxicos y los aromas desagradables provenientes de Hidrocarburos Poli-cíclicos Aromáticos (Toth and Potthast, 1984).

### **2.11.1. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) de los Productos de pirolisis.**

La primera demostración experimental de un fenómeno de cancerización causado por una sustancia química se tuvo hace aproximadamente unos 50 años. Se trataba de dos hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), obtenidos del alquitrán de hulla.

Las primeras observaciones de tipo epidemiológico, que asociaban una mayor frecuencia de ciertos cánceres de piel con actividades profesionales que implicaban contacto con alquitrán y hollín, podían explicarse científicamente. A raíz de las investigaciones se han podido identificar centenares de HAPs en el medio ambiente, la atmosfera plantas el suelo y los animales marinos, que presentaban propiedades cancerígenas en diferentes órganos y en diferentes especies animales. Posteriormente se calificó a los HAPs como cancerígenos alimentarios potenciales, a partir de los estudios epidemiológicos que mostraban una frecuencia elevada de cánceres de estómago en las poblaciones que consumían importantes cantidades de productos ahumados (pescado, carnes y quesos) y de la observación de que los tratamientos severos aplicados a los alimentos, o ciertas prácticas tecnológicas como el ahumado, podían liberar HAPs y por lo tanto contaminar los alimentos.

Desde los años 80 se han realizado estudios epidemiológicos a gran escala para buscar posibles causas del cáncer, especialmente en EE.UU., y Japón. “Agence internationale de recherche sur le cancer” (IARC, Lyon). Llego a la conclusión, a partir de los resultados obtenidos, de que los factores ambientales estaban implicados en el 80% de los cánceres (Higginson y Muir, 1986).

#### **2.11.1.1. Origen y contaminación de la cadena alimentaria.**

Los HAPs forman una familia de varios centenares de sustancias caracterizadas por la fusión de tres a seis anillos bencénicos organizados de diferentes formas (lineales, angulares), eventualmente con sustituyentes metilo o cadenas más largas de tipo alquil. La mayoría solo contienen carbono e hidrogeno, aunque algunos compuestos aromáticos contienen nitrógeno, azufre u oxígeno y también se incluyen en este grupo. **(Gunther y Buzzetti 1965)**. Como norma general Los HAPs se forman cuando se expone toda materia orgánica a muy altas temperaturas, por un proceso de pirolisis seguido de condensación (piro síntesis) de los reactivos y de las cadenas cortas formadas, de tipo “acetileno naciente”. A partir de los productos de pirolisis identificados se obtuvieron Benzopireno y Benzofluorante a partir de n-butylbenzene, en proporciones variables en función de la temperatura, con un óptimo entre 700 y 750°C. Se ha observado en los productos leñosos, el almidón, diferentes glúcidos, aminoácidos, ácidos grasos, colesterol y beta carotenos sometidos a tratamientos térmicos drásticos (350-750°C), en un medio más o menos oxidantes lleva a la formación de diferentes HAPs, entre los que se encuentra en benzopireno. **(Badger, 1960)**.

#### **2.11.1.2. Contaminación del medio ambiente.**

Todos los procesos de combustión espontáneos (incendios) o provocados, necesarios para la actividad humana (producción de energía industrial, calefacción doméstica, tubos de escapes de automóviles, destrucción de la paja después de la cosecha de cereales) liberan HAPs, dispersándose principalmente en la atmosfera. La acumulación anual en el aire se eleva a 890 toneladas de Benzopirenos por año en EE.UU., el 80% del cual proviene de la contaminación del carbón, el 4% de la utilización de productos derivados del petróleo y el 1% de la combustión de los restos agrícolas y forestales. Con lo cual hay una dispersa contaminación en el medio, particularmente en los vegetales, en forma de precipitaciones atmosféricas. Este fenómeno resulta mucho más importante en la proximidad de las grandes zonas industriales, a lo largo de las autopistas, donde la contaminación de los vegetales (cereales, patatas, espinacas y lechugas) puede llegar a ser 10 veces superior que de las zonas rurales. **(HANCOCK Y COL., 1980)**. Los HAPs por su carácter lipófilo podrían acumularse en las grasas del animal.

La conservación de carne y de pescados y quesos ahumados es una práctica ancestral. Las técnicas utilizadas han evolucionado con el desarrollo de la tecnología alimentaria moderna, pero el principio de impregnación progresiva por sustancias liberadas por la pirolisis de la madera de los alimentos destinados a una larga conservación, o que se quiere que adquieran cualidades organolépticas determinadas, no se ha modificado. El humo contiene cantidades apreciables de los diferentes HAPs (TOHT, 1972).

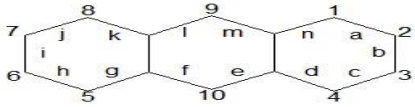
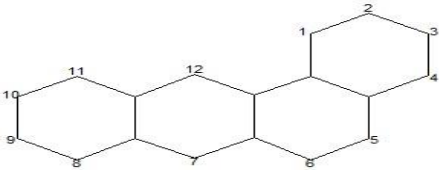
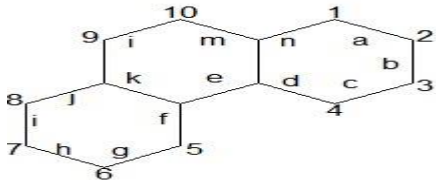
Diferentes trabajos experimentales han estudiado la formación de HAPs durante la pirolisis de glúcidos, lípidos y proteínas. Han demostrado que estos tres grandes grupos de sustancias calentadas a 300°C no producen HAPs, mientras que a 500-700°C. Se detectaba benzopireno entre los 19 HAPs identificados (MASSUDA Y COL., 1967).

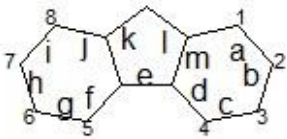
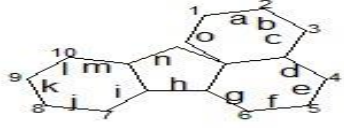
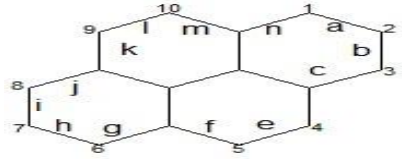
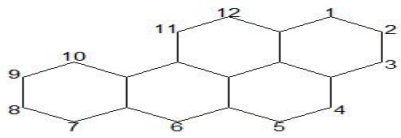
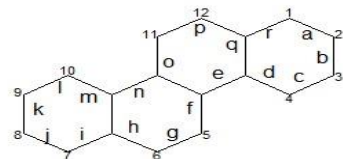
### **2.11.1.3. Niveles de contaminación de los alimentos.**

La evaluación de la contaminación del medio ambiente por los HAPs, y en especial de los alimentos resulta difícil desde el punto de vista analítico. (BORIES, 1980). En el cuadro 17 se muestra los principales HAPs encontrados en los alimentos.

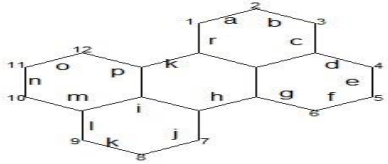
- **Antraceno.** El antraceno es un hidrocarburo aromático policíclico. A temperatura ambiente se trata de un sólido incoloro que sublima fácilmente. El antraceno es incoloro pero muestra una coloración azul fluorescente cuando se somete a la radiación ultravioleta. (MANAHAN, 2007).
- **Benzopireno.** Los primeros antecedentes históricos documentados sobre compuestos carcinogénicos ambientales datan desde hace más de 200 años y parten de las Observaciones de Persivall Pott, en Inglaterra, un físico inglés que asoció la elevada incidencia de cáncer escrotal en los deshollinadores, es decir, jóvenes que se dedicaban a limpiar chimeneas con el contacto constante del tizne de las Chimeneas (MANAHAN, 2007). Posteriormente, en 1933, se realizaron estudios de la carcinogénesis con la extracción del benzopireno a partir del alquitrán de hulla (Albert, 1990). A partir de los estudios realizados por (Doves 1954), reportados por (MULTON 1981).

**Cuadro N° 17: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos identificados en los alimentos, y su actividad cancerígena.**

Grupo	Compuesto	Actividad Cancerígena
<b>Antraceno</b> 	<b>Antraceno (A)</b>	-
<b>Benzo(a)antraceno</b> 	<b>Bezo(a) antraceno(BaA)</b> <b>Dimetilbenceno(a) antraceno(DMBaA)</b> <b>Dibenceno (a,j) antraceno(DBajA)</b> <b>Dibenceno (a,h) antraceno(DBahA)</b> <b>Dibenceno (a,c) antraceno(DBahA)</b>	+ + + +++ + ? ?
	<b>Dibenceno (a,i) antraceno (DBaiA)</b>	
<b>Fenantreno</b> 	<b>Fenantreno (PA)</b>	-

<p><b>Fluoreno</b></p> 	<p><b>Fluoreno (F)</b></p> <p><b>Benzo (a) fluoreno (BaF)</b></p> <p><b>Benzo (B) Fluoreno (BbF)</b></p> <p><b>Benzo (C) Fluoreno (BcF)</b></p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>
<p><b>Fluoranteno</b></p> 	<p><b>Benzo (b) fluoranteno (BbFL)</b></p> <p><b>Benzo (j) fluoranteno (BjFL)</b></p> <p><b>Benzo (K) Fluoranteno (BKFL)</b></p> <p><b>Benzo (g,h,i) fluoranteno (BghiFL)</b></p>	<p>++</p> <p>++</p> <p>+</p> <p>-</p> <p><b>Continúa</b></p> <p>....</p>
<p><b>Pireno</b></p> 	<p><b>PIRENO (P)</b></p> <p><b>INDENO (1,2,3-cd) pireno (IP)</b></p>	<p>-</p> <p>+</p>
<p><b>Benzopireno</b></p> 	<p><b>Benzo (a) Pireno</b></p> <p><b>Benzo (e) pireno</b></p> <p><b>Dibenzo (a,h) pireno (DBahP)</b></p> <p><b>Dibenzo (cd,ck) pireno (AT)</b></p>	<p>+++</p> <p>+</p> <p>+++</p> <p>-</p>
<p><b>Criseno</b></p> 	<p><b>Criseno (CH)</b></p>	<p>+</p>



<p><b>Perileno</b></p> 	<p><b>Perileno (PR)</b> <b>Benzo (g,h,i) Perileno (BghiPR)</b></p>	-
<p><b>Coroneno</b></p>	<p><b>Coroneno</b></p>	-

**FUENTE:** (Bories 1980).

Como ejemplo de ello puede citarse al proceso de ahumado, en donde los compuestos generados por la acción del humo son incorporados en la piel y en los tejidos grasos de productos cárnicos, queseros y marinos e, incluso, también otro factor que origina a estos compuestos es la forma de cocinarlos ya sea directamente sobre el fuego, a la parrilla, a las brasas, a la leña, con o sin carbón, etc. **(Ruiz- Monterrubio, 2004)**. El benzopireno está catalogado por la agencia internacional de investigación del cáncer (IARC), ente de la OMS en la categoría de 2<sup>a</sup> que agrupa a las sustancias que poseen probada acción cancerígena en animales, pero poca incidencia en humanos (probablemente cancerígenas humanos). La agencia de protección ambiental y el instituto nacional de salud de los estados unidos lo catalogan dentro de las 10 sustancias más importantes con riesgo para la salud pública. **(De la cruz, 2002)**.

- **Pireno.** La presencia de pireno en las muestras analizadas, es indicativa de que éstas fueron sometidas a un proceso de ahumado, ya que este compuesto se genera a partir de la pirólisis de la madera a temperaturas relativamente elevadas (400°C). Para comparar los resultados obtenidos de las muestras con las normas propuestas por la Unión Europea a través de la Organización Mundial de la Salud, se encontró que se considera como límite máximo permisible para los HAP en alimentos frescos o sin procesar 0.03 µm kg-1.

En el Cuadro N° 18, se presenta las concentraciones de los HAPs, que se encontró en los diferentes tipos de alimentos sometidos a tratamientos tecnológicos especiales.

**Cuadro N° 18: Concentraciones de los HAPs, en los alimentos.**

HAP	Queso cheddar	Pollo	Jamón	Salchichas	Pescado blanco
Phen	10.1	1,3	-	1,7	-
F	3,5	1,0	1,2	0.2	15,4
Py	7,0	1,1	1,7	0,3	11,0
BaA	0,8	-	0,6	-	-
BbF	0,8	-	0,2	0,1	0,3
BeP	4,8	0,8	1,4	-	3,5
BaP	0,5	0,1	0,2	-	-
DBahA	0,1	0,1	-	-	0,5
IcdPy	0,3	-	0,2	0,2	0,7
BghiP	0,4	-	0,1	0,2	-
DBaiP	-	-	-	0,4	-
Cor	0,5	-	-	0,4	-

**Fuente:** Bories (1980).

➤ **Nitrosaminas**

A las nitrosaminas (N-nitrosodimetilamina y N-nitrosodietilamina) se les adjudican un poder carcinógeno muy potente, principalmente en el estómago y en el esófago. Sin embargo, todavía existe mucha controversia sobre el verdadero efecto que tienen en el individuo, puesto que las cantidades que se consumen son muy bajas. En el cuadro 19 se muestra la relación de las nitrosaminas más comunes en alimentos. Las formaciones de estos compuestos tóxicos son generadas durante el procesamiento de alimentos, como el caso de carnes curadas, quesos ahumados y fritas, de algunos embutidos y tocinos.

Las nitrosaminas formadas a partir de aminoácidos y nitrito en el cuadro 19 causan cáncer en los tractos digestivos, urinarios y respiratorios, así como en el hígado y en el sistema reproductor. **(Wasserman 1980).**

**Cuadro N°19: Las Nitrosaminas formadas a partir de aminoácidos y nitritos.**

Compuesto	Alimento
N-nitroso dimetil amina	Leche descremada,
N-nitroso etil metil amina	Malta
N-nitroso dietil amina	Proteína de soya
N-nitroso metil propil amina	Tocino
N-nitroso dipropil amina	Chicharrón
N-nitroso etil propil mina	Salchichas
N-nitroso etil butil amina	Quesos
N-nitroso propil butil amina	Hamburguesas
N-nitroso metil amil amina	Cerveza
N-nitroso dibutil amina	Whisky
N-nitroso piperidina	
N-nitroso pirrolidina	
N-nitroso morfolina	
N-nitroso diamil amina	

**FUENTE:** Wasserman (1980).

#### ➤ **Aminas Heterocíclicas**

Se han evidenciado mediante test de mutagenicidad en bacterias (AMES) actividades mutagénas muy elevadas en los condensados de humos y en las partes carbonizadas de carnes y pescados excesivamente asados, que no podían explicarse solo por su contenido en hidrocarburos aromáticos policíclicos, y en concreto en benzopireno. Se obtuvieron además actividades similares a partir de pirolisados de aminoácidos y de proteínas, aislados en ambos casos de las fracciones básicas que engloban la mayor parte de las sustancias mutagénas. Posteriormente numerosos trabajos han mostrado la formación de este tipo de sustancias durante el calentamiento de los diferentes tipos de alimentos. Las actividades mutagénas más fuertes provienen de la pirolisis de proteínas y aminoácidos, pero también pueden originarse por pirolisis de glúcidos y lípidos. Estudios realizados con alimentos calentados a temperaturas muchos menores

muestran que sustancias mutagenas se liberan durante las prácticas culinarias domésticas, principalmente a partir de los alimentos ricos en proteínas. **(COMMONER 1980)**

## **2.12. Efectos toxicológicos del proceso de ahumado en la salud.**

El humo de biomasa contiene muchos componentes nocivos, incluso partículas respirables en suspensión, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, formaldehído, e hidrocarburos poliaromáticos tales como benzopirino. A altas exposiciones a estos componentes pueden afectar al sistema respiratorio, a los ojos, y las respuestas del sistema inmune, y aumentar la susceptibilidad a las infecciones y las enfermedades. Se los ha vinculado con serios problemas de salud, incluso tuberculosis, infecciones respiratorias agudas, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, y cáncer del pulmón y se asocian con asma, ceguera, anemia, y resultados adversos del embarazo como peso bajo al nacer y mortalidad perinatal (**Derache 1990**).

- **Tuberculosis.** Recientes investigaciones sugieren que personas que viven en casas que dependen fundamentalmente de biocombustibles para cocinar tienen mayor probabilidad de contraer tuberculosis activa que aquellas que usan combustibles más limpios. Al reducir la resistencia a la infección inicial o promocionar el desarrollo de tuberculosis activa en personas que ya están infectadas, o ambos, el humo de las cocinas puede aumentar el riesgo de tuberculosis. La tuberculosis pulmonar, la forma más común de la enfermedad, es transmitida por la tos, que se ve aumentada por el humo. Los benzopirenos, un potente carcinógeno, se halla en el humo en grandes cantidades, y hay pruebas de que esto puede deprimir las respuestas del sistema inmune.
- **Infecciones respiratorias agudas.**

Según **Guillen (2004)**, las infecciones constituyen la causa singular más importante de morbilidad y mortalidad en todas partes del mundo, dando cuenta de la muerte de más de 3 millones de niños menores de cinco años cada año y de un 9% aproximadamente de toda la carga de enfermedad en el mundo. La exposición prolongada a altos niveles de humo de biomasa puede dañar la capacidad de depuración de los pulmones y volverlos más susceptibles a infección. Los efectos

pueden ser particularmente graves para los niños pequeños, que tienden a quedarse en la casa, a menudo atados a la espalda o sentados en el regazo de la madre mientras ella está cocinando.

➤ **Enfermedad de obstrucción pulmonar crónica.**

Las infecciones respiratorias repetidas o graves en la infancia también pueden conducir a enfermedades crónicas de los pulmones en la edad adulta. Un número de estudios han reportado una asociación entre la exposición al humo de biomasa y bronquitis crónica o enfermedad de obstrucción pulmonar.

➤ **Asma.** El humo agrava el asma desencadenando un ataque. No obstante, los ataques repetidos debidos a la exposición al humo pueden dejar a la persona más vulnerable a pequeñas dosis y aumentar la gravedad de los ataques. La exposición a partículas finas en el humo se ha vinculado con mayores síntomas de asma y visitas a consultorios de emergencia. La evidencia de los efectos del humo de las cocinas como causa de asma es mixta, pero el humo contiene algunos de los mismos contaminantes encontrados en la contaminación atmosférica o el humo de tabaco, ambos asociados con la enfermedad (**Hidalgo, 2003**).

➤ **Anemia y resultados adversos del embarazo.** El humo de la combustión de biomasa contiene grandes cantidades de monóxido de carbono (CO), que puede combinarse con hemoglobina en la sangre para producir carboxihemo-globina (HbCO), reduciendo con ello efectivamente la cantidad de oxígeno transportado a los tejidos del cuerpo y causando anemia. Esto es particularmente importante para las mujeres debido a que ellas tienen menos reservas de hemoglobina que los hombres, y porque sus niveles naturales de HbCO aumentan considerablemente durante el embarazo. Por otra parte, las mujeres son quienes cocinan la mayoría de las comidas y por ende están más expuestas al CO. No existen estudios empíricos que vinculen el humo de las cocinas con la anemia, pero hay cierta evidencia que lo vinculan con el desarrollo del feto, el peso bajo al nacer, y la mortalidad perinatal.

➤ **Cataratas y la ceguera.** Es sabido que las cataratas, la principal causa de ceguera total en el mundo están vinculadas con el daño al ojo que, entre otros factores, puede ser producido por una pesada contaminación transportada por el aire. Varios estudios

en humanos indican que el humo de tabaco puede causar catarata, lo cual sugiere que el humo de las cocinas podría tener un efecto similar, si bien la investigación llevada a cabo es limitada. El tracoma y la conjuntivitis, también causantes de ceguera, tal vez podrían ser agravados por el humo (**Manahan, 2007**).

- **cáncer de pulmón.** El humo de las cocinas, igual que el humo de tabaco, contiene numerosos hidrocarburos aromáticos policíclicos, tales como benzopireno, que pueden causar cánceres. La investigación empírica ha demostrado una asociación entre la exposición al humo de carbón y el cáncer de pulmón, pero la evidencia que vincula el humo de biomasa con el cáncer de pulmón es limitada. También se ha vinculado la exposición al humo de biomasa con cánceres nasofaríngeos y laríngeos, otitis media (infección del oído medio) en los niños, y con pulmonares. (**Guillen 2006**).

### **2.13. Casos clínicos sobre efectos producidos por el humado en queso provolone.**

Como la mayoría de alimentos tiene sus ventajas y desventajas en su consumo, en este caso existen personas no apta para el consumo de queso, tales como las que sufren:

- **Presión alta:** Debido al contenido de sodio de algunos quesos es por eso que se debe revisar la información nutricional del queso antes de consumirlo.
- **Hipercolesterolemia:** Persona con altos niveles de colesterol en sangre, que sí deben controlar su consumo de lácteos, entre otros alimentos.

Hay gente que sufre reacciones ante amins encontradas en el queso, especialmente la histamina y la tiramina. En los productos curados la cantidad de estas sustancias se hace más notable y pueden producir reacciones alérgicas como la aparición de salpullidos, dolor de cabeza o aumento de la presión sanguínea.

El ahumado provoca cambios en el color, olor, sabor y textura en el alimento. Dichos cambios se deben a componentes del humo que se depositan en el alimentos o a compuestos nuevos que surgen por reacción de componentes del humo con componentes del alimento, y tienen como consecuencia una modulación de las propiedades organolépticas del alimento que lo hacen más apetecibles al consumidor. El ahumado tradicional además prolonga la vida útil del alimento, ya que el humo

presenta actividad antioxidante y antimicrobiana, retrasando la oxidación o enranciamiento e inhibiendo el crecimiento microbiano. Sin embargo el ahumado tradicional si no se lleva a cabo en forma correcta puede incorporar al alimento sustancias tóxicas presentes en el humo, tales como los HAPs.

Los estudios sobre el ahumado con aroma de humo han puesto de manifiesto que este tipo de ahumado es más versátil que el tradicional y presenta muchas ventajas frente al tradicional, ya que también modifica el color, olor, sabor y la textura de los alimentos también prolonga la vida útil del alimento retrasando el enranciamiento e inhibiendo el crecimiento de microorganismos. Otro aspecto importante del ahumado con aroma del humo es que la cantidad de contaminantes tóxicos que puede llegar al alimento se puede controlar y conocer antes de realizar el ahumado siendo esto mucho más seguro.

### **2.13.1. Síntomas producidos por la contaminación del humo en los seres humanos.**

Se tiene los siguientes síntomas como tos, irritación de garganta, opresión pulmonar, dolor de cabeza, escozor de ojos, lagrimeo, vómitos, náuseas sin vómitos, fiebre, obstrucción de vías respiratorias, dolores, debilidad, cianosis, diarrea.

#### ➤ **Afecciones respiratorias**

Como es lógico el aparato respiratorio es uno de los más afectados por las impurezas presentes en el aire. La bronquitis crónica, parece ser una de las principales molestias, hasta el punto de que los médicos ingleses le atribuyen un 10% de la mortalidad general.

El departamento de Sanidad de Estados Unidos ha llegado a las siguientes conclusiones: En poblaciones que trabajan y viven en zonas de elevada contaminación han sido detectados un empeoramiento de la salud, cuando los niveles de aquella aumentan notablemente.

Otras enfermedades respiratorias, tales como asma, enfisema y diversas insuficiencias han sido también correlacionadas con el fenómeno de la contaminación de ahumados. **(De Iora, 1978).**

➤ **Afecciones cardiovasculares**

Su localización ha sido hecha principalmente en un tipo de personas que SON contaminados en las cocinas artesanales. La sangre puede verse afectada por situaciones particulares en las atmosferas urbanas o fabriles, ya que el monóxido de carbono presenta una extraordinaria afinidad por la hemoglobina, combinándose con ella y dificultando el normal transporte de oxigeno realizado por los glóbulos rojos. **(De lora, 1978).**

➤ **Afecciones cancerosas**

En los últimos años las diversas formas del cáncer han experimento un gran crecimiento. Las diferentes teorías acerca de su origen se apoyan en bases científicas, pero no existen datos definidos para atribuir este fenómeno a una causa determinada. Sin embargo, existen dos hechos particularmente significativos: la mayor cantidad de enfermos habitantes de grandes urbes, y la característica común a muchos de ellos de ser inhibidores de humo. **(De lora, 1978).**

➤ **Alergias**

La mayor parte de los cuerpos alérgicos son de origen natural, pues la contaminación de las actividades humanas es de poca importancia en la producción de estas afecciones, aparato respiratorio, en la piel **(De lora, 1978).**



## 2.14. CONSECUENCIA DE COMER ALIMENTOS AHUMADOS.

Habitualmente en nuestra dieta solemos introducir muchos alimentos conservados mediante la acción del humo, es lo que se conoce como ahumados, y los encontramos en carnes, pescados, quesos, snacks... Muchas son las voces que han puesto en entredicho esta forma de conservación, y por eso queremos hacer un análisis de los productos ahumados y de los riesgos que pueden tener para la salud. El ahumado es una técnica de conservación que se lleva realizando miles de años, ya que en la antigüedad no existía otra forma de preservar los alimentos. Esta técnica junto al salado y al secado eran las más frecuentes para preservar los alimentos. Pero siempre esta forma de mantener los alimentos ha estado en tela de juicio, ya que son muchos los que desconfían de las bondades del humo como conservador **(Delgado, 2009)**



En la técnica del ahumado se utiliza el humo para preservar las cualidades de los alimentos, que se someten durante largas jornadas a la acción del humo. Normalmente se suelen hacer hogueras de las que se aprovecha el humo que desprenden para preparar los alimentos. Normalmente esta técnica se ha utilizado con carnes y pescados que son alimentos que perecen rápidamente y de esta forma conseguimos que aguanten mucho más tiempo. Pero actualmente son muchos los snacks que se someten a la acción del humo **(Delgado, 2009)**.

El humo es básicamente CO<sub>2</sub> acompañado de diferentes sustancias que en muchos casos son nocivas para la salud. Es lo que se conoce como toxinas que se desprenden de la combustión. Al someter a los alimentos a la acción del humo estas sustancias nocivas se acumulan en los tejidos de los alimentos y los impregnan totalmente formando parte de ellos. Estas toxinas permanecen en los alimentos para siempre, por lo que al ingerirlos nos las comemos. Las toxinas tienen un efecto acumulativo en el organismo que a largo plazo

pueden derivar en problemas más serios, y es que en su mayoría constituyen un ataque a nuestras células. Esta acumulación de componentes tóxicos en el organismo puede ser el origen de infinidad de enfermedades, ya que destruyen las células y las hacen envejecer prematuramente con lo que ello conlleva para nuestra salud. Es importante que sigamos una alimentación lo más natural posible. Por suerte hoy en día tenemos otros medios más saludables de conservación de los alimentos como el congelado, el vacío, las conservas naturales... Los ahumados nunca deben ocupar un lugar importante en la alimentación, ya que a causa de esto tenemos que recurrir a ellos muy de vez en cuando. Sí que es cierto que culinariamente son muy apreciados, pero esto no quita que su consumo continuado siga siendo perjudicial para el organismo (**Delgado, 2009**).

El proceso de ahumado se consigue cuando la madera u otra fuente de ahumado se calienta, haciendo que el humo se eleve; los alimentos se colocan en la parte superior del humo y adquieren su sabor ahumado, como sucede con las barbacoas.

#### ➤ **Riesgo de Cáncer**

Varios estudios vincularon el consumo de alimentos ahumados con un mayor riesgo de padecer algunos tipos de cáncer, como el realizado en 2007 por científicos de la *Escuela Arnold de Salud Pública* de la Universidad de Carolina del Sur, que encontró que las mujeres post-menopáusicas que llevan una dieta rica en carne ahumada y asada, tienen un mayor riesgo de sufrir cáncer de mama (**Delgado, 2009**).

Si comes una cantidad excesiva de carnes curadas y ahumadas, tienes un mayor riesgo de padecer cáncer; el consumo de embutidos y ahumados provoca la formación de compuestos cancerígenos en respuesta a los ácidos en el estómago, y puede estar relacionado, en particular, con un mayor riesgo de padecer leucemia infantil. Los productos químicos utilizados en la curación de la carne y el ahumado, pueden aumentar el riesgo de sufrir otros tipos de cáncer (**Delgado, 2009**).

### **III. ANÁLISIS y DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

El queso provolone, más comúnmente conocido en nuestra región como queso ahumado, es un queso alternativo en el mercado y en la región san Martín tiene buena aceptación debido que al ser ahumado le da un sabor, color, olor, textura peculiar; además el

ahumado prolonga la vida útil del alimento, ya que el humo presenta actividad antioxidante y antimicrobiana. El queso ahumado debe ser elaborado con leche de buena calidad. El proceso de ahumado dura de 4 o 5 horas a una temperatura de 36°C, obteniéndose un queso de calidad que tiene un tiempo de vida útil como mínimo de 1 año y como máximo de 3 años en almacenes controlados. Con este producto se puede forjar cadenas productivas y formar alianzas para ir escalando y tener presencia en los grandes mercados competitivos.

El queso provolone ahumado pertenece al grupo de quesos semiduros de pasta hilada que tiene un alto valor nutritivo: proteína total de 25%, grasa 27%, cenizas 4% y por tener agua en un 42.5%, pertenece al grupo de alimentos de humedad intermedia y por esta razón tiene una vida útil prolongada en condiciones controladas, además es un alimento apetecible para todas las edades del consumidor.

Para mejorar su calidad organoléptica y sanitaria, este producto es sometido a un proceso de ahumado tradicional, para prolongar su vida útil, ya que el humo presenta actividad antioxidante y antimicrobiana, retrasando la oxidación o enranciamiento e inhibiendo el crecimiento microbiano. Sin embargo el ahumado tradicional si no se lleva a cabo en forma correcta puede incorporar al alimento sustancias tóxicas presentes en el humo, tales como los HAPs, benzopirenos, aminas heterocíclicas, etc.

Como norma general los HAPs, se forman cuando se expone toda materia orgánica a muy altas temperaturas, por un proceso de pirolisis donde se forman los benzopirenos y otros compuestos tóxicos a temperaturas de 350 a 750°C donde también los componentes del alimento a estas temperaturas drásticas presentan modificaciones estructurales y reacciones entre ellas, dando origen a la formación de los HAPs entre los que se encuentran los benzopirenos.

Según investigaciones, se han podido identificar centenares de HAPs en el medio ambiente, la atmosfera, plantas, el suelo y los animales marinos, que presentaban propiedades cancerígenas en diferentes órganos y en diferentes especies animales. Posteriormente se calificó a los HAPs como cancerígenos alimentarios potenciales, a partir de los estudios epidemiológicos que mostraban una frecuencia elevada de canceres

de estómago en las poblaciones que consumen importantes cantidades de productos ahumados (pescado, carnes y quesos).

Además las nitrosaminas formadas por el proceso de ahumado tienen un poder carcinógeno muy potente, principalmente en el estómago y en el esófago. Sin embargo, todavía existe mucha controversia sobre el verdadero efecto que tienen en el individuo, puesto que las cantidades que se consumen son muy bajas. También las aminas heterocíclicas formadas durante el calentamiento de los diferentes tipos de alimentos, presentan actividades mutágenas más fuertes provienen de la pirolisis de proteínas y aminoácidos, pero también pueden originarse por pirolisis de glúcidos y lípidos. Todos estos compuestos mencionados presentar efectos colaterales para la salud generando cánceres, alergias, asma, entre otras enfermedades.

Para contrarrestar el ahumado tradicional se usa el humo líquido que suprime los inconvenientes del ahumado tradicional, ya sean en el ámbito higiénico (benzopirenos, contaminación atmosférica), en el ámbito práctico (riesgos de incendio, equipos difíciles de limpiar debido a la presencia de alquitranes, volúmenes importantes de almacenamiento de aserrín o virutas) o en el ámbito económico (tiempos de ahumado muy importantes y costes de producción a veces excesivos). Es mucho más fácil establecer y normalizar la adición de un condimento líquido conocido que reproducir el proceso de ahumado vaporoso tradicional, por eso cuando se usa humo líquido se obtiene un producto de color y sabor más homogéneo. El uso de humo líquido resulta más simple e higiénico, al no tener que ocuparse de la manipulación de aserrín, limpieza del lugar donde se realiza el ahumado y problemas correspondientes además ha proporcionado una solución al problema de las emisiones relativas al ahumado tradicional. Elimina las emisiones de partículas y de olor desagradable de la mayoría de las operaciones de ahumado de carne, a fin de satisfacer las reglas industriales de contaminación de aire. Otra de las ventajas resultantes del uso de condensados de humo natural en vez del humo vaporoso para la saborización de carnes y otros alimentos, consiste en la remoción de alquitranes y resinas relativas a los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) durante el proceso de fabricación del humo.

#### IV. CONCLUSIONES.

De acuerdo al análisis efectuado en el presente trabajo monográfico se arriba a

Las siguientes conclusiones.

1. El queso ahumado es un producto que cuenta con las características organolépticas y nutritivas necesarias para ser considerado como un producto alternativo en el mercado san martinense, ya que es preferido por la clase media y alta de la población.
2. El proceso ahumado para este tipo de producto puede generar el humo correspondiente para darle las cualidades correspondientes (color, sabor, textura) y cualidades bacteriostáticas y de conservación; sin embargo el mal manejo del proceso de ahumado sea por el mal uso del material que genera el humo y por el mal manejo de los parámetros tecnológicos, generan compuestos tóxicos procedentes del humo tales como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), benzopirenos, formación de Nitrosaminas, aminos heterocíclicos cuya acumulación de estas generan alergias, cánceres entre otras enfermedades. Los HAPs y los benzopirenos son potentes agentes causantes de cánceres al pulmón, hígado, anemia, cataratas y la ceguera, etc.
3. Para contrarrestar el ahumado tradicional se usa el humo líquido que suprime los inconvenientes del ahumado tradicional, ya sean en el ámbito higiénico (benzopirenos, contaminación atmosférica), en el ámbito práctico (riesgos de incendio, equipos difíciles de limpiar debido a la presencia de alquitranes, volúmenes importantes de almacenamiento de aserrín o virutas) o en el ámbito económico (tiempos de ahumado muy importantes y costes de producción a veces excesivos). Es mucho más fácil establecer y normalizar la adición de un condimento líquido conocido que reproducir el proceso de ahumado vaporoso tradicional, por eso cuando se usa humo líquido se obtiene un producto de color y sabor más homogéneo. El uso de humo líquido resulta más simple e higiénico, al no tener que ocuparse de la manipulación de aserrín, limpieza del lugar donde se realiza el ahumado y problemas correspondientes además ha proporcionado una solución al problema de las emisiones relativas al ahumado tradicional.

4. Al consumir una cantidad excesiva de carnes curadas y ahumadas, se tiene un mayor riesgo de padecer cáncer; el consumo de embutidos y ahumados provoca la formación de compuestos cancerígenos en respuesta a los ácidos en el estómago, y puede estar relacionado, en particular, con un mayor riesgo de padecer leucemia infantil. Los productos químicos utilizados en la curación de la carne y el ahumado, pueden aumentar el riesgo de sufrir otros tipos de cáncer.

## **V. RECOMENDACIONES.**

- 1.** Controlar los parámetros tecnológicos en la elaboración de queso provolone y escoger materiales de buena calidad y que generan humo.
- 2.** Ahumar el queso provolone en ahumadores que producen humo frío o usar humo líquido para la elaboración de queso provolone.
- 3.** Incentivar el consumo de queso provolone como una alternativa de la alimentación de todas las edades.
- 4.** Sugerir a la facultad de ingeniería agroindustrial suscripciones de revistas científicas de alimentos y de ingeniería agroindustrial ya que los medios virtuales no son suficientes o en algunos casos carecen de valor científico.

## VI. BIBLIOGRAFIA.

1. Eurostat, 2001. Milk production: slight increase in collection during 2001. En línea. Consultado 25 sep. 2010. Disponible en: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-NN-02-017/EN/KS-NN02-017-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-NN-02-017/EN/KS-NN02-017-EN.PDF)
2. Delgado. 2009. Blog de alimentación VITONICA **El riesgo de los ahumados** <http://www.vitonica.com/alimentos/el-riesgo-de-los-ahumados>
3. FAO, 2006. Perspectivas Alimentarias. Análisis de mercado mundial. Leche y productos lácteos. En línea. Consultado 25 Sep. 2010. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/009/j7927s/j7927s00.htm>
4. Guillen D. etal. 2004. Detección rápida de hidrocarburos aromáticos en aromas de humo y alimentos universidad del país vasco.
5. Gunther D. 1965. Ocurrencia, aislamiento de hidrocarburos polinucleares como residuos. Revudue.
6. Labell, F. 1996. Food safety through smoke. Prepared Foods. En línea. Consultado 10 Sep. 2010. Disponible en: [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m3289/is\\_n12\\_v165/ai\\_18933249/](http://findarticles.com/p/articles/mi_m3289/is_n12_v165/ai_18933249/)
7. HAYAS (Colegio Las Hayas, ME). 2009. Ahumado de alimentos (en línea). Consultado 17 sep. 2010. Disponible en: <http://www.hayas.edu.mx/bach/alimentos/ahumado.html>
8. Kate Walker 1990. Manual práctico del ahumado de los alimentos
9. Kowalski, Z. 2010. Removal of Unpleasant Odorous Substances from Smoke Produced by Smoke Curing Houses. Faculty of Chemical Engineering and Technology, Institute of Inorganic Chemistry and Technology, Cracow University of Technology. Cracow, Poland. American Journal of Environmental Sciences 6 (2): 115-123, 2010
10. Madrid Vicente (1999). Tecnología quesera. 2ª edición. España.



11. Naranjo, P. 2007. Evaluación de las características físicas y sensoriales del queso crema con albahaca (*Ocimum basilicum*), comino (*Cuminum cyminum*) y tomates secos (*Solanum lycopersicum*). Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Zamorano, HN. 26p.
12. Newell, G.L. y MACFARLANE, J.D. 1987. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. *Journal of food science*, 52:1721.
13. Ovalles, F. 2003. Determinación del color (en línea). Consultado 20 jul. 2009. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm>
14. Revilla, A. 2009. Tecnología de la leche. 5 ed. Zamorano, HN. Zamorano Academia Press. 312 p.
15. Riha, W. and Wendorff, W. 1993. Evaluation of color in smoked cheese by sensory and objective methods. *J. Dairy Science*. University of Wisconsin. Madison, WI. EE.UU. 76p.
16. Rhodes, J. 2010. Dangers of eating smoked food. (en línea). Consultado 25 Sep. 2010. Disponible en: <http://www.helium.com/items/1065023-dangers-of-eatingsmoked-food>
17. Robinson R. 2002. Fabricación de quesos, Edit. Acribia Zaragoza España.
18. Sagastume, J. 2007. Efecto del uso de estabilizadores en el rendimiento y características físico-químicas y sensoriales del queso crema Zamorano. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. HN. 50p.
19. Scott. R. 1991. Fabricación de quesos Edit. Acribia Zaragoza España
20. Sikorski, Z.E., 2002. Food Chemistry-Composition, Transformation and Properties of Food. WNT, ISBN: 83-204-3210-3, pp: 578.
21. Toth, L. and Potthast , K. 1984. Chemical aspects of the smoking of meat and meat products. *Adv. Food Res.*, 29: 87-158. DOI: 10.1016/S0065- 2628(08)60056-7
22. Villegas De Gante, A.(2012).Tecnología quesera. Edit Trillas- México.
23. Watts, B. 1992. Basic Sensory Methods for Food Evaluation. International development research centre. Ottawa, Ontario, CA.

24. Wendorff, W. 2010. Smoked Cheese. Guide for cheesemakers. Dept. of Food Science. Wisconsin Center for Dairy Research. University of Wisconsin. Madison, WI. EE.UU. 6p.