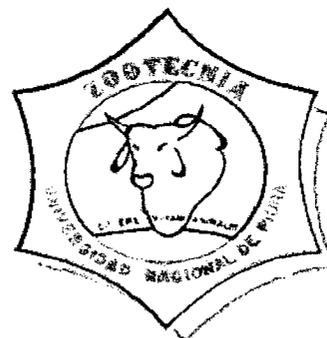


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE DE CABRA DEL  
CASERÍO SAN JOSÉ, COMUNIDAD CAMPESINA JOSÉ IGNACIO  
TÁVARA PASAPERA (2013)”**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. MANUEL JOSÉ MORE MONTOYA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO**

**PIURA - PERÚ**

**2013**

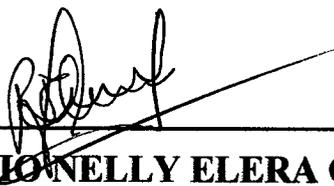
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**

**“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE DE CABRA DEL  
CASERÍO SAN JOSÉ, COMUNIDAD CAMPESINA JOSÉ IGNACIO  
TÁVARA PASAPERA (2013)”**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO**



---

**Med. Vet. ROSARIO NELLY ELERA OJEDA, Dra.**

**ASESOR**



---

**Bach. MANUEL JOSÉ MORE MONTOYA**

**TESISTA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**

**“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE DE CABRA DEL  
CASERÍO SAN JOSÉ, COMUNIDAD CAMPESINA JOSÉ IGNACIO  
TÁVARA PASAPERA (2013)”**

**Tesis revisada y aprobada por el Jurado**

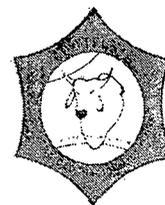
  
Mcbg. **DOROTHY TORRES DE LEÓN, Dra.**  
**PRESIDENTE**

  
Med. Vet. **JUAN SANCHEZ ACOSTA, Ms.**  
**SECRETARIO**

  
Ing. Zoot. **LUCIANO RONDOY INFANTE, Mg. Sc.**  
**VOCAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**  
SECRETARIA ACADÉMICA



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

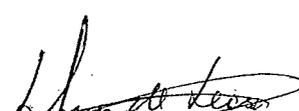
Los Miembros del Jurado que suscriben, se reunieron en acto académico para la sustentación de la tesis presentada por el Bachiller **MANUEL JOSÉ MORE MONTOYA**, denominada: **“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA LECHE DE CABRA DEL CASERIO SAN JOSÉ, COMUNIDAD CAMPESINA JOSÉ IGNACIO TÁVARA PASAPERA (2013)”**, para cumplir con el requisito académico para la obtención del Título Profesional de Médico Veterinario.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo de investigación, así como los conocimientos demostrados por el sustentante, lo declaramos:

APROBADO

En consecuencia, queda en condición de ser considerada apta por el Consejo Universitario y recibir el título profesional de **Médico Veterinario**, de conformidad con lo estipulado en el Art. 175° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Castilla (Piura), 18 de enero del 2014

  
Dra. Dorothy Torres de León  
Presidente

  
Ing. Zoot. Luciano Rondoy Infante, Mg. Sc.  
Vocal

  
Med. Vet. Juan S. Sánchez Acosta, Ms  
Secretario

## **DEDICATORIA**

**A Dios por darme sabiduría.**

**A mis padres, por su apoyo incondicional.**

**A mi hermano por su motivación.**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesora de tesis la Dra. Rosario Nelly Elera Ojeda por su apoyo incondicional y por ser guía en la realización de la tesis.

A mi amigo José Rentería Neira por su apoyo incondicional en el procesamiento de las muestras en el laboratorio.

A los señores Francisco Sernaqué y Gil Sernaqué del Caserío San José de la Comunidad Campesina José Ignacio Távora Pasapera por brindarme su apoyo y permitirme realizar el muestreo en la zona.

A la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional de Piura por facilitarme el uso de sus instalaciones para el procesamiento de muestras.

## **RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la calidad microbiológica de la leche de cabra producida en los predios del Caserío San José de la Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, considerando los criterios microbiológicos de la leche cruda según la Norma Técnica Sanitaria N°071-MINSA/DIGESA-2008, analizándose 5 muestras semanales de 5 predios determinando el recuento de microorganismos aerobios mesófilos a través del método de recuento en placa y el recuento de microorganismos coliformes totales a través del método del número más probable. Dentro de la zona de estudio, el promedio del recuento de aerobios mesófilos fue  $4,9 \times 10^4$  UFC/ml y el promedio del recuento de coliformes totales fue 126 NMP/ml, siendo estos niveles aceptables para las categorías. Se determinó que todos los predios presentan niveles aceptables de aerobios mesófilos ( $55 \times 10^5$  UFC/ml), y un predio no presenta niveles aceptables de coliformes totales. Se concluye que la leche procedente de 4 predios analizados es de buena calidad microbiológica, y la leche procedente de un predio analizado es de mala calidad microbiológica al presentar niveles inaceptables de coliformes totales.

Palabras clave: Leche, cabra, Recuento microbiológico, Aerobios Mesófilos, Coliformes Totales, Norma Técnica Sanitaria.

## ABSTRACT

The objective of this work was to determine the microbiological quality of the goat milk produced in the farms of the San José Village of the José Ignacio Távara Pasapera Rural Community, considering the microbiological criteria of raw milk according to the Sanitary Technical Standard No. 071-MINSA/DIGESA-2008, analyzing 5 weekly samples from 5 farms determining the count of mesophilic aerobic microorganisms through the plate count method and the count of total coliform microorganisms through the most probable number method. Within the study area, the average mesophilic aerobic count was  $4.9 \times 10^4$  CFU / ml and the average total coliform count was 126 MPN / ml, these levels being acceptable for the categories. It was determined that all farms have acceptable levels of mesophilic aerobes ( $55 \times 10^5$  CFU / ml), and one farm does not have acceptable levels of total coliforms. It is concluded that the milk from 4 farms analyzed is of good microbiological quality, and the milk from one farm analyzed is of poor microbiological quality as it presents unacceptable levels of total coliforms.

Keywords: Milk, goat, Microbiological count, Mesophilic Aerobes, Total Coliforms, Sanitary Technical Standard.

## ÍNDICE GENERAL

| <b>CAPÍTULO</b>   | <b>PÁGINA</b> |
|---|---------------|
| I. INTRODUCCIÓN.....  | 1             |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA .....  | 2             |
| 2.1. ANTECEDENTES .....   | 2             |
| 2.2. MARCO LEGAL.....   | 4             |
| 2.2.1. Calidad sanitaria .....  | 4             |
| 2.3. MARCO TEÓRICO .....  | 4             |
| 2.3.1. Clasificación taxonómica de la especie caprina .....   | 4             |
| 2.3.2. Producción lechera caprina en el mundo .....   | 4             |
| 2.3.3. Producción lechera caprina en el Perú.....   | 5             |
| 2.3.4. Aspectos reproductivos y productivos de la cabra .....   | 6             |
| 2.3.5. Métodos de ordeño .....  | 7             |
| 2.3.6. Calidad de la leche.....   | 7             |
| 2.3.7. Calidad sanitaria de la leche .....  | 9             |
| 2.3.8. Contaminación biológica.....   | 9             |
| 2.3.9. Contaminación de los alimentos.....  | 10            |
| 2.3.10. Contaminación de la leche por microorganismos.....  | 11            |
| 2.3.11. Los microorganismos de acuerdo a su epizootiología como causantes de mastitis se clasifican en: ..... | 12            |
| 2.3.12. Microorganismos Mesófilos Aerobios .....  | 13            |
| 2.3.13. Microorganismos Coliformes Totales .....  | 15            |
| 2.3.14. Métodos de laboratorio para identificar microorganismos en los alimentos                              | 15            |
| 2.4. MARCO CONCEPTUAL .....   | 18            |
| III. MATERIAL Y MÉTODOS .....   | 19            |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptiva. ....   | 19            |
| 3.2. MODELO TEÓRICO: Modelo lógico. ....  | 19            |
| 3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN: Diseño no experimental.....  | 19            |
| 3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN .....   | 19            |
| 3.4.1. Localización.....  | 19            |
| 3.4.2. Materiales .....   | 20            |
| 3.4.3. Llenado de fichas.....   | 22            |
| 3.4.4. Preparación del equipo de muestreo .....   | 22            |
| 3.4.5. Recolección de muestras.....   | 22            |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.4.6. | Procesamiento de la muestra en el laboratorio ..... | 23 |
| 3.5.   | TIPO Y TÉCNICAS DE MUESTREO .....                   | 27 |
| 3.5.1. | Unidad de análisis.....                             | 27 |
| 3.5.2. | Población .....                                     | 27 |
| 3.5.3. | Selección de muestras.....                          | 27 |
| 3.6.   | ANÁLISIS DE DATOS .....                             | 27 |
| IV.    | RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                         | 29 |
| V.     | CONCLUSIONES.....                                   | 38 |
| VI.    | RECOMENDACIONES .....                               | 39 |
| VII.   | RESUMEN.....  | 40 |
| VIII.  | BIBLIOGRAFÍA .....                                  | 41 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| <b>CUADRO</b> |   | <b>PÁGINA</b> |
|---------------|---|---------------|
| 1             | Criterios microbiológicos de la leche cruda | 4             |

## ÍNDICE DE TABLAS

| <b>TABLA</b> |  | <b>PÁGINA</b> |
|--------------|--|---------------|
| 1            | Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos (UFC/ml) en leche de cabra por semana en los predios del Caserío San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, 2013 | 29            |
| 2            | Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos (UFC/ml) en leche de cabra de los predios del Caserío San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, 2013            | 29            |
| 3            | Recuento de Microorganismos Coliformes Totales (NMP/ml) en leche de cabra por semana en los predios del Caserío San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, 2013 | 31            |
| 4            | Recuento de Microorganismos Coliformes Totales (NMP/ml) en leche de cabra de los predios del Caserío San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, 2013            | 32            |
| 5            | Distribución de los resultados del Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos (UFC/ml) en leche de cabra por predio según Norma Técnica Sanitaria                            | 34            |
| 6            | Distribución de los resultados del Recuento de Microorganismos Coliformes Totales (NMP/ml) en leche de cabra de los predios considerando según Norma Técnica Sanitaria           | 36            |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

| <b>GRÁFICO</b> |   | <b>PÁGINA</b> |
|----------------|---|---------------|
| 1              | Distribución de resultados de Recuento de Mesófilos Aerobios por predio según Norma Técnica Sanitara  | 35            |
| 2              | Distribución de resultados de Recuento de Coliformes Totales por predio según Norma Técnica Sanitaria | 36            |

## ÍNDICE DE ANEXOS

| <b>ANEXO</b> |   | <b>PÁGINA</b> |
|--------------|---|---------------|
| 1            | NTS N°071-MINSA/DIGESA-2008   | 44            |
| 2            | MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DE MUESTREO EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA                            | 47            |
| 3            | MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LA COMUNIDAD CAMPESINA JOSÉ IGNACIO TÁVARA PASAPERA Y LÍMITES GEOGRÁFICOS | 48            |
| 4            | PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO  | 49            |
| 5            | FICHAS DE TRABAJO   | 51            |
| 6            | TABLA NMP (ISO 7218:2007)   | 52            |
| 7            | FICHAS DE INFORMACIÓN Y RESULTADOS POR PREDIO   | 53            |
| 8            | FOTOS   | 59            |

## **I. INTRODUCCIÓN**

La falta de investigación y escasez de proyectos de inversión relacionados a la especie caprina y la existencia de comunidades productoras de leche de cabra y derivados lácteos caseros bajo un sistema precario de crianza extensiva, incentiva la realización de un estudio de la calidad microbiológica de la leche de cabra. La finalidad del estudio es determinar si la leche producida en el Caserío San José de la Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, es microbiológicamente apta para ser utilizada en la industria láctea. Además, se busca definir valores microbiológicos de la leche producida bajo condiciones actuales, ofreciendo información cuantitativa que sea comparable a la obtenida después de la implementación de proyectos y planes de mejora de la infraestructura. Cabe resaltar que el productor podrá ostentar mayores beneficios económicos si ofrece insumos de calidad a la industria, y que los derivados lácteos producidos por la industria serán inocuos para el futuro consumidor si procede de leche que cumple con las normas sanitarias nacionales.

El objetivo del trabajo es determinar la calidad microbiológica de la leche de cabra producida en los predios del Caserío San José de la Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, considerando los criterios microbiológicos de la leche cruda según la Norma Técnica Sanitaria N°071-MINSA/DIGESA-2008.

La leche se considera microbiológicamente apta cuando cumple en toda su extensión con los criterios microbiológicos establecidos en la norma sanitaria. En el Perú, los indicadores microbiológicos de la leche cruda destinada para la industria láctea, son el recuento de aerobios mesófilos y el recuento de coliformes totales.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ANTECEDENTES

Morales, R.; Avalos, D.; Leyva, G.; Ybarra, M. (2012), determinaron la presencia de Bacterias Mesófilas Aerobias (BMA); Bacterias Coliformes Totales (BCT); Bacterias Coliformes Fecales (BCF) y *Salmonella* en muestras de leche cruda de cabra. Se recolectaron semanalmente de hatos ganaderos de Miravalles, México. Se eligieron 10 productores de leche al azar de un total de 55. Todas las muestras cumplieron con los límites microbiológicos según la Comunidad Económica Europea, respecto al número de BMA; sin embargo, el 50% excedieron los límites microbiológicos para BCT y BCF.

García, A., Rivero, J., Gonzáles, P., Valero-Leal, K., Izquierdo, P., & Colmeranes, C. (2009) demostraron que la calidad bacteriológica de la leche de cabra en la parroquia Faría, del municipio Miranda del estado Zulia, en muestras a nivel de pezón y en muestras compuestas, fue pobre. Se observó un predominio de cocos Grampositivos los cuales están asociados a la mastitis clínica y subclínica. Las muestras compuestas del total del rebaño mostraron elevados recuentos de aerobios mesófilos ( $1,8 \times 10^7$  UFC/ml) y coliformes totales ( $8,3 \times 10^5$  UFC/ml).

Cordiviola, A., Arias, R., Vaamonde, G., Lacchini, R., & Antonini, A. (2007), muestrearon leche de cabra de tanque de 10 establecimientos en la Cuenca de Cañuelas (Buenos Aires), y evaluaron el recuento de células somáticas (RCS), como indicador sanitario, y el contenido de mesófilos totales en placa (UFC/ml), como estimador higiénico. El análisis mostró que sólo en 1 de los 31 registros, el RCS estuvo por debajo de los límites europeos y norteamericanos ( $1-1,5 \times 10^6$  RCS/ml), mientras que 20 de las 27 determinaciones de UFC/ml cumplieron con el límite europeo ( $1,5 \times 10^6$  UFC/ml).

Ludeña, F.; Peralta, S.; Arroyo, O.; Fung, L.; Gonzales, C. (2006), estudiaron las características fisicoquímicas y microbiológicas de la leche de cabra criolla del valle del río Chillón a través de un período de lactación, obteniéndose

los siguientes valores medios en lactaciones de 14 a 18 semanas: recuento de bacterias aerobias mesófilas viables  $3,81 \times 10^4$  ufc/ml y recuento de coliformes totales  $5,68 \times 10^2$  ufc/ml, valores independientes del período de lactación, según los análisis de regresión.

López (2007), evaluaron la calidad higiénica y sanitaria de la leche a través de el conteo celular somático en leche en la región Ecuandureo Michoacán. Obtuvieron un promedio general de  $9 \times 10^5$  cel/ml indicando una buena calidad sanitaria. La calidad higiénica de la leche de cabra no cumplió con los estándares de calidad, resultando  $1,9 \times 10^9$  Bacterias Mesófilas Aerobias (bmas)/ml; y  $1,9 \times 10^7$  Organismos Coliformes (occ)/ml en el ordeño mecánico y  $8,8 \times 10^6$  occ/ml en el ordeño manual frente a un límite legal menor de 100 organismos coliformes/ml.

Martinez, B., Ribelles, A., Celda, M., & Peris, C. (2002), evaluaron la calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra en 18 explotaciones de la Asociación de Ganaderos de Caprino de Raza Murciano-Granadina de la Comunidad Valenciana, analizando el contenido de gérmenes mesófilos y el recuento de células somáticas (RCS). La media aritmética del recuento de gérmenes mesófilos fue  $6,6 \times 10^5$  ufc/ml, y el 88% de las muestras resultaron ser inferiores a  $1,5 \times 10^6$  ufc/ml. La media aritmética del recuento de células somáticas fue  $1,2 \times 10^6$  células/ml, siendo en el 72.8% de las muestras resultaron ser inferiores a  $1,5 \times 10^6$  cél/ml.

Peris, C.; Segura, C.; Palomares, J.; Rodríguez, M.; Díaz, J.; Fernández, N. (2002), recopilaron los resultados analíticos de 27 476 muestras de leche de cabra, tomadas a nivel de tanque, entre los años 1999 y 2001, procedentes de un total de 465 explotaciones ubicadas en las Comunidades Autónomas de Valencia y Murcia, demostrando que un 82% de las muestras poseen recuentos bacteriológicos inferiores a  $1,5 \times 10^6$  UFC/ml y 59% de las muestras poseen recuentos celulares inferiores a  $1,5 \times 10^6$  cels/ml.

## 2.2. MARCO LEGAL

### 2.2.1. Calidad sanitaria

#### NTS N°071 - MINSA/DIGESA-2008

Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. (Ítem 6.2, pág. 7 de la norma de Anexo 1).

**Cuadro 1: Criterios microbiológicos de la leche cruda**

| <b>I. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS</b>                                  |           |       |   |   |                 |        |
|--|-----------|-------|---|---|-----------------|--------|
| <b>I.1. Leche cruda destinada sólo al uso de la industria láctea</b> |           |       |   |   |                 |        |
| Agente microbiano  | Categoría | Clase | n | c | Límite por mL   |        |
|  |           |       |   |   | m               | M      |
| Aerobios mesófilos   | 3         | 3     | 5 | 1 | $5 \times 10^5$ | $10^6$ |
| Coliformes totales   | 4         | 3     | 5 | 3 | $10^2$          | $10^3$ |

Fuente: MINSA/DIGESA, 2008

## 2.3. MARCO TEÓRICO

### 2.3.1. Clasificación taxonómica de la especie caprina

**Reino:** Animalia

**Filo:** Chordata

**Clase:** Mammalia

**Orden:** Artiodactyla

**Familia:** Bovidae

**Subfamilia:** Caprinae

**Género:** Capra

**Especie:** *Capra hircus* (Linnaeus, 1758)

### 2.3.2. Producción lechera caprina en el mundo

Según la información proporcionada por la División de Estadística de la FAO en FAOSTAT (2013) hasta el año 2011, el principal país productor mundial de leche de cabra fue la India, con 4,76 millones de toneladas de leche y 31,7 millones de cabras en producción; seguido por

Bangladesh con 2,49 millones de toneladas de leche y 31,2 millones de cabras en producción; y Sudán con un total de 1,07 millones de toneladas de leche y 16,75 millones de cabras en producción. En la Unión Europea, Francia encabezó la lista con 655 252 toneladas de leche y 944 210 cabras en producción.

La mayor parte del consumo de leche de cabra se da en el continente asiático, con India en el primer lugar. Esto no sorprende teniendo en cuenta que el ganado caprino siempre se asocia a zonas marginales, donde alimentándose de forrajes pobres se ofrece al hombre como fuente de proteínas, con su carne y su leche. En segundo lugar, sigue el continente africano coincidiendo con las estadísticas de población caprina. Europa es el que sigue en producción de leche, pero esta vez con el menor número de cabezas, porque es allí donde se encuentra la especialización. En este continente es Francia quien está a la vanguardia de la intensificación de esta producción, seguida por Grecia, España e Italia. (Páez y Maggio, 1997)

También hay grandes diferencias en el hábito de consumo entre los continentes. Mientras que en los países asiáticos y africanos se acostumbra a beber leche fluida de cabra, en Europa y América se consume como quesos, en una gran diversidad de tipos. Actualmente los países asiáticos con mayor poder adquisitivo están demandando quesos de cabra refinados, al estilo europeo. (Páez y Maggio, 1997)

La producción mundial de leche de cabra en el 2011 se estimó en 17,09 millones de toneladas. Sin embargo, la leche de cabra sólo representa el 2,3% de la producción mundial de leche. (FAOSTAT, 2013)

### **2.3.3. Producción lechera caprina en el Perú**

La FAO estimó 23 500 toneladas de leche de cabras y 296 718 cabras en producción para el año 2011 en el Perú. (FAOSTAT, 2013)

En el Perú una pequeña cantidad de la leche de cabra producida es utilizada por los propios productores como leche fresca, y la mayor parte es transformada en queso fresco sin pasteurizar, de venta en la Costa y la Sierra. En el Norte también se tiene producción de natillas. En Lima una parte pequeña de la producción se comercializa como queso fresco y queso para untar, pero que aún tienen una pequeña demanda. (Arroyo y Mattossian, 2005)

Casi la totalidad de leche de cabra en el Perú es destinada para la producción de quesos, ya sean artesanales o quesos con mayor tecnificación. PROCABRA, ONG peruana que viene trabajando en mejora de la producción caprina en el Perú, ha implementado en el valle del Chillón - Lima en el año 2003 una planta quesera que actualmente viene produciendo quesos y otros derivados lácteos. Asimismo, existen otras empresas que ya han incursionado en la transformación de derivados lácteos como es el caso de la empresa “La Cabrita” que fabrica derivados lácteos. (Villanueva, 2008)

Según Agencias Agrarias y la Dirección Regional Agraria Piura (2012), la población caprina en el año 2012 fue 417 121 cabezas de ganado.

#### **2.3.4. Aspectos reproductivos y productivos de la cabra**

- La cabra debe haber alcanzado el 60% de su peso adulto (entre 25 a 30 kilos), para el primer servicio. (GRUPO-LATINO, 2007)
- El tiempo normal de gestación es de unos 150 a 165 días, pero varía con las razas y el individuo. (GRUPO-LATINO, 2007)
- La cabra alcanza su producción óptima alrededor de los 5 años y su vida útil puede llegar hasta los 10 años. (GRUPO-LATINO, 2007)
- La elaboración del calostro cesa en o cerca al momento del parto. No es posible retirar todo el calostro en un solo ordeño, por lo tanto aproximadamente un 20% de los componentes quedan para los ordeños subsiguientes. Se recomienda dejar el cabrito con la madre, los

primeros 3 a 8 días de nacido, para que tome el calostro. (GRUPO-LATINO, 2007)

- El pico máximo de producción de leche se encuentra alrededor de la 8<sup>va</sup> ó 12<sup>ma</sup> semana, la duración de la lactancia oscila entre 210 y 240 días. (GRUPO-LATINO, 2007)
- El ciclo de lactación de la cabra de leche es bastante parecido al de la vaca lechera. Durante la fase de inicio de lactación, la producción de leche (PL) aumenta continuamente desde el parto hasta las 4 o 6 semanas post-parto, momento en el que se suele alcanzar el pico de producción (máxima producción diaria). (Jimeno, Rebollar & Castro, 2003)

### **2.3.5. Métodos de ordeño**

**Ordeño manual:** Es utilizado en explotaciones de tipo familiar donde la mano de obra es económica y no se justifica la inversión de una máquina. (GRUPO-LATINO, 2007)

**Ordeño mecánico:** Se usa para explotaciones intensivas cuya finalidad es producir leche con rebaños numerosos, cuando la mano de obra es escasa y costosa justificando la inversión de una máquina ordeñadora. Requiere el conocimiento del mecanismo del equipo de ordeño, una disciplina estricta en la parte higiénica, una selección de cabras con uniformidad de ubre y pezones y un lugar apropiado para hacer el ordeño. (GRUPO-LATINO, 2007)

### **2.3.6. Calidad de la leche**

La calidad de la leche es uno de los pilares fundamentales de una industria lechera desarrollada y comprende ganado sano bien alimentado y criado, leche con una capacidad de conservación adecuada para su transporte a la industria, y composición óptima. Citado en Saltijeral (2003) por López (2007)

Las citadas cualidades redundarán en beneficio de todos:

1. Al productor, ya que recibirá mayores ingresos económicos por una mayor producción de leche, evitando pérdidas de todo orden y en los casos de que exista un pago de leche en base a la calidad, mayores ingresos por este concepto. Citado en Saltijeral (2003) por López (2007)
2. Para la industria lechera, debido a que la calidad de la leche resultará de un nivel tal, que no será necesario el desvío de suministros insatisfactorios a otros usos, mayor valor de utilización y mejor calidad de los productos terminados. Citado en Saltijeral (2003) por López (2007)
3. Para el consumidor porque recibirá un producto de alto valor nutricional y sin riesgo para la salud. Lo anterior, establece claramente un incentivo importante para que no tan sólo la industria lechera, sino que también organismos de salud y el propio gobierno, se inclinen hacia la implantación del pago de leche en base a la calidad como una medida integradora a nivel nacional, que permita alcanzar los beneficios anteriormente señalados. Citado en Saltijeral (2003) por López (2007)

El pago de leche cruda en base a su calidad, ha constituido en todos los países reconocidos por su importancia y nivel de desarrollo de su actividad lechera, como una herramienta fundamental para alcanzar niveles de excelencia en cuanto a volumen de producción total, la calidad de la materia prima empleada para el procesamiento industrial y la calidad y éxito comercial de sus productos lácteos. La calidad de la leche que llega a la planta de elaboración está determinada por la calidad de la leche recogida en las fincas lecheras, es decir, que la calidad de la leche comienza en la finca. Citado en Saltijeral (2003) por López (2007)

La calidad de la leche implica tres aspectos: la cantidad, sus componentes y los factores contaminantes (conteo celular somático, contaminación bacteriológica, y presencia de residuos). Citado en Saltijeral (2003) por López (2007)

### **2.3.7. Calidad sanitaria de la leche**

La calidad sanitaria de la leche se asocia a la ausencia de Mastitis y otras enfermedades (Tuberculosis y Brucelosis), que pueden afectar la calidad de la leche y hacer que ésta sea inapta para el consumo humano. El principal parámetro para confirmar la presencia de esta patología es el recuento de células somáticas (RCS). (SOLID-OPD, 2010)

El logro de una leche de calidad higiénica involucra la planificación y realización de una serie de actividades que contribuyen con el cumplimiento de los requisitos mínimos para producir leche apta para el consumo humano y su adecuado procesamiento en la elaboración de productos lácteos. Entre estos requisitos básicos, se encuentran el contar con áreas adecuadas para el ordeño, los utensilios para el ordeño, almacenamiento de utensilios, la capacitación y la motivación del personal encargado de las labores de producción de leche y condiciones mínimas de los animales con capacidad productora de leche. (SOLID-OPD, 2010)

### **2.3.8. Contaminación biológica**

Un alimento contaminado es aquél que contiene gérmenes capaces de provocar enfermedad a las personas que lo consumen. No es lo mismo un alimento contaminado que un alimento deteriorado ya que cuando un alimento se encuentra deteriorado sus cualidades, olor, sabor, aspecto, se reducen o anulan, pudiéndose apreciar por medio de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto). La contaminación ni se nota ni se ve ya que los microorganismos no se aprecian a simple vista al ser microscópicos. Un alimento contaminado puede parecer completamente normal, por eso es un error suponer que un alimento con buen aspecto está en buenas condiciones para su consumo, ya que puede estar contaminado por bacterias. (Bonini, 2008)

Un alimento puede estar:

- Deteriorado y contaminado (se nota)

- Deteriorado y no contaminado (se nota)
- Contaminado y no deteriorado (no se nota). (Bonini, 2008)

Este último es el realmente peligroso y causante generalmente de las enfermedades de origen alimentario. Los gérmenes llegan a los alimentos de diversas formas ya que se encuentran en todas partes, algunos son perjudiciales para el hombre causando enfermedades, éstos toman el nombre de gérmenes patógenos. (Bonini, 2008)

Las bacterias o gérmenes se encuentran también en personas y animales, en el hombre en la boca, nariz y sistema digestivo. La persona que tiene bacterias patógenas se llama portador y puede ser un portador sano o enfermo. El portador sano no presenta síntomas de enfermedad y no sabe que es portador. Todo manipulador por ese motivo, debe de poner en práctica rigurosas medidas de higiene siempre, para no contaminar los alimentos. (Bonini, 2008)

### **2.3.9. Contaminación de los alimentos**

Los alimentos generalmente se contaminan por dos vías:

- La directa, del portador (sano o enfermo) al alimento.
- La indirecta, del portador (sano o enfermo) a un intermediario, insectos, utensilios, y de éste ultimo al alimento.

En general la producción de alimentos libres de contaminantes no sólo depende del lugar de su producción sino también de los procesos de elaboración y de las personas que toman contactos con ellos. La contaminación de los mismos puede producirse en cualquier momento desde su cosecha, pasando por la elaboración a nivel industrial, hasta cuando se prepara la comida en el hogar. (Bonini, 2008)

### **2.3.10. Contaminación de la leche por microorganismos**

La leche constituye un excelente medio de cultivo y de protección para determinados organismos, sobre todo para las bacterias mesófilas y dentro de ésta, las patógenas, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura y de la presencia de otros microorganismos competitivos o de sus metabolitos. Evitar la contaminación y posterior proliferación de los microorganismos en la leche, es un constante problema para quienes tienen a su cargo la producción y elaboración de este producto. Debe tenerse presente que la leche es un producto biológico obtenido de animales, y por lo tanto, plantea problemas de origen en su contaminación, ya que a la salida de la glándula mamaria, este producto trae presentes microorganismos que condicionan su posterior manejo. Citado en Morales (2005) por López (2007)

Casi la mayoría de los microbios que causan la mastitis entran en la ubre por el orificio del pezón y se debe principalmente a un mal ordeño o a un mal alojamiento de las cabras, problemas en el cierre del orificio. En todos los casos es un problema principalmente de higiene y mal manejo del ordeño. Una prioridad para controlar mastitis es el cuidar la higiene del pezón a la hora del ordeño, ya que el 99 % de los microorganismos que causan mastitis ingresan por el orificio del pezón. Citado en Trejo (2002) por López (2007)

A lo anterior, debe sumarse la contaminación producida durante el manejo en la ordeña, transporte, y elaboración, proceso donde la leche pasa por muchas personas y elementos. No sólo las bacterias de la leche pueden ser fuente única de contaminación, también lo son las que se encuentran en los equipos, utensilios, en el aire, el polvo, el heno, etc. Muchas de las bacterias presentes en la leche cruda, pueden multiplicarse en forma apreciable, salvo que el producto se refrigere a 4,4 °C e incluso a temperaturas más bajas, su crecimiento continúa, aunque en forma más lenta. Citado en Morales (2005) por López (2007)

Debido a esto, no es conveniente guardar el producto por períodos muy prolongados, además que ha temperaturas más bajas se favorece el desarrollo de la flora psicrotrófica que en nada beneficia al producto, existiendo como agravante, cepas resistentes a malos tratamientos térmicos. Citado en Morales (2005) por López (2007)

### **2.3.11. Los microorganismos de acuerdo a su epizootiología como causantes de mastitis se clasifican en:**

#### **2.3.11.1. Microorganismos causantes de mastitis del medio ambiente**

Son aquellos que viven en el suelo, en el aire o en la piel, como por ejemplo la *E. Coli* y los coliformes incluyendo algunos tipos de bacilos gramnegativos y *Streptococcus spp.* Estos microbios se concentran más en la suciedad, suelo, camas, agua, estiércol y el alimento, cuando no se limpian corrales y se contamina con estiércol y con lodo la piel de la ubre, cuando no se lavan las manos antes de ordeñar y el contacto entre las ubres que llevan suciedad de un pezón a otro. Citado en Morales (2005) por López (2007)

#### **2.3.11.2. Microorganismos causantes de mastitis oportunistas**

La mayoría de estos tienen su hábitat natural en la piel de los animales encontrándose en su mayoría los del género: *Staphylococcus sp*, *Pseudomonas sp*, *Actinomyces*, *Nocardia* etc. Siendo éste grupo la causa principal de mastitis subclínica en la mayoría de los rebaños. Citado en Morales (2005) por López (2007)

#### **2.3.11.3. Microorganismos causantes de mastitis contagiosos**

Son aquellos que solo pueden vivir en el interior de la ubre y se transmiten cuando la leche de un animal enfermo es llevada al momento de ordeño por las manos o el equipo de ordeña a otro animal *Staphylococcus aureus*, *Mycoplasma spp.*, *Streptococcus*

*agalactiae*, *S. dysgalactiae* y *S. uberis*. Citado en Morales (2005) por López (2007)

La presentación más común de la mastitis causada por éste tipo de microbios es la crónica, también es muy frecuente encontrarla en mastitis subclínica ocasionalmente se puede encontrar la presentación de mastitis aguda necrótica, que es la presentación más violenta y dramática, ya que la bacteria produce una toxina que causa que las venas se destruyan en el interior de la ubre (trombosis) y finalmente el tejido muerto se desprende, en casos severos el animal muere. Citado en Morales (2005) por López (2007)

Al sufrir daño la glándula mamaria sufre alteraciones que relacionadas con su severidad puede derivar en:

- Lesión en las células que producen la leche, por lo que los componentes de la misma disminuyen en cantidad y concentración.
- Cambios en la permeabilidad de la membrana celular, lo que causa que componentes que provienen de la sangre aumenten fuertemente en la leche cuando hay mastitis. Citado en Morales (2005) por López (2007)

Todo lo anterior hace que los productos derivados de la leche de baja calidad o mastítica tengan rápido deterioro, cambio en textura y sabor, afecta al productor de leche por devoluciones. Una prioridad para controlar mastitis es el cuidar la higiene del pezón a la hora del ordeño, ya que el 99 % de los microorganismos que causan mastitis ingresan por el orificio del pezón. Citado en Morales (2005) y Trejo (2002) por López (2007)

### **2.3.12. Microorganismos Mesófilos Aerobios**

En este grupo se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 30°C en las condiciones establecidas, pero pueden hacerlo en rangos bien amplios de temperaturas inferiores y

mayores a los 30°C. Todas las bacterias patogénicas de origen alimenticio son mesófilas. (Andino y Castillo, 2010)

Esta determinación indica el grado de contaminación de una muestra y las condiciones que han favorecido o reducido la carga microbiana, es decir indica la calidad sanitaria del alimento y se utiliza para monitorear la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura. Desde luego, no se aplica a alimentos fermentados, y puede dar escasa información sobre el manejo del alimento cuando éste es poco favorable para el desarrollo microbiano por su pH, por ejemplo. (Andino y Castillo, 2010)

Se estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos, reflejando la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación, las condiciones higiénicas de la materia prima. Hay que tener en cuenta que un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas, igualmente si se tiene un recuento elevado no significa presencia de flora patógena. (Andino y Castillo, 2010)

No obstante, altos recuentos microbianos se consideran poco aconsejables para la mayor parte de los alimentos y suelen ser signo de inmediata alteración del producto. Tasas superiores entre  $10^5$  y  $10^7$  gérmenes por gramo suelen ser ya inicios de descomposición. (Andino y Castillo, 2010)

Este grupo es un indicador importante en alimentos frescos, refrigerados y congelados, en lácteos y en alimentos listos para consumir (RTE por sus siglas en inglés: ready to eat). Para determinar el número de gérmenes por gramo o mililitro del alimento en estudio se utiliza la técnica del recuento en placa utilizando el medio de cultivo, agar plate count (PCA). (Andino y Castillo, 2010)

### **2.3.13. Microorganismos Coliformes Totales**

Este grupo de bacterias pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, se caracterizan porque fermentan la lactosa con producción de gas a 35-37°C en 48 horas, son bacilos gram negativos, no formadores de esporas de vida libre y se transmiten por malos hábitos de manipulación en los alimentos. Este grupo incluye los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus* y *Klebsiella*. (Andino y Castillo, 2010)

La presencia de bacterias coliformes totales en los alimentos no significa necesariamente que hubo una contaminación fecal o que hay patógenos entéricos presentes. Algunos coliformes (*E. coli*) son comunes en las heces del hombre y otros animales, pero otros (*Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Erwinia*) comúnmente se encuentran en el suelo, agua y semillas. (Andino y Castillo, 2010)

### **2.3.14. Métodos de laboratorio para identificar microorganismos en los alimentos**

#### **2.3.14.1. Recuento en placa**

El recuento en placa es el método más utilizado para la determinación del número de células viables o unidades formadoras de colonias (U.F.C.) en un alimento. Los recuentos de microorganismos viables se basan en el número de colonias que se desarrollan en placas previamente inoculadas con una cantidad conocida de alimento (dilución) e incubadas en condiciones ambientales determinadas. (Andino y Castillo, 2010)

**Procedimiento:** Dos placas son preparadas usando medio de cultivo específico y una cantidad específica de muestra. Otros pares de placas son preparadas bajo condiciones similares, usando diluciones decimales de la muestra. Las placas son incubadas a 30°C por 72h. El número de microorganismos por mililitro o por gramo de muestra

es calculado a partir del número de colonias obtenidas en las placas seleccionadas. Citado en ISO 4833:2003 por EAC (2006).

El Agar Plate Count se emplea en el Método de Recuento de Mesófilos Aerobios. El Agar Plate Count está compuesto por Digestión enzimática de caseína (5,0 g), Extracto de levadura (2,5 g), Glucosa anhidra (1,0 g), agar (9 a 18 g) en un litro de agua. Citado en ISO 4833:2003 por EAC (2006)

#### **2.3.14.2. Método del Número Más Probable (NMP)**

El método NMP o el de tubos múltiples se basa en la determinación de la presencia o ausencia de un determinado tipo de microorganismos (en función de que crezcan o de que produzcan determinada reacción en el medio), en cantidades decrecientes de muestra. La muestra de alimento se procesa en tres diluciones proporcionales seriadas sembradas en 9 a 15 tubos del medio adecuado, para el método de los 3 o 5 tubos respectivamente. El número de microorganismos de la muestra original se conoce por las tablas estándar de NMP. Este método es de naturaleza estadística.

Ocasionalmente, es necesario subcultivar cada uno de los tubos positivos, o presuntamente positivos a placa, o a otro tubo (con el mismo u otro medio) a efectos de confirmarlo. (Andino y Castillo, 2010)

El número de tubos (positivos) que se busca en las tablas para el informe final es el que resulta de esta etapa de confirmación, siendo el valor anterior sólo un valor presuntivo. La interpretación de los resultados, se hace en base a una distribución de tipo Poisson, y en general se emplean tablas preparadas de acuerdo a la cantidad de muestra que se siembra en cada serie de tubos. (Andino y Castillo, 2010)

**Procedimiento:** Tres tubos con medio de enriquecimiento selectivo son inoculados con una cantidad específica de muestra. Luego, bajo las mismas condiciones, otros tubos con medio son inoculados con diluciones decimales de la muestra. Los tubos son incubados a 30°C o 37°C por 24h o 48h, después de este periodo se evalúa la formación de gas u opacidad que evite la detección de formación de gas. Una serie de tubos con medio de confirmación son inoculados con los cultivos de los tubos con medio de enriquecimiento selectivo en los cuales la formación de gas u opacidad ha sido notada. Los tubos son incubados a 30°C o 37°C por 24h o 48h y después de este periodo se evidencia la formación de gas. El número más probable de coliformes totales por mililitro o por gramos de muestra es calculado a partir del número de tubos en la nueva serie que muestran formación de gas. Una tabla para determinación de número más probable es usada. Citado en ISO 4831:2006 por EAC, 2008.

Los medios de cultivo descritos a continuación se emplean en el Método del Número más Probable citado en ISO 4831:2006 por IS 5401:2012:

- Medio de enriquecimiento selectivo: Caldo Lauril Sulfato Triptosa compuesto por Triptosa (20 g), lactosa (5 g), fosfato hidrogenado dipotásico (2,75 g), fosfato dihidrogenado de potasio (2,75 g), cloruro de sodio (5 g), sulfato lauril de sodio (0,1 g) en un litro de agua.
- Medio de confirmación: Caldo Verde Brillante Bilis Lactosa compuesto por bilis de buey deshidratada (20 g), lactosa (10 g), peptona (10 g), verde brillante (0,0133 g) en un litro de agua.

## 2.4. MARCO CONCEPTUAL

**Aptitud microbiológica para el consumo humano:** Los alimentos y bebidas serán consideradas microbiológicamente aptas para el consumo humano cuando cumplan en toda su extensión con los criterios microbiológicos establecidos en la norma sanitaria para el grupo y subgrupo de alimento al que pertenece. (MINSA/DIGESA, 2008)

**Calidad sanitaria:** Es el conjunto de requisitos microbiológicos, fisico-químicos y organolépticos que debe reunir un alimento para ser considerado apto para el consumo humano. (MINSA/DIGESA, 2008)

**Criterio microbiológico:** Define la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basado en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, por unidad de masa, volumen, superficie o lote. (MINSA/DIGESA, 2008)

**Mesófilos Aerobios:** En este grupo se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 30°C. (ANDINO Y CASTILLO, 2010)

**Coliformes Totales:** Este grupo de bacterias pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, se caracterizan porque fermentan la lactosa con producción de gas, son bacilos gramnegativos, no formadores de esporas de vida libre. Este grupo incluye a los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus* y *Klebsiella*. (ANDINO Y CASTILLO, 2010)

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

**3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:** Descriptiva.

**3.2. MODELO TEÓRICO:** Modelo lógico.

**3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:** Diseño no experimental.

- Diseño transversal descriptivo: De una muestra de leche se determinan Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos y Recuento de Microorganismos Coliformes Totales en un solo momento, pero no se busca la relación entre las variables.

**3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN**

#### **3.4.1. Localización**

##### **3.4.1.1. Lugar de recolección de las muestras**

El estudio se realizó en el Caserío San José, Km 41 Carretera Piura-Chulucanas, perteneciente a la Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, ubicada entre los distritos de Chulucanas (Provincia de Morropón) y Tambogrande (Provincia de Piura) en el departamento de Piura (Anexos 2 y 3).

Las muestras se recolectaron en el lugar que el propietario realiza el ordeño, sea corrales anexos a su hogar o dentro de campamentos.

##### **3.4.1.2. Laboratorio de Análisis**

Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Nutrición Fisiológica de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional de Piura.

### **3.4.2. Materiales**

#### **3.4.2.1. Material y equipo de campo**

- Fichas de control
- Lapicero
- Leche
- Cucharones de metal
- Frascos estériles tapa rosca (100 mL)
- Cooler con refrigerantes
- Marcador permanente

#### **3.4.2.2. Material de laboratorio**

- Agua destilada
- Agua peptonada
- Agar Plate Count
- Caldo Lauril Sulfato Triptosa
- Caldo Verde Brillante Bilis Lactosa
- Placas Petri de vidrio 15x100 mm
- Matraces de vidrio 250 ml.
- Probeta graduada de 250 ml.
- Pipetas graduadas de 1 ml.
- Pipetas graduadas de 10 ml.
- Tubos de Ensayo de 15 ml
- Tubos Durham
- Asa de siembra
- Gradillas para tubos de ensayo
- Marcador permanente
- Mechero de Alcohol
- Caja de fósforos
- Algodón hidrófilo (absorbente)
- Alcohol etílico al 96%
- Mandil blanco manga larga
- Guantes estériles N° 7
- Mascarillas descartables
- Gorros quirúrgicos descartables

- Papel toalla desechable
- Paños absorbentes de limpieza
- Hipoclorito de sodio (lejía)
- Jabón germicida

\*La preparación de los medios de cultivo se indica en el Anexo 4.

### **3.4.2.3. Equipo de laboratorio**

- Cocina eléctrica marca Rotable RangIn 825 watt de 2 hornillas.
- Baño María
- Refrigeradora Eléctrica Doméstica (Marca: FAEDA, Serie: 0 076 973, Cód. SBN: 112 263 860 038, Cód. Área: DE. MS.)
- Incubadora (Marca: tipo LP-103, Serie: 67 196 993, Cód. SBN: 532 269 040 010, Cód. Área: DE. MS.)
- Autoclave (Marca: All American - Electric Pressure Steam Sterilizer - Model NO. 25x - Wisconsin Aluminum - Foundry Co., INC.838 South 16 th St. Manitowoc, WI 54 220 - Serie: 06-96-BK, Cód. SBN: 322 200 250 012, Cód. Área: DE. MS.)
- Balanza Analítica Digital (Marca: Sartorius AG. Gottingen Germany - Modelo CP 1245, Serie: 17 003 097, Cód. SBN: 602 206 340 030, Cód. Área: DE. NA.)
- Cámara cuenta colonias de Québec (Marca: Cuenta colon - Titriplaque Made in Hungary, Serie: 6 211 274, Cód. SBN: 602 221 150 002, Cód. Área: DE. MS.)

### **3.4.2.4. Material y equipo de oficina**

- Fichas de control
- Lapicero
- Corrector
- Computadora Lenovo® Intel Pentium® con Sistema Operativo Windows® 7 y con Software Microsoft Office 2007
- Modem para conexión a Internet

- Cámara digital Kodak® Easy Share M530 12 Mega Pixels.
- USB Kingston® (8 Gb.)
- Impresora Multifuncional-Canon® MP190 Serie MC-2402
- Tinta para impresora
- Papel Din A-4
- Espiralado

### **3.4.3. Llenado de fichas**

- Se visitó a los propietarios de cada predio en el momento del ordeño, previa coordinación.
- Antes de iniciar el muestreo, se llenó la “Ficha para la toma de muestra” con información del predio, y la “Ficha de evaluación de las condiciones de ordeño” (Anexo 5)

### **3.4.4. Preparación del equipo de muestreo**

El cucharón de acero inoxidable se esterilizó mediante calor seco a 180°C x 30 minutos. El material y los métodos de esterilización se basan en las recomendaciones del ISO 707:2008, citado por Ethiopian Standards Agency (2012)

### **3.4.5. Recolección de muestras**

- Se tomó la muestra del recipiente de ordeño (ver foto 1 y 2 del anexo 8), previa homogenización:
- La homogenización para envases de boca ancha como baldes o porongos se realizó revolviendo bien la leche con el cucharón de metal esterilizado.
- En el caso de recipientes de boca estrecha como botellas, la homogenización se realizó revolviendo bien la leche dentro de la botella cerrada.
- Se recolectó 100 mL de leche en frascos de plástico estériles. El tamaño de la muestra recolectada y el material para muestreo se basan en el ISO 707:2008, citado por Ethiopian Standards Agency (2012)
- Los frascos se rotularon empleando un plumón indeleble con la información de la muestra (Anexo 5), la misma que se registró en una ficha control.

- Las muestras de leche se trasladaron al laboratorio utilizando un cooler con refrigerantes (ver foto 3 del anexo 8), manteniendo la muestra a temperatura de refrigeración hasta su análisis (1-5°C como indica la norma ISO 707:2008, citada por Ethiopian Standards Agency, 2012)

### **3.4.6. Procesamiento de la muestra en el laboratorio**

Basado en las recomendaciones del Ministerio de Agricultura (2007), se siguió el siguiente protocolo:

- Al ingresar al laboratorio se desinfectó la mesa en donde se trabajará; esta desinfección se realizó utilizando hipoclorito de sodio (lejía) y los paños absorbentes para limpieza.
- Una vez preparados los materiales en la mesa de trabajo se rotularon cada uno de ellos para identificarlos al momento de utilizarlos.
- Luego se encendió el mechero de alcohol y posteriormente se colocaron la mascarilla y el gorro quirúrgico descartable.
- Antes de iniciar el procedimiento, se lavaron las manos con jabón germicida.
- Luego se secaron las manos usando toallas desechables de papel.
- Posteriormente se desinfectaron las manos con alcohol y luego se dejaron secar a temperatura ambiente.
- Después se colocaron el paquete de guantes estériles.
- Todo procedimiento a seguir se realizó con la ayuda de un mechero.

#### **3.4.6.1. Preparación de la muestra**

La preparación de las muestras de ensayo, suspensión inicial y diluciones decimales para examen microbiológico siguieron el modelo citado en ISO 6887-5:2008 por AENOR (2011)

- El recipiente con la muestra de leche se sometió a Baño María a 40°C.

- Se homogenizó invirtiendo el recipiente de la muestra 25 veces evitando la formación de espuma.
- Se tomó 1ml de la muestra de leche utilizando una pipeta estéril y se colocó en un tubo de ensayo que contiene 9 ml de agua peptonada.
- Se agitó la solución 25 veces con un movimiento de aproximadamente 300 mm durante 7 segundos.
- Se realizó diluciones decimales sucesivas ( $10^{-2}$  a  $10^{-4}$ ) a partir de la primera ( $10^{-1}$ ) tomando 1 ml de la anterior y diluyéndola en 9 ml de agua peptonada, y se agitó como se describe anteriormente.

#### **3.4.6.2. Recuento de Mesófilos Aerobios:**

La técnica de recuento de colonias a 30°C se cita en ISO 4833:2003 por EAC (2006).

- Se tomaron dos placas Petri estériles. Se transferirá a cada placa, empleando una pipeta estéril 1 ml de la dilución  $10^{-1}$ .
- Se vertieron 12-15 ml de agar plate count (fundido a 44°C a 47°C) dentro de cada placa Petri. (Ver foto 4 del anexo 8)
- Se mezcló el inóculo con el medio girando las placas Petri (Ver foto 5 del anexo 8) y se esperó que la mezcla solidifique dejando las placas en una superficie horizontal.
- Se repitió el procedimiento anterior con las demás diluciones ( $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ).
- Se invirtieron las placas preparadas y se dejaron en la incubadora a 30°C por 72 h +/- 3 h. La temperatura empleada se cita en ISO 4833:2003 por EAC (2006).
- Después del periodo de incubación, se contaron las colonias en las placas, usando el Contador de Colonias de Quebec. (Ver fotos 9 y 10 del anexo 8)

### **Cálculo y expresión de resultados (ISO 7218:2007)**

- Se calculó el número de microorganismos presentes como el promedio ponderado de las dos diluciones sucesivas, según la ecuación:

$$N = \frac{\sum c}{V \times 1,1 \times d}$$

Donde: “ $\sum c$ ” es la sumatoria de las colonias contadas en las dos placas de dos diluciones sucesivas; “v” es el volumen de inóculo empleado en cada placa, en mililitros; y “d” es la dilución correspondiente a la primera dilución.

- Se redondeó el resultado calculado con dos cifras significativas. Si la tercera cifra es inferior a 5, no se modifica la cifra anterior; si la tercera cifra es mayor o igual a 5, se incrementa la cifra anterior en una unidad.
- Se expresó el resultado en potencia de diez.

#### **3.4.6.3. Método del Número Más Probable (NMP):**

La Técnica del Número más probable se cita en ISO 4831:2006 por EAC (2008)

##### **Cultivo e incubación**

- Se tomaron tres tubos de medio de enriquecimiento selectivo. Usando una pipeta estéril se transfirió a cada uno de estos tubos 1 ml de la dilución  $10^0$ . (Ver foto 6 del anexo 8)
- Para cada una de las demás diluciones ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ ), se repitió el procedimiento anterior. Se usó una pipeta estéril para cada dilución. Se mezcló el inóculo y el medio.
- Se llevaron los tubos a la incubadora a  $30^{\circ}\text{C}$  por 24h +/- 2h (ver foto 7 del anexo 8), si no se observaba formación de gas u opacidad que evite la detección de formación de gas en esta etapa (ver foto 13 del anexo 8), se continuó la incubación por otras 24 h +/- 2h.

## **Confirmación**

- De cada uno de los tubos incubados que muestran formación de gas u opacidad que evite la detección de formación de gas (Ver foto 11 y 12), se inoculó con un asa de siembra un tubo con medio de confirmación. (Ver foto 8 del anexo 8)
- Se incubaron a 30°C por 24h +/- 2h, si no se observa formación de gas en esta etapa se continua la incubación por otras 24 h +/- 2h.

## **Cálculo, expresión e interpretación de resultados**

- Para cada dilución, se contaron el número total de tubos en los cuales se observa formación de gas (tubos positivos). (Ver fotos 14 y 15)
- Se calculó el número más probable a partir del número de tubos positivos de cada dilución ( $10^0$ ,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ ), empleando la tabla NMP del ISO 7218:2007. (Anexo 6)
- En la tabla NMP se trabaja con las diluciones  $10^0$ ,  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$ . Cuando se considera las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  se multiplica el resultado de la tabla por 10 ya que estamos empleando una dilución diez veces menor en la primera serie de tubos ( $10^{-1}$ )

### **3.4.6.4. Registro de resultados.**

- Los resultados se anotaron en la “Ficha de Resultados del Recuento Microbiológico” (Anexo 5).
- Los resultados por semana y por predio se muestran en el anexo 7.

### **3.5. TIPO Y TÉCNICAS DE MUESTREO**

#### **3.5.1. Unidad de análisis**

Se trabajó con leche del recipiente de ordeño de los predios del Caserío San José, Km 41 Carretera Piura-Chulucanas, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, que crían cabras criollas bajo sistema extensivo.

#### **3.5.2. Población**

La población estuvo conformada por todos los recipientes de ordeño de 9 predios registrados en el Caserío San José, Km 41 Carretera Piura-Chulucanas, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera. Sin embargo, solo se trabajó con los predios donde se permitió la recolección de las muestras de leche y cercanos a la carretera para facilitar el transporte de la muestra desde su recolección hasta su procesamiento en el laboratorio.

#### **3.5.3. Selección de muestras**

Se trabajó con cinco predios que cumplen con las características mencionadas anteriormente. Se tomó una muestra por predio durante cinco semanas seguidas, considerando el plan de muestreo de 5 unidades de muestra de la NTS N°071-MINSA/DIGESA-2008, haciendo un total de 25 muestras.

### **3.6. ANÁLISIS DE DATOS**

El tipo de investigación fue de carácter descriptivo, donde se utilizaron tablas de frecuencia, gráficos y resúmenes para la presentación de datos.

Los resultados obtenidos por predio fueron evaluados con los criterios microbiológicos de la leche cruda según Norma Técnica Sanitaria N°071-MINSA/DIGESA-2008 (Anexo 1):

Para Aerobios Mesófilos:

- Si las unidades de muestra presentan un recuento microbiológico aceptable, es decir, igual o menor a “m” (500 000 UFC/ml), entonces el predio cumple con los criterios microbiológicos de la Norma Técnica Sanitaria.
- Si al menos una unidad de muestra presenta un recuento microbiológico inaceptable, es decir, mayor a “M” (1 000 000 UFC/ml); entonces el predio no cumple con los criterios microbiológicos de la Norma Técnica Sanitaria.
- Si el número de unidades de muestra provisionalmente aceptable (con un recuento mayor a “m” o igual a “M”) es menor o igual a “c” (1 unidad de muestra), entonces el predio cumple con los criterios microbiológicos de la Norma Técnica Sanitaria.

Para Coliformes Totales:

- Si las unidades de muestra presentan un recuento microbiológico aceptable, es decir, igual o menor a “m” (100 UFC/ml), entonces el predio cumple con los criterios microbiológicos de la Norma Técnica Sanitaria.
- Si al menos una unidad de muestra presenta un recuento microbiológico inaceptable, es decir, mayor a “M” (1 000 UFC/ml); entonces el predio no cumple con los criterios microbiológicos de la Norma Técnica Sanitaria.
- Si el número de unidades de muestra provisionalmente aceptable (con un recuento mayor a “m” o igual a “M”) es menor o igual a “c” (3 unidades de muestra), entonces el predio cumple con los criterios microbiológicos de la Norma Técnica Sanitaria.

Finalmente, se determinó el número de predios que cumplen con los criterios microbiológicos de la Norma Técnica Sanitaria.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RECuento DE MESÓFILOS AEROBIOS (RMA)

Considerando cada predio analizado se obtuvieron los resultados que se observan en las tablas 1 y 2

Tabla 1. Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos (UFC/ml) en leche de cabra por semana en los predios del Caserío San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, 2013.

| SEMANA | PREDIO 1          | PREDIO 2           | PREDIO 3          | PREDIO 4           | PREDIO 5           |
|--------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1      | $4,1 \times 10^4$ | $2,3 \times 10^4$  | $4,7 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^4$  | $6,9 \times 10^4$  |
| 2      | $10 \times 10^4$  | $2,2 \times 10^4$  | $6,8 \times 10^4$ | $0,55 \times 10^4$ | $1,4 \times 10^4$  |
| 3      | $13 \times 10^4$  | $0,69 \times 10^4$ | $19 \times 10^4$  | $0,94 \times 10^4$ | $0,70 \times 10^4$ |
| 4      | $6,5 \times 10^4$ | $3,2 \times 10^4$  | $13 \times 10^4$  | $5,9 \times 10^4$  | $0,91 \times 10^4$ |
| 5      | $6,0 \times 10^4$ | $3,5 \times 10^4$  | $1,8 \times 10^4$ | $1,3 \times 10^4$  | $3,6 \times 10^4$  |

Tabla 2: Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos (UFC/ml) en leche de cabra de los predios del Caserío San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, 2013

| PREDIO | PROMEDIO          | DESVIACIÓN ESTÁNDAR | MÁXIMA            | MÍNIMA             |
|--------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| 1      | $7,9 \times 10^4$ | $3,6 \times 10^4$   | $13 \times 10^4$  | $4,1 \times 10^4$  |
| 2      | $2,4 \times 10^4$ | $1,1 \times 10^4$   | $3,5 \times 10^4$ | $0,69 \times 10^4$ |
| 3      | $9,1 \times 10^4$ | $6,9 \times 10^4$   | $19 \times 10^4$  | $1,8 \times 10^4$  |
| 4      | $2,2 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^4$   | $5,9 \times 10^4$ | $0,55 \times 10^4$ |
| 5      | $2,7 \times 10^4$ | $2,6 \times 10^4$   | $6,9 \times 10^4$ | $0,70 \times 10^4$ |

En el predio 1, el RMA promedio fue  $7,9 \times 10^4 \pm 3,6 \times 10^4$  UFC/ml, obteniendo un recuento máximo de  $13 \times 10^4$  y un recuento mínimo de  $4,1 \times 10^4$  UFC/ml.

En el predio 2, el RMA promedio fue  $2,4 \times 10^4 \pm 1,1 \times 10^4$  UFC/ml, obteniendo un recuento máximo de  $3,5 \times 10^4$  y un recuento mínimo de  $0,69 \times 10^4$  UFC/ml.

En el predio 3, el RMA promedio fue  $9,1 \times 10^4 \pm 6,9 \times 10^4$  UFC/ml, obteniendo un recuento máximo de  $19 \times 10^4$  y un recuento mínimo de  $1,8 \times 10^4$  UFC/ml.

En el predio 4, el RMA promedio fue  $2,2 \times 10^4 \pm 2,2 \times 10^4$  UFC/ml, obteniendo un recuento máximo de  $5,9 \times 10^4$  y un recuento mínimo de  $0,55 \times 10^4$  UFC/ml.

En el predio 5, el RMA promedio fue  $2,7 \times 10^4 \pm 2,6 \times 10^4$  UFC/ml, obteniendo un recuento máximo de  $6,9 \times 10^4$  y un recuento mínimo de  $0,70 \times 10^4$  UFC/ml.

El promedio de RMA/ml encontrado en esta investigación ( $4,9 \times 10^4$  UFC/ml) está por encima de  $3,81 \times 10^4$  UFC/ml, promedio reportado durante una campaña de lactación por Ludeña y col. (2006). Por otro lado, tal promedio se encuentra muy por debajo de los valores encontrados por otros autores, como Cordiviola y col. (2007) quienes reportaron  $318 \times 10^4$  UFC/ml en leche de tanque en la Cuenca de Cañuelas; García y col. (2009) quienes reportaron  $1\ 800 \times 10^4$  UFC/ml en leche del recipiente obtenida por ordeño manual; y Martínez y col. (2006) quienes reportaron  $65,6 \times 10^4$  UFC/ml en leche de tanque obtenida mediante máquina de ordeño en explotaciones de Valencia. Los valores elevados reportados por estos autores, se explican por el tiempo transcurrido entre el inicio del ordeño y la toma de la muestra, la cual la realizaron al terminar el ordeño de todos los animales y después del llenado de los recipientes o tanques, tiempo suficiente para el crecimiento microbiano. Cabe mencionar que en el caso del manejo de tanques de refrigeración, el recuento microbiano será mayor si existe un inadecuado control de la temperatura dentro del tanque durante el ordeño.

El mayor recuento de mesófilos aerobios fue  $19 \times 10^4$  UFC/ml (predio 3), el cual se encuentra por debajo de  $46 \times 10^4$  UFC/ml según lo reportado por Ludeña y col. (2006); asimismo, tal resultado está muy por debajo de  $17\ 000 \times 10^4$  UFC/ml según lo mencionado por García y col. (2009).

El menor recuento de mesófilos aerobios fue de  $0,55 \times 10^4$  UFC/ml (predio 4), el cual se encuentra por encima de  $0,41 \times 10^4$  UFC/ml según lo reportado por Ludeña y col. (2006); y por debajo de  $8,2 \times 10^4$  UFC/ml según el reporte de García y col. (2009).

Si bien en la investigación se ha obtenido recuentos de aerobios mesófilos por dentro de los límites aceptables, hay que tener en cuenta que un recuento bajo no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas. (Andino y Castillo, 2010)

La determinación de Mesófilos Aerobios indica el grado de contaminación de una muestra y las condiciones que han favorecido o reducido la carga microbiana, es decir

indica la calidad sanitaria del alimento y se utiliza para monitorear la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (Andino y Castillo, 2010). Por lo tanto, es una herramienta importante en los proyectos de mejora de los sistemas de producción caprina, ya que permite el monitoreo durante la implementación de infraestructura, utensilios o prácticas de ordeño que contribuyan a mejorar la calidad de la leche.

Cabe destacar que existen bacterias anaerobias facultativas, bacterias que se desarrollan tanto en ausencia como en presencia de oxígeno, es decir tienen la facultad de crecer en condiciones aeróbicas o anaeróbicas. Casi todos los mohos y levaduras encontrados en el interior o en la superficie de los alimentos son aeróbicos, aunque unos pocos tienden a ser anaerobios facultativos. Además, existe otro grupo de microorganismos, los psicrótrofos, que son microorganismos que crecen bien a 7°C o menores temperaturas y tienen su temperatura óptima entre 20 y 30°C. Pueden crecer a temperaturas de refrigeración -0°C y a temperatura mesófila. En este grupo se pueden mencionar los géneros Aeromonas, Enterobacter, Citrobacter, Proteus, Pseudomonas y las levaduras Candida y Torulopsis. Del grupo de los mohos están los géneros Penicillium, Cladosporium, y Aspergillus. (Andino y Castillo, 2010). Por lo tanto, los resultados obtenidos incluyen también a las bacterias facultativas y los psicrótrofos.

#### 4.2. RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES (RCT)

Considerando cada predio analizado se obtuvieron los resultados que se observan en las tablas 3 y 4

Tabla 3. Recuento de Microorganismos Coliformes Totales (NMP/ml) en leche de cabra por semana en los predios del Caserío San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, 2013.

| SEMANA | PREDIO 1 | PREDIO 2 | PREDIO 3 | PREDIO 4 | PREDIO 5 |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 0,36     | 9,30     | 24       | 0,94     | 0,94     |
| 2      | 24       | 4,30     | 1,50     | 240      | 0,94     |
| 3      | 1100     | 0,94     | 0,36     | 46       | 0,94     |
| 4      | 240      | 0,94     | 240      | 0,94     | 0,36     |
| 5      | 1100     | 0,94     | 0,94     | 110      | 0,94     |

Tabla 4: Recuento de Microorganismos Coliformes Totales (NMP/ml) en leche de cabra de los predios del Caserío San José, Comunidad Campesina José Ignacio Távora Pasapera, 2013.

| <b>PREDIO</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b> | <b>MÁXIMA</b> | <b>MÍNIMA</b> |
|---------------|-----------------|----------------------------|---------------|---------------|
| 1             | 492,87          | 562,04                     | 1 100         | 0,36          |
| 2             | 3,28            | 3,66                       | 9,30          | 0,94          |
| 3             | 53,36           | 104,81                     | 240           | 0,36          |
| 4             | 79,58           | 100,19                     | 240           | 0,94          |
| 5             | 0,82            | 0,26                       | 0,94          | 0,36          |

En el predio 1, el RCT promedio fue  $492,87 \pm 562,04$  NMP/ml, obteniendo un recuento máximo de 1 100 y un recuento mínimo de 0,36 NMP/ml.

En el predio 2, el RCT promedio fue  $3,28 \pm 3,66$  NMP/ml, obteniendo un recuento máximo de 9,30 y un recuento mínimo de 0,94 NMP/ml.

En el predio 3, el RCT promedio fue  $53,36 \pm 104,81$  NMP/ml, obteniendo un recuento máximo de 240 y un recuento mínimo de 0,36 NMP/ml.

En el predio 4, el RCT promedio fue  $79,58 \pm 100,19$  NMP/ml, obteniendo un recuento máximo de 240 y un recuento mínimo de 0,94 NMP/ml.

En el predio 5, el RCT promedio fue  $0,82 \pm 0,26$  NMP/ml, obteniendo un recuento máximo de 0,94 y un recuento mínimo por debajo de 0,36 NMP/ml.

El promedio de Coliformes Totales/ml encontrado en esta investigación (126 NMP/ml) está por debajo del promedio 568 NMP/ml reportado durante una campaña de lactación por Ludeña y col. (2006), y de  $8,3 \times 10^5$  NMP/ml según el trabajo de García y col. (2009)

El mayor recuento de Coliformes Totales fue 1 100 NMP/ml (predio 1), el cual se encuentra por debajo de  $7,9 \times 10^6$  NMP/ml según lo reportado por García y col. (2009).

El menor recuento de Coliformes Totales fue de 0,36 NMP/ml (predio 5), siendo menor al resultado de 450 NMP/ml del trabajo de García y col. (2009).

El mayor recuento promedio de Coliformes Totales por predio fue 493 NMP/ml (predio 1) se encuentra por encima de lo reportado por Morales (2010), donde el mayor contenido de Bacterias Coliformes Totales fue 210 NMP/ml.

El menor recuento promedio de Coliformes Totales por predio fue 0,82 NMP/ml (predio 5), que se encuentra por debajo de lo reportado por Morales (2010), donde el menor contenido de Bacterias Coliformes Totales fue 3 NMP/ml.

Los coliformes totales son considerados flora normal, se ha establecido que su presencia en un número elevado constituye una evidencia de inadecuado manejo higiénico-sanitario del producto, además de ser indicativo de la probable presencia de cepas patógenas. Citado en García (2009) por Higgins (2007).

Cabe mencionar que no sólo las bacterias de la leche pueden ser fuente única de contaminación, también lo son las que se encuentran en los equipos, utensilios, en el aire, el polvo, el heno, etc. Citado en Morales (2005) por López (2007). Algunos coliformes (*E. coli*) son comunes en las heces del hombre y otros animales, pero otros (*Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Erwinia*) comúnmente se encuentran en el suelo, agua y semillas. (Andino y Castillo, 2010). Esto podría explicar la presencia de recuentos elevados de coliformes totales en algunos predios.

En el predio 1 se observó que todos los animales se encontraban en un corral pequeño. El número de animales se conservó durante todas las semanas, aunque el ordeño fue realizado por un miembro diferente de la familia. El cambio de ordeñador genera diferentes reacciones en los animales y mayor movimiento, lo cual en un ambiente pequeño generan gran formación de polvo, posible fuente de contaminación de Coliformes Totales provenientes del suelo; lo cual podría explicar los resultados elevados (240 y 1 100 NMP/ml).

Tanto en el predios 2 como en el predio 5 se observó un corral amplio, además, el número de animales y el ordeñador fue el mismo durante todas las semanas de trabajo. Lo cual explica la obtención de resultados similares durante el tiempo de estudio.

Los predios 3 y 4 presentaron mayor número de animales por corral (ver anexo 7). En el predio 3 se observó un corral amplio, además, el ordeñador fue el mismo durante todas las semanas de trabajo; sin embargo, el número de animales en el momento de ordeño varió durante cada semana debido a que no todos los animales regresaban del pastoreo al mismo tiempo. En el predio 4, el ordeñador fue el mismo durante todas las semanas de trabajo; pero, el número de animales durante el momento de ordeño fue mucho mayor en comparación con los demás predios. Según el reporte de Morales (2010), las muestras de leche de cabra con contaminación fecal se caracterizaron por proceder de un

sistema de explotación estabulado así como rebaños numerosos, comparado con el promedio de cabezas en las explotaciones de la comunidad. Por lo tanto, si consideramos que los coliformes totales incluyen los coliformes fecales (procedentes de heces de animales) y coliformes ambientales (encontrados en el suelo); el número de animales por corral influye en la cantidad de coliformes totales según lo mencionado anteriormente. Lo cual podría explicar la presencia de muestras provisionalmente aceptables.

### 4.3. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA

Considerando los criterios microbiológicos de mesófilos aerobios y Coliformes Totales de la leche cruda según la Norma Técnica Sanitaria N°071-MINSA/DIGESA-2008, se obtuvieron los resultados que se presentan en las tablas 5 y 6, y en los gráficos 1 y 2.

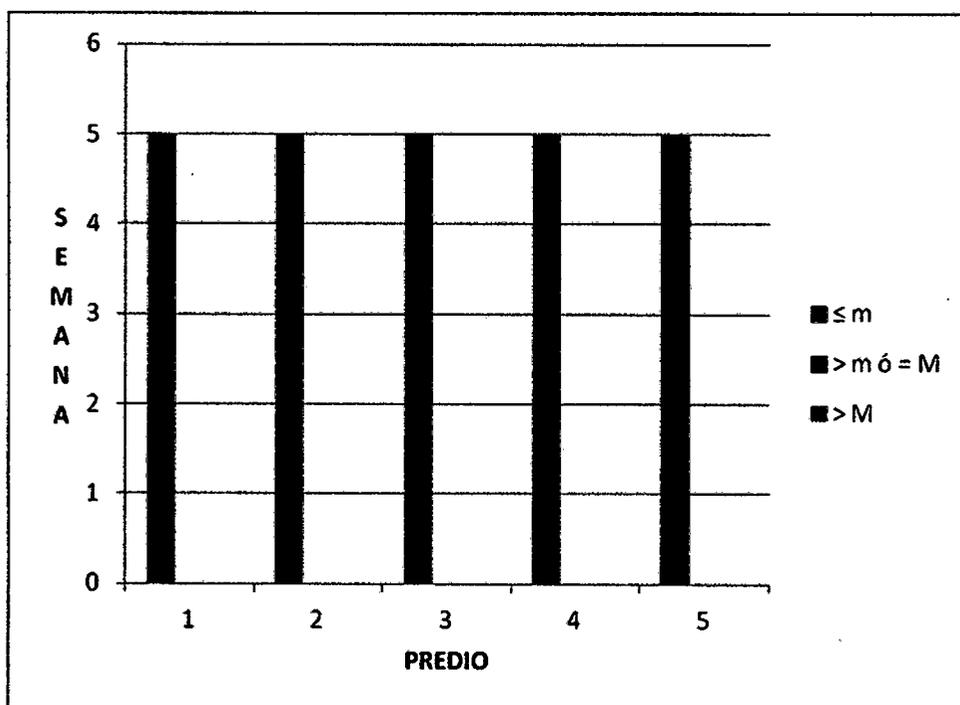
Tabla 5: Distribución de los resultados del Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos (UFC/ml) en leche de cabra por predio según Norma Técnica Sanitaria.

| <b>PREDIO</b> | <b>≤ m</b> | <b>&gt; m ó = M</b> | <b>&gt; M</b> |
|---------------|------------|---------------------|---------------|
| 1             | 5          | 0                   | 0             |
| 2             | 5          | 0                   | 0             |
| 3             | 5          | 0                   | 0             |
| 4             | 5          | 0                   | 0             |
| 5             | 5          | 0                   | 0             |

Donde:

$$m = 5 \times 10^5 \text{ UFC/ml}$$

$$M = 10^6 \text{ UFC/ml}$$



Donde:

$$m = 5 \times 10^5 \text{ UFC/ml}$$

$$M = 10^6 \text{ UFC/ml}$$

Gráfico 1: Distribución de resultados de Recuento de Mesófilos Aerobios por predio según Norma Técnica Sanitaria.

La Unión Europea establece lineamientos para la calidad higiénica y bacteriológica de la leche de cabra en base al contaje de Aerobios Mesófilos de leche a 30°C, diferencia los límites de acuerdo al sometimiento o no de la leche a tratamiento calórico, según el producto que se va a obtener, siendo el límite permisible en la leche a tratar o no térmicamente de <math>1\ 500\ 000\ \text{UFC/ml}</math> y <math>500\ 000\ \text{UFC/ml}</math> respectivamente. (BOE, 1996). Los valores obtenidos en el presente estudio se encuentran por debajo de los límites permisibles, es decir, que bajo la normativa europea, la leche de cabra de los predios analizados presentan una buena calidad microbiológica.

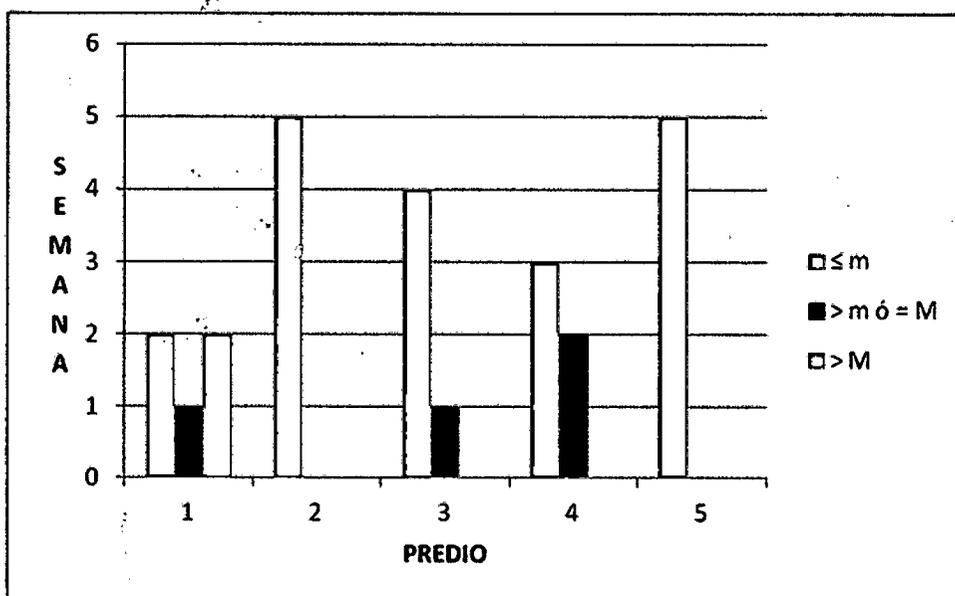
Tabla 6: Distribución de los resultados del Recuento de Microorganismos Coliformes Totales (NMP/ml) en leche de cabra de los predios considerando según Norma Técnica Sanitaria.

| PREDIO | $\leq m$ | $> m \text{ ó } = M$ | $> M$ |
|--------|----------|----------------------|-------|
| 1      | 2        | 1                    | 2     |
| 2      | 5        | 0                    | 0     |
| 3      | 4        | 1                    | 0     |
| 4      | 3        | 2                    | 0     |
| 5      | 5        | 0                    | 0     |

Donde:

$m = 100 \text{ NMP/ml}$

$M = 1\,000 \text{ NMP/ml}$



Donde:

$m = 100 \text{ NMP/ml}$

$M = 1\,000 \text{ NMP/ml}$

Gráfico 2: Distribución de resultados de Recuento de Coliformes Totales por predio según Norma Técnica Sanitaria.

El RMA del predio 1 fue aceptable en todos los muestreos, sin embargo, el RCT presentó niveles inaceptables en dos muestreos.

El RMA y el RCT del predio 2 fueron aceptables en todos los muestreos.

El RMA del predio 3 fue aceptable en todos los muestreos. Para el caso de RCT solo una muestra presentó niveles comprendidos entre “m” y “M”, por lo que la leche del predio se considera aceptable.

El RMA del predio 4 fue aceptable en todos los muestreos. Para el caso de RCT, dos muestras presentaron niveles comprendidos entre “m” y “M”, por lo que la leche del predio se considera aceptable.

El RMA y el RCT del predio 5 fueron aceptables en todos los muestreos.

En el caso del predio 1, además de las características por predio descritas en el punto 4.2, los recuentos elevados de microorganismos coliformes totales podrían deberse a que el ordeño es realizado empleando una jarra con un colador. El colador es un utensilio que requiere una limpieza con más dedicación, ya que la superficie de la malla debe cepillarse para evitar la acumulación de gérmenes. Asimismo, a pesar de que las partículas grandes son retenidas en la superficie, el tamaño de los agujeros permite el paso de partículas de heces y tierra más pequeñas. Además, los utensilios deben ser de uso exclusivo para este fin (SOLID-OPD, 2010), sin embargo, el colador se emplean para labores de cocina, lo cual podría contribuir a la contaminación sino se tiene un elevado nivel de higiene.

## **V. CONCLUSIONES**

1. La leche fresca de cabra producida en el predio 1 del Caserío San José de la Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera es de mala calidad microbiológica al presentar niveles inaceptables de coliformes totales.
2. La leche fresca de cabra producida en cuatro predios del Caserío San José de la Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera es de buena calidad microbiológica.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que los proyectos de mejora de la producción caprina lechera y de las condiciones de ordeño deban estar acompañadas por estudios de calidad microbiológica con la finalidad de evaluar la calidad inicial (realizada en el presente estudio) y la calidad posterior a los cambios en infraestructura (mejora de corrales o implementación de sala de ordeño).
2. Se recomienda determinar recuentos microbiológicos en leche de cabra en diferentes regiones con la finalidad de identificar características propias (infraestructura y manejo durante el ordeño) que puedan replicarse para garantizar una adecuada calidad microbiológica.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la calidad microbiológica de la leche de cabra producida en los predios del Caserío San José de la Comunidad Campesina José Ignacio Távara Pasapera, considerando los criterios microbiológicos de la leche cruda según la Norma Técnica Sanitaria N°071-MINSA/DIGESA-2008, analizándose 5 muestras semanales de 5 predios determinando el recuento de microorganismos aerobios mesófilos a través del método de recuento en placa y el recuento de microorganismos coliformes totales a través del método del número más probable. Dentro de la zona de estudio, el promedio del recuento de aerobios mesófilos fue  $4,9 \times 10^4$  UFC/ml y el promedio del recuento de coliformes totales fue 126 NMP/ml, siendo estos niveles aceptables para las categorías. Se determinó que todos los predios presentan niveles aceptables de aerobios mesófilos ( $\leq 5 \times 10^5$  UFC/ml), y un predio no presenta niveles aceptables de coliformes totales. Se concluye que la leche procedente de 4 predios analizados es de buena calidad microbiológica, y la leche procedente de un predio analizado es de mala calidad microbiológica al presentar niveles inaceptables de coliformes totales.

Palabras clave: Leche de cabra, Recuento microbiológico, Aerobios Mesófilos, Coliformes Totales, Norma Técnica Sanitaria.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AENOR. (2011). *EN ISO 6887-5:2010. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Preparación de las muestras de ensayo, suspensión inicial y diluciones decimales para examen microbiológico.* Obtenido de [https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC0QFjAB&url=http%3A%2F%2Fportal.indecopi.gob.pe%2Fcidalerta%2Fgetfile.ashx%3Ffile%3DUNE-EN\\_ISO\\_6887-5%3D2011.pdf%26id%3D16681%26tip..&ei=spJkUt67IoOA9gSG9IEw&usg=AFQjCNGUibzFqx2AS5GU](https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CC0QFjAB&url=http%3A%2F%2Fportal.indecopi.gob.pe%2Fcidalerta%2Fgetfile.ashx%3Ffile%3DUNE-EN_ISO_6887-5%3D2011.pdf%26id%3D16681%26tip..&ei=spJkUt67IoOA9gSG9IEw&usg=AFQjCNGUibzFqx2AS5GU)
2. AGENCIAS AGRARIAS, D. R. (2012). *PRODUCCION PECUARIA DEL DEPARTAMENTO DE PIURA SEGÚN PRINCIPALES ESPECIES.*
3. ANDINO, F., & CASTILLO, Y. (2010). *Curso Microbiología de los alimentos: un enfoque práctico para la inocuidad alimentaria.* (UNI-Norte, Ed.) Obtenido de <http://avdiaz.files.wordpress.com/2010/02/documento-microbiologia.pdf>
4. ARROYO, O., & MATOSSIAN, C. (1 de Noviembre de 2005). *Industrialización de Leche y Subproductos Lácteos de Caprinos.* (Perulactea, Editor) Obtenido de <http://www.perulactea.com/2005/11/01/industrializacion-de-leche-y-subproductos-lacteos-de-caprinos-1%C2%BA-parte/>
5. BOE. (1996). *Real Decreto 402/1996. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Número 85.* Obtenido de [http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-1996-7801](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-1996-7801)
6. BONINI, E. (14 de Diciembre de 2005). *Contaminación alimentaria y control sanitario.* Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos28/contaminacion-alimentaria/contaminacion-alimentaria.shtml>
7. CORDIVIOLA, A., ARIAS, R., VAAMONDE, G., LACCHINI, R., & ANTONINI, A. (2007). *Calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra en la Cuenca de Cañuelas, provincia de Buenos Aires. V Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos.* Obtenido de [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_caprina/leche\\_caprina/74-cordiviola.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/74-cordiviola.pdf)
8. EAC. (2006). *EAS 68-1:2006. East African Standard. Milk and milk products - Methods of microbiological examination. Part 1: Total plate count.* Obtenido de <https://law.resource.org/pub/eac/ibr/eas.68.1.2006.pdf>
9. EAC. (2008). *EAS 217-4:2008. African Standard. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of coliforms - Part 4: Most probable number technique.* Obtenido de <https://law.resource.org/pub/eac/ibr/eas.217.4.2008.pdf>
10. ETHIOPIAN-STANDARDS-AGENCY. (2012). *ES ISO 707:2012 Milk and milk products - Guidance on sampling. First edition. Ethiopian Standards Agency.* Obtenido de <https://law.resource.org/pub/et/ibr/et.iso.707.2012.pdf>
11. FAOSTAT. (2013). *Producción. Ganadería Primaria. FAO Statistics Division.* Obtenido de <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#anchor>
12. GARCÍA, A., RIVERO, J., GONZÁLES, P., VALERO-LEAL, K., IZQUIERDO, P., & COLMERANES, C. (2009). *Calidad bacteriológica de la leche cruda de cabra producida en la parroquia Faria, municipio Miranda, estado Zulia,*

- Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 26 (1). Obtenido de [http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/enero\\_marzo2009/v26n1a20095977.pdf](http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/enero_marzo2009/v26n1a20095977.pdf)
13. GRUPO-LATINO. (2007). *Manual de explotación y reproducción en caprinos*. México: Grupo Latino.
  14. ISO. (2007). *ISO 7218:2007. Microbiology of food and animal feeding stuffs - General requirements and guidance for microbiological examinations. Third edition*. Obtenido de <http://www.itp.gob.pe/normatividad/demos/doc/Normas%20Internacionales/Union%20Europea/ISO/ISO7218GuiaRequerimientosMicrobiologia.pdf>
  15. JIMENO, V., REBOLLAR, P., & CASTRO, T. (2003). *Nutrición y alimentación del caprino de leche en sistemas intensivos de explotación. XIX Curso de Especialización FEDNA, Madrid*. Obtenido de [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Caprinos\\_de\\_leche.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Caprinos_de_leche.pdf)
  16. LÓPEZ, E. (2007). *Determinación higiénico sanitaria de la leche de cabra en la región Ecuandureo Michoacán. Tesis para obtener el Título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*. Obtenido de <http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/Tesis/2007/Septiembre/determinacion%20higienico%20sanitarias%20de%20la%20leche%20de%20cabra%20en%20la%20region%20de%20ecuandureo%20michoacan.pdf>
  17. LUDENA, F., PERALTA, S., ARROYO, O., FUNG, L., & GONZALES, C. (2006). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la leche de cabra y su conservación mediante la activación del sistema lactoperoxidasa. Mosaico Científico*, 3(1). Obtenido de <http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/mc/v3n1/a04v3n1.pdf>
  18. MARTINEZ, B., RIBELLES, A., CELDA, M., & PERIS, C. (2002). *Calidad higiénico-sanitaria de la leche de cabra en los rebaños de la asociación de ganaderos de caprino de raza murciano-granadina de la Comunidad Valenciana. España*. Obtenido de <http://www.exopol.com/seoc/docs/sm463exn.pdf>
  19. MINISTERIO DE AGRICULTURA, S. A. (2007). *Manual de Procedimientos N°1: Manual de Procedimiento para el muestreo microbiológico oficial en carnes faenadas en mataderos de explotación*. Obtenido de [http://www.apa.cl/index/download.asp?tipo=1&carpeta=archivos\\_public&id\\_archivo=102](http://www.apa.cl/index/download.asp?tipo=1&carpeta=archivos_public&id_archivo=102).
  20. MINSAL/DIGESA. (2008). *NTS N° 071. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Obtenido de <http://www.itp.gob.pe/normatividad/demos/doc/Normas%20Nacionales/Resoluciones%20Ministeriales/59.pdf>
  21. MORALES, R., AVALOS, D., LEYVA, G., & YBARRA, M. (2012). *Calidad bacteriológica de leche cruda de cabra producida en Miravalles, Puebla. Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11(1). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62024415004>
  22. PÁEZ, R., & MAGGIO, A. (1997). *Leche de cabra, historia y características*. Obtenido de [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_caprina/leche\\_caprina/13-leche\\_historia\\_caracteristicas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/leche_caprina/13-leche_historia_caracteristicas.pdf)
  23. PERIS, C., SEGURA, C., PALOMARES, J., RODRÍGUEZ, M., DÍAZ, J., & FERNÁNDEZ, N. (2002). *La calidad de la leche de cabra producida en las*

- comunidades autónomas de Valencia y Murcia. España. Obtenido de <http://www.exopol.com/seoc/docs/oft47ctw.pdf>*
24. SOLID-OPD. (2010). *Programa modular: Tecnología productiva en lácteos. Calidad de la leche.* (SOLID-OPD, Ed.) Obtenido de <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20ZOOT%20C3%89CNICAS/CARRERA%20DE%20INGENIER%20C3%8DA%20ZOOT%20C3%89CNICA/09/TECNOLOG%20C3%8DA%20DE%20LA%20LECHE/Calidad%20de%20la%20leche.pdf>
  25. VILLANUEVA, E. (2008). *Los sistemas de producción de caprinos de leche en el Perú: situación actual y perspectivas.* Tesina para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, Univesidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Lima.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1: NTS N°071-MINSA/DIGESA-2008**

NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

#### **1. FINALIDAD**

La presente norma sanitaria se establece para garantizar la seguridad sanitaria de los alimentos y bebidas destinados al consumo humano, siendo una actualización de la Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM que aprobó los “Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano”.

#### **2. OBJETIVO**

Establecer las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplirlos alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano.

#### **3. ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente norma sanitaria es de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional, para efectos de todo aspecto relacionado con la vigilancia y control de la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos.

#### **4. BASE LEGAL Y TÉCNICA**

Base legal

Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por Decreto Supremo N° 007-98-SA.

#### **5. DISPOSICIONES GENERALES**

##### **5.2. Conformación de los criterios microbiológicos**

Los criterios microbiológicos están conformados por:

- a) El grupo de alimento al que se aplica el criterio.
- b) Los agentes microbiológicos a controlar en los distintos grupos de alimentos.

- c) El plan de muestreo que ha de aplicarse al lote o lotes de alimentos.
- d) Los límites microbiológicos establecidos para los grupos de alimentos.

### **5.3. Aptitud microbiológica para el consumo humano**

Los alimentos y bebidas serán considerados microbiológicamente aptos para el consumo humano cuando cumplan en toda su extensión con los criterios microbiológicos establecidos en la presente norma sanitaria para el grupo y subgrupo de alimentos al que pertenece.

### **5.4. Planes de muestreo**

Los planes de muestreo sólo se aplican a lote o lotes de alimentos y bebidas; se sustentan en el riesgo para la salud y las condiciones normales de manipulación y consumo del alimento. Los planes de muestreo se expresan en términos de planes de muestreo de dos y tres clases que dependen del grado del peligro involucrado. Un plan de muestreo de dos clases se usa cuando no se puede tolerar la presencia o ciertos niveles de un microorganismo en ninguna de las unidades de muestra. Un plan de muestreo de tres clases se usa cuando se puede tolerar cierta cantidad de microorganismos en algunas de las unidades de muestra.

Los símbolos usados en los planes de muestreo y su definición:

**Categoría:** grado de riesgo que representan los microorganismos en relación a las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento.

**“n” (minúscula):** Número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote, que se analizan para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo.

**“c”:** Número máximo permitido de unidades de muestra rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor a “c” se rechaza el lote.

“m” (minúscula): Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a “m”, representa un producto aceptable y los valores superiores a “m” indican lotes aceptables o inaceptables.

“M” (mayúscula): Los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

### 5.7. Métodos de ensayos

Con el fin de que los resultados puedan ser comparables y reproducibles, los métodos de ensayo utilizados en cada una de las determinaciones, deben ser métodos internacionales o nacionales normalizados, reconocidos y acreditados por el organismo nacional de acreditación o bien pueden ser métodos internacionales modificados que han sido validados y acreditados por el organismo nacional de acreditación, conforme a lo dispuesto por éste.

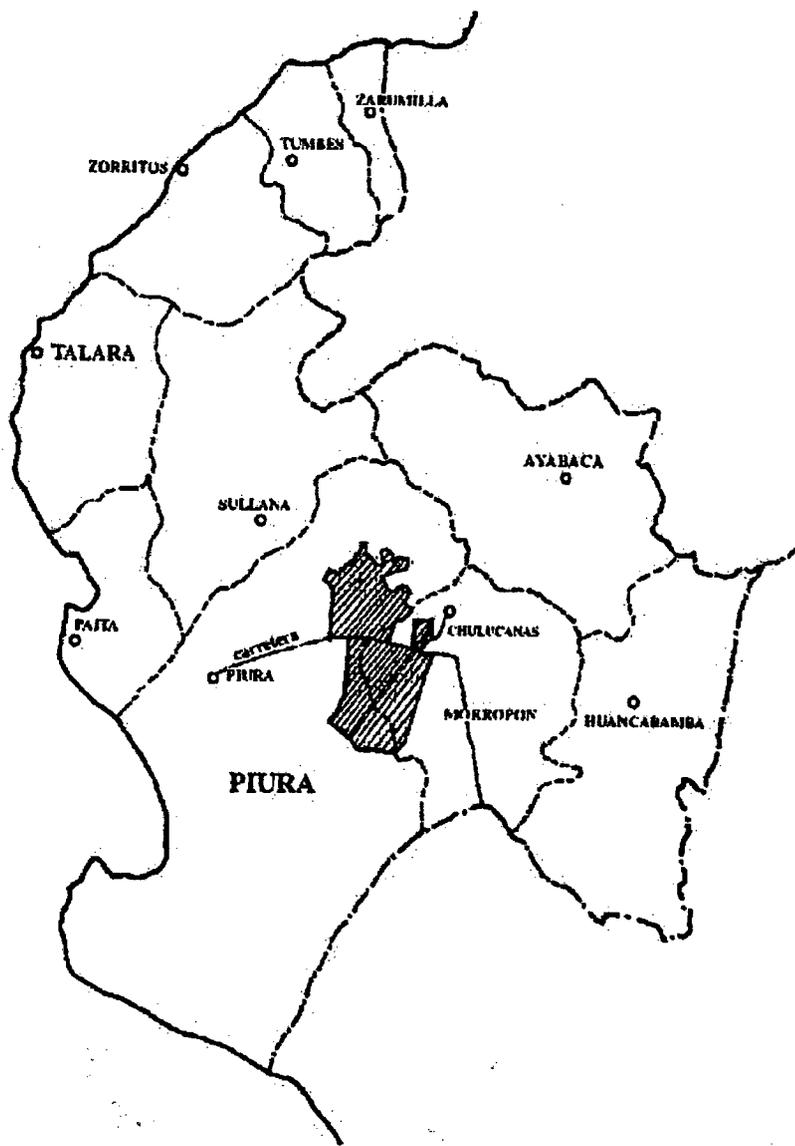
## 6. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

### 6.2. Criterios microbiológicos

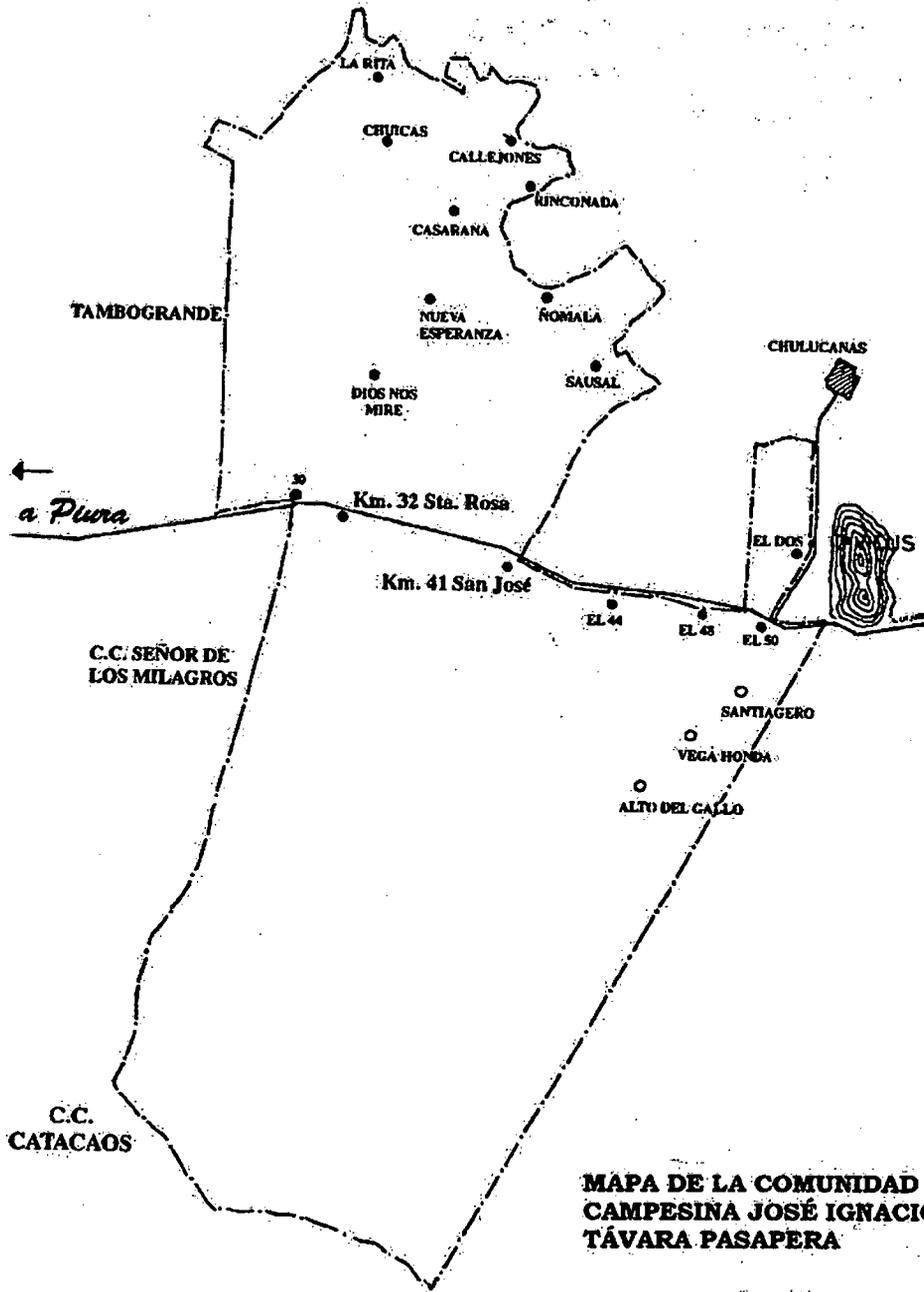
Los alimentos y bebidas deben cumplir íntegramente con la totalidad de los criterios microbiológicos correspondientes a su grupo o subgrupo para ser considerados aptos para el consumo humano:

| <b>I. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS</b>                                 |           |       |   |   |                 |        |
|---|-----------|-------|---|---|-----------------|--------|
| <b>L1. Leche cruda destinada sólo al uso de la industria láctea</b> |           |       |   |   |                 |        |
| Agente microbiano   | Categoría | Clase | n | c | Límite por MI   |        |
|   |           |       |   |   | m               | M      |
| Aerobios mesófilos  | 3         | 3     | 5 | 1 | $5 \times 10^5$ | $10^6$ |
| Coliformes Totales  | 4         | 3     | 5 | 3 | $10^2$          | $10^3$ |

**ANEXO 2: MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL LUGAR DE MUESTREO EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA**



**ANEXO 3: MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LA COMUNIDAD CAMPESINA JOSÉ IGNACIO TÁVARA PASAPERA Y LÍMITES GEOGRÁFICOS**



## **ANEXO 4: PREPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO**

### **Recuento de Mesófilos Aerobios**

La preparación del medio de cultivo para Recuento de Mesófilos Aerobios se cita en ISO 4833:2003 por EAC (2006).

#### **Preparación del Agar Plate Count**

- Se disolvió el medio deshidratado según las instrucciones del proveedor.
- Se dispensó el medio en un matraz de 250 ml.
- Se esterilizó y se almacenó según las instrucciones del proveedor.
- Antes de iniciar el examen microbiológico, se fundió completamente el medio, luego se enfrió (44°C a 47°C) en baño maría antes de usar.

### **Método del Número Más Probable**

La preparación de los medios de cultivo para el Método del Número más Probable se cita en ISO 4831:2006 por IS 5401:2012.

#### **Preparación de Medio de enriquecimiento selectivo**

- Se disolvió el medio deshidratado Lauril Sulfato Triptosa según las instrucciones del proveedor.
- Se dispensó el medio en cantidades de 10 ml en los tubos de ensayo conteniendo tubos Durham.
- Se esterilizó según las instrucciones del proveedor.
- Los tubos de Durham no deben contener burbujas de aire después de la esterilización.
- Se almacenó según las instrucciones del proveedor.

## **Preparación de medio de confirmación**

- Se disolvió el medio deshidratado Caldo Verde Brillante Bilis Lactosa según las instrucciones del proveedor.
- Se dispuso el medio en cantidades de 10 ml en los tubos de ensayo conteniendo tubos Durham.
- Se esterilizó según las instrucciones del proveedor
- Los tubos de Durham no debían contener burbujas de aire después de la esterilización.
- Se almacenó según las instrucciones del proveedor.

## ANEXO 5: FICHAS DE TRABAJO

### FICHA PARA LA TOMA DE MUESTRA

| INFORMACIÓN DE MUESTRA POR PREDIO |  |
|-----------------------------------|--|
| N° de predio                      |  |
| Número de animales en producción  |  |
| Nombre del Propietario            |  |
| Hora de recolección               |  |
| Volumen recolectado               |  |

### FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE ORDEÑO

|              |  |
|--------------|--|
| N° de predio |  |
|--------------|--|

| CONDICIONES DE ORDEÑO      | OBSERVACIÓN |
|----------------------------|-------------|
| Instalación                |             |
| Higiene del pezón          |             |
| Higiene del ordeñador      |             |
| Limpieza de los utensilios |             |
| Recipiente de ordeño       |             |

### FICHA DE RESULTADOS DEL RECuento MICROBIOLÓGICO

|              |  |
|--------------|--|
| N° de predio |  |
|--------------|--|

| SEMANA | RECuento MICROBIOLÓGICO        |                                |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|
|        | AEROBIOS MESÓFILOS<br>(UFC/ml) | COLIFORMES TOTALES<br>(NMP/ml) |
| 1      |                                |                                |
| 2      |                                |                                |
| 3      |                                |                                |
| 4      |                                |                                |
| 5      |                                |                                |

**ANEXO 6: TABLA NMP (ISO 7218:2007)**

| Number of positive results |   |   | MPN index |
|----------------------------|---|---|-----------|
| 0                          | 0 | 0 | <0,30     |
| 0                          | 0 | 1 | 0,30      |
| 0                          | 1 | 0 | 0,30      |
| 0                          | 1 | 1 | 0,61      |
| 0                          | 2 | 0 | 0,62      |
| 0                          | 3 | 0 | 0,94      |
| 1                          | 0 | 0 | 0,36      |
| 1                          | 0 | 1 | 0,72      |
| 1                          | 0 | 2 | 1,1       |
| 1                          | 1 | 0 | 0,74      |
| 1                          | 1 | 1 | 1,1       |
| 1                          | 2 | 0 | 1,1       |
| 1                          | 2 | 1 | 1,5       |
| 1                          | 3 | 0 | 1,6       |
| 2                          | 0 | 0 | 0,62      |
| 2                          | 0 | 1 | 1,4       |
| 2                          | 0 | 2 | 2,0       |
| 2                          | 1 | 0 | 1,5       |
| 2                          | 1 | 1 | 2,0       |
| 2                          | 1 | 2 | 2,7       |
| 2                          | 2 | 0 | 2,1       |
| 2                          | 2 | 1 | 2,8       |
| 2                          | 2 | 2 | 3,5       |
| 2                          | 3 | 0 | 2,9       |
| 2                          | 3 | 1 | 3,6       |
| 3                          | 0 | 0 | 2,3       |
| 3                          | 0 | 1 | 3,8       |
| 3                          | 0 | 2 | 6,4       |
| 3                          | 1 | 0 | 4,3       |
| 3                          | 1 | 1 | 7,5       |
| 3                          | 1 | 2 | 12        |
| 3                          | 1 | 3 | 16        |
| 3                          | 2 | 0 | 9,3       |
| 3                          | 2 | 1 | 15        |
| 3                          | 2 | 2 | 21        |
| 3                          | 2 | 3 | 29        |
| 3                          | 3 | 0 | 24        |
| 3                          | 3 | 1 | 46        |
| 3                          | 3 | 2 | 110       |
| 3                          | 3 | 3 | > 110     |

Extraída de Tabla B.5 – Índices NMP y límites de confianza (95%) cuando tres tubos de prueba de 1 g (ml), tres de 0,1 g (ml) y tres de 0,01 g (ml) son usados.

## ANEXO 7: FICHAS DE INFORMACIÓN Y RESULTADOS POR PREDIO

|              |    |
|--------------|----|
| N° de predio | 01 |
|--------------|----|

| INFORMACIÓN DE MUESTRA POR PREDIO |                    |
|-----------------------------------|--------------------|
| N° de predio                      | 01                 |
| Número de cabras lactantes        | 03                 |
| Número de cabras                  | 09                 |
| Nombre del Propietario            | Francisco Sernaqué |
| Volumen recolectado               | 100 ml             |

| CONDICIONES DE ORDEÑO      | OBSERVACIÓN                 |
|----------------------------|-----------------------------|
| Instalación                | Se realiza en el corral     |
| Higiene del pezón          | No se realiza               |
| Higiene del ordeñador      | No se ha observado          |
| Limpieza de los utensilios | Se realiza con agua y lejía |
| Recipiente de ordeño       | Jarra con coladera          |

| SEMANA | RECuento MICROBIOLÓGICO     |                             |
|--------|-----------------------------|-----------------------------|
|        | AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/ml) | COLIFORMES TOTALES (NMP/ml) |
| 1      | $4,1 \times 10^4$           | 0,36                        |
| 2      | $1,0 \times 10^5$           | 24                          |
| 3      | $1,3 \times 10^5$           | 1100                        |
| 4      | $6,5 \times 10^4$           | 240                         |
| 5      | $6,0 \times 10^4$           | 1100                        |

|              |    |
|--------------|----|
| N° de predio | 02 |
|--------------|----|

| <b>INFORMACIÓN DE MUESTRA POR PREDIO</b> |                  |
|--|------------------|
| N° de predio                             | 02               |
| Número de cabras lactantes               | 03               |
| Número de cabras                         | 20               |
| Nombre del Propietario                   | Eduardo Espinoza |
| Volumen recolectado                      | 100 ml           |

| <b>CONDICIONES DE ORDEÑO</b> | <b>OBSERVACIÓN</b>          |
|------------------------------|-----------------------------|
| Instalación                  | Se realiza en el corral     |
| Higiene del pezón            | No se realiza               |
| Higiene del ordeñador        | No se ha observado          |
| Limpieza de los utensilios   | Se realiza con agua y lejía |
| Recipiente de ordeño         | Botella                     |

| <b>SEMANA</b> | <b>RECuento MICROBIOLÓGICO</b>         |  |
|---------------|--|--|
|               | <b>AEROBIOS MESÓFILOS<br/>(UFC/ml)</b> | <b>COLIFORMES<br/>TOTALES (NMP/ml)</b> |
| 1             | $2,3 \times 10^4$                      | 9,3                                    |
| 2             | $2,2 \times 10^4$                      | 4,3                                    |
| 3             | $6,9 \times 10^3$                      | 0,94                                   |
| 4             | $3,2 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
| 5             | $3,5 \times 10^4$                      | 0,94                                   |

|              |    |
|--------------|----|
| N° de predio | 03 |
|--------------|----|

| <b>INFORMACIÓN DE MUESTRA POR PREDIO</b> |                |
|--|----------------|
| N° de predio                             | 03             |
| Número de cabras lactantes               | 10             |
| Número de cabras                         | 32             |
| Nombre del Propietario                   | Juana Espinoza |
| Volumen recolectado                      | 100 ml         |

| <b>CONDICIONES DE ORDEÑO</b> | <b>OBSERVACIÓN</b>                      |
|------------------------------|---|
| Instalación                  | Se realiza en el corral                 |
| Higiene del pezón            | No se realiza                           |
| Higiene del ordeñador        | No se ha observado                      |
| Limpieza de los utensilios   | Se realiza con agua, detergente y lejía |
| Recipiente de ordeño         | Bidón de aceite cortado                 |

| <b>SEMANA</b> | <b>RECuento MICROBIOLÓGICO</b>     |                                    |
|---------------|------------------------------------|------------------------------------|
|               | <b>AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/ml)</b> | <b>COLIFORMES TOTALES (NMP/ml)</b> |
| 1             | $4,7 \times 10^4$                  | 24                                 |
| 2             | $6,8 \times 10^4$                  | 1,5                                |
| 3             | $1,9 \times 10^5$                  | 0,36                               |
| 4             | $1,3 \times 10^5$                  | 240                                |
| 5             | $1,8 \times 10^4$                  | 0,94                               |

|              |    |
|--------------|----|
| N° de predio | 04 |
|--------------|----|

| <b>INFORMACIÓN DE MUESTRA POR PREDIO</b> |              |
|--|--------------|
| N° de predio                             | 04           |
| Número de cabras lactantes               | 05           |
| Número de cabras                         | 40           |
| Nombre del Propietario                   | Gil Sernaqué |
| Volumen recolectado                      | 100 ml       |

| <b>CONDICIONES DE ORDEÑO</b> | <b>OBSERVACIÓN</b>          |
|------------------------------|-----------------------------|
| Instalación                  | Se realiza en el corral     |
| Higiene del pezón            | No se realiza               |
| Higiene del ordeñador        | No se ha observado          |
| Limpieza de los utensilios   | Se realiza con agua y lejía |
| Recipiente de ordeño         | Botella                     |

| <b>SEMANA</b> | <b>RECuento MICROBIOLÓGICO</b>         |  |
|---------------|--|--|
|               | <b>AEROBIOS MESÓFILOS<br/>(UFC/ml)</b> | <b>COLIFORMES<br/>TOTALES (NMP/ml)</b> |
| 1             | $2,2 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
| 2             | $5,5 \times 10^3$                      | 240                                    |
| 3             | $9,4 \times 10^3$                      | 46                                     |
| 4             | $5,9 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
| 5             | $1,3 \times 10^4$                      | 110                                    |

|              |    |
|--------------|----|
| N° de predio | 05 |
|--------------|----|

| <b>INFORMACIÓN DE MUESTRA POR PREDIO</b> |                  |
|--|------------------|
| N° de predio                             | 05               |
| Número de cabras lactantes               | 05               |
| Número de cabras                         | 20               |
| Nombre del Propietario                   | Rosalio Adanaqué |
| Volumen recolectado                      | 100 ml           |

| <b>CONDICIONES DE ORDEÑO</b> | <b>OBSERVACIÓN</b>          |
|------------------------------|-----------------------------|
| Instalación                  | Se realiza en el corral     |
| Higiene del pezón            | No se realiza               |
| Higiene del ordeñador        | No se ha observado          |
| Limpieza de los utensilios   | Se realiza con agua y lejía |
| Recipiente de ordeño         | Jarra                       |

| <b>SEMANA</b> | <b>RECuento MICROBIOLÓGICO</b>         |  |
|---------------|--|--|
|               | <b>AEROBIOS MESÓFILOS<br/>(UFC/ml)</b> | <b>COLIFORMES<br/>TOTALES (NMP/ml)</b> |
| 1             | $6,9 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
| 2             | $1,4 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
| 3             | $7,0 \times 10^3$                      | 0,94                                   |
| 4             | $9,1 \times 10^3$                      | 0,36                                   |
| 5             | $3,6 \times 10^4$                      | 0,94                                   |

## RECUESTO MICROBIOLÓGICO POR PREDIO Y POR SEMANA

| <b>RECUESTO MICROBIOLÓGICO</b> |               |  |  |
|--------------------------------|---------------|--|--|
| <b>PREDIO</b>                  | <b>SEMANA</b> | <b>AEROBIOS MESÓFILOS<br/>(UFC/ml)</b> | <b>COLIFORMES<br/>TOTALES (NMP/ml)</b> |
| 1                              | 1             | $4,1 \times 10^4$                      | 0,36                                   |
|                                | 2             | $1,0 \times 10^5$                      | 24                                     |
|                                | 3             | $1,3 \times 10^5$                      | 1100                                   |
|                                | 4             | $6,5 \times 10^4$                      | 240                                    |
|                                | 5             | $6,0 \times 10^4$                      | 1100                                   |
| 2                              | 1             | $2,3 \times 10^4$                      | 9,3                                    |
|                                | 2             | $2,2 \times 10^4$                      | 4,3                                    |
|                                | 3             | $6,9 \times 10^3$                      | 0,94                                   |
|                                | 4             | $3,2 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
|                                | 5             | $3,5 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
| 3                              | 1             | $4,7 \times 10^4$                      | 24                                     |
|                                | 2             | $6,8 \times 10^4$                      | 1.5                                    |
|                                | 3             | $1,9 \times 10^5$                      | 0,36                                   |
|                                | 4             | $1,3 \times 10^5$                      | 240                                    |
|                                | 5             | $1,8 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
| 4                              | 1             | $2,2 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
|                                | 2             | $5,5 \times 10^3$                      | 240                                    |
|                                | 3             | $9,4 \times 10^3$                      | 46                                     |
|                                | 4             | $5,9 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
|                                | 5             | $1,3 \times 10^4$                      | 110                                    |
| 5                              | 1             | $6,9 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
|                                | 2             | $1,4 \times 10^4$                      | 0,94                                   |
|                                | 3             | $7,0 \times 10^3$                      | 0,94                                   |
|                                | 4             | $9,1 \times 10^3$                      | 0,36                                   |
|                                | 5             | $3,6 \times 10^4$                      | 0,94                                   |

## **ANEXO 8: FOTOS**

### **TOMA DE MUESTRA**

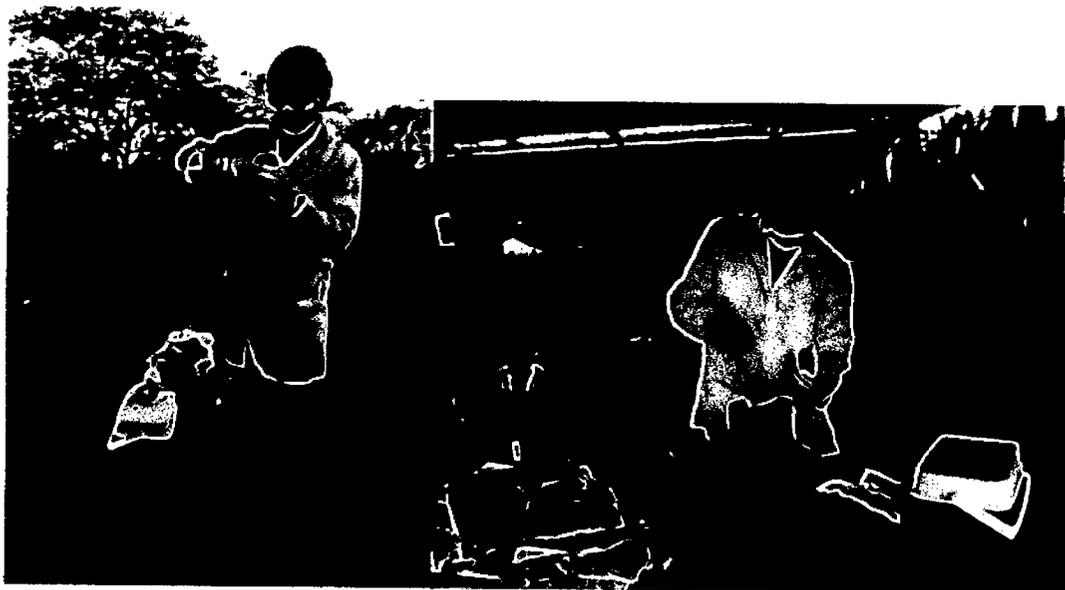


Foto 1 (izquierda): Toma de muestra de leche de botella.

Foto 2 (derecha): Toma de muestra de jarra

### **CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE DE LA MUESTRA**



Foto 3: Conservación de la muestras de leche entre 0 y 5°C

## PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS PARA EL RECuento EN PLACA



Foto 4 (izquierda): Vertido de agar Plate Count en placas petri.

Foto 5 (derecha): Homogenización de placas petri sembradas

## PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS POR EL MÉTODO DEL NÚMERO MÁS PROBABLE



Foto 6: Inoculación de leche en tubos con caldo lauril sulfato

## INCUBACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO SEMBRADOS

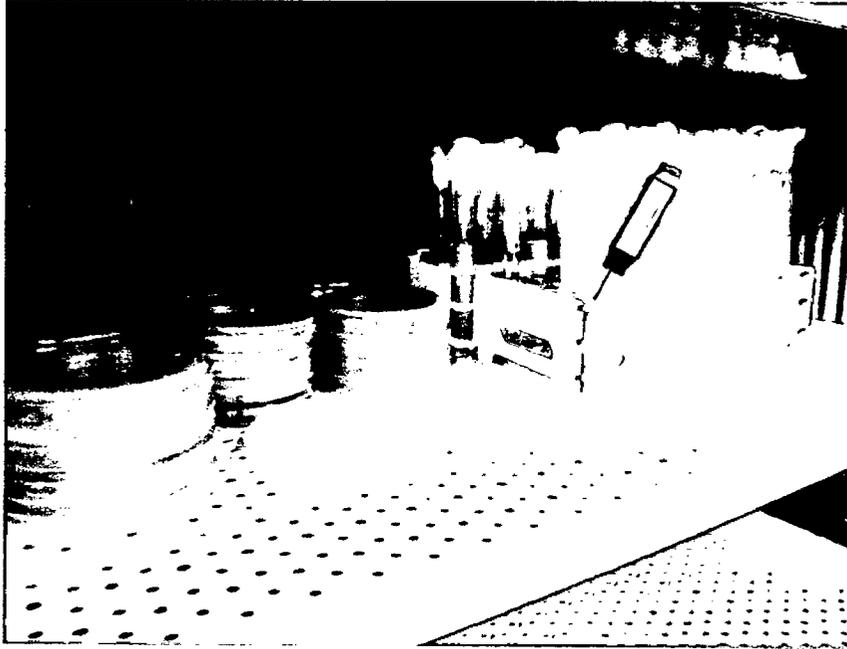


Foto 7: Incubación de placas petri y tubos sembrados a 30°C

## PRUEBA CONFIRMATIVA PARA COLIFORMES TOTALES



Foto 8: Inoculación de tubos con caldo verde brillante bilis lactosa a partir de tubos positivos

## RECuento DE AEROBIOS MESÓFILOS



Foto 9: Recuento de Aerobios Mesófilos empleando la Cámara Cuenta Colonias de Québec

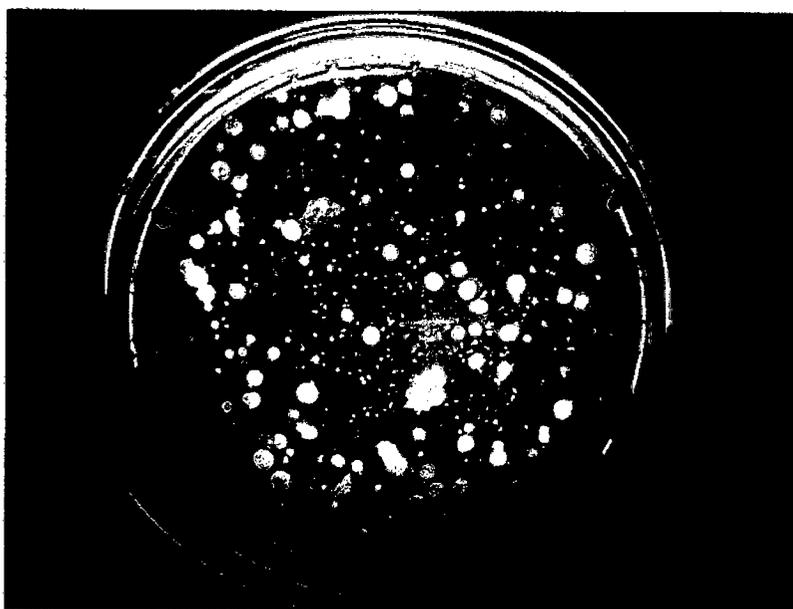


Foto 10: Lectura Incontable para Recuento de Aerobios Mesófilos

**LECTURA DE COLIFORMES TOTALES: MEDIO DE ENRIQUECIMIENTO SELECTIVO**

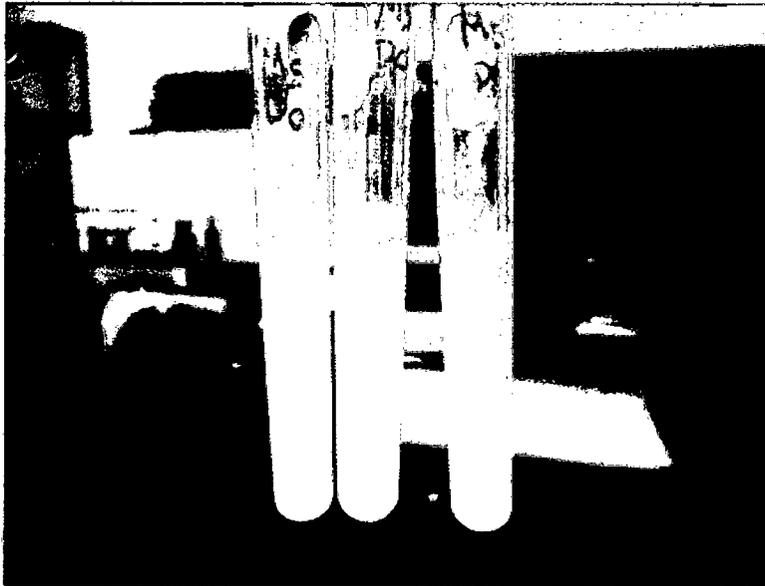


Foto 11: Presencia de turbidez que impide ver formación de gas (tubo sospechoso)



Foto 12: Presencia de turbidez y gas (tubo positivo)



Foto 13: Presencia de turbidez y ausencia de gas (tubo negativo)



Foto 14: Presencia de gas (tubo positivo)



Foto 15: Ausencia de gas (tubo negativo)