

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PRESENCIA DE BACTERIAS COLIFORMES EN QUESOS FRESCOS DE  
LECHE DE VACA EN DIFERENTES FASES DE PRODUCCION ELABORADOS  
ARTESANALMENTE EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSE PINULA.**

**DORA BEATRIZ GARCIA MATER**

**GUATEMALA, MAYO 2000.**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PRESENCIA DE BACTERIAS COLIFORMES EN QUESOS FRESCOS DE  
LECHE DE VACA EN DIFERENTES FASES DE PRODUCCION ELABORADOS  
ARTESANALMENTE EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSE PINULA.**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.**

**POR**

**DORA BEATRIZ GARCIA MATER**

**COMO REQUISITO PREVIO A CONFERIRSELE EL TITULO DE**

**MEDICO VETERINARIO**

**GUATEMALA, MAYO 2000**

**JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

DECANO	Lic. RODOLFO CHANG SHUM
SECRETARIO	Dr. MIGUEL ANGEL AZAÑON ROBLES
VOCAL I:	Lic. ROMULO GRAMAJO
VOCAL II:	Dr. FREDY GONZALEZ GUERRERO
VOCAL III:	Lic. EDUARDO SPIEGELER
VOCAL IV:	Br. JEAN PAUL RIVERA
VOCAL V:	Br. FREDDY CALVILLO
<b>ASESORES:</b>	<b>Dr. JAIME ROLANDO MENDEZ</b>
	<b>Dr. LUIS ALFONSO MORALES</b>
	<b>Dr. WILLSON VALDEZ MELGAR</b>

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

**EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE  
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PRESENTO A  
CONSIDERACION DE USTEDES EL TRABAJO DE TESIS TITULADO**

**PRESENCIA DE BACTERIAS COLIFORMES EN QUESOS FRESCOS DE  
LECHE DE VACA EN DIFERENTES FASES DE PRODUCCION ELABORADOS  
ARTESANALMENTE EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÈ PINULA.**

QUE ME FUERA APROBADO POR LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA PREVIO A OPTAR  
EL TITULO PROFESIONAL DE:

**MEDICO VETERINARIO**

## TESIS QUE DEDICO

**A: Mi patria Guatemala**

A: La Universidad de San Carlos de Guatemala

A: La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

## ACTO QUE DEDICO

- A: DIOS                      Quien más que mi creador es mi amigo mi  
                                  TODO
- A: MIS PADRES             Arturo García Santos  
                                  Faustina Mater de García  
                                  Por el amor que me brindan y que siempre  
                                  les tendre.
- A: MI ABUELA             Por enseñarme el camino hacia DIOS
- A: MIS HERMANAS María Cristina y Alma Ruth
- A: MIS SOBRINOS         David, Ismael y Rocio
- A:                             Arturo Roberto Orozco
- A: MIS AMIGAS            Sheny Monzón, Paty Cruz, Lucero Oliva  
                                  en especial a Jacqueline Escobar.

y

A todos aquellos seres que sin ser humanos llenan mi vida.

## AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento:

A: Dios

A: Mis Padres

A: Mis Asesores: Dr. Jaime Méndez  
Dr. Luis Morales  
Dr. Willson Valdez

A: Los señores productores de Industrias lácteas Artesanales del Municipio de San José Pinula.

A: El Personal del Departamento de Salud Pública Veterinaria en especial a Edgar Gaitán.

A: La Licenciada Maritza Paredes de Paiz y a los Doctores Patricia Cruz y Heliodoro García. Por su valiosa colaboración.

A todos y a cada uno de ellos gracias.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 General	2
2.2 Específicos	2
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
3.1 Calidad de la leche para quesos	3
3.2 Pasteurización de la leche para fabricación de quesos	3
3.3 Contaminantes de la leche	5
3.3.1 Contaminantes químicos	5
3.3.2 Contaminantes biológicos	5
3.4 Principales grupos bacterianos encontrados en la leche y subproductos	5
3.5 Generalidades sobre quesos	8
3.6 Características nutricionales de los quesos	9
3.7 Clasificación de los quesos	10
3.7.1 Quesos frescos	11
3.7.2 Quesos blandos	11
3.7.3 Quesos semiduros	12
3.7.4 Quesos duros	12
3.8 Fases de elaboración de quesos	13
3.8.1 Coagulación	13
3.8.2 Corte de la cuajada	14
3.8.3 El  salado	15
3.8.4 Moldeado	15
3.8.5 Prensado	15
3.8.6 Maduración	16
3.9 Aspectos importantes en la quesería	17

IV. MATERIALES Y METODOS	19
4.1 Materiales	19
4.1.1 Recursos humanos	19
4.1.2 Recursos biológicos	19
4.1.3 Recursos de laboratorio	19
4.1.4. Recursos de campo	20
4.2 Metodología	20
4.2.1 Cálculo para el diseño de la muestra	21
4.2.2 Procedimiento del muestreo	21
4.2.3 Procedimiento de laboratorio	22
4.3 Anàlisis estadístico	25
V. RESULTADOS Y DISCUSION	26
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES	30
VIII. RESUMEN	31
IX. BIBLIOGRAFIA	33
X. ANEXOS	35
XI. APENDICES	36

## I. INTRODUCCION

Dentro de los múltiples productos derivados de la leche se encuentra el queso fresco que por su precio accesible, sabor aceptable y combinación con variedad de comidas posee mucha aceptación dentro de la dieta diaria de los guatemaltecos, siendo además fuente importante de proteínas, grasas, agua, sales minerales y vitaminas indispensables para el organismo.

Sin embargo, cuando en su elaboración no se siguen las medidas básicas de higiene puede convertirse en un producto de consumo riesgoso, pues esto contribuye a la adición de contaminantes biológicos principalmente de tipo bacteriano que pueden llegar a ocasionar graves enfermedades intestinales a los consumidores.

En el área rural, la industria artesanal es uno de los principales proveedores de queso, tanto a expendedores como a consumidores directos.

En el municipio de San José Pinula, departamento de Guatemala existen varias industrias de tipo artesanal, desconociéndose las condiciones higiénico - sanitarias del proceso de elaboración y por ende la calidad del queso que producen. En el estudio se pudo establecer que los quesos frescos elaborados en industrias artesanales del municipio antes mencionado presentaron contaminación por bacterias enteropatógenas independientemente de la fase del proceso de elaboración.

## **II. OBJETIVOS.**

### **2.1 GENERAL:**

Obtener información que permita establecer la calidad bacteriológica de quesos frescos elaborados artesanalmente.

### **2.2 ESPECIFICOS**

— Cuantificar las unidades formadoras de colonias (U.F.C./ gr.) de coliformes totales en quesos frescos elaborados artesanalmente en el municipio de San José Pinula.

— Evaluar la calidad e higiene de la leche cruda utilizada para la elaboración de quesos, por medio de las diferentes pruebas aplicadas de rutina.

— Obtener información que permita establecer en que fase de la línea de producción se produce mayor contaminación del producto.

### **III. REVISION BIBLIOGRAFICA**

#### **3.1 CALIDAD DE LA LECHE PARA QUESOS**

Es importante destacar que para producir buenos quesos se tiene que partir de leche de buena calidad. Para asegurar buenos resultados se debe usar leche limpia, baja en contenido bacteriano no debe poseer olores o sabores anormales y debe de proceder de animales sanos. (13).

Las leches mastíticas son muy perjudiciales en la fabricación de quesos, aún la leche de vacas clínicamente curadas pueden causar perturbaciones en la fabricación, ya que contienen elementos bacteriostáticos que inhiben el desarrollo normal de los fermentos lácticos.(13).

Para la producción de queso es necesario partir de leche de una calidad más elevada que para la fabricación de otros productos lácteos. La razón de ello es que la leche para elaboración de queso no puede tratarse a alta temperatura y que de hacerlo se producirían modificaciones no deseables en el estado de las proteínas. (10) .

No obstante, el recuento bacteriano total de la leche utilizada, no es tan importante como el tipo de bacterias presentes. Así las más perjudiciales son las bacterias productoras de gas como las del género *Escherichia* y *Enterobacter* y las formadoras de esporas. (10).

Las bacterias del género *Escherichia* y *Enterobacter* no sobreviven normalmente a una baja pasteurización. Por lo tanto si se detecta su presencia en el queso debe imputarse a una higiene insuficiente en la quesería. Los tipos termorresistentes y los esporulados por el contrario no son destruidos durante la pasteurización. (10).

#### **3.2 PASTEURIZACION DE LA LECHE PARA FABRICACION DE QUESOS**

A la salida de la ubre sana, la leche contiene muy pocos microorganismos, pero después a consecuencia del mal manejo, se va contaminando con los microorganismos predominantes en el medio, algunos de los cuales son perjudiciales y otros son gérmenes normalmente usados en la fabricación del queso. (12).

Bajo el punto de vista sanitario higiénico y técnico, se hace necesario pasteurizar la leche destinada a la producción de queso. Pero no se debe considerar la pasteurización como un método de sustitución de la higiene de producción.(12).

La pasteurización de la leche es un medio para destruir las bacterias patógenas y las formas vegetativas de los microorganismos perjudiciales, así como las enzimas de la leche. La pasteurización debe ser aplicada para obtener resultados efectivos bajo el punto de vista microbiológico sin alterar el equilibrio de los elementos químicos y el estado físico de la leche.(12).

La pasteurización de la leche destinada a la elaboración de quesos conviene efectuarla a 70°C durante 15 a 20 segundos en el tratamiento rápido o bien a 65°C durante 30 minutos si se emplea el tratamiento lento. Un tratamiento térmico a temperatura más elevada tiende a precipitar el calcio como trifosfato de calcio, que es una sal insoluble, y trae como consecuencia una coagulación defectuosa. Se procura compensar esta pérdida de calcio mediante la adición de cloruro de calcio. (20).

En realidad la pasteurización permite:

- Destruir el 99% de los agentes microbianos causantes de enfermedades al hombre, tales como bacterias, rickettsias, virus y protozoarios.
- Disminuir el número de aquellos microorganismos saprófitos que son los que por lo general, afectan la calidad de la leche y sub-productos.
- Controlar más fácilmente los métodos de producción y la velocidad de maduración.
- Producir queso estandarizado todo el año.
- Madurar el queso a temperatura más alta que la usada para queso de leche cruda.
- Obtener productos de más larga conservación.
- Disminuir apreciablemente la producción de queso con aroma y sabor más puro.(11).

### 3.3 CONTAMINANTES DE LA LECHE

El alto valor nutritivo de la leche, puede ser contrarrestado con la existencia accidental de diversos tipos de contaminantes . Estos se pueden dividir en dos grupos:

#### 3.3.1 Contaminantes químicos

Los contaminantes químicos más frecuentemente detectados son: Insecticidas (DDT, Aldrin, Dieldrin, Heptacloro), fungicidas, Herbicidas, Higienizantes (yodo, cloro, peróxido de hidrógeno, amonio cuaternario) y el grupo de antibióticos (penicilina, estreptomicina, clortetraciclina). (13).

#### 3.3.2 Contaminantes biológicos

La leche, desde el momento mismo de su producción está expuesta a que se le agreguen un sin número de agentes microbianos. La cantidad y clase de estos agentes está en función de las prácticas de higiene y sanidad observados en el manejo del producto durante su producción, transporte, procesamiento y venta. (13).

Entre los grupos de contaminantes biológicos encontrados en la leche tenemos a las bacterias, los hongos, las rickettsias y los virus. De estos, unos son patógenos para el hombre y otros saprófitos. La importancia de estos últimos radica en el deterioro que causan a la calidad de la leche y sus productos. (13).

### 3.4 PRINCIPALES GRUPOS BACTERIANOS ENCONTRADOS EN LA LECHE Y SUB PRODUCTOS

La leche por su variada composición química, ofrece un medio de cultivo óptimo para el desarrollo especialmente de las bacterias. En este grupo podemos encontrar bacterias que se alimentan básicamente ya sea de la proteína, la lactosa o las grasas. Sus actividades bioquímicas sobre cada uno de estos compuestos serán proteolíticas, sacorolíticas o lipolíticas, respectivamente. (13).

Las bacterias más importantes de la leche y de los subproductos son: Las bacterias lácticas, bacterias coliformes, bacterias propiónicas, bacterias butíricas, bacterias

proteolíticas y las bacterias patógenas. (16).

Las bacterias lácticas transforman la lactosa en ácido láctico bajando el pH hasta 4.5. A esta acidez se impide la acción de estas bacterias y otros gérmenes. En la leche cruda caliente, éstas bacterias se multiplican rápidamente. Estas bacterias no forman esporas y se destruyen por la pasteurización a temperatura baja. (16).

Generalmente, el primer organismo que prospera en la leche es Streptococcus lactis, siendo reemplazado posteriormente por Lactobacillus casei y Lactobacillus acidophilus como tipos predominantes. (7).

Las bacterias Coliformes, llegan a la leche y sub-productos por malas condiciones higiénicas. La óptima temperatura para su desarrollo es aproximadamente 37°C. Las bacterias Coliformes no forman esporas y se destruyen por pasteurización a temperatura baja, por lo que se emplean como indicadores de la higiene en el manejo de la leche después de este proceso. (13, 16).

Las bacterias Coliformes producen ácido láctico y ácido acético, bióxido de carbono e hidrógeno a partir de la lactosa. En base a la formación de estos gases, se puede determinar la presencia de bacterias Coliformes. La presencia de estas indica además la existencia de bacterias patógenas. (16).

Forman este grupo las bacterias Escherichia coli y Enterobacter aerogenes, que son microorganismos gram- negativos anaerobios facultativos y que se encuentran generalmente en el intestino del hombre y de los animales, en el suelo, en el heno, en el polvo, etc. (7, 13).

Su importancia en la lechería se debe a que su presencia en la leche y en los productos lácteos indica deficiencia en la higiene de los métodos de producción, transporte y venta, etc., y además ocasiona acidificaciones, lo que causa daños a la leche y sus productos. En el queso, las bacterias Coliformes provocan la formación de muchos agujeros pequeños en la pasta conocido como hinchamiento precoz, por ocurrir antes de las 48 horas, y constituye un elemento de depreciación del producto. (12, 13, 16).

Las bacterias propiónicas convierten la lactosa en ácido láctico, ácido acético y

bióxido de carbono. Estas bacterias forman agujeros grandes y proporcionan un sabor específico a los quesos de tipo Emmenthal y Gruyere. La temperatura óptima para su desarrollo en los quesos es de 24°C. Abajo de 10°C, las bacterias propiónicas no se multiplican. Estas bacterias no forman esporas y se destruyen por pasteurización a temperatura alta. (16).

Las bacterias butíricas transforman la lactosa en ácido butírico, bióxido de carbono e hidrógeno. Estas bacterias se encuentran frecuentemente en los forrajes, ensilados y en la tierra. Por contaminación llegan a la leche. Son bacilos capaces de formar esporas (que resisten a la pasteurización) en condiciones adversas. Son aeróbios y su temperatura óptima de crecimiento son los 37°C. La más conocida de estas bacterias es el **Clostridium botulinum**. (16).

El ácido butírico es volátil y proporciona un olor desagradable al producto. La producción de los gases pueden provocar hinchamientos tardíos en los quesos, acompañados de defectos en el sabor. El agente responsable es el **Clostridium tyrobutyricum**. Un bajo número de esporas de dicho microorganismo en la leche puede causar defectos importantes en los quesos. (7, 16).

Las bacterias proteolíticas se encuentran frecuentemente en heno, paja y partículas de estiércol, forman esporas altamente termoresistentes, su destrucción se dificulta aún en la esterilización. Las bacterias proteolíticas se desarrollan mejor en medios neutros y alcalinos. Pueden coagular leche no acidificada. (16).

Las bacterias patógenas proceden esencialmente del hombre y del animal mismo. Los productos lácteos que contienen tales microorganismos pueden ser dañinos como alimentos para el hombre. Por contaminación humana, la leche puede contener microorganismos enteropatógenicos como Salmonella y Shigella que son responsables de intoxicaciones alimentarias. El animal puede contaminar la leche con el bacilo tuberculoso bovino, bacilo de la fiebre de Malta y bacterias responsables de mastitis. (12, 16).

La mayoría de las bacterias patógenas no provocan modificaciones sensibles en la leche y solamente se descubren por medio de análisis bacteriológico. En los quesos algunos microorganismos patógenos como **Brucella mellitensis** pueden sobrevivir durante algún tiempo. Otros microorganismos pueden multiplicarse y producir sustancias

tóxicas como **Staphylococcus aureus** cuyas toxinas son detectables en el queso cuando el número de gérmenes supera los 5 - 10 millones/gr. (7, 16).

Los microorganismos patógenos sobreviven hasta 3 meses en ciertos tipos de quesos, pero por regla general la maduración de quesos reduce el contenido de agentes patógenos. (3).

### 3.5 GENERALIDADES SOBRE QUESOS

**QUESO:** Según COGUANOR queso es un producto lácteo sin madurar o madurado, obtenido por la coagulación enzimática y/o ácida de leche, suero de leche, crema o cualquier combinación de los mismos, después de drenar el suero formado con o sin aplicación de calor y con o sin la adición de otros ingredientes y aditivos alimentarios. (4).

Desde el punto de vista físico químico, el queso es un sistema tridimensional formado básicamente por la caseína integrada en el denominado caseinato- fosfato - cálcico el cual por coagulación forma una especie de gel que engloba los glóbulos grasos, algunos minerales, vitaminas lactosas y otros componentes de la leche. ( 14).

El queso es un alimento universal que se produce en casi todas las regiones del globo a partir de leche de diversas especies de mamíferos. Se encuentran entre los mejores alimentos del hombre, no solamente en razón de su valor nutritivo, sino también en razón de las cualidades organolépticas extremadamente variadas que poseen. (1, 12 ).

Nadie sabe a ciencia cierta cuando el hombre transformó la leche en algún tipo de queso, pero puede que haya ocurrido en tiempos prehistóricos. Es muy probable que tan pronto como el hombre comenzó a utilizar los animales domésticos trató de alargar el plazo para consumir la leche que de ellos obtenía.(10, 21).

Hoy en día, la mayoría de los quesos se producen industrialmente, lo que ha permitido la introducción de cambios considerables en los métodos de producción, manteniendo al mismo tiempo los principios básicos de elaboración, como son la fabricación de un producto no perecedero, sabroso y nutritivo. (10).

### 3.6 CARACTERISTICAS NUTRICIONALES DE LOS QUESOS

El queso tiene un alto valor nutritivo con gran concentración de proteínas, grasas, agua, sales minerales y vitaminas. Constituye una interesante fuente de calorías y contribuye a la remineralización del organismo puesto que contiene abundante cantidad de calcio y fósforo. Sin embargo, el nivel de calcio varía en función del contenido en agua y del tipo de fabricación.(7,5,8,13,).

Según el sistema de fabricación, los quesos contienen entre el 10 y 30% de proteínas. Estas proteínas proceden de la caseína modificada, una parte importante se encuentra degradada y solubilizada en oligopéptidos y aminoácidos. De hecho como consecuencia de esta proteólisis, las proteínas del queso son más fácilmente digestibles. (6).

Al igual que en el calcio de la leche, el calcio de los quesos es bien asimilado por el organismo humano, debido a las proporciones relativas de calcio y fósforo que aporta y a la presencia concomitante de proteínas que favorecen la absorción intestinal. El contenido en aminoácidos esenciales de las proteínas de la leche y de los quesos confiere a estos productos un valor nutricional extremadamente elevado.(6).

Respecto a la grasa que contiene un queso, no solamente suministra calorías sino que es también portador de vitaminas liposolubles esencialmente vitamina A y D. ( 6 ).

Los lípidos de la leche, triglicéridos, fosfoglicéridos, esfingósidos se encuentran en el queso en forma emulsionada, lo cual los hace más digestibles. (6) .

En cuanto a la consistencia del queso, depende aparte de la grasa, de su contenido de agua. Esta sirve además de disolvente y como suero es portadora de sustancias minerales, de vitaminas hidrosolubles y de ácido láctico (19).

Las vitaminas del grupo B son en gran parte eliminadas con el lactosuero a lo largo del desuerado quedando retenidos unicamente el 25% en la cuajada. La vitamina C es totalmente eliminada. (6) .

Cameron y Fox mencionan que el queso es un alimento mucho más concentrado que la leche, pero menos completo debido a su falta de carbohidratos. Además hacen

referencia a que el contenido de vitaminas de un queso es muy variable y depende de la calidad de leche utilizada en su producción. (8).

### 3.7 CLASIFICACION DE LOS QUESOS

Existen muchas variedades de quesos y más de 800 nombres que les aplican a estos. Es difícil establecer una clasificación rígida de ellos, por cuanto las características que se pueden usar para agruparlos son múltiples y no siempre son comunes a todas las variedades de estos. (1,12).

En cuanto al método de coagulación se dividen en: Quesos ácidos y quesos de cuajo.

Basándose en el origen de la leche se clasifican en:

- Quesos de leche de vaca: Cheddar
- Quesos de leche de oveja: Manchego
- Quesos de leche de cabra: Valencay
- Quesos de leche de búfala: Mozzarella (11 )

Según el tipo de microorganismo utilizado en la maduración, Madrid (14) refiere la siguiente clasificación:

- Quesos veteados: Roqueforte, Cabrales.
- Quesos de moho blanco: Camembert, Brie.
- Quesos con desarrollo bacteriano en corteza: Saint Paulin.

En cuanto a la maduración los quesos se agrupan en frescos, no madurados y madurados.(12).

Es posible clasificarlos en cuanto a la consistencia en dos grandes grupos (12,18).

- DUROS:

MUY DUROS

Sin ojos de gas: Chester, Cheddar, Parmesano.

Con ojos de gas: Suizo, Gruyere, Ementhal.

- SEMI DUROS

Madurados por hongos: Roqueforte

Madurados por bacterias: Brick, Chanco.

- BLANDOS

Madurados por bacterias: Limburguer, Munster

Madurados por hongos: Camembert

No madurados: Cottage, Criollo, Neufchatel. (12,17,18).

La más conocida de las clasificaciones se hace atendiendo al contenido en agua de los quesos: Quesos frescos, Quesos blandos, Quesos semiduros y Quesos duros.

### 3.7.1 QUESOS FRESCOS

Son aquellos que tienen un alto contenido en humedad del 60 al 80% de textura relativamente firme, levemente granular, preparado con leche íntegra, semidescremada, cuajada por enzimas o ácidos orgánicos, generalmente sin cultivos lácticos. Son quesos sin corteza o con una corteza muy fina que apenas se prensan, con lo que no eliminan mucho suero. (4,14).

Es el queso que no ha sufrido proceso de maduración, por lo que suelen tener sabor a leche fresca o leche acidificada y que está listo para su consumo inmediatamente después de su fabricación. (4,14).

Se les suele conocer también como quesos ácidos, ya que la coagulación de la leche se lleva a cabo por acidificación de la misma, aún empleándose cuajo en muchos casos. (14).

### 3.7.2 QUESOS BLANDOS

Son aquellos que han sido madurados durante algún tiempo (desde algunas semanas hasta varios meses) desarrollando aromas y sabores característicos de cada tipo. Suelen tener un contenido alto de humedad (40-50%) aunque no tan alto como los

frescos, ello es así porque durante la maduración se evapora parte del agua. Desarrollan corteza de cierta consistencia y la pasta es blanda e incluso semi-líquida. La textura es cerrada aunque en algunas ocasiones se toleran ojos pequeños y poco numerosos.(14 ).

Los quesos blandos más conocidos a nivel mundial son el Camembert y el Brie ambos de origen francés.

Por su importante contenido en humedad se deben consumir pronto, ya que al endurecerse, pierden sus características. (14).

### 3.7.3 QUESOS SEMIDUROS

Aquí se incluyen una serie de quesos muy diferentes entre sí. Son sometidos a maduración, desde unas semanas hasta varios meses, con lo que parte de la humedad desaparece durante la misma. El contenido de humedad varía entre el 40 y 45%. (14).

Se pueden conservar durante un periodo mayor de tiempo (uno o varios meses); todos ellos tienen corteza, aunque también se protegen en algunos casos con papel de aluminio, colorantes, plásticos, etc. Suelen ser quesos con aromas y sabores bastante desarrollado como Roqueforte.(14).

### 3.7.4 QUESOS DUROS

Son los quesos que han sido sometidos a una maduración larga (incluso superior a un año ), o prensados con intensidad para reducir con ello su contenido en humedad, por lo que su conservación puede ser prolongada de uno a dos años. Suelen tener un 30 - 40% de agua. Su pasta es dura compacta con o sin agujeros, corteza más o menos dura. Entre este tipo de quesos se encuentran Cheddar, Emmental y Gruyere.(14).

Hay otros de textura granular o desmenuzable como el parmesano.

Estos quesos pueden ser preparados con leche integral, semidescremada o descremada, cuajada con cultivos lácticos y enzimas, cuyo contenido de grasa es variable dependiendo del tipo de leche empleado en su elaboración. (4, 14).

## 3.8 FASES DE ELABORACION DE QUESOS

### 3.8.1 COAGULACION

La coagulación en el proceso en que las proteínas se vuelven insolubles y se solidifican transformando la leche en una sustancia semi-sólida y gelatinosa. La elaboración de quesos se enfoca a la coagulación de la caseína. La coagulación de esta proteína se puede provocar por acción de ácidos o por medio de enzimas. (15,16).

- Coagulación ácida: Este método de coagulación se utiliza principalmente en la elaboración de algunos quesos frescos. Bajando el pH de la leche hasta un cierto punto, el complejo formado por caseína, calcio y fósforo se transforma en caseína ácida que es insoluble, y en sales cálcicas y fosfáticas. El proceso de la coagulación ácida es reversible porque acidificando aún más o añadiendo álcalí a la masa coagulada la caseína vuelve a solubilizarse. (15).

Para coagular la leche por medio de acidificación se puede utilizar ácido cítrico, ácido acético y ácido láctico, teniendo éste último el inconveniente que en exceso da como resultado grietas, dureza y sabor amargo en los quesos. (5,10,12).

- Coagulación enzimática: Normalmente en éste método se utiliza el cuajo (extracto obtenido del cuajar del estómago de terneros o cabritos lactantes) para provocar la coagulación de la caseína, principal proteína de la leche. (12, 14, 15).

El principio activo del cuajo es la quimosina, que es una enzima proteolítica que tiene la propiedad de hidrolizar los enlaces péptidos de las proteínas. (12).

La coagulación enzimática consiste en dos fases: la fase enzimática en que la caseína separa en un 95% de paracaseína y 5% de proteína de suero y la fase de coagulación en que la paracaseína, el calcio y el fosfato se transforman en el paracaseinato cálcico y fosfático. Este complejo se precipita, provocando la consistencia gelatinosa de la leche cuajada. (15).

Normalmente, la coagulación se realiza a 30 -32°C aunque la temperatura óptima son los 40 °C. (14).

El extracto de cuajo es hoy en día sustituido en muchos casos por enzimas de origen vegetal y otras enzimas obtenidos en laboratorio procedentes de diversos microorganismos . (14).

La coagulación por acción del cuajo se utiliza para la fabricación de la mayor parte de los quesos maduros, semiduros y duros. (12).

### 3.8.2 CORTE DE LA CUAJADA

Tiene por finalidad provocar y acelerar la salida del suero. Hoy día la cuajada es cortada con instrumentos denominados Liras, que consisten en aros metálicos cruzados por alambres de reducido espesor. Cuando son aplicados vertical y horizontalmente a la cuajada esta queda dividida en pequeños granos. (5, 12).

Las dimensiones del grano pueden variar según los métodos de fabricación y las variedades de queso, desde 3mm hasta 2.5cm. (12).

El tamaño del grano en que es cortada la cuajada tiene una influencia definida en la velocidad de salida del suero. Los granos grandes retienen más humedad que los pequeños y por esto conservan más lactosa; consecuentemente, la acidez del queso será también más alta. Por el contrario, para obtener quesos duros, con poca humedad en el interior de la masa, los granos deben de ser más pequeños. (5, 7, 12).

Cuando el tamaño de los granos no es uniforme los de menor dimensión quedan con menor humedad, más elásticos y con menor acidez final, mientras que los de mayor tamaño quedan más blandos, más llenos de suero y presentarán al final una acidez más alta. Esto determinaría la formación de una masa de textura poco uniforme con una distribución desigual de humedad y acidez. (12).

En seguida al fraccionamiento de la cuajada y para conservar el grano individualizado y evitar que se apelmace formando grumos, es necesario mantener el grano en constante movimiento por medio de la agitación , favoreciendo así el proceso de desuerado. (12).

### 3.8.3 EL SALADO

La salazón del queso se efectúa con la finalidad de impartirle cualidades de sabor que lo hacen más apetecible, dar al producto mayor conservación, inhibiendo los organismos proteolíticos y otros tipos generadores de la descomposición que, de otra manera podrían crecer en las etapas posteriores a la elaboración. A mayor cantidad de sal en el queso corresponde una conservación más larga. (10,12).

La salazón regula en cierto modo, además el cuerpo y la textura del queso influyendo en la solubilidad de los compuestos nitrogenados y facilita en ciertas condiciones la salida del suero de la cuajada por medio de ósmosis. (12).

La cantidad de sal en el queso puede variar entre 0.8 y 2% , pero en algunos quesos salados tipo criollo llega de 5 a 8%.(12).

### 3.8.4 MOLDEADO

El moldeado tiene por finalidad dar al queso determinadas formas de acuerdo con sus características y de cierto modo de acuerdo con la tradición y las exigencias del mercado. Los tipos de moldeo dependerá de la clase de queso que se desea elaborar, pudiendo ser esférico, cilíndrico, prismático, truncado, etc. (12).

En general al colocar la cuajada en los moldes se revisten estos de tela o paño para facilitar la salida del suero y formar la corteza. Los paños deben ser colocados de tal modo que no provoquen marcas ni arrugas en la superficie del queso. (12).

El formato y el tamaño del queso tiene mucha influencia sobre la calidad del producto, pues de ello depende la relación entre la superficie y el volúmen del queso. (12).

### 3.8.5 PRENSADO

El objeto del prensado es extraer el último suero, conseguir que los granos de cuajada se adhieran unos a otros formando una masa compacta y coherente, dar la forma adecuada al queso y formar una corteza superficial que puede tener un efecto protector sobre el resto de la masa de queso. (9, 12).

Muchos quesos son colocados solamente en los moldes para escurrir y tomar forma y textura por autocompresión; para esto se da vueltas al molde con frecuencia para que el propio peso de la masa vaya compactando el queso. (12).

La intensidad del prensado depende de la consistencia, la humedad y el tamaño del queso. Los quesos suaves y con mucho suero deben ser sometidos a una presión liviana, pero los quesos duros y con menor suero pueden ser prensados más fuertemente; sin embargo en cualquier circunstancia, la presión debe ser aplicada con menor intensidad al principio y ser aumentada después en fases sucesivas. (12).

El prensado puede variar en duración, desde 20 minutos en quesos medio blandos, hasta 24 a 48 horas en quesos duros. (12).

### 3.8.6 MADURACION

Durante la maduración se desarrollan varios procesos químicos, físicos, microbiológicos y enzimáticos que resultan en el olor y sabor característico del queso. (15).

En general existen dos tipos de maduración, la maduración interna o primaria que ocurre en el interior de la masa por acción del fermento láctico. En la maduración primaria, el fermento láctico transforma toda la lactosa en ácido láctico. (5, 7).

La maduración externa o secundaria se produce en la superficie del queso, progresando de afuera hacia adentro, al cabo de algunas semanas de maduración. Esta se produce por la acción de microbios aerobios que empiezan a crecer y a multiplicarse sobre la corteza del queso. (5, 7).

La maduración puede durar apenas unas horas para algunos quesos frescos, hasta meses y años para quesos duros. (14).

Durante la maduración deben cuidarse las condiciones de aireación, humedad y temperatura de las cámaras o camas donde se realiza. Cada queso tiene sus condiciones de humedad y temperatura para una óptima maduración. Durante éste período los quesos pierden peso por evaporación y desarrollan aromas y sabores característicos de cada tipo. Es necesario procurar que la pérdida de humedad sea uniforme en todos los quesos

almacenados. (14).

### 3.9 ASPECTOS IMPORTANTES EN LA QUESERIA

#### - Ubicación:

Las queserías rurales deben ubicarse preferentemente entre dos mil y cuatro mil metros de altitud, pues en esa región se encuentran las temperaturas ideales para la maduración del queso y para la fabricación de la mantequilla. (10).

Debe poseer abundante agua y de buena calidad, es decir libre de contaminantes. Además del agua es necesario que la quesería se construya en una zona elevada que permita un buen drenaje. Nunca se debe construir la quesería en la parte baja de la comunidad. Al contrario, la quesería debe estar en la parte más elevada para tener agua más limpia y mejores drenajes.

Asimismo, la quesería debe estar lejos de los corrales y establos ya que la cercanía de animales podría causar problemas al queso. Entre la quesería y el corral debe haber una distancia de por lo menos cien metros. (10).

#### - Número de ambientes:

Es importante que la quesería tenga por lo menos dos ambientes o cuartos completamente independientes. Uno para la sala de elaboración y el otro para la sala de maduración y salmuera. Esto se debe a que en ambos cuartos la temperatura es diferente, ya que el lugar de fabricación debe ser caliente en tanto el local de maduración debe ser frío. (10).

#### - Piso:

Debe ser de cemento para que al limpiarlo diariamente con la manguera el agua sucia se evacúe rápidamente. Debe tener una inclinación suficiente hacia el centro en donde estará el desagüe. (10).

- Paredes:

Las paredes de adobe deben ser blanqueadas con cal cada dos o tres meses y deben estar recubiertas con cemento por lo menos a un metro de altura con la finalidad de facilitar su limpieza. (10).

- Techo:

El techo ideal para la quesería es el de teja porque evita el paso del calor, funcionando como una especie de aislante que durante el día no deja pasar el calor y en la noche no deja entrar el frío. Si el techo es de zinc las temperaturas serán muy variables debido a que es un buen transmisor de calor y mal aislante. (10).

- Puertas y ventanas:

La puerta de entrada de la quesería debe ser ancha y doble, para permitir el ingreso de pailas y otro equipo voluminoso. Deben poseer interiormente un marco de madera con tela metálica para evitar con ello el ingreso de insectos voladores. Las ventanas deben ser suficientes en tamaño y en número para brindar buena iluminación. También las ventanas deben tener marco de madera y tela metálica colocándolas en los lados opuestos de la quesería. La cámara de maduración debe tener por lo menos una ventana en cada pared exterior, para hacer ingresar el aire cuando sea preciso rebajar humedad, enfriar el ambiente o reemplazar el aire viciado. (10).

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 Materiales

#### 4.1.1 Recursos Humanos

- 1 estudiante de Medicina Veterinaria que realizò el estudio.
- 3 profesionales Médicos Veterinarios Asesores del trabajo de tesis.
- Personal del Departamento de Salud Pública Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

#### 4.1.2 Recursos Biológicos

- Muestras de queso fresco recolectadas en industria artesanal.
- Muestras de cuajada recolectadas en industria artesanal.
- Muestra de masa recolectadas en industria artesanal.
- Muestras de leche fresca recolectadas en industria artesanal

#### 4.1.3 De Laboratorio

- Medio de cultivo: Placa petrifilm recuento de E. coli y coliformes.
- Solución azul de metileno.
- Solución hidróxido de sodio 0.1 N
- Solución indicadora de fenoftaleína
- Agua de peptona, agua destilada estéril.
- Lactodensímetro
- Incubadora
- Aparato cuenta colonias Quebeck
- Mechero bunsen
- Probetas
- Beakers
- Tubos de ensayo, gradillas.
- Autoclave
- Filtros
- Matraces Erlen Meyer

- Balanza Analítica
- Termómetro
- Pinzas
- Tijera
- Bandejas
- Pipetas de 1ml y 10 ml
- Mortero y pistilo

#### 4.1.4 De campo:

- Hielera de duroport.
- Cucharones estériles
- Cuchillos estériles.
- Refrigerante o hielo.
- Frascos estériles.
- Lapiceros.
- Rollos de Masking Tape.
- Jeringas y tubos de ensayo estériles.
- Libreta
- Paletas de madera estériles.
- Hojas o fichas de control.
- Vehículo como medio de transporte.

## 4.2. METODOLOGIA:

La recolección de muestras, para el presente estudio, se llevó a cabo en la cabecera municipal de San José Pinula. Visitando para ello las industrias lácteas artesanales que cumplieron con los siguientes criterios:

#### Criterios de Inclusión de la Industria a la Muestra

- \_ Que produjeran quesos frescos.
- \_ Que estuvieran anuentes a participar en el estudio.
- \_ Que estuvieran ubicadas en la cabecera Municipal de San José Pinula.
- \_ Que fueran industrias de tipo artesanal.

#### 4.2.1 CALCULO PARA EL DISEÑO DE LA MUESTRA

Se realizó en base a la norma COGUANOR NG0 34 046 h1 (toma de muestras de leche y productos lácteos). En la cual se especifica que para realizar Análisis Microbiológicos, deberán extraerse un número de 5 unidades de muestreo por lote a evaluar, pudiéndose extraer solamente una unidad de muestreo cada vez en diferentes días de producción.

Por consiguiente para el presente estudio se extrajeron 20 unidades de muestreo de cada una de las 7 industrias lácteas artesanales, para hacer un total de 140 muestras a evaluar, representando éste dato el objeto de estudio.

#### 4.2.2 PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO

Se procedió a visitar cada una de las 7 industrias artesanales y se realizó un muestreo en diferentes fases (Ver anexo 1) específicamente en las que se consideraron más susceptibles de contaminación.

\_ Recepción de materia prima.

Al momento de iniciar el proceso de elaboración de queso fresco se procedió a homogenizar la leche, extrayendo posteriormente 200 ml de leche cruda.

\_ Sedimentación.

En esta fase de elaboración del queso y posterior al corte de cuajada se procedió a extraer 50 gr. de muestra de cuajada.

\_ Amasado y salado

.

Con un cucharón para extracción de muestras se recolectaron 50 gramos de muestra de masa, colocándola después en un recipiente estéril.

\_ Producto terminado.

Al finalizar el proceso de elaboración, se procedió a tomar 50 gramos de un producto ya terminado (queso fresco), utilizando para ello espátula y cuchillos estériles.

Todas las muestras fueron recolectadas en recipientes estériles, herméticamente cerrados y debidamente identificados. Se colocaron en hielera de duroport con hielo lo que permitió su transporte a baja temperatura (5 °C).

Después de realizar cada muestreo en las instalaciones de cada quesería se procedió a llevar de inmediato las muestras recolectadas al laboratorio del Departamento de Salud Pública Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para realizar su análisis microbiológico.

La recolección y análisis de las muestras se realizó en un período de 7 semanas. Los datos y resultados obtenidos se anotaron en fichas elaboradas para tal fin. (anexo 2).

#### 4.2.3 PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO

Para determinar la calidad e higiene de cada una de las muestras de leche cruda, recolectadas en la Industria Artesanal, se procedió a realizar a nivel de laboratorio las siguientes pruebas:

\_ Prueba de Manns. Para determinar grado de acidez de la leche; dicha prueba consistió en agregar un álcali (hidróxido de sodio) para neutralizar el ácido de la leche, utilizando la fenoftaleína como indicador.

\_ Se determinó densidad de la leche utilizando para ello el Método del Lactodensímetro de Quevenne.

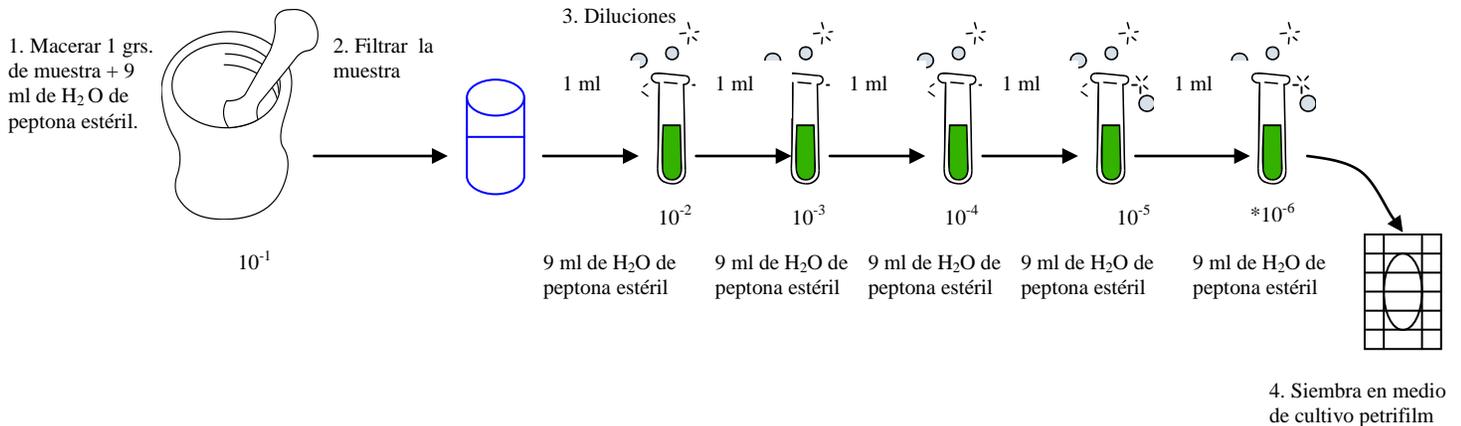
\_ Prueba de reducción del Azul de Metileno, llamada también Prueba de la reductasa, la cual se basa en el hecho de que el azul de Metileno añadido a la leche, se reduce con tanta más rapidez cuanto mayor es el contenido de bacterias.

Para determinar la presencia de bacterias coliformes y *E. coli* de las muestras recolectadas (leche, cuajada, masa y queso), se procedió a realizar su análisis microbiológico utilizando para ello el medio de cultivo Petrifilm, el cual constituye un sistema listo para usar que contiene los elementos de Violeta Rojo Bilis, un indicador de la actividad glucoronidasa y un indicador de tetrozolio que facilita la enumeración de colonia.

Se utilizò el mètodo de placas petrifilm recuento de *E. coli* y coliformes debido a que provee resultados cuantitativos en forma ràpida y segura, disminuyendo ademàs los riesgos de contaminación que frecuentemente son mayores cuando se usan medios de cultivo tradicionales que generalmente emplean demasiado equipo de laboratorio.

Otra de las ventajas que ofrece este mètodo es que se puede implementar en industrias làcteas para realizar monitoreos microbiològicos.

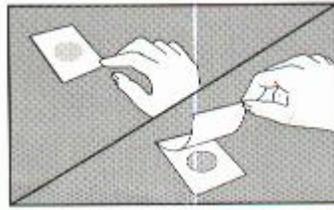
### PREPARACION DE LA MUESTRA



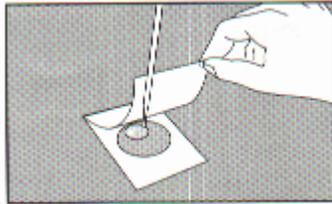
Todo el equipo y material de laboratorio utilizado fue previamente esterilizado.

Procedimiento utilizado para inoculación en Placas Petrifilm:

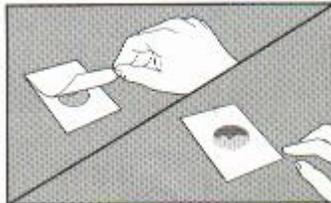
1. Se colocò la placa Petrifilm E C en una superfície plana.



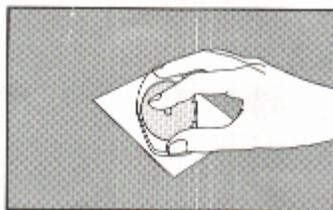
2. Con una pipeta perpendicular a la Placa Petrifilm se colocò 1ml de muestra en el centro del film inferior usando un mechero bunsen para evitar contaminación.



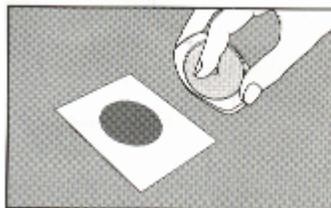
3. Se bajò con cuidado el film superior sobre la muestra evitando introducir burbujas de aire.



4. Se colocò el aplicador con la cara lisa hacia abajo en el centro de la placa y se distribuyò la muestra uniformemente presionando suavemente en el centro del aplicador.



5. Se levantò el aplicador y se esperò un minuto para permitir que solidificara el gel.



6. Se incubaron las placas en posición horizontal.

\_ Tiempo y temperatura de incubación:

Se incubaron las placas petrifilm EC para coliformes durante  $24 \pm 2$  h a  $32^{\circ}\text{C}$ .

Se incubaron las placas petrifilm EC para *E. coli*  $48 \pm 2$  h a  $32^{\circ}\text{C}$ .

\_ Lectura de las placas:

El recuento de las placas petrifilm EC, se realizó en el aparato cuenta colonias Quebeck, consultando para ello, la guía de interpretación.

Se contaron como E. coli las colonias azules a rojo azules con gas o sin el, independientemente del tamaño o la intensidad del color. Las colonias de color rojo asociadas a burbujas de gas se contaron como colonias de coliformes.

El número de colonias obtenidas se informó como U.F.C./gr./ml de la muestra.

Los resultados de las muestras de leche cruda analizadas a nivel de laboratorio, fueron comparados con parámetros propuestos por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR); No así los resultados obtenidos de Muestras de Queso Fresco, debido a que no existe norma establecida para Quesos Frescos elaborados con leche cruda.

### **4.3 ANALISIS ESTADISTICO**

\_ Distribución porcentual de las muestras analizadas (leche cuajada, masa y queso) contaminadas con E. coli.

\_ Prueba de  $\chi^2$  para establecer si existe asociación entre presencia de E. coli y fase del proceso en la elaboración de queso fresco.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

En éste estudio se analizó a nivel de laboratorio un total de 140 muestras procedentes de 7 industrias dedicadas a la elaboración de queso fresco en forma artesanal.

De las 140 muestras recolectadas, 35 muestras corresponden a leche cruda, 35 a cuajada , 35 a masa y 35 a queso fresco.

El 100% de muestras de leche cruda presentò un alto porcentaje de acidez (promedio 0.29%) en comparación con parámetros propuestos por COGUANOR (0.18%) (Cuadro1). Un alto grado de acidez en leche cruda es resultado de múltiples factores como: falta de enfriamiento o refrigeración, tiempo prolongado entre ordeño y proceso de la leche, lo que favorece la fermentación de la lactosa por bacterias làcticas, dando como resultado una leche altamente acidificada.

El resultado de grados de densidad promedio del 100% de las muestras de leche cruda analizadas fue de 1.032, encontrandose este valor dentro del rango normal propuesto por COGUANOR (1.028-1.033). El 22.86% de muestras presentaron un ligero aumento en grados de densidad en comparación con parámetros propuestos por COGUANOR. (Cuadro 1). Tomando en consideración que algunos productores utilizan leche descremada como materia prima, se considera aceptable un ligero aumento en el grado de densidad, debido a que la eliminación de la crema aumenta el peso de la leche.

Al realizar la Prueba de Reducción del Azul de Metileno (Reductasa) se pudo establecer que el 80%de las muestras analizadas, se encuentran fuera de los parámetros propuestos por COGUANOR ( TRAM 4 horas). El resultado promedio a nivel de laboratorio del total de muestras fue de TRAM 3 horas. El fundamento de esta prueba se basa en el hecho de que el azul de metileno añadido a la leche se reduce con más rapidez cuanto mayor es el contenido de bacterias. ( Cuadro 1).

Se evaluò presencia de coliformes totales y E. coli .en 4 fases de elaboraciòn de queso fresco. Las fases evaluadas fueron: materia prima (leche cruda), sedimentaciòn (cuajada), amasado (masa) y producto final (queso fresco), evaluando en cada una de ellas 35 muestras.

En **la fase de materia prima** se analizaron 35 muestras de leche cruda, de las cuales el 94.2% presentò contaminaciòn por bacterias coliformes, con un recuento superior a 1 millon de Unidades Formadoras de Colonias/ml de muestra (U.F.C.). 22.8% presentò contaminaciòn por E. coli, (Cuadros 2,3 y 4).

En **la fase de sedimentaciòn**, del total de muestras de cuajada el 97.14 % presentò contaminaciòn por bacterias coliformes, y 17.14% presentò contaminaciòn por E. coli . Cabe enfatizar que en la fase de sedimentaciòn se presentò el nivel màs alto de contaminaciòn en relaciòn al recuento de U.F.C./gr de coliformes totales, encontràndose el 28.57% de muestras con un crecimiento mayor a 100 mil millones de U.F.C./gr y 20% de muestras con un crecimiento muy numeroso para contar (MNPC). (Cuadros 2,3 y 4).

En cuanto a **la fase de amasado**, del total de muestras analizadas, el 97.14% presentò contaminaciòn por bacterias coliformes, con un recuento superior a 1 millon de U.F.C. / gr de muestra. En cuanto a la presencia de E. coli, el 22.85% presentò contaminaciòn. ( Cuadro 2, 3 y 4 ).

Del 100% de muestras del **producto final (queso fresco)**, el 94.2% presentò contaminaciòn por bacterias coliformes, con un recuento superior a 1 millon de Unidades Formadoras de Colonias/gr de muestra (U.F.C.). 11.42% de muestras presentaron contaminaciòn por E. coli .(Cuadros 2, 3 y 4).

La presencia tan elevada de bacterias coliformes en las cuatro fases evaluadas se debe principalmente a que los productores utilizan materia prima de mala calidad, y a la falta de pasteurizaciòn. Sin embargo en las fases de sedimentaciòn y amasado se

incrementó el recuento de Unidades Formadoras de Colonias de coliformes totales, debido a que durante estas fases se da mayor manipulación del producto, además hay una alta humedad de la cuajada que la hace más susceptible a la acción de los microorganismos.

El recuento de coliformes totales en la fase de producto final disminuyó, debido a que como parte normal del proceso se hace la adición de sal que conlleva la pérdida de humedad lo cual ejerce un control sobre el crecimiento de microorganismos.

Al realizar la prueba de Chi cuadrado en el presente estudio se pudo establecer que no existe asociación entre presencia de E. coli y las diferentes fases de elaboración del queso fresco.

## VI. CONCLUSIONES

1. La leche cruda utilizada en industrias artesanales para elaboración de queso fresco presenta un alto grado de contaminación por bacterias coliformes por lo que no cumple con los parámetros de acidez y horas de reducción propuestos por COGUANOR.
2. El 94.2% de muestras de queso fresco analizadas presentó contaminación por bacterias coliformes y 11.42% por E.coli.
3. En las cuatro fases evaluadas, las muestras contaminadas presentaron un recuento de coliformes totales superior a 1 millón de Unidades Formadoras de Colonias/ml ò gr. de muestra, lo que indica que el queso fresco elaborado en Industrias artesanales presenta un alto grado de contaminación.
4. El método de Placas Petrifilm para recuento de coliformes y E. coli, provee resultados cuantitativos y cualitativos en forma rápida y segura.
5. Estadísticamente se pudo establecer que no existe asociación entre presencia de E coli y fases del proceso de elaboración de queso fresco.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Es importante desde el punto de vista higiénico-sanitario que los productores de industrias artesanales implementen la pasteurización de la leche al proceso de elaboración de queso fresco con el fin de reducir la cantidad de microorganismos patógenos.
2. Es necesario que la leche cruda llegue a la industria artesanal en condiciones óptimas de transporte, en recipientes limpios y en refrigeración y que provenga de animales sanos .
3. Se sugiere que en las industrias artesanales dedicadas a la elaboración de productos lácteos se mantenga un control higiénico-sanitario sobre el personal vinculado con la elaboración del producto.
4. Se recomienda a las industrias lácteas artesanales que formaron parte del presente estudio implementar medidas higienicas eficientes, con el fin de ofrecer al consumidor un alimento de buena calidad.
5. Es necesario que por medio de el Departamento de Control de Alimentos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social se capacite a productores de Industrias Artesanales sobre la forma de elaboración y conservación de productos lácteos.

## VIII. RESUMEN

El estudio tuvo como finalidad determinar la presencia de coliformes totales y E. coli en quesos frescos elaborados artesanalmente y a la vez establecer en que fase de la línea de producción se da mayor contaminación.

Las fases evaluadas fueron: Materia Prima, Sedimentación, Amasado y Producto Final. Se recolectaron un total de 140 muestras de 7 industrias dedicadas a la elaboración de queso fresco, ubicadas en el Municipio de San José Pinula. El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio del Departamento de Salud Pública Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

La leche cruda se analizó mediante Prueba de Manns, Prueba de Lactodensímetro de Quevene y Prueba de Reductasa. De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que un porcentaje mayor a 22.86% de las muestras procesadas no cumplieron con los parámetros propuestos por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

Para determinar presencia de coliformes totales y E. coli en leche cruda, cuajada, masa y queso fresco se utilizó el Método de Placas Petrifilm, el cual proporcionó resultados cuantitativos y cualitativos en forma rápida y segura.

Del 100% de muestras de queso fresco analizadas, el 94.2% presentaron contaminación por bacterias coliformes, 11.42% presentó contaminación por E. coli.

En las cuatro fases evaluadas, el recuento de coliformes totales y E. coli fue superior a 1 millón de Unidades Formadoras de Colonias/gr ó ml de muestra, lo que indica que el queso fresco elaborado en las 7 industrias artesanales presenta un alto grado de contaminación.

Estadísticamente se pudo establecer que no existe asociación entre presencia de E. coli y fases del proceso de elaboración de queso fresco.

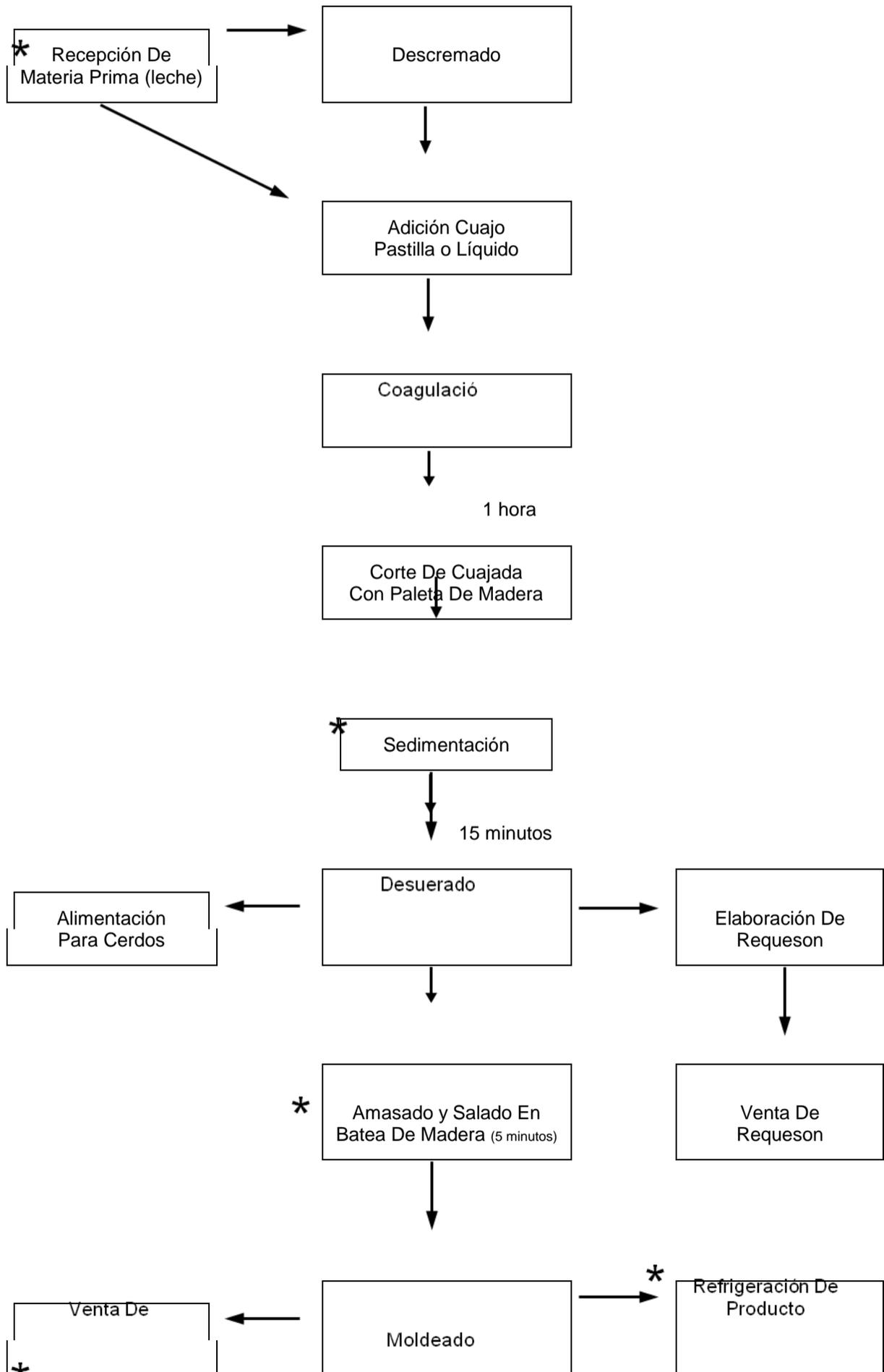
## IX. BIBLIOGRAFIA

1. ALAIS, CH. 1986. Ciencia de la leche: Principios de técnica lechera. Trad. por Antonio Lacasa Godina. México, Continental. 594 p.
2. BENENSON, A. 1992. El control de las enfermedades transmisibles en el hombre. 15 ed, USA, FAO. 218 p.
3. BRAN, R.A. 1986. Evaluación de algunas características organolépticas, físico-químicas y bacteriológicas en leche y sub-productos en los mercados municipales en la ciudad de Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 68 p.
4. COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS. 1988. Quesos no madurados. Guatemala, COGUANOR. 8 p. (COGUANOR NG0 34 197).
5. ----- . 1975. Leche y productos lácteos, toma de muestras. Guatemala, COGUANOR. 18 p. (COGUANOR NGO 34 046 h1).
6. DUBACH, J. 1980. El "ABC" para la quesería Rural del Ecuador. Ecuador, 81 p.
7. ECK, A. 1990. El queso. Trad. por Josép Mestres. Barcelona, Omega. 490 p.
8. EL PROCESAMIENTO de queso. 1986. Alimentos procesados (USA). 5(2): 46-49.
9. FOX, B.; CAMERON, A. 1992. Ciencia de alimentos nutrición y salud. México, Limusa. 457 p.
10. HANSEN, E.K. 1990. La tecnología moderna: Preparación de quesos; Tradición y futuro. Alimentos Procesados (USA). 9(2): 44-46.
11. INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD. 1997. Transformación de productos lácteos. Guatemala, INTECAP. 44 p.
12. JUAREZ, C.E. 1995. Estudio comparativo entre la calidad bacteriológica de quesos frescos y quesos secos en diez plantas procesadoras de productos lácteos. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 57 p.

13. KEATING, F. 1992. Introducción a la lactología. 2 ed. México, Limusa. 287 p.
14. LOPEZ, N. 1988. Caracterización desde el punto de vista físico-químico del queso blanco llanero. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias. (Venezuela). no. 1-4:131-135.
15. MADRID, A. 1989. Manual de industrias alimenticias. 3 ed. España, Alimensa. 565 p.
16. MEYER, M. 1987. Elaboración de productos lácteos. 5 ed. México, Trillas. 122 p.
17. PERELLO, F. 1986. Avanzada tecnología de elaboración de queso en España. Alimentación Equipo y Tecnología. (España). 5(4):69-75.
18. POTTER, N. 1995. La ciencia de los alimentos. 2 ed. México, Harla. 749 p.
19. REVILLA, R.A. 1983. Tecnología de la leche: Procesamiento, manufactura y análisis. 7 ed. México, Herrera Hermanos. 160 p.
20. SCHUM, H. 1985. Información sobre los quesos. Dragoco Report. (USA). no. 3:75-79.
21. SOKOLOW, A. 1980. Fabricación de productos lácteos. Trad. por Jaime Esaín. España, Acribia. 343 p.
22. WARNER, J. 1989. Principios de la tecnología de lácteos. México, AGT. 256 p.

## X. ANEXOS

### PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO EN FORMA ARTESANAL



Puntos críticos que fueron evaluados para determinar grado de contaminación.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**Ficha No.1**

**Industria Artesanal**

**1. Tipo de Muestra:** \_\_\_\_\_

**2. Fase de Elaboracion:** \_\_\_\_\_

**3. Número de Muestra:** \_\_\_\_\_

**4. Hora de Obtención de la Muestra:** \_\_\_\_\_

**5. No. De Identificación de la Industria:** \_\_\_\_\_

**6. Fecha de recolección:** \_\_\_\_\_

**7. Observaciones:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**1. Recuento Bacteriano (U.F.C.)**

**gr:** \_\_\_\_\_

**2. Horas de Reducción:** \_\_\_\_\_

**3. Grado de Acidez de la leche:** \_\_\_\_\_

**4. Densidad de la leche:** \_\_\_\_\_

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

---

---

---

---





**CUADRO NO. 1****Resultados obtenidos de Muestras de leche cruda Analizadas Mediante Prueba de Lactodensímetro de Quevene y Prueba de Reductasa. Municipio de San José**

Prueba	Parámetros Propuestos Por COGUANOR	Promedio de Resultados Obtenidos a nivel de laboratorio	No. de Muestras dentro del límite propuesto por COGUANOR
Acidez	0.18 * %	0.29%	-
Densidad	1.028 - 1.033	1.032	27
Reductasa	TRAM 4 hrs.**	TRAM 3 hrs.**	7

\* **Límite máximo aceptable.**

\*\* **Límite mínimo aceptable de tiempo de reducción del azul de Metileno.**

**CUADRO 2.**

Resultados de muestras contaminadas y no contaminadas por Bacterias Coliformes, en diferentes Fases del Proceso de Elaboración de Quesos Frescos. Municipio de San José Pinula. 1999.

Fase del Proceso	muestras contaminadas con Coliformes		muestras no contaminadas con Coliformes		TOTAL de muestras procesadas	%
	No.de muestras	%	No. de muestras	%		
Materia Prima	33	94.2	2	5.7	35	100
Sedimentación	34	97.14	1	2.85	35	100
Amasado	34	97.14	1	2.85	35	100
Producto Final	33	94.2	2	5.7	35	100
<b>TOTAL</b>	<b>134</b>	<b>95.7</b>	<b>6</b>	<b>4.3</b>	<b>140</b>	<b>100</b>

**CUADRO 3.**

Resultados de la presencia de E. Coli en cada una de las fases del Proceso de Elaboración de Quesos Frescos. Municipio de San José Pinula. 1999.

Fase del Proceso	muestras contaminadas con <u>E. Coli</u>		muestras no contaminadas con <u>E. Coli</u>		TOTAL de muestras procesadas	%
	No. de muestras	%	No. de muestras	%		
Materia Prima	8	22.85	27	77.14	35	100
Sedimentación	6	17.14	29	82.85	35	100
Amasado	8	22.85	27	77.14	35	100
Producto Final	4	11.42	31	88.57	35	100
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>18.57</b>	<b>114</b>	<b>81.4</b>	<b>140</b>	<b>100</b>

\* No. de muestras analizadas por fase:

35

Total de muestras analizadas 140

$X^2$  Calculado = 2.074

$X^2$  Tabulado = 7.81

3 gl.

$\alpha = 0.05$

se acepta la hipótesis nula.

**GRAFICA NO.1**

**CUADRO 4. RESULTADOS OBTENIDOS DE MUESTRAS DE LECHE CRUDA ANALIZADAS MEDIANTE PRUEBAS DE MANN'S, PRUEBA DE LACTODENSIMETRO DE QUEVENE Y PRUEBA DE REDUCTASA. Recuento de Bacterias Coliformes (U.F.C./ml) en 1999. Muestras recolectadas en las cuatro fases de Elaboración de Queso Fresco. Municipio de San José Pinula. 1999.**

Recuento de Coliformes U.F.C. / gr ò ml	Leche		Cuajada		Masa		Queso 3 horas		TOTAL
	No. de Muestras	%	No. de Muestras	%	No. de Muestras	%	No. de Muestras	TRAM ** 4 horas	
0	2	6	1	2.86	1	2.8	1,033	2	6
≤ 25000000	11	31	10	1.032	10	28.6	14		45
≤ 50000000	4	11	1		6	17.1	4		15
≤ 1000000	9	0.29%	6		5	14.3	6	1,028	26
> 1000000	6	0.18%	10		10	28.6	7		33
MNPC **	3	9	7		3	8.6	2		15
<b>TOTAL</b>	<b>35 *</b>	<b>100</b>	<b>35 *</b>		<b>35 *</b>	<b>100</b>	<b>35 *</b>		<b>140</b>

\* 100% de la muestra

\*\* Muy numerosas para contar

ACIDEZ

DENSIDAD

REDUCTASA

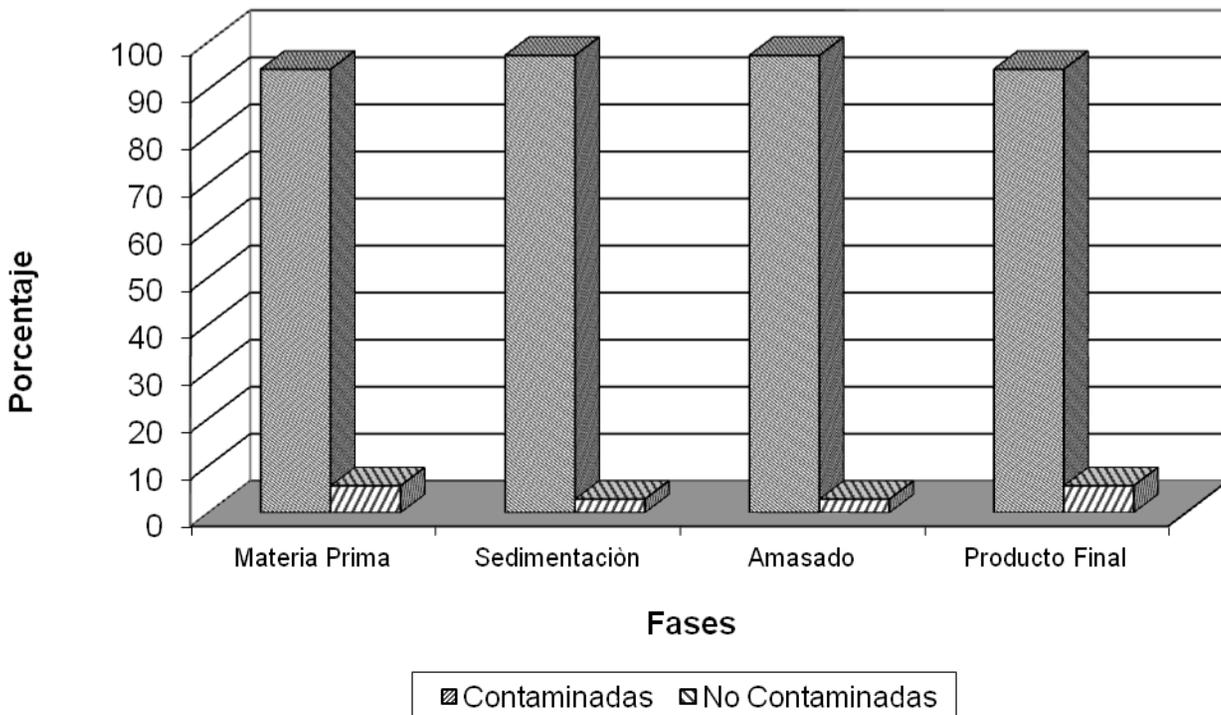
\*\* Tiempo de reducción del azul de metileno.

 Promedio de Laboratorio.

 Parametros de COGUANOR.

**GRAFICA 2.**

**RESULTADOS DE MUESTRAS CONTAMINADAS Y NO CONTAMINADAS POR BACTERIAS COLIFORMES EN DIFERENTES FASES DEL PROCESO DE ELABORACION DE QUESOS FRESCOS. MUNICIPO DE SAN JOSE PINULA. 1999.**



# Producto Final

Amasado  
E.Coli

E.Coli

