

**ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS – I.A.S.A
“GRAD. CARLOMAGNO ANDRADE PAREDES”**

**DESARROLLO DEL SISTEMA HACCP EN EL PROCESO DE ORDEÑO Y
RECOLECCION DE FINCAS PROVEEDORAS DE LECHE
EXCLUSIVAMENTE PARA ELABORACIÓN DE LECHE UHT EN LA
PLANTA DE LÁCTEOS PARMALAT-LECOCEM**

**ROLANDO PAUL MEJIA JIJON
MONICA PAULINA TAPIA HINOJOSA**

**INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO**

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2004

**DESARROLLO DEL SISTEMA HACCPP EN EL PROCESO DE ORDEÑO Y
RECOLECCION DE FINCAS PROVEEDORAS DE LECHE
EXCLUSIVAMENTE PARA ELABORACIÓN DE LECHE UHT EN LA
PLANTA DE LÁCTEOS PARMALAT-LECOCEM**

**ROLANDO PAUL MEJIA JIJON
MONICA PAULINA TAPIA HINOJOSA**

REVISADO Y APROBADO:

**Crnl. Esp. Dr. Giovanni Granda R.
DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**Ing. Fernando Corredor
DIRECTOR INVESTIGACIÓN**

**Ing. Martha Vargas
CODIRECTOR INVESTIGACIÓN**

**Ing. Agr. Gabriel Suárez
BIOMETRISTA**

**Dr. Marco Peñaherrera
SECRETARIO ACADÉMICO**

**DESARROLLO DEL SISTEMA HACCP EN EL PROCESO DE ORDEÑO Y
RECOLECCION DE FINCAS PROVEEDORAS DE LECHE
EXCLUSIVAMENTE PARA ELABORACIÓN DE LECHE UHT EN LA
PLANTA DE LÁCTEOS PARMALAT-LECOCEM**

**ROLANDO PAUL MEJIA JIJON
MONICA PAULINA TAPIA HINOJOSA**

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

CALIFICACIÓN FECHA

**Ing. Fernando Corredor
DIRECTOR INVESTIGACIÓN**

**Ing. Martha Vargas
CODIRECTOR INVESTIGACIÓN**

**CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN
ESTA SECRETARÍA**

**Dr. Marco Peñaherrera
SECRETARIO ACADÉMICO**

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas, quienes creyeron en mi y nunca dejaron de apoyar mis decisiones, y que siempre me han brindado todo su amor y comprensión.

A mis padres por su apoyo imprescindible. A mi esposa quien me ha brindado su apoyo, amor y comprensión; y especialmente a mi hijo Anthony, fuente de mi deseo de superación

AGRADECIMIENTO

Hoy hemos llegado a culminar uno de los mas importantes objetivos de nuestra vida, que es el culminar nuestra carrera universitaria, es por esta razón que agradecemos al director y codirector quienes compartieron sin reparo sus conocimientos en la dirección de esta tesis.

Un agradecimiento especial a la planta procesadora de lácteos PARMALAT-LECOCEM por habernos brindado su apoyo incondicional en el momento oportuno

Y por un último, pero no por eso menos importante agradecemos a todos nuestros amigos y familiares que con su paciencia y permanente apoyo; impulsaron a la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

| | Pág |
|--|------------|
| DEDICATORIA | IV |
| AGRADECIMIENTO | V |
| CONTENIDO | VI |
| INDICE DE CUADROS | X |
| I INTRODUCCIÓN | 1 |
| II REVISIÓN DE LITERATURA | 6 |
| A. ANTECEDENTES | 6 |
| 1. <u>Concepto de HACCP</u> | 6 |
| 2. <u>Antecedentes del HACCP</u> | 8 |
| 3. <u>Principios del HACCP</u> | 8 |
| 4. <u>Secuencia lógica para la aplicación del Sistema</u> | 18 |
| 5. <u>Red de apoyo del HACCP</u> | 24 |
| B. LA LECHE | 25 |
| 1. <u>Composición de la leche</u> | 25 |
| 2. <u>Requisitos leche cruda</u> | 32 |
| 3. <u>Microbiología Láctica</u> | 35 |
| C. FUNDAMENTOS DEL ORDEÑO | 45 |
| 1. <u>Sistemas de ordeño</u> | 45 |
| 2. <u>Comparación de los sistemas de ordeño</u> | 46 |
| a. Sistemas de pozal | 47 |
| b. Sistema de vertido o de transferencia | 48 |
| c. Tuberías alrededor del establo | 49 |
| d. Sala de ordeño | 50 |
| 3. <u>Factores a considerar en la construcción de una sala de ordeño</u> | 51 |
| a. Altura del suelo de la sala sobre el suelo del ordenador | 51 |
| b. Distancia recorrida por un hombre | 52 |
| c. Salas de ordeño con vacas a uno o dos lados | 53 |

| | |
|---|-----|
| d. Numero de plazas por unidad de ordeño | 53 |
| e. Consumo de concentrados en los establos | 54 |
| f. Pruebas de rendimiento | 55 |
| g. Unidades por hombre | 56 |
| 4. <u>Tipos de salas de ordeño</u> | 57 |
| III MATERIALES Y MÉTODOS | 60 |
| A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA | 60 |
| B. MATERIALES | 60 |
| 1. <u>Análisis de laboratorio</u> | 60 |
| 2. <u>Recolección de muestras</u> | 63 |
| 3. <u>Ropa de trabajo</u> | 64 |
| C. MÉTODOS | 64 |
| 1. <u>Factores en estudio</u> | 71 |
| 2. <u>Tratamientos</u> | 72 |
| 3. <u>Diseño experimental</u> | 72 |
| 4. <u>Análisis estadístico</u> | 72 |
| 5. <u>Datos a tomar y métodos de evaluación</u> | 73 |
| 6. <u>Métodos específicos de manejo del experimento</u> | 75 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 78 |
| A. DESARROLLO DEL SISTEMA HACCP | 78 |
| 1. <u>La Empresa</u> | 78 |
| 2. <u>Antecedentes del Sistema de Control Actual</u> | 79 |
| 3. <u>Descripción del producto</u> | 79 |
| 4. <u>Diagrama de flujo del proceso de ordeño</u> | 80 |
| B. ANALISIS DE LECHE REALIZADOS EN LA MAÑANA Y TARDE | 96 |
| 1. <u>Análisis de leche realizados en la mañana al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche</u> | 96 |
| 2. <u>Análisis de leche realizados en la tarde al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche</u> | 109 |
| 3. <u>Análisis de leche realizados en la mañana y tarde al finalizar el</u> | 121 |

Ordeño y al momento de la entrega de la leche

| | | |
|-------|-----------------|-----|
| V. | CONCLUSIONES | 138 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 141 |
| VII. | RESUMEN | 143 |
| VIII. | SUMMARY | 145 |
| IX. | BIBLIOGRAFÍA | 147 |
| X. | APENDICE | 149 |

INDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|---|------|
| FIGURA 1.- RED DE APOYO HACCP | 25 |
| TABLA 1. SECUENCIA LÓGICA PARA LA APLICACIÓN DEL SISTEMA | 18 |
| CUADRO 1. APORTE DE UN VASO (280 ML) DE LECHE DE VACA | 28 |
| CUADRO 2. COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE DIFERENTES RAZAS (PORCENTAJE) | 29 |
| CUADRO 3. VALORES PROMEDIOS DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE | 30 |
| CUADRO 4. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS | 34 |
| CUADRO 5.- REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS | 34 |
| CUADRO 6. CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS POR LA TEMPERATURA | 37 |
| CUADRO 7. CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DE LEVADURAS. | 41 |
| CUADRO 8. AUMENTOS EN EL CONSUMO DE OXÍGENO SOBRE EL CONSUMO CUANDO EL ORDEÑADOR PERMANECE DE PIE | 52 |

| | |
|---|----|
| CUADRO 9. DISTANCIAS RECORRIDOS POR UN HOMBRE EN CUATRO TIPOS DIFERENTES DE SALAS DE ORDEÑO | 53 |
| CUADRO 10. ENUMERACION DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS | 90 |
| | 94 |
| CUADRO 11. CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS EN PELIGRO SIGNIFICATIVO | 97 |
| CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA TEMPERATURA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA MAÑANA | 97 |
| CUADRO 13. PROMEDIOS DE TEMPERATURA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA MAÑANA | 98 |
| CUADRO 14. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA DENSIDAD DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA MAÑANA. | 98 |
| CUADRO 15. PROMEDIOS DE DENSIDAD DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE | |

EN LA MAÑANA.

| | |
|---|-----|
| | 99 |
| CUADRO 16. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA ACIDEZ DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA MAÑANA. | |
| CUADRO 17. PROMEDIOS DE ACIDEZ DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA MAÑANA | 100 |
| CUADRO 18. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA GRASA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA MAÑANA EN LA MAÑANA. | 101 |
| CUADRO 19. PROMEDIOS DE GRASA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA MAÑANA. | 101 |
| CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA CRIOSCOPIA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA MAÑANA. | 102 |
| CUADRO 21. PROMEDIOS DE CRIOSCOPIA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE | 102 |

EN LA MAÑANA

| | |
|---|-----|
| CUADRO 22. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA TRAM DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA MAÑANA. | 103 |
| CUADRO 23. PROMEDIOS DE TRAM DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA MAÑANA. | 103 |
| CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RCT DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA. | 104 |
| CUADRO 25. PROMEDIOS RCT DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA. | 105 |
| CUADRO 26. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PSICRÓFILOS DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA | 106 |
| CUADRO 27. PROMEDIOS PSICRÓFILOS DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA | 106 |

MAÑANA.

| | |
|--|-----|
| CUADRO 28. RECUENTO DE PRUEBAS POSITIVAS Y NEGATIVAS DE LA PRESENCIA DE NEUTRALIZANTES EN LAS MUESTRAS DE LECHE TOMADAS AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y EN EL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE POR LA MAÑANA | 107 |
| CUADRO 29. RECUENTO DE PRUEBAS POSITIVAS Y NEGATIVAS DE LA PRESENCIA DE CLORUROS EN LAS MUESTRAS DE LECHE TOMADAS AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y EN EL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE POR LA MAÑANA. | 108 |
| CUADRO 30. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA TEMPERATURA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE. | 109 |
| CUADRO 31. PROMEDIOS DE TEMPERATURA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE. | 110 |
| CUADRO 32. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA DENSIDAD DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA | 111 |

DE LA LECHE EN LA TARDE.

| | |
|--|-----|
| CUADRO 33. PROMEDIOS DE DENSIDAD DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE. | 111 |
| CUADRO 34. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA ACIDEZ DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE. | 112 |
| CUADRO 35. PROMEDIOS DE ACIDEZ DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE. | 112 |
| CUADRO 36. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA GRASA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE. | 113 |
| CUADRO 37. PROMEDIOS DE GRASA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE. | 113 |
| CUADRO 38. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA CRIOSCOPIA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA | 114 |

ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE.

| | |
|---|-----|
| CUADRO 39. PROMEDIOS DE CRIOSCOPIA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE. | 115 |
| CUADRO 40. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA TRAM DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE | 116 |
| CUADRO 41. PROMEDIOS DE TRAM DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE EN LA TARDE. | 116 |
| CUADRO 42. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RCT DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA TARDE. | 117 |
| CUADRO 43. PROMEDIOS RCT DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA TARDE. | 117 |
| CUADRO 44. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PSICRÓFILOS DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA | 118 |

TARDE.

| | |
|--|-----|
| CUADRO 45. PROMEDIOS PSICRÓFILOS DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. | 119 |
| CUADRO 46. RECUENTO DE PRUEBAS POSITIVAS Y NEGATIVAS DE LA PRESENCIA DE NEUTRALIZANTES EN LAS MUESTRAS DE LECHE TOMADAS AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y EN EL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE POR LA TARDE. | 120 |
| CUADRO 47. RECUENTO DE PRUEBAS POSITIVAS Y NEGATIVAS DE LA PRESENCIA DE CLORUROS EN LAS MUESTRAS DE LECHE TOMADAS AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y EN EL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE POR LA TARDE | 121 |
| CUADRO 48. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA TEMPERATURA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. | 122 |
| CUADRO 49. PROMEDIOS DE TEMPERATURA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE | 122 |

PARA LA MAÑANA Y LA TARDE.

| | |
|---|-----|
| CUADRO 50. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA DENSIDAD DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE | 123 |
| CUADRO 51. PROMEDIOS DE DENSIDAD DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. | 124 |
| CUADRO 52. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA ACIDEZ DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. | 125 |
| CUADRO 53. PROMEDIOS DE ACIDEZ DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE | 125 |
| CUADRO 54. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA GRASA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. | 126 |
| CUADRO 55. PROMEDIOS DE GRASA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO | 127 |

DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA
MAÑANA Y LA TARDE.

| | |
|--|-----|
| CUADRO 56. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA CRIOSCOPIA DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. | 128 |
| CUADRO 57. PROMEDIOS DE ACIDEZ DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. | 128 |
| CUADRO 58. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA TRAM DE LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. | 129 |
| CUADRO 59. PROMEDIOS DE TRAM PARA LA LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. | 130 |
| CUADRO 60. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RCT DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. | 131 |
| CUADRO 61. PROMEDIOS RCT DE LECHE AL FINALIZAR | 131 |

EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE.

- CUADRO 62. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA PSICRÓFILOS DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. 132
- CUADRO 63. PROMEDIOS PSICRÓFILOS DE LECHE AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE PARA LA MAÑANA Y LA TARDE. 133
- CUADRO 64. RECUENTO DE PRUEBAS POSITIVAS Y NEGATIVAS DE LA PRESENCIA DE NEUTRALIZANTES EN LAS MUESTRAS DE LECHE TOMADAS AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y EN EL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE POR LA MAÑANA Y LA TARDE 134
- CUADRO 65. RECUENTO DE PRUEBAS POSITIVAS Y NEGATIVAS DE LA PRESENCIA DE CLORUROS EN LAS MUESTRAS DE LECHE TOMADAS AL FINALIZAR EL ORDEÑO Y EN EL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LECHE POR LA MAÑANA Y LA TARDE 135

CUADRO 66. PROMEDIOS REALES PARA CONTEO DE
CÉLULAS SOMÁTICAS EN MUESTRAS DE
LECHE REPRESENTATIVAS DE CADA
HACIENDA VISITADA.

136

I. INTRODUCCION

Ya que en los últimos tiempos se ha ido incrementando los peligros en el consumo de alimentos en general, también se ha ido mejorando los sistemas de prevención y control hacia problemas que traigan en un futuro dificultad para poder procesar, vender y consumir alimentos, por lo cual la investigación basada en el HACCP ha sido de gran importancia y de gran utilidad ya que mediante el cual se puede llegar a prevenir y analizar varios problemas que pueden traer desde sus orígenes el procesamiento de muchos alimentos.

HACCP son las siglas de Hazard Analysis and Critical Control Point (Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos).

Los orígenes del sistema HACCP se remontan a la década de los años sesenta, concretamente en la alimentación para astronautas de la NASA en los vuelos espaciales, pues se requería lograr mayor seguridad en los alimentos.

La Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) desde la década de los 70's hizo obligatorio este sistema para los procesos de conservas acidificadas; en los 80's a la industria pesquera de ese país se le invitó a un programa voluntario de implantación del sistema, y posteriormente se hizo requisito obligatorio para ciertos sectores de la industria de alimentos; Canadá y la Unión Europea también lo

han hecho obligatorio para varios sectores de la industria alimentaria.
(www.salud.gob.mx/unidades/dircgsbs/informacion/analisis3.htm)

El sistema HACCP apunta a la prevención de la aparición de peligros, ya que los métodos tradicionales de control no lo pueden asegurar. Es decir, el concepto clave implícito en HACCP es la prevención frente a la inspección.
(www.fepale.org/fepale/capacitacion2002_haccp.htm)

El HACCP puede aplicarse a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor final. Entre las ventajas de este sistema, además de la mayor inocuidad de los alimentos, figuran un mejor aprovechamiento de los recursos y una respuesta más oportuna a los problemas. Por otra parte, la aplicación del sistema de HACCP puede facilitar la inspección por parte de las autoridades y fomentar el comercio internacional al aumentar la confianza en la inocuidad de los alimentos.
(www.fao.org/waicent/faoinfo/economic/esn/codex/Default.htm)

El Análisis de Peligros y de Puntos de Control Críticos puede contemplarse dentro de un sistema de calidad ISO 9000, bien sea describiendo su aplicación en un documento único que forme parte del propio sistema de calidad o bien integrando los distintos aspectos a tener en cuenta en el HACCP en los procedimientos ISO 9000.

En Europa la Directiva Comunitaria 93/43 EC (1993) la cual es una de las armas legales más importantes en la higiene de los alimentos establece en su Artículo 3 que:

“los propietarios de industrias alimentarias deben identificar cualquier paso dentro de sus actividades que sea crítico para la seguridad de los alimentos y asegurarse de que sistemas adecuados de seguridad sean identificados, implementados, mantenidos y revisados”. Esto también indica de un modo más específico que aquellos industriales alimentarios que posean la certificación de que cumple el estándar internacional de calidad ISO 9000, están obligados a incluir el HACCP en sus sistemas de gestión de calidad dado que la observancia del ISO 9000 implica en su totalidad toda aquella legislación relacionada.(www.agronegocios.cl/Propuesta.)

El presente estudio fue elaborado en las haciendas que proveen de leche cruda a Parmalat Lecocem, para así poder descartar los peligros desde el punto de partida de la producción esto quiere decir las practicas de ordeño y todas las practicas de recolección y transporte de la leche cruda hacia la planta procesadora, y brindar a todo el publico consumidor una seguridad en sus alimentos.

Fueron analizadas cada una de las diferentes etapas de los procesos ya antes mencionadas para así poder determinar los diferentes puntos críticos de control y poder establecer las medidas preventivas necesarias para evitar la aparición de los mismos.

La presente investigación tuvo un proceso de desarrollo de 6 meses desde la elaboración de los diagramas de flujo, la verificación de los mismos mediante las visitas pertinentes a las haciendas proveedoras y la elaboración de las medidas correctivas y la elaboración de los registros y documentación requerida para esta investigación.

Mediante la investigación realizada y la información obtenida por la misma se pudo dar a la planta Parmalat Lecocem una valiosa información sobre los aspectos que ya siendo estudiados por ellos anteriormente se les pudo confirmar y dar nuevos datos para el desarrollo de un sistema de control necesario para una producción estable y continua.

En la investigación realizada se la hizo con la planeación de los siguientes objetivos.

- **GENERAL**

Desarrollar el sistema HACCP en el proceso de ordeño de fincas proveedoras de leche exclusivamente para elaboración de leche UHT en la planta de lácteos Parmalat.

- **ESPECIFICOS**

- Determinar los puntos críticos de control en el proceso de ordeño en fincas proveedoras de leche exclusiva para elaborar leche UHT.
- Determinar el grado de contaminación física, química y microbiológica, desde el ingreso del ganado al ordeño hasta la recolección de la materia prima por parte del carro recolector.

- Determinar medidas de control que garanticen inocuidad de la materia prima en cada uno de los puntos críticos encontrados.

II. REVISION DE LITERATURA

A. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HACCP

1. Concepto HACCP

El Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (ARPCC) ó Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP), es un sistema de seguridad alimentaria basado en la prevención. (Mortimore y Wallace, 2001).

El HACCP consiste en un sistema de evaluación integral de los riesgos y la identificación de puntos en la producción de alimentos donde la pérdida de control puede dar origen al desarrollo de un riesgo. (4.uach.mx/difusion/synthesis.)

El mismo autor, indica que, el HACCP cubre la totalidad del proceso de obtención de los alimentos. Bajo este programa, los riesgos asociados con la producción y distribución están identificados y pueden ser minimizados por el monitoreo y control del proceso en puntos seleccionados cuidadosamente que son conocidos como puntos críticos de control (PCC).

Este sistema fue desarrollado por la compañía Pillsbury conjuntamente con la NASA y los laboratorios de la armada Estadounidense durante los primeros días de los viajes espaciales tripulados como un sistema para la seguridad alimentaria de los

astronautas garantizando en un 100% la ausencia de contaminación microbiológica, química y física. (Mortimore y Wallace, 2001)

CECADI – IICA, (2002), lo define como un sistema preventivo que proporciona un alto nivel de garantías sobre la seguridad de los alimentos.

Codex Alimentario (1997), indica que, la finalidad del HACCP es lograr el control en los Puntos Críticos de Control y que el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control deberá aplicarse por separado para cada operación en el proceso.

Este sistema permite centrarse en la seguridad del producto como prioridad más importante y planificar para evitar que las cosas vayan mal. (Mortimore y Wallace, 2001)

El mismo autor señala que es un sistema rentable que centra los recursos técnicos y económicos en las áreas críticas del proceso, reduciendo el riesgo de producir y vender alimentos peligrosos.

2. Antecedentes del HACCP

La NASA tenía dos preocupaciones, la primera relacionada con las partículas de alimentos y agua bajo condiciones de cero gravedad y la segunda

preocupación era el obtener alimentos libres de patógenos y toxinas biológicas para evitar la presencia de enfermedades. (Espinosa y Letort, S/F.)

Su inicio se basó en un sistema de ingeniería llamado Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) que analiza lo que puede ir mal en cada etapa de una operación junto con sus posibles causas y efecto que produce. Después de este análisis se ponen en acción mecanismos de control eficaces que aseguran que los fallos potenciales no tengan lugar. (www.gencat.es/sanitat/portal/cat).

3. Principios del HACCP

El sistema HACCP para la sanidad de los alimentos tiene siete pasos básicos de acuerdo con el Comité Nacional de Asesoría sobre Criterios Microbiológicos para Alimentos (NACMCF, 1992).(4.uach.mx/difusion/synthesis)

a. Realizar un análisis de peligros (Principio 1).

Este primer principio consiste en elaborar una lista de peligros lo suficientemente graves que de no controlarlos podrían causar enfermedad a los consumidores. (Espinosa y Letort, S/F.)

El mismo autor señala que, el análisis de peligros es la clave para la correcta realización del HACCP, por lo que los peligros y los controles tienen que ser bien identificados.

Codex alimentario (1997), indica que, el análisis de riesgos deberá enumerar todos los que puede razonablemente preverse que se producirán en cada fase, desde la producción primaria, la elaboración, y la fabricación.

Las dos primeras letras del HACCP significan Análisis de Riesgos (Hazard Analysis). Cuando se hace un análisis de riesgo, se determina el potencial primario de riesgo en la sanidad del alimento en cada etapa del proceso de producción.

(4.uach.mx/difusion/síntesis)

Existen tres objetivos que hay que tener en cuenta:

- 1) Identificación de peligros y sus medidas de control.
- 2) El análisis puede llegar a requerir cambios en el proceso o en el producto para asegurar su inocuidad.
- 3) El análisis es la base para la identificación del los Puntos Críticos de Control (PCC).

b. Identificar los Puntos Críticos de Control (Principio 2).

La definición o identificación de los Puntos Críticos de Control (PCC) es la etapa en donde es esencial controlar un peligro, sea este microbiológico, químico o físico. (Espinosa y Letort, S/F.)

El mismo autor indica que es necesario identificar los PCC y las condiciones de control de la etapa. Para la identificación de los Puntos Críticos de Control se puede usar dos tipos de árboles de decisión. La utilización del árbol de decisiones promueve el pensamiento estructurado y se asegura una visión consistente en cada paso para cada peligro. También tiene como beneficio de forzar y facilitar la discusión en grupo.

Codex alimentario (1997), el árbol de decisiones¹, se deberá aplicar de una manera flexible, considerando a que etapa del proceso se refiere la operación que estamos analizando y deberá utilizarse con carácter orientativo en la determinación de los Puntos Críticos de Control.

El mismo autor indica que, si se identifica un peligro que es necesario controlar para mantener la inocuidad y no existe ninguna medida de control en esa fase del proceso, el producto o el proceso deberán modificarse en esa fase o cualquier fase anterior o posterior, para incluir una medida de control.

1. Ver anexo 1

c. Establecer Límites Críticos (Principio 3).

Límite Crítico es un valor mínimo o máximo dentro de parámetros microbiológicos, químicos o físicos de un Punto Crítico de Control que deben ser controlados para evitar una enfermedad en el consumidor final. (Espinosa y Letort, S/F.)

El mismo autor, indica que un límite crítico sirve para distinguir lo inocuo y no inocuo de un alimento por lo que es necesario que se establezcan los niveles correctos.

Mortimore y Wallace, (2001), señala que el límite crítico esta asociado con un factor medible que se pueda vigilar rutinariamente por medio de análisis u observaciones. Se pueden mencionar diferentes tipos de límites críticos que son:

- **Límite químico.-** pueden tener relación con la aparición de peligros químicos en el producto y en sus ingredientes.
- **Límites físicos.-** relacionados con la tolerancia para los peligros físicos o materias extrañas.
- **Límites relacionados con los procedimientos.-** asociados con las medidas de control basadas en procedimientos.

- **Límites microbiológicos.-** Deben ser evitados en el sistema HACCP, ya que solo pueden ser vigilados por medio de técnicas de laboratorio, para lo cual se necesitan varios días. Los factores microbiológicos resultan más idóneos para hacer la verificación.

d. Establecer un sistema de vigilancia de los Puntos Críticos de Control (Principio 4).

La verificación es una secuencia de observaciones y medidas planificadas para garantizar que un Punto Crítico de Control este bajo control, y generar registros valederos que puedan ser utilizados en un tiempo futuro. (Espinosa y Letort, S/F.)

El mismo autor señala tres propósitos principales para el sistema de vigilancia que son:

- 1) Control de operación, el cual es esencial para mantener la inocuidad del alimento.
- 2) Controlar que los Puntos críticos de control estén dentro de los límites críticos y que no se generen desviaciones durante el proceso.

- 3) Proveer documentación escrita que pueda ser verificada en un tiempo futuro.

Codex alimentario (1997), indica que mediante el sistema de vigilancia se detectará una pérdida de control de los PCC. Y esta debe proporcionar la información a tiempo como para hacer correcciones que permitan asegurar el control del proceso para impedir que se infrinjan los límites críticos.

El mismo autor señala que, los procedimientos de vigilancia de los Puntos Críticos de Control deberán efectuarse con rapidez porque se refieren a procesos continuos.

Mortimore y Wallace, (2001), indican que los sistemas de vigilancia pueden incluir:

- **Sistemas en línea (on-line)**, en este tipo de vigilancia los factores críticos se miden durante el proceso, este sistema puede ser *continuo*, en el cual los datos se registran de manera continua, y *discontinuo*, en el cual las observaciones se hacen con intervalos de tiempo durante el proceso.
- **Sistemas fuera de línea (off-line)**, se toman muestras y son medidas en otro lugar, generalmente la vigilancia es discontinua y

como inconveniente tiene que, la muestra puede ser no representativa con respecto al tamaño del lote.

- **Sistemas basados en observaciones**, los vigilantes observan acciones específicas.

e. Establecimiento de Acciones Correctivas (Principio 5)

Uno de los objetivos principales de las acciones correctivas es el prevenir que productos con probabilidad de ser inocuos salgan al mercado sin antes haber verificado su condición. (Espinosa y Letort. S/F)

Codex alimentario (1997), indica que la finalidad de formular medidas correctivas es hacer frente a las desviaciones que pueden producirse durante el proceso.

Espinosa y Letort, (S/F), señalan que en cada Punto Crítico de Control son necesarias las acciones correctivas, las mismas que deben cumplir con los siguientes pasos:

- 1) Determinar y corregir la causa de desviación de los PCC.

- 2) Determinar los productos que fueron procesados fuera del límite crítico.
- 3) Registrar las acciones correctivas que se llevan a cabo.

Mortimore y Wallace (2001), indican que existen dos tipos de acciones correctivas que son:

- 1) Las acciones que ajustan el proceso con el objeto de mantener el control y prevenir una desviación en un PCC. Realizado por sistemas de vigilancia en línea y continuos.
- 2) Acciones a realizar después de la detección de una desviación en un PCC, las cuales pueden ser de dos tipos:
 - Ajustar el proceso para volver a ponerlo bajo control. Si el proceso no puede volver a la normalidad, se debe parar y empezar de nuevo la producción.
 - Tomar medidas en relación al material producido durante el periodo en que existió la desviación.

f. Establecer procedimientos de Verificación (Principio 6)

Los procedimientos de verificación deben ser desarrollados y puestos en marcha durante la implementación del plan HACCP y su aplicación posterior. (Espinosa y Letort, S/F).

Codex alimentario (1997), indica que, el procedimiento de verificación tiene como finalidad determinar si el sistema HACCP funciona eficazmente.

El mismo autor, indica que la frecuencia de las comprobaciones deberá ser suficiente como para confirmar que el sistema está funcionando correctamente.

g. Establecer Registros y Documentación (Principio 7)

Para aplicar el HACCP es fundamental llevar un sistema eficaz y preciso de registros. En los cuales se deberá documentar los procedimientos del sistema HACCP. (Codex alimentario, 1997).

Esta documentación demuestra que el HACCP funciona correctamente y que se tomaran las medidas correctoras apropiadas en caso de cualquier desviación de los límites críticos. Esta información también proporcionará la evidencia de una elaboración de alimentos seguros. (Mortimore y Wallace, 2001)

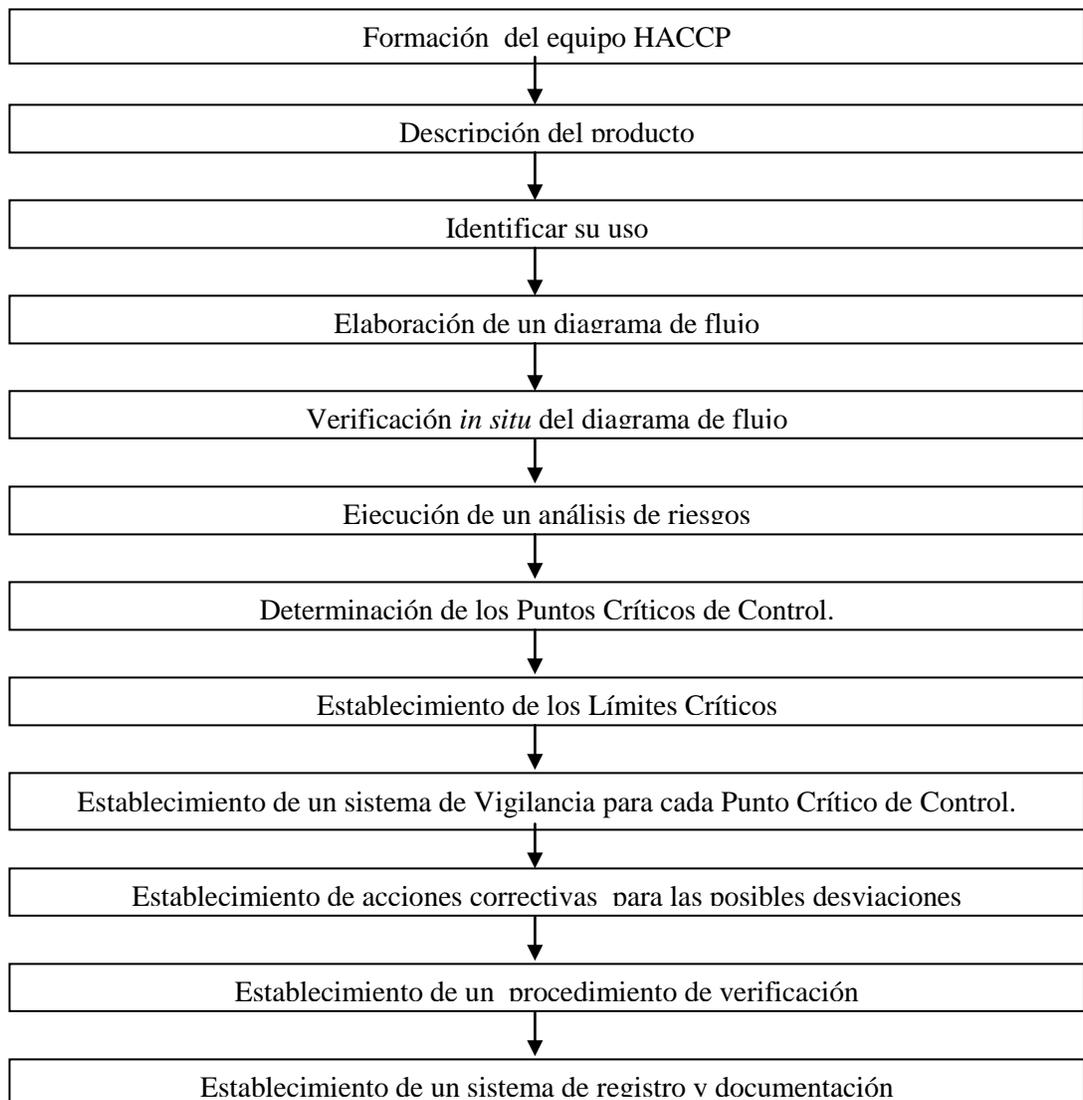
Espinosa y Letort, (S/F), indican en una forma general, que los registros para el sistema HACCP deben incluir la siguiente información:

- 1) El análisis de riesgos, incluyendo medidas de justificación y de control.
- 2) El plan HACCP:
 - Listado del equipo HACCP.
 - Descripción del producto.
 - Diagrama de flujo Verificado.
 - Puntos Críticos de Control y Límites Críticos.
 - Verificación y Acciones correctivas.
 - Procedimientos de Verificación, registros y archivos con fechas.
- 3) Documentación de soporte y registros de validación.
- 4) Registros que se generen durante la implementación del plan.

4. Secuencia Lógica para la aplicación del Sistema

A continuación se detalla la secuencia a seguir para la aplicación del Sistema HCCP.

Tabla 1.- Secuencia Lógica para la aplicación del Sistema



a. Formación del Equipo HACCP

Para disponer de conocimientos acerca del producto en estudio, y poder formular correctamente el Plan HACCP, es necesario un equipo multidisciplinario. (Codex alimentario, 1997).

El equipo HACCP tiene la facultad de elegir, desarrollar, establecer, mantener y revisar el sistema HACCP.

Mortimore y Wallace, (2001), indican que, es necesario que integre el equipo HACCP personas de ingeniería, representantes de producción, mantenimiento, aseguramiento de calidad y expertos adicionales.

- **Aseguramiento de calidad y mantenimiento.-** proporcionan conocimientos de peligros físicos, químicos y microbiológicos, los riesgos asociados y medidas para controlarlos.
- **Producción.-** conoce en detalle las actividades diarias de producción.
- **Ingeniería.-** proporciona conocimientos de los equipos, diseño higiénico y la capacidad del proceso de producción.
- **Expertos adicionales.-** pueden ser de la propia empresa o externos. Se deben tener en consideración las siguientes áreas:

- Control de calidad de proveedores.
- Investigación y desarrollo de productos y procesos nuevos.
- Distribución.
- Compras.
- Microbiológicos.
- Toxicológicos.
- Control estadístico del proceso.
- Expertos en HACCP.

El mismo autor señala que el tamaño del equipo depende mucho de la empresa, si es pequeña puede haber un solo responsable para varias áreas, por el contrario si la empresa es grande puede existir más de un equipo HACCP.

b. Descripción del producto y su uso

La descripción del producto y su uso, tiene como finalidad que todos los miembros del equipo tengan los mismos conocimientos y conceptos del producto y de cómo es o debe ser distribuido. (Espinosa y Letort, S/F.)

El mismo autor señala que el plan HACCP puede abarcar varios productos, pero cada uno tiene que ser analizado independientemente.

Mortimore y Wallace, (2001), indican que son dos las razones para elaborar la descripción del producto, estas son:

- 1) Que el equipo HACCP se familiarice con el producto y con la tecnología.
- 2) Sirve como una introducción y punto de referencia del Plan HACCP.

Espinosa y Letort, (S/F) indican que la descripción del producto debe contemplar:

- Listado de los ingredientes, para verificar si no tenemos peligros de alergias u otros.
- Descripción de la fórmula en detalle, esto es para verificar que no se generen peligros químicos por el orden de adición de ingredientes.
- Describir las condiciones de empaque y distribución del producto.

c. Elaboración y Verificación del diagrama de Flujo

El diagrama de flujo es la representación gráfica detallada de los pasos y secuencias del proceso. (Espinosa y Letort, S/F)

El mismo autor indica que, el diagrama de flujo debe ser elaborado por el equipo HACCP y este mismo debe comparar y confirmar la operación y el diagrama en todos los pasos y a todas las horas de operación.

Mortimore y Wallace (2001), indica que en un diagrama de flujo se debe incluir los siguientes datos:

- Detalles de todas las materias primas.
- Detalles de todas las actividades del proceso.
- Perfiles Tiempo / temperatura en cada etapa.
- El tipo de equipo y sus características de diseño.
- Detalles de cualquier reproceso.
- Plan de la planta con detalles de las diferentes zonas y el movimiento del personal.
- Condiciones de almacenamiento.
- Problemas relativos a la distribución y los clientes.

d. Ejecución de un análisis de riesgo (Principio 1)

Es la identificación de todos los peligros que pueden aparecer en cada etapa, establece el riesgo y describe las medidas de control. (Mortimore y Wallace, 2001).

e. Determinación de Puntos Críticos de Control (Principio 2)

En esta etapa se establecen cuales son los puntos de control que son críticos con la finalidad de garantizar la seguridad y la inocuidad del producto. (Mortimore y Wallace, 2001).

f. Establecimiento de los Límites Críticos (Principio 3)

Una vez identificados los puntos críticos de control, se deben establecer los límites críticos y medidas preventivas que reducirán o eliminarán los riesgos potenciales. (4.uach.mx/difusion/synthesis)

g. Establecimiento de un sistema de Vigilancia para cada Punto Crítico de Control (Principio 4)

Hay que establecer sistemas de vigilancia durante el proceso para que los Puntos Críticos de Control se encuentren dentro de sus límites críticos. (Mortimore y Wallace, 2001).

h. Establecimiento de acciones correctivas para las posibles desviaciones (Principio 5)

Son las acciones a realizar para volver el proceso bajo control. (Mortimore y Wallace, 2001).

i. Establecimiento del procedimiento de verificación (Principio 6)

Se debe desarrollar el procedimiento de verificación para mantener el sistema HACCP y garantizar su normal funcionamiento. (Mortimore y Wallace, 2001).

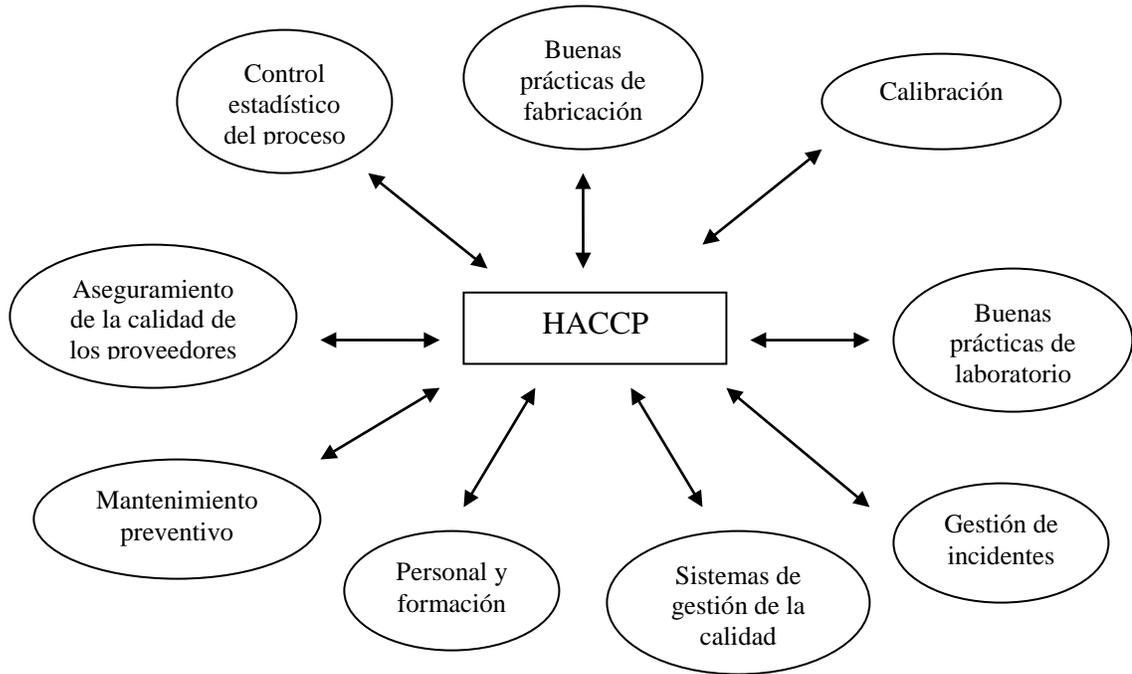
j. Establecimiento de un sistema de registro y documentación (Principio 7)

Es una serie de registros que demuestran que el HACCP funciona de modo controlado y que se tomaron las acciones apropiadas en caso de cualquier desviación de los límites críticos. (Mortimore y Wallace, 2001)

5. Red de apoyo del HACCP

Es muy importante que existan otros sistemas de gestión para que el Plan HACCP se implante de manera eficaz. Una serie de sistemas pueden ser incluidos como

requisitos previos, para que el HACCP funcione correctamente (Figura 1). (Mortimore y Wallace, 2001).



Fuente: MORTIMORE Y WALLACE (2001)

Figura 1.- Red de apoyo HACCP

B. LA LECHE

1. Composición de la Leche

La secreción láctea de las glándulas mamarias de los mamíferos es un líquido de composición compleja, de color blanquecino y opaco, con un pH cercano al

neutro y de sabor dulce. Su propósito natural es la alimentación de la cría durante sus primeros meses de vida.

Desde un punto de vista legal la leche de vaca puede definirse de la siguiente manera : "Leche, sin otra denominación, es el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas". Estas características pueden ser la densidad, el índice crioscópico, el índice de refracción, la acidez titulable, la materia grasa, los sólidos no grasos, el número de leucocitos, los microorganismos patógenos, la presencia de sustancias inhibidoras, etc.

Las características más importantes de la leche son su variabilidad, alterabilidad y complejidad. En cuanto a la variabilidad, desde un punto de vista composicional, no es posible hablar de una leche sino de leches debido a las diferencias naturales entre especies o para una misma especie según la región o lugar.

La leche es el primer alimento del hombre, su única fuente de nutrimento al momento de nacer, es el mejor alimento natural ya que contiene la mayoría de los 55 elementos esenciales para el humano.

Las diferencias en su composición dependen de las necesidades nutritivas y el desarrollo de los recién nacidos en cada especie, de tal forma que mientras mayor es la velocidad de crecimiento de la cría, mayor es la concentración de nutrientes,

principalmente la proteína.

La composición de la leche materna sirve para establecer las necesidades nutricionales de los recién nacidos, ya que es su único alimento, pero a medida que crece, sus requerimientos cambian y es necesario los complemente con otros alimentos. Para los niños mayores de 5 años, la leche solo representa el 20 % de éstas.

La contribución nutritiva más importante de la leche y sus derivados se debe a su elevado contenido en elementos minerales, principalmente calcio, fósforo y magnesio, así como de vitaminas. Sin embargo es deficitaria en hierro y vitamina C.

La leche y productos lácteos aportan entre el 60 y 80 % del calcio ingerido. La riboflavina (B-2) es la vitamina más importante en los productos lácteos, aporta el 41% de las necesidades diarias. Contiene además las principales vitaminas liposolubles (A, D, E, y K), principalmente vitamina A, ya que representa aproximadamente el 13% de las necesidades.

Cuadro 1. Aporte de un vaso (280 ml) de leche de vaca

| INGREDIENTE | ENTERA | | DESCREMADA | |
|-------------------|-----------|-------------|------------|-------------|
| | CONTENIDO | % DE APORTE | CONTENIDO | % DE APORTE |
| Carbohidratos (g) | 14.0 | 30.49 | 27 | 31.73 |
| Crasas (g) | 8.4 | 14.0 | 1.4 | 2.33 |
| Proteínas (g) | 9.8 | 21.78 | 10.08 | 22.4 |
| Vit. B1 (mg) | 0.11 | 18 | 0.11 | 18 |
| Vit. B2 (mg) | 4.87 | 41 | 4.87 | 41 |
| Vit. A (mg) | 0.06 | 30 | 0.0 | 0.0 |
| Vit. E (mg) | 1.96 | 30 | 0.0 | 0.0 |
| Niacina (mg) | 0.56 | 2.5 | 0.56 | 2.5 |
| Calcio (mg) | 338.8 | 50 | 338.8 | 50 |
| Magnesio (mg) | 36.4 | 40 | 36.4 | 40 |
| Energía (Kcal) | 184.8 | 9.24 | 99.96 | 5 |

Los factores que influyen en la variabilidad son de tipo ambiental, fisiológico y genético. Dentro de los ambientales se reconoce a la alimentación, la época del año y la temperatura ambiente. En los fisiológicos encontramos el ciclo de lactancia, las enfermedades, especialmente la mastitis, y los hábitos de ordeño. En cuanto a los factores genéticos citaremos la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética.

La propia leche de vaca varía según las diferentes razas del ganado, como lo muestra el siguiente cuadro.

Respecto a la alterabilidad, por su composición, la leche es un adecuado medio para el desarrollo de microorganismos que provocan cambios en sus componentes.

CUADRO 2. Composición de la leche de diferentes razas (porcentaje)

| RAZA | GRASA | PROTEINA | LACTOSA | CENIZA | SNG* | ST** |
|-------------|--------------|-----------------|----------------|---------------|-------------|-------------|
| Ayrshire | 4.00 | 3.53 | 4.67 | 0.68 | 8.90 | 12.90 |
| Brownswiss | 4.01 | 3.61 | 5.04 | 0.73 | 9.40 | 12.41 |
| Guernsey | 4.95 | 3.91 | 4.93 | 0.74 | 9.66 | 14.61 |
| Holstein F. | 3.40 | 3.32 | 4.87 | 0.68 | 8.86 | 12.26 |
| Jersey | 5.37 | 3.92 | 4.93 | 0.71 | 9.54 | 14.91 |

• Sólidos No Grasos

** Sólidos Totales

En general, puede decirse que los riesgos a que está sometida la leche entre su síntesis en la glándula mamaria y su llegada al consumidor incluyen:

- Contaminación y multiplicación de microorganismos,
- Contaminación específica por gérmenes patógenos,
- Alteración fisicoquímica de sus componentes,
- Absorción de olores extraños,
- Generación de malos sabores,
- Contaminación con sustancias químicas (pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes) y partículas de suciedad.

Las principales fuentes de contaminación de leche y productos lácteos se dan en el predio:

- Animal (glándula mamaria, piel, heces),
- Establo (moscas, aire, agua, forraje, paja, suelo, etc.),
- Utensilios (equipo de ordeño, baldes, tarros, filtros, enfriadora, etc).
- Así como durante la recolección y el transporte, y durante la recepción y el procesamiento industrial.

Finalmente, en relación a la complejidad, ésta se debe a las moléculas complejas que se encuentran en equilibrio químico, como por ejemplo el fosfocaseínato de calcio o el sistema del glóbulo graso.

CUADRO 3. Valores promedios de la composición de la leche

| COMPONENTE | VALOR MEDIO (%) |
|------------|-----------------|
| Agua | 86.9 |
| Proteína | 3.5 |
| Grasa | 4.0 |
| Lactosa | 4.9 |
| Cenizas | 0.7 |

El agua es el componente más abundante y es en ella donde encontramos los otros componentes en estados diferentes. Es así que el cloro, sodio y potasio están en dispersión iónica, la lactosa y parte de la albúmina en dispersión molecular, la caseína y fosfatos en dispersión coloidal y la materia grasa en emulsión.

Las proteínas de la leche están conformadas por tres grupos: la caseína en un 3%, la lactoalbúmina en un 0.5% y la lactoglobulina en un 0.05%. En ellas se encuentran presentes más de veinte aminoácidos dentro de los cuales están todos los esenciales. La caseína a su vez está compuesta por tres tipos de caseína, la k-caseína, la b-caseína y la a caseína.

La materia grasa está compuesta de una mezcla de triglicéridos que contienen más de diez y siete ácidos grasos y sustancias asociadas tales como las vitaminas A, D, E y K, y fosfolípidos como la cefalina y lecitina.

La lactosa el componente más abundante entre los sólidos de la leche; es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa.

Los minerales de la leche se determinan en sus cenizas. Los más importantes son el calcio, fósforo, sodio, potasio y cloro. En pequeñas cantidades se encuentran presentes hierro, yodo, cobre, manganeso y zinc.

En cuanto a las vitaminas presentes en la leche, además de las liposolubles A, D, E y K, encontramos el complejo B y la vitamina C.

Las enzimas más conocidas de la leche son la fosfatasa, lipasa, catalasa, galactasa y reductasa.

La leche también tiene gases como el CO₂, el oxígeno y el nitrógeno.

La leche de buena calidad es aquella que cumple sin excepción con todas las características higiénicas, microbiológicas y composicionales y que en consecuencia concuerda con la definición legal y las expectativas nutricionales puestas en ella. Para fabricar productos lácteos de buena calidad es imprescindible contar con una materia prima de iguales características: el procesador no puede devolver o incorporar una calidad inexistente y solo podrá, en algunos casos, "disimular" la mala calidad y lograr que la leche o el derivado fabricado con ella pueda ser apto para el consumo.

2. Requisitos Leche Cruda

Leche cruda es el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias obtenido a partir del ordeño íntegro e higiénico de vacas sanas, sin adición ni saturación alguna y exento de calostro. (Norma INEN NTE 9, 2002)

La Norma INEN NTE 9 (2002), indica que la leche cruda debe ser enfriada lo más pronto posible después del ordeño, debe ser almacenada y transportada hasta los centros de acopio en recipientes apropiados, aquí ésta debe permanecer a una temperatura menor a 10 °C y en agitación lenta y constante.

El mismo autor señala que la leche cruda no es apta para el consumo humano cuando:

- Es obtenida de animales alimentados incorrectamente, desnutridos, enfermos o manipulados por personas afectadas de enfermedades infectocontagiosas.
- Contiene sustancias extrañas ajenas a la naturaleza del producto como adulterantes, neutralizantes, colorantes y antibióticos.
- Contiene calostro o sangre o ha sido obtenida en el período comprendido entre los 12 días anteriores y los 10 días siguientes al parto.
- Contiene sustancias tóxicas, gérmenes patógenos o un contaje microbiano superior al máximo permitido por la ley, residuos de plaguicidas y metales pesados.

Norma INEN NTE 9 (2002), indica los requisitos que debe cumplir la leche cruda, los cuales son:

a. Requisitos microbiológicos

En el cuadro número cuatro se detalla los requisitos microbiológicos detallados en la Norma INEN NTE 9 (2002).

Cuadro 4. Requisitos microbiológicos

| CATEGORIA | TIEMPO DE REDUCCION DEL AZUL DE METILENO | CONTENIDO DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESOFILOS REP UFC/cc |
|------------------|---|---|
| A (Buena) | Más de 5 horas | Hasta 5×10^5 |
| B (regular) | De 2 a 5 horas | Desde 5×10^5 , hasta 1.5×10^6 |
| C (mala) | De 30 min. A 2 horas | Desde 1.5×10^6 , hasta 5×10^6 |
| D (Muy mala) | Menos de 30 min. | Menos de 5×10^6 |

Fuente: Norma INEN NTE 9 (2002)

b. Requisitos físicos y químicos

A continuación se detallan los requisitos especificados en la Norma

INEN NTE 9, 2002

Cuadro 5.- Requisitos físicos y químicos

| REQUISITOS | UNIDAD | MIN. | MAX. |
|---|--|----------------|----------------|
| Densidad relativa A 15 °C A 20 °C | ----- | 1.029 1.026 | 1.033 1.032 |
| Materia Grasa | %(m/m) | 3.2 | ----- |
| Acidez titulable | %(m/v) | 0.13 | 0.16 |
| Sólidos totales | %(m/m) | 11.4 | ----- |
| Sólidos no grasos | %(m/m) | 8.2 | ----- |
| Cenizas | %(m/m) | 0.65 | 0.80 |
| Punto crioscópico | °H | -0.555 | -0.530 |
| Proteínas | %(m/m) | 3.0 | ----- |
| Reductasa | h | 2 | ----- |
| Reacción de estabilidad proteica | No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol de 65% en peso o 75% | | |
| Presencia de Conservantes | ----- | Negativo | |
| Presencia de Neutralizantes | ----- | Negativo | |
| Presencia de Adulterantes | ----- | Negativo | |
| Antibióticos: | | | |
| B-Lactámicos | µg/l | ----- | 5 |
| Tetraciclínicos | µg/l | ----- | 100 |
| Sulfas | µg/l | ----- | 100 |

Fuente: Norma INEN NTE 9 (2002)

c. Requisitos organolépticos

- El color debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillo.
- El olor debe ser suave, lácteo característico y libre de olores extraños.
- Su aspecto homogéneo, libre de materias extrañas

3. Microbiología Láctica

El sabor ácido que comúnmente se percibe de la leche es causado por la formación de ácido láctico, el cual es originado por los microorganismos que atacan a la lactosa. (Warner, 1979)

El mismo autor señala que el desdoblamiento que causan algunos microorganismos sobre ciertas proteínas produce un sabor amargo.

Por estas razones es indispensable el estudio de los microorganismos en los productos lácteos.

a. Condiciones para el crecimiento Microbiano

Como principales condiciones para su crecimiento se mencionan las siguientes: (Tetra pak, 2003).

- Requerimientos nutricionales, los cuales varían de acuerdo al tipo de bacteria, por lo general la mejor fuente son los compuestos orgánicos.
- Temperatura de desarrollo y reproducción, de igual forma varía de acuerdo a la especie.
- Presencia de humedad, las bacterias no crecen en ausencia de agua.
- Oxígeno, los microorganismos pueden ser aerobios (necesitan oxígeno atmosférico), anaerobios (crecen en ausencia de oxígeno atmosférico) y facultativos (crecen en presencia o en ausencia de oxígeno).
- Acidez, los microorganismos no toleran ni la acidez ni la alcalinidad extrema.

b. Clasificación de los microorganismos por la Temperatura

Cuadro 6. Clasificación de los microorganismos por la Temperatura

| CLASIFICACION | TEMPERATURA OPTIMA | RANGO DE TEMPERATURA |
|---------------|--|----------------------|
| Psicrofílicos | 4 °C – 6 °C | 0 °C – 20 °C |
| Psicotróficos | Bacterias psicrofílicas o mesofílicas que pueden desarrollarse a temperatura inferior a 7 °C | |
| Mesofílicos | 25 °C – 35 °C | 10 °C – 45 °C |
| Termofílicos | 45 °C – 60 °C | 30 °C – 80 °C |
| Termodúricos | Bacterias termofílicas o mesofílicas que pueden resistir temperaturas superiores a 70 °C, pero no pueden crecer ni reproducirse. | |

Fuente: Tetra pak (2003)

c. Reproducción de los Microorganismos

Las bacterias generalmente se reproducen de forma asexual por división. (Tetra pak, 2003).

En condiciones favorables, la división de las bacterias puede tener lugar a intervalos de 20 a 30 minutos, la cual puede ser inhibida por la falta de nutrientes, acumulación de sustancias tóxicas, producto de desecho metabólico, temperatura desfavorable y desecación.

Chiriboga (2001), citado por Guzmán (2004), indica que el crecimiento de los microorganismos cumple con las siguientes fases:

- Fase latente o de retardo, los microorganismos se adaptan al ambiente que los rodea.
- Fase logarítmica, el grado de multiplicación permanece constante y a una velocidad máxima.
- Fase estacionaria, el número de microorganismos permanece constante.
- Fase de mortalidad, el número de microorganismos disminuye.

d. Bacterias mas comunes

Vicente (1996), citado por Guzmán (2004), destaca a las siguientes bacterias:

1) Bacterias lácticas

Se las denomina así ya que entre sus productos metabólicos figura principalmente el ácido láctico.

Estas bacterias toman los azúcares de los alimentos y los transforman en ácido láctico, hidrógeno, anhídrido carbónico y energía.

Este tipo de bacterias no tienen la propiedad de formar esporas, son anaerobias facultativas y son destruidas a una temperatura entre 72 °C – 75 °C durante 15 a 20 segundos.

Entre las principales podemos mencionar a las siguientes:

- *Streptococcus thermophilus*
- *Lactobacillus bulgaricus*
- *Streptococcus diacetylactis*
- *Leuconostoc citrovorum*
- *Streptococcus agalactiae*
- *Streptococcus lactis*
- *Streptococcus cremosis*
- *Lactobacillus casei*

2) Bacterias coliformes

Son bacilos, anaerobios facultativos. Su temperatura óptima de desarrollo es de 37 °C y se encargan de transformar los azúcares en ácido láctico, anhídrido carbónico e hidrógeno, desprendiendo un olor y sabor desagradable.

El microorganismo más conocido es *Escherichia coli*, su presencia en los alimentos indica falta de higiene.

3) Bacterias butíricas

Este tipo de bacterias son anaerobias y su temperatura óptima de crecimiento esta en los 37 °C. Se les llama así por su capacidad de formar ácido butírico entre los productos de desecho de su metabolismo.

La principal bacteria que pertenece a este grupo es *Clostridium botulinum*.

4) Bacterias acéticas y propiónicas

Son bacilos aerobios que produce avinagramiento al transformar el etanol en ácido acético. Este tipo de bacterias fermentan los azúcares en los alimentos produciendo principalmente ácido propiónico y anhídrido carbónico.

Las bacterias acéticas y propiónicas no forman esporas y su temperatura óptima de crecimiento se encuentre entre los 30 °C. La bacteria más conocida que pertenece a este grupo es *Acetobacter*

5) Bacterias productoras de putrefacción

Se caracterizan porque tienen la capacidad de descomponer las proteínas en amoníaco, de igual forma porque atacan grasas desdoblándolas en sus ácidos grasos.

Entre las más conocidas se tienen a *Pseudomonas fluorescens*, *Clostridium putrefaciens* y *Bacterium lineus*.

6) Levaduras

Las levaduras son organismos simples de forma esférica, elíptica o cilíndrica y que se reproducen normalmente por gemación. Tetra pak (2003).

Cuadro 7. Condiciones para el desarrollo de levaduras.

| CONDICION | PARAMETRO |
|-------------|--|
| Oxígeno | Anaerobias facultativas |
| Temperatura | 20 °C – 30 °C (óptimo) |
| Acidez | 4.5 – 5.0 (pH óptimo) |
| Humedad | Necesitan humedad y resisten la presión osmótica alta. |

Fuente: Tetra pak (2003)

7) Mohos

Según Vicente (1996),citado por Guzmán (2004), los factores principales para el desarrollo de los mohos son:

- Nutrientes como azúcares, proteínas, sales.
- Humedad
- Temperatura (óptima 20 °C – 30 °C)
- Oxígeno (son aerobios)
- Acidez (pH óptimo 4.5 – 5)

e. Acción de los microorganismos sobre los componentes de la leche

1) Lactosa

La lactosa es el componente más susceptible a la acción de los microorganismos. Por el ataque de estos se forma inicialmente ácido láctico. (Warner, 1979).

El mismo autor señala que la producción de ácido láctico puede proseguir hasta que su concentración sea excesiva para que los microorganismos continúen en actividad.

2) Proteína

La proteína se coagula en presencia de una cantidad adecuada de ácido, esta coagulación se realiza a temperatura ambiente y con acidez valorable de 0.51% a 0.65 %. (Warner, 1979).

El mismo autor indica que la proteólisis es el resultado de la acción de los microorganismos. La proteína libera aminoácidos, estos se rompen dando como resultado amidas y amoníaco, perturbando a las fuerzas que mantienen a las partículas de caseína en suspensión, transformando así, a la proteína en sustancias solubles.

3) Grasa

Los ácidos grasos de bajo peso molecular quedan en libertad debido a que muchas bacterias y mohos hidrolizan los glicéridos de la leche, dando como resultado un sabor desagradable a la leche. Este fenómeno es muy raro en la leche, pero muy común en la crema y en la mantequilla. (Gonzáles y Heredia, 1972).

Warner (1979), indica que la lipólisis es el resultado de la acción de las lipasas que producen ciertas bacterias, algunas levaduras y mohos, este fenómeno produce un efecto organoléptico.

4) Cenizas

Los componentes minerales de la leche rara vez son atacados directamente por los microorganismos. (Warner, 1979).

f. Acción de los microorganismos en la leche

1) Sabor

El sabor ácido en la leche es causado por la formación de ácido láctico originado por los microorganismos que atacan a la lactosa. (Warner, 1979).

El mismo autor indica que el desdoblamiento de algunos microorganismos sobre ciertas proteínas produce un sabor amargo.

2) Olor

A veces se percibe un olor ácido y muchos de los gases producidos tienen olor característico. (Warner, 1979)

El mismo autor indica que, de igual forma los microorganismos que actúan al mismo tiempo sobre las proteínas y las grasas a menudo producen modificaciones que pueden ser percibidas por el olfato.

3) Color

Los mohos tiñen la superficie de la mantequilla y los quesos y pueden llevar la coloración al interior de estos productos. (Warner, 1979).

4) Gas

Los microorganismos al reaccionar con la lactosa producen gas en la leche y los productos lácteos. (Warner, 1979).

El mismo autor señala que las levaduras tienen particular predisposición a la formación de gas, principalmente a la formación de dióxido de carbono.

C. FUNDAMENTOS DEL ORDEÑO

1. Sistemas de ordeño

Desde finales de la década 1940-50 van teniendo lugar algunos cambios destacados en el alojamiento y en el ordeno de las vacas lecheras. La gran mayoría de las vacas siguen ordenándose aun en los establos, aunque actualmente se tiende hacia el empleo de salas de ordeno. Esta práctica ha proporcionado algunas ventajas para los ganaderos por una mayor eficiencia de la mano de obra, ya que se precisa menos

esfuerzo para ordenar a las vacas. Por otra parte, la sala de ordeno ha creado algunos problemas, como es la incapacidad de las vacas con producciones elevadas para consumir suficientes concentrados. (GONZALES y HEREDIA, 1972).

Mientras permanecen en la sala. Además, algunos ganaderos consideran que no pueden prestar tanta atención individual a las vacas cuando son ordenadas en una sala como cuando son ordenadas en un establo. (GONZALES y HEREDIA, 1972).

Con independencia del tipo de la operación de ordeno, el sistema deberá alcanzar las especificaciones siguientes:

- Medir el ordeño completo de las vacas sin dañar la ubre
- Facilitar la producción de leche limpia
- Permitir que las vacas con producción elevada consuman una cantidad adecuada de concentrados
- Proporcionar comodidad al ganadero
- Disponer de equipo que pueda limpiarse rápidamente y con el mínimo esfuerzo.

2. Comparación de los sistemas de ordeño

Las vacas se ordenan en sus establos o en salas de ordeño. El ordeño de las vacas en sus establos puede realizarse por uno de tres procedimientos: ordeño en pózales

normales y transporte manual de la leche a cantaros o tanques; ordeno en pózales normales y descarga de la leche en un sistema de carga o de transporte u ordeño directo hacia una tubería En los párrafos siguientes se discuten las ventajas relativas de estos sistemas y de la sala de ordeño. (GONZALES y HEREDIA, 1972)

a. Sistema de pozal

El sistema de pozal goza de varias ventajas:

- Es un sistema barato que tan solo precisa unidades de ordeño y una línea de vacío o fuente portátil de vacío
- No obliga a mover las vacas de sus establos
- La leche puede verterse en cantaros en la habitación de ordeño sin necesidad de tanque
- Las vacas pueden consumir todos los concentrados que precisan durante el ordeño.

Las desventajas del sistema de ordeño en pozal son:

- Requiere un mayor esfuerzo, ya que las vacas se encuentran al mismo nivel que el ordenador y la leche tiene que ser transportada desde las vacas hasta la sala de recogida de la leche

- Es un sistema fijo, ya que deberá ampliarse el establo para aumentar el tamaño del rebaño
- Obliga a utilizar todo el establo para el ordeno durante la estación de pastes.

b. Sistema de vertido o de transferencia

Este sistema es ventajoso porque:

- Es más barato que una tubería que una sala
- No obliga a mover las vacas de su establo
- El consumo de concentrados se realiza en el establo, por lo que puede alcanzarse un consumo apropiado
- Puede comprobarse la producción de cada vaca en cada ordeno
- Es reducida la mano de obra precisa para el transporte de leche.

Las desventajas son:

- El ordeño precisa mayor esfuerzo
- Al ser un sistema fijo dificulta la ampliación del tamaño del rebaño

- El establo del utilizarse y limpiarse durante la estación de pestes
- Suele ser precise un tanque para obtener una ventaja total de este sistema
- Aumenta el tiempo para el lavado del equipo, aunque es posible el lavado mecanizado.

c. Tuberías alrededor del establo

Las ventajas de este sistema son:

- El vaquero no precisa elevar la leche
- No es necesario mover las vacas
- El consume de concentrados no representa un problema
- No se necesita un edificio adicional

Las desventajas del sistema son:

- Consta de ordeno a un solo nivel, que obliga a inclinarse y exige un esfuerzo considerable
- La inversión y el costo anual son elevados
- Se precisa mucha agua y medios para la desinfección

- Existe un problema de instalación porque la tubería debe tener un desnivel de 2.5 cm. por cada 3 metros, y si se utilizan elevadores pueden presentarse problemas de sabor
- El pesado diario de la leche y la determinación de los rendimientos en las comprobaciones diarias son más difíciles de realizar que con un sistema de pozal
- La elevación de la leche desde la ubre hasta la tubería puede provocar una caída del vacío en la ubre
- Exige una bomba de vacío mayor y una línea de vacío de más diámetro que con otros sistemas
- Obliga a utilizar el establo durante la estación de pestes.

d. Sala de ordeno

Las ventajas de la sala de ordeno son:

- Requiere el mínimo. Esfuerzo para el ordeño de las vacas
- Permite una flexibilidad máxima, ya que pueden ordenarse más vacas sin una inversión extra en el equipo de ordeño
- No requiere disponer cama bajo las vacas durante el ordeno y así se facilita la producción de leche limpia
- Las líneas de vacío y las tuberías cortas provocan pocos sabores o problemas de vacío

- Pueden ordeñarse vacas por hombre-hora que con cualquier otro sistema
- No es necesario el establo durante la estación de pestes.

Las desventajas son:

- El costo inicial es alto porque se precisa un edificio adicional y una zona de mantenimiento
- Debe limpiarse una zona adicional, ya que las vacas se mantienen en una zona de mantenimiento
- Las vacas de ordeño lento y las vacas vacías son difíciles de manipular en determinados tipos de salas
- Resulta difícil un consumo adecuado de concentrados, especialmente en las salas con un establo por unidad.

3. Factores a considerar en la construcción de una sala de ordeño

a. Altura del suelo de la sala sobre el suelo del ordenador

Una ventaja notable de la sala de ordeño es que elimina la necesidad inclinarse durante el ordeño porque las ubres de las vacas se hallan al mismo nivel que las manos del ordenador. Ha sido determinada la energía consumida para ordenar las

vacas situadas a distintas alturas sobre el suelo en que halla el ordenador (Morris y Boyd, 1955)

Cuadro 8. Aumentos en el consumo de oxígeno sobre el consumo cuando el ordeñador permanece de pie

| | |
|---------------------------------|-------|
| Ordenador y vaca al mismo nivel | 166% |
| Vacas 40 cm. sobre el suelo | 165 % |
| Vacas 70 cm. sobre el suelo | 167 % |
| Vacas 80 cm. sobre el suelo | 132 % |

Las vacas deberán situarse de 80 a 90 cm. sobre el nivel del suelo del ordeñador para reducir al mínimo el esfuerzo del ordeno. La altura óptima dependiera de la altura del ordeñador y del tipo de sala. En salas donde las vacas gozan de mayor libertad para moverse (por ejemplo, en una sala tipo manguera), estas deben mantenerse un poco mas bajas que en una sala con disposición de las vacas en forma de pluma con la ubre de la vaca próxima las manos del ordenador. Los ganaderos altos precisan salas ligeramente mas elevadas sobre el suelo que las personas más bajas. (GONZALES y HEREDIA, 1972)

b. Distancia recorrida por un hombre

El recorrido que debe efectuar el operador es parte del esfuerzo a realizar en el ordeño de las vacas han medido las distancias recorridas por un hombre en cuatro tipos diferentes de salas de ordeño; son las siguientes:

Cuadro 9. Distancias recorridos por un hombre en cuatro tipos diferentes de salas de ordeño

| | |
|---|-------------------|
| Sala en forma de pluma 5-doble (5 unidades) | 8.7 metros/vaca |
| Sala tipo manga 3-doble (3 unidades) | 10.8 metros/vaca |
| Establos abertura lateral 3 (forma de U) | 6.9 metros / vaca |
| Establos abertura lateral 3 en línea | 13.5 metros/vaca |

c. Salas de ordeño con vacas a uno o dos lados

La distancia recorrida por vaca suele ser menor en las salas de ordeño con vacas a ambos lados que en un solo lado. También es más fácil utilizar una unidad para una sala con vacas a los dos lados que para otra con vacas a un solo lado, especialmente cuando las tuberías están elevadas sobre el nivel de la ubre. (GONZALES y HEREDIA, 1972)

d. Numero de plazas por unidad de ordeño

Las salas tienen una o dos plazas por unidad de ordeño; en ocasiones las salas tienen una plaza más que unidades, tal como cuatro plazas para tres unidades. Esto influye sobre la eficiencia de la mano de obra y sobre el coste inicial de

la sala. Con una sola plaza por unidad, la unidad permanece desocupada mientras se esta retirando de la primera vaca, mientras la vaca abandona la sala, y mientras entra una segunda vaca y es preparada para ser ordeñada. Cuando se dispone de dos plazas por unidad, la unidad de ordeño puede pasar directamente de la primera a la segunda vaca; por consiguiente, es mucho menor el tiempo que permanece la maquina desocupada. Por esta razón, pueden ordenarse más vacas por unidad y hora cuando existen dos plazas por unidad en lugar de una sola plaza por unidad.

Otra ventaja de disponer de dos plazas por unidad de ordeño es Análisis de laboratorio para determinar la Densidad que la vaca permanece en la sala mientras esta siendo ordenada y durante un tiempo similar al precise para ordeñar una segunda vaca un aspecto importante para que vacas con producciones elevadas dispongan de tiempo adicional para el consumo de concentrados

e. Consumo de concentrados en los establos

La cantidad de concentrados que consumen las vacas en las salas de ordeño depende de variables tales como apetito, nivel de producción de leche, y entrenamiento previo; sin embargo, pueden establecerse algunas generalidades. Las vacas suelen consumir 0.3 kg aproximadamente de alimento de secado al aire por minuto, aunque puede aumentarse algo la rapidez de consumo. Por ejemplo, la adición de 1 a 1/2 kg de agua por kg de concentrados aumenta la rapidez del consume hasta 0.45 Kg. por minuto aproximadamente. Para la adición de agua a los concentrados debe

disponerse de tuberías para la conducción de agua y de aparatos de medida en los comederos de la sala de ordeno. (GONZALES y HEREDIA, 1972)

El granulado de los concentrados aumenta la rapidez de su consumo en el 20 al 30% aproximadamente. Los cereales bastos se consumen ligeramente más deprisa que los finos. En circunstancias medias, mientras se ordena una vaca en una sala bien diseñada puede consumir entre 9 y 11 kg de concentrados diarios en la sala, sobre la base de un tiempo de ordeno de 5 a 6 minutos por vaca. Así, una vaca permanece en una sala con vacas a ambos lados durante 10-12 minutos por ordeno o de 20 a 24 minutos por día. Las cifras anteriores se basan en una tasa de consumo de 0.45 Kg. de concentrados por minuto. Niveles más elevados de consumo de concentrados requieren una permanencia mas prolongada de las vacas en la sala de ordeno o un consumo suplementario de alimentos fuera de la sala.

f. Pruebas de rendimiento

La determinación del rendimiento lechero y del contenido graso de la leche en las vacas individuales son problemas importantes que se presentan en la sala de ordeño. Desde la década 1960-70, las bombonas báscula producidas por varias compañías fabricantes de máquinas ordeñadoras para determinar el rendimiento lechero de las vacas han sido aprobadas por los programas de comprobación DHI o DHIR; el supervisor local DHI o el ganadero de extensión deberá ser consultado para obtener una lista puesta al día de las bombas báscula aprobadas.

Algunos de estos dispositivos han sido aprobados para obtener una muestra representativa de leche para el análisis de su grasa. Las bombonas báscula pueden utilizarse para realizar observaciones diarias del rendimiento lechero, así como para medir la producción de leche en pruebas de un día. Estos instrumentos tienen también otras ventajas. Por ejemplo, producen un vacío más homogéneo en el extremo del pezón y reducen así las fluctuaciones del vacío que tienen lugar cuando la leche es elevada en la tubería. Además puede evitarse que la leche anormal se junte con la restante después de la recogida en las bombonas báscula. (GONZALES y HEREDIA, 1972)

g. Unidades por hombre

El número de unidades de ordeño por hombre (N) viene determinado por el tamaño y clase de la sala de ordeño. Si la sala está diseñada en forma de pluma doble 4, el ganadero suele operar con cuatro máquinas ordeñadoras. Cuando se diseña una sala de ordeño deberán tenerse en cuenta los principios de valoración de las salas. También deberán tenerse presentes los mismos principios si es baja la eficiencia de la mano de obra.

El número de máquinas que puede utilizar un hombre depende principalmente del tiempo en que la máquina permanece en funcionamiento y del tiempo real por rutina. El mejor cálculo para establecer el número de máquinas que puede atender un hombre se obtiene dividiendo el tiempo de funcionamiento de la máquina por

el tiempo para rutina. Si el tiempo de funcionamiento de la maquina es de 5 minutos por vaca y el tiempo por rutina 1.5 minutos, el mejor cálculo de N es 3. Si el tiempo de actividad de la maquina es de 5 minutos y el tiempo por rutina 2 minutos, solamente puede manejar un hombre 2 máquinas. Si trabaja con una tercera unidad, no puede volver a la primera hasta pasados 6 minutos después de aplicada la máquina, lo que determina un ordeno demasiado prolongado. (GONZALES y HEREDIA, 1972)

4. Tipos de salas de ordeño

Los tipos de salas de ordeño varían no solo con el número de plaza o estacionamientos por unidad de ordeño, sino también con la distribución de las vacas en la sala y con el procedimiento para que las vacas entren y salgan de la sala de ordeño. En esta sección se describen brevemente alguno de los tipos más corrientes de salas de ordeño.

La sala al mismo nivel suele formar parte de una vaquería formada por estacas con varias plazas que se utilizan como zona especializada para el ordeño de las vacas. Un grupo de vacas penetran en esta zona, son ordeñadas y salen. La única ventaja de este sistema sobre el ordeño en el establo común es que al ser una zona menor puede mantenerse limpia para la producción de leche.

Las plazas o estacionamientos de ordeno en una sala tipo manga están dispuestos de manera que la cabeza de una vaca permanece tras el rabo de la anterior y

las vacas penetran por cada lado de la sala como un grupo . Aquí se carece de pasillos extra para que las vacas entren o salgan de la sala, lo que determina una sala de ordeño que es estrecha. Una ventaja es que las vacas entran y salen en grupo y se pierde menos tiempo entrando y sacando las vacas. Sin embargo, debido al manejo en grupo, una vaca con ordeño lento retiene a todo el grupo. Otra desventaja es que las vacas secas deben manejarse por separado.². (GONZALES y HEREDIA, 1972)

Las salas con abertura lateral o estacionamientos tipo rastrillo tienen un pasillo adicional al lado de los estacionamientos de ordeño por el que las vacas entran y salen de los estacionamientos de ordeño. De esta manera las vacas se manipulan individualmente y las vacas con ordeño lento o las vacas secas no retienen al resto del grupo.

La sala con abertura lateral es ligeramente menos eficiente que la de tipo manga porque se precisa más tiempo para manipular las vacas individualmente.

Uno de los tipos mas modernos es la sala de ordeno en forma de pluma, en la que las vacas forman un ángulo de 30" con el foso. Generalmente el operador solo tiene acceso a la región de la vaca situada detrás de las caderas.³

Las vacas y sus ubres se hallan mas agrupadas, y se dedica mucho menos tiempo a caminar para ordenar las vacas.

² Ver anexo 2.

³ Ver anexo 3

Ventajas adicionales son: las vacas entran y salen en grupo, el equipo es más barato, se entrena con algo más de facilidad a las novillas de primer parto y es máxima la eficiencia de la mano de obra. Algunas desventajas de esta sala de ordeño son: las vacas de distinto tamaño suponen un problema, es más difícil la identificación de los animales, las vacas de ordeno lento retienen al grupo y las vacas secas deben ser manipuladas por separado para mantener la eficiencia de la mano de obra.

El tipo de sala de ordeño construido en las explotaciones lecheras depende fundamentalmente de los objetivos principales del ganadero. Si su objetivo principal es una eficiencia elevada de la mano de obra y un buen ordeno, la sala en forma de pluma resultara optima. Si desea prestar mayor atención individual a sus vacas y someterlas a las mejores condiciones durante la operación del ordeño, resultaran ventajosas las salas tipo manga o de abertura lateral. (GONZALES y HEREDIA, 1972)

Otro hecho que influye sobre la eficiencia de la mano de obra es si la zona de estancia facilita o dificulta el movimiento rápido de las vacas hacia la sala de ordeño. Las vacas deben seguir un movimiento en línea recta para entra en la sala de ordeño.

La comodidad del operador precisa también una ventilación adecuada, reduciéndose al mínimo la condensación en la sala de ordeno.

III.**IV. MATERIALES Y METODOS****A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

La presente investigación se llevó a cabo en las provincias de Cotopaxi, Pichincha y Tungurahua en fincas lecheras que proveen leche a la planta procesadora de lácteos Parmalat-Lecocem para ser procesada como UHT.

B. MATERIALES**1. Análisis de laboratorio**

Materiales y reactivos para la determinación del TRAM

- Baño María termorregulador con tapa
- Medidor de acero o pipetas del 10 ml (estériles)
- Pipeta de 1 ml (estériles)
- Tubos de ensayo con tapones de goma (estériles)
- Reloj, Frasco ámbar (250 ml)
- Solución de azul de metileno.

Materiales y reactivos para la determinación de Grasa:

- Pipeta volumétrica de 11 ml
- Butirómetros Gerber
- Baño María Termostatado entre 40 – 45° C
- Tapones para butirómetros
- Alcohol Amílico
- Ácido sulfúrico 98% de pureza
- Agua destilada

Materiales y reactivos para la determinación de la Crioscopia:

- Pipeta de 5 ml
- Tubos de crioscopia
- Crioscopio
- Estante para tubos de crioscopia

Materiales y reactivos para la determinación de la Acidez:

- Pipeta volumétrica de 9 ml
- Bureta de 10 ml
- Matraz de 50 ml

- Solución valorada de NaOH 0.1 N
- Fenolftaleína al 1%
- Vaso de precipitación

Materiales y reactivos para la determinación de la Densidad:

- Termolactodensímetro
- Probeta

Materiales y reactivos para la determinación de Neutralizantes:

- Tubos de ensayo
- Pipetas graduadas de 5 ml
- Balón aforado de 250 ml
- Pipetas graduadas de 1 ml
- Rojo fenol al 0,5%
- Agua destilada

Materiales reactivos para la determinación de Cloruros

- Tubos de ensayo con dosificaciones de 5ml
- Dosificaciones de 1ml
- Frasco gotero

- Solución acuosa de nitrato de plata Na_3Ag
- Solución de cromato de potasio CrO_4K_2

Materiales para realizar el análisis de Lactofermentación :

- Yogurt natural
- Tubos de ensayo
- Estufa para incubación
- Pipeta volumétrica de 9 ml
- Bureta de 10 ml
- Matraz de 50 ml
- Solución valorada de NaOH 0.1 N
- Fenolftaleina al 1%
- Vaso de precipitación

Análisis microbiológicos:

- Peptona
- Medio PCA (Medio de cultivo no selectivo)

2. Recolección de muestras

- Envases de plásticos esterilizados

- Agitadores
- Vasos recolectores de leche
- Termos refrigerantes

3. Ropa de trabajo

- Botas de caucho
- Overol
- Mandil
- Mascarilla
- Cofia

C. METODOS

Los análisis se los realizaron primeramente con la toma de muestras de leche en las haciendas que entregan el producto a **Parmalat- Lecocem**, luego de lo cual con cuidados adecuados para la conservación del producto se procedió a realizar los exámenes establecidos en los laboratorios de dicha planta.

Para obtener buenos resultados fue requisito indispensable tomar muestras que sean verdaderamente representativas del producto a analizar y con una frecuencia tal, que permitieron establecer si el producto cumplía o no con los requisitos mínimos impuestos por la planta procesadora de lácteos **Parmalat- Lecocem**.

Las llamadas pruebas de recepción o de plataforma se realizaron directamente sobre la leche cruda bien mezclada y sin mayor preparación. Pero para las pruebas de laboratorio fue indispensable seguir ciertas pautas que permitían tomar la muestra en forma representativa y conservarla de manera adecuada hasta su análisis.

Los principales análisis de laboratorio que se tomaron en cuenta para este estudio fueron:

- Tiempo de reducción del azul de metileno TRAM
- Grasa
- Crioscopia
- Acidez
- Densidad
- Neutralizantes
- Cloruros
- Recuento de Células Totales
- Recuento de Psicrófilos
- Lactofermentación

Según Vargas (2003), los métodos para realizar cada uno de estos se detallan a continuación:

- Tiempo de Reducción del Azul de Metileno TRAM

Se colocaron los tubos de ensayo estériles con sus tapones en la gradilla y se adicionó a cada uno 1 ml de la solución de azul de metileno a continuación con pipeta o medidor estéril, se colocó 10 ml de cada muestra a analizar en cada uno de los tubos sin mezclar, se rotuló; durante la preparación de las diferentes muestras, los tubos se podían mantener en un baño de agua fría (0 - 5° C) pero nunca por más de 2 horas.

Una vez preparados todos los tubos, fueron llevados al baño maría regulado a 36 °C junto con un tubo patrón (leche sin indicador). Se comenzó a contar el tiempo de reducción (decoloración) en el momento en que se invirtieron los tubos y se observó su color frecuentemente durante la primera media hora, sin agitarlos. Una muestra se considera reducida cuando presenta 4/5 decoloradas.

Si una muestra se decolora durante un periodo de incubación de 30 minutos, se registró el resultado "tiempo de reducción 30 minutos". Seguidamente se pudo observar el color de los tubos a intervalos de 1 hora, pero se registraron los resultados en horas enteras; así por ejemplo: si a las 2 ½ horas se observa decoloración, el resultado se registró "tiempo de reducción en 2 horas".

- Análisis de laboratorio para determinar el porcentaje de Grasa.

Se colocó en el butirómetro Gerber 10 ml de ácido sulfúrico, 11 ml de leche y 1 ml de alcohol amílico. El butirómetro se tapó y se homogenizó la muestra, a continuación se le colocó en la centrífuga con la precaución de que siempre exista un equilibrio.

El proceso en la centrifuga duró alrededor de 5 minutos. Posterior a este proceso se realizó la lectura del contenido de grasa en el butirómetro.

- Análisis de laboratorio para determinar la Crioscopia.

Se tomó una muestra de 2 ml y se colocó en el crioscopio, transcurridos unos minutos se leyó la muestra. Con esta prueba se determinó el punto de congelación. Mientras el resultado mas se acerque a 0 °H (grados Holdridge) indicaba que existía mayor cantidad de agua en la muestra.

- Análisis de laboratorio para determinar la Acidez

Existen diversos métodos para determinar la acidez en la leche. En nuestro medio se realizó por titulación con NaOH 0,1 N usando fenloftaleina en solución alcohólica como indicador y el resultado se expresó en términos de ml de leche de NaOH 0,1 N requeridos para neutralizar 100 ml de leche.

Se tomaron 9 ml de leche con una pipeta volumétrica, el producto se colocó en un pequeño recipiente con 3 gotas de fenolftaleína al 1%, a continuación se realizó la titulación con Hidróxido de Sodio manteniendo el recipiente con los 9 ml de leche en constante movimiento, hasta que exista un viraje de color, a rosado; la lectura se midió en grados Dornic.

- Análisis de laboratorio para determinar la Densidad.

Este tipo de análisis ayudaron a identificar la cantidad de agua o de crema que contiene nuestro producto. La densidad se expresó mediante una relación de masas de un volumen de leche a 15 °C con respecto al del agua a 15 °C.

La muestra de leche obtenida se colocó en la probeta, llenándola a esta, a continuación se colocó el termolactodensímetro, el cual se debe mantener en posición vertical hasta que llegue a su punto de equilibrio, transcurrido un par de minutos se realiza la lectura.

- Análisis de laboratorio para determinar la presencia de Cloruros

Se colocaron 9 ml de nitrato de plata, a esto se agregó 2 gotas de cromato de potasio, se agitó, y se aplicó 1 ml de la leche en estudio, luego se interpretaron los resultados, si tornaba un color rojo ladrillo, indicaba que la leche era normal, pero si tornaba en amarillo canario la muestra era positiva, con lo que se confirmaba la presencia de cloruros en la leche.

- Análisis de laboratorio para determinar la presencia de Neutralizantes

En tubos de ensayo se colocaron 0.5 ml de rojo fenol y 5 ml de agua destilada, se añadieron 5 ml de leche en estudio y se analizaron los resultados, si la muestra tornaba en amarillo la leche era normal, pero si tornaba en salmón la muestra era positiva y se confirmaba la presencia de neutralizantes en la leche.

- Conteo de células somáticas

Para la realización de este análisis se utilizó el Kit Somaticell para Conteo de Células Somáticas, el cual incluía materiales como pipetas blancas para muestra, tapones con orificios calibrados, pipetas azules para el reactivo, tubos de análisis, estante y un frasco con reactivo.

Se retiró con una pipeta blanca 2ml de leche, ésta se adicionó en un tubo de análisis, a continuación con la pipeta azul se retiró 2ml de reactivo y se adicionó al tubo, se tapó el tubo y luego de agitarlo por 10 segundos se colocó el mismo invertido en el estante para observar con mayor facilidad el análisis y se dejó el líquido escurrir exactamente por 15 segundos, se regresó el tubo a su posición normal (con la tapa para encima) se esperó por lo menos 30 segundos antes de realizar la lectura del líquido restante, bastó aforar y leer el número de células somáticas directamente del tubo.

Para conocer el porcentaje de pérdida de leche se usó la tabla comparativa incluida en el Kit Somaticell ⁴.

- Lactofermentación

Se tomaron 10 ml de leche en un tubo de ensayo, se midió la acidez, posteriormente se pasteurizó la muestra y se esperó a que la temperatura baje a 42 °C para inocular 1 ml de yogurt natural, se incubó la muestra a 37 °C por un período de 5 horas. Pasado este tiempo se volvió a medir la acidez si esta subía a 18 - 19 °D de la inicial el resultado era positivo, pero si sobrepasaba de 30 °D era negativa la presencia de antibióticos.

- Recuento de Células Totales

En una cámara de incubación y la mayor asepsia se tomó 1ml de leche con una pistola de 1 ml esterilizada, luego se colocó la muestra en un tubo de ensayo que contenía una solución agua peptonada al 0.1 % ;la primera dilución obtenida fue a la -1.

Posteriormente se tomó 0.1 ml de esta muestra con una pistola de 0.1 ml esterilizada y se la diluyó en otro tubo con una solución de agua peptonada al 0.1%, en esta ocasión la dilución fue a la -3; este procedimiento se lo realizó una vez más hasta obtener una dilución a la -5.

⁴ Ver anexo 4

Una vez obtenida la dilución a la -5 se procedió a realizar la siembra en cajas petri, el medio que se usó fue PCA. Se marcó cada caja con el código de la hacienda, la fecha de la siembra y la dilución (-5). Se las puso a incubación por un período de 8 días en una estufa para medios de cultivo.

- Psicrofilos

Este análisis tuvo un procedimiento al anterior de Recuento de Células Totales la única variación fue que la incubación se realizó en un refrigerador y fue solo por 48 horas.

1. Factores en estudio

El factor que se estudió fue la eficacia y factibilidad de implantar el sistema HACCP en el proceso de ordeño y recolección de leche de las haciendas que proveen leche a la planta procesadora de lácteos Parmalat-Lecocem, para lo cual se investigaron los siguientes parámetros.

Se tomó una muestra en el ordeño y otra al despacho de la leche y se determinó la calidad de la misma y los puntos críticos de control en el ordeño.

2. Tratamientos

Del factor puntos críticos de control, se tuvieron los siguientes tratamientos, cada tratamiento se realizó al ordeño de la mañana y la tarde:

T1: al finalizar el ordeño

T2: al momento de la entrega de la leche

3. Diseño experimental

a. Tipo de diseño

“El ensayo se dispuso en un diseño completamente al Azar (DCA)”.

4. Análisis Estadístico

| | |
|------------------------|-----|
| Diseño Experimental | DCA |
| Número de tratamientos | 2 |

a. Esquema del Análisis de Varianza

ANOVA 1

1) **Para la mañana**

| Fuentes de Variación | Grados de Libertad |
|-----------------------------|---------------------------|
| TOTAL | 24 |
| TRATAMIENTOS | 1 |
| ERROR | 23 |

2) **Para la tarde**

| Fuentes de Variación | Grados de Libertad |
|-----------------------------|---------------------------|
| TOTAL | 24 |
| TRATAMIENTOS | 1 |
| ERROR | 23 |

b. **Coefficiente de variación**

$$CV = [(\sqrt{CME}) / X] * 100$$

c. **Análisis Funcional**

Se utilizó la prueba de F al 1 y 5% para tratamientos.

5. **Datos a tomar y métodos de evaluación.**

Se procedió a visitar las haciendas en dichos ordeños esto quiere decir a los ordeños de la madrugada y de la tarde.

Todo esto se realizó al azar es decir en días no establecidos para los ganaderos y dueños de las haciendas

a) FASE PREVIA AL ORDEÑO

1. Condiciones del establo
2. Estado del sistema de ordeño.
3. Estado de instalaciones
4. Condiciones de transporte

b) FASE DE ORDEÑO

1. Forma de entrada del hato
2. Valuación de las prácticas de ordeño.
 - A) Preparación de la vaca que se va a ordeñar.
 - B) Lavado de pezones.
 - C) Secado de pezones cuidadosamente.
 - D) Chequeo por mastitis.
 - E) Colocación de las pezoneras.
 - F) Chequeo del flujo de leche y ajuste de la unidad de ordeño si es necesario.
 - G) Cerrado del vacío antes de remover las pezoneras.

- H) Sellado o rociado los pezones con un desinfectante seguro y efectivo.
- I) Desinfección de las unidades de ordeño.

Para la fase de laboratorio se tomaron las muestras al visitar las haciendas según el cronograma estipulado tomándose muestras de lo necesario y llevándolas con las seguridades necesarias a los laboratorios de PARMALAT-LECOCEM ubicados en la planta procesadora en Lasso

6. Métodos específicos del manejo del experimento

Los siete pasos estructurados para el sistema HACCP fueron :

PASO 1. Realizar un análisis de peligros. En este punto se estableció cómo comenzar a implantar el Sistema HACCP. Se preparó una lista de etapas del proceso, se elaboró un Diagrama de Flujo de cada una de las haciendas que se visitó, tomando en cuenta, los cambios ha realizarse y las características que se conservaron en cada una de ellas

PASO 2. Identificar los Puntos de Control Críticos (PCC) del proceso. Una vez descritos todos los peligros y medidas de control, el equipo HACCP decidió en que puntos fue crítico el control para la seguridad del producto.

Con la toma de datos y la observación continua se procedió a la investigación de los mismos para así de acuerdo a los resultados se tomó una decisión los cuales vinieron a ser los puntos críticos de control

PASO 3. Establecer los Límites Críticos para las medidas preventivas asociadas a cada PCC. El rango confinado entre los Límites Críticos para un PCC establecieron la seguridad del producto en esa etapa.

PASO 4. Establecer los criterios para la vigilancia de los PCC. El equipo de trabajo debió especificar los criterios de vigilancia para mantener los PCC dentro de los Límites Críticos. Para ello se debieron establecer acciones específicas de vigilancia que incluyeron la frecuencia y el monitoreo, se llevó a cabo la secuencia ordenada y planificada de observaciones y medidas de los valores de los puntos críticos de control. Los resultados del monitoreo se debieron registrar.

PASO 5. Establecer las acciones correctoras. Si la vigilancia detectaba una desviación fuera de un Límite Crítico debían existir acciones correctoras que restablecieron la seguridad en ese PCC. Las medidas o acciones correctoras debieron incluir todos los pasos necesarios para poner el proceso bajo control y las acciones a realizar con los productos, mientras el proceso estaba fuera de control.

PASO 6. Procedimientos de verificación y operación: estos procedimientos se desarrollaron para mantener el sistema HACCP y asegurar su aplicación efectiva.

PASO 7. Establecer un sistema de verificación. El sistema de verificación se debía desarrollar para mantener el HACCP y asegurar su eficacia. Adicionalmente, los registros brindan evidencia de que el sistema HACCP está trabajando y que se toman las acciones correctivas del caso, lo cual garantiza que el producto será seguro.

El desarrollo del sistema HACCP no cubrió con el sexto y séptimo paso, puesto que para ello se requería de la aplicación en cada hacienda visitada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. DESARROLLO DEL SISTEMA HACCP

1. La Empresa

La empresa ALIMENTOS PARMALAT tuvo sus inicios en 1962 en la localidad de Parma – Italia considerada como una marca que identifica a una de las principales industrias alimentarias a nivel mundial, de igual manera en el sector de la leche UHT en Italia.

Sus alimentos son producidos en 86 plantas distribuidas en alrededor de 40 países.

Sus productos están divididos en cuatro líneas:

- Lácteos
- Frescos
- Hornos
- Vegetales

PARMALAT ECUADOR ha logrado en muy corto tiempo posesionar su marca en el mercado con toda la variedad de productos. Este crecimiento ha sido posible

gracias a un continuo seguimiento del proceso productivo, el desarrollo de las más altas tecnologías, una organización comercial eficiente que atiende a millones de consumidores que adquieren sus productos, pero sobre todo basándose en la utilización de materias primas seleccionadas de los mejores proveedores del país.

ALIMENTOS PARMALAT ECUADOR (PE), cuenta con dos plantas industriales, una en Lasso y otra en Cuenca para satisfacer las necesidades del mercado ecuatoriano.

2. Antecedentes del Sistema de Control de Calidad Actual

La planta cuenta con un departamento que brinda asesoría técnica pecuaria a cada proveedor con visitas periódicas a cada hacienda, este departamento llamado ATP, tiende a ir solucionando falencias lo antes posible, con resultados alentadores en la mayoría de casos.

3. Descripción del producto

Nombre de la Compañía.- PARMALAT – LECOCEM

Nombre del producto.- Leche Cruda

Descripción del producto.- Leche cruda.

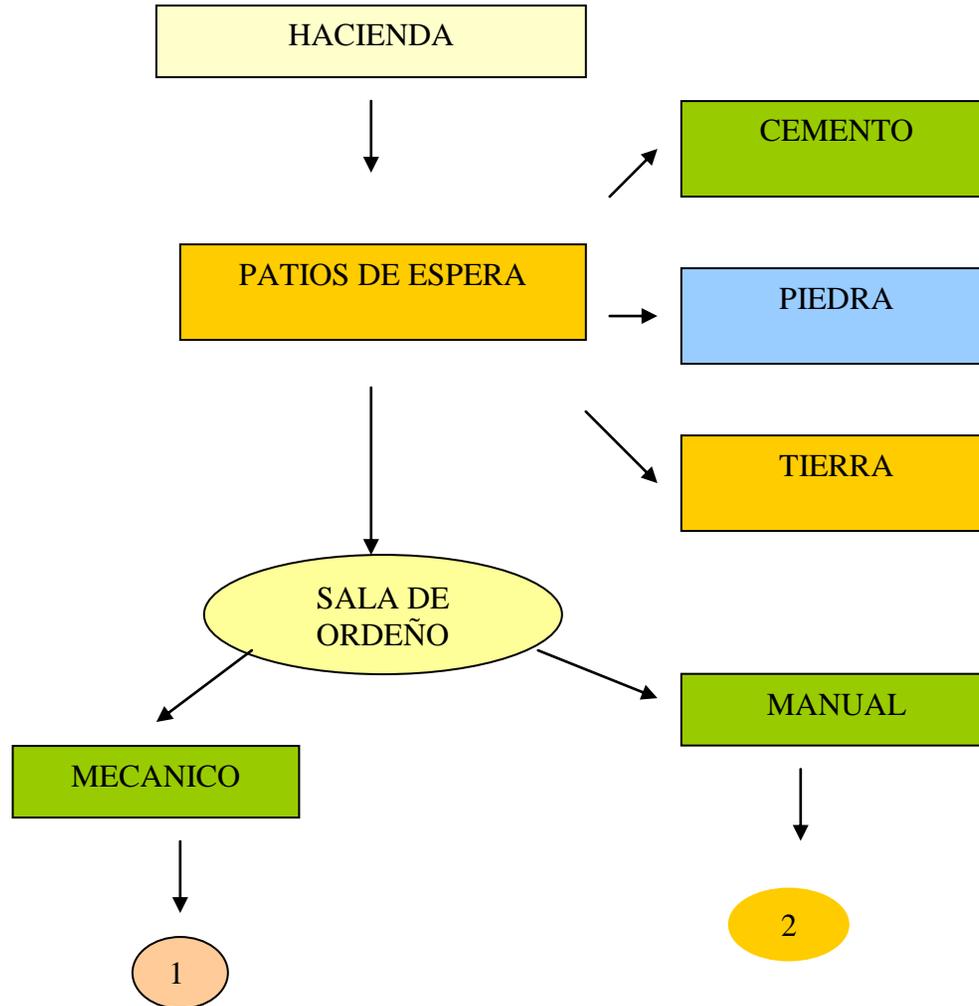
Uso programado del producto: Ultra pasteurización

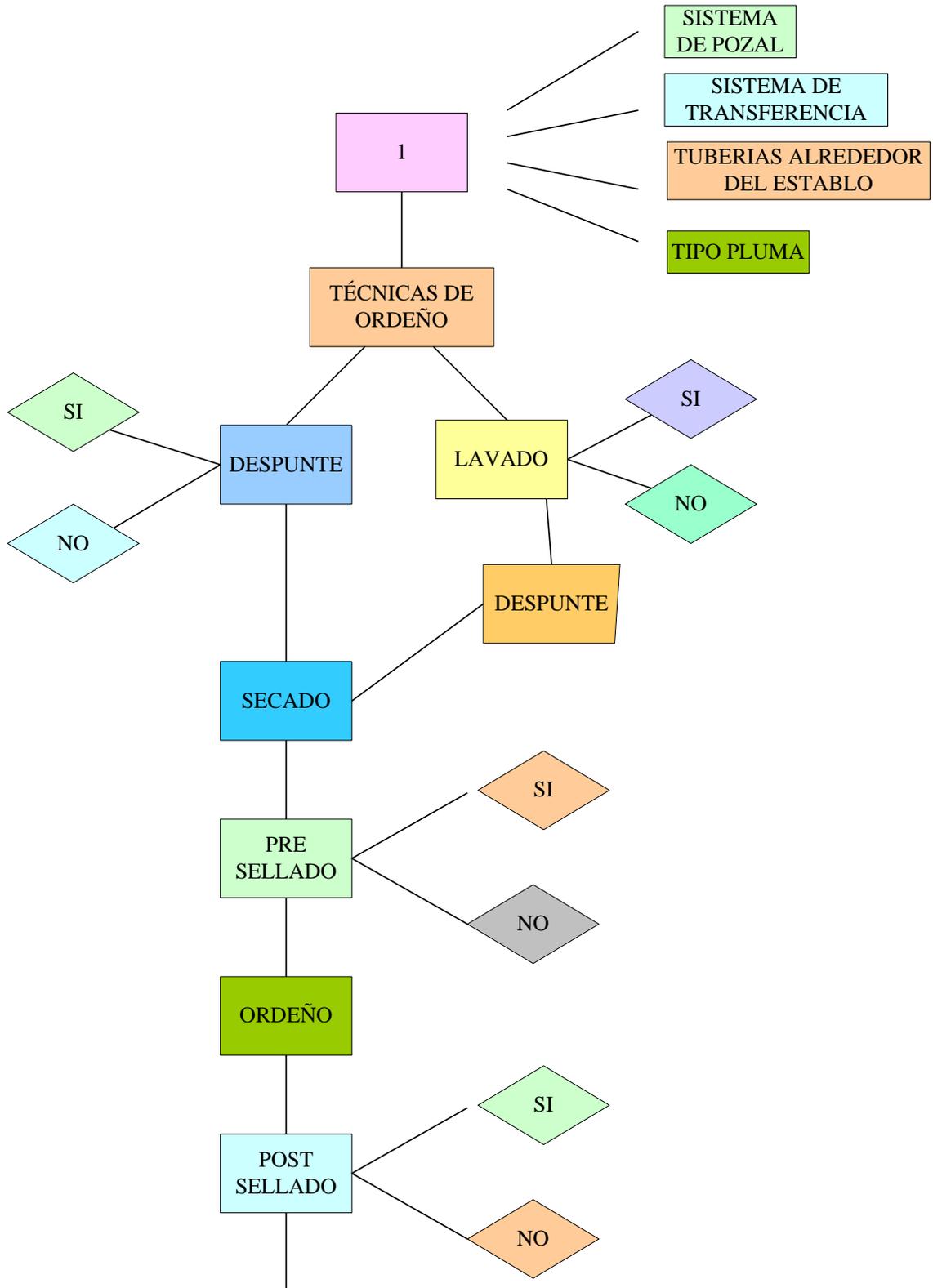
Consumidor a quien va dirigido: Consumido por la población en general desde niños hasta ancianos.

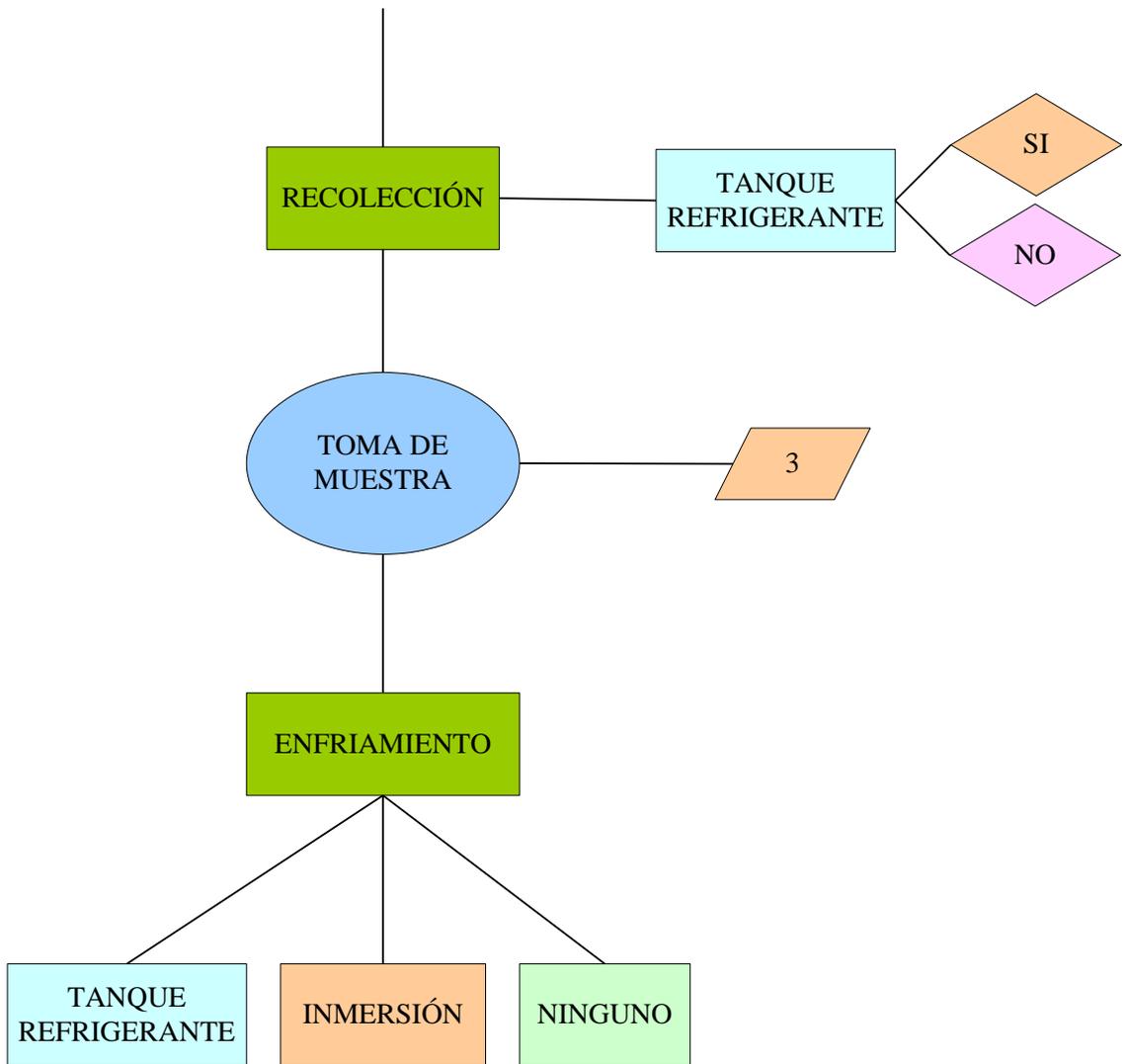
4. Diagrama de flujo del proceso de ordeño

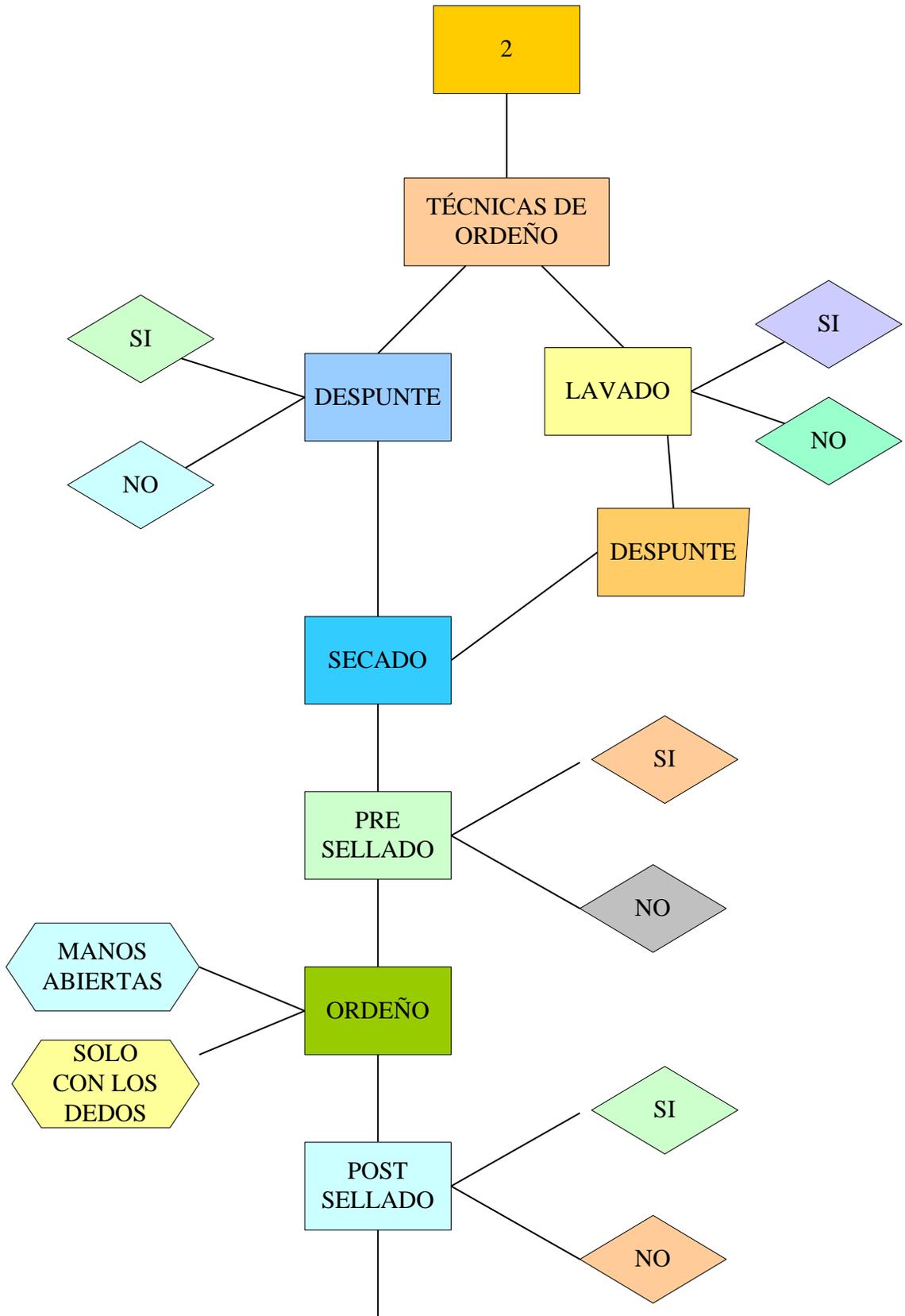
El propósito de este diagrama es, ofrecer una simple y clara descripción de todos los pasos relacionados con el proceso de ordeño en hatos lecheros. El diagrama deberá ser útil al equipo de HACCP en su posterior trabajo.

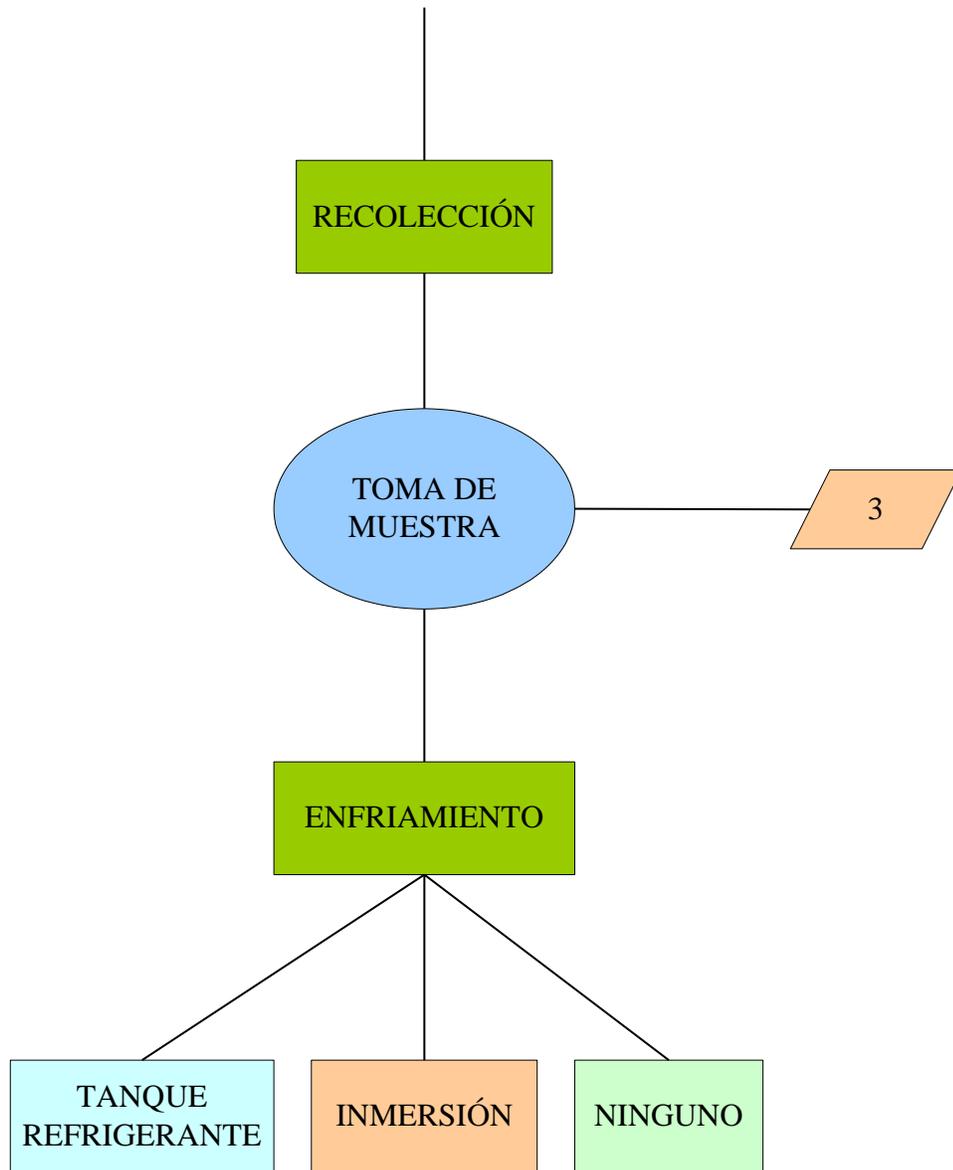
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA LECHE CRUDA

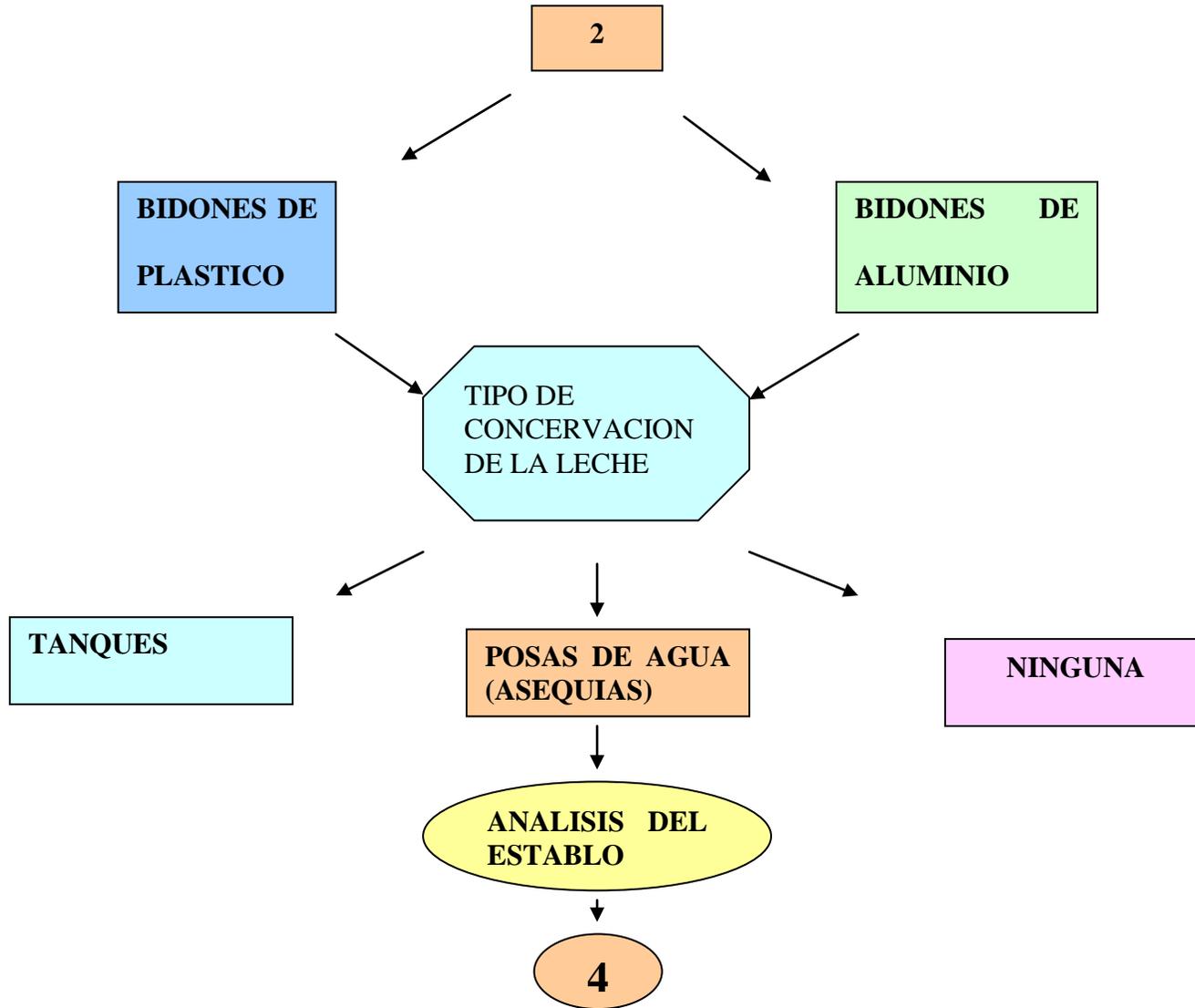


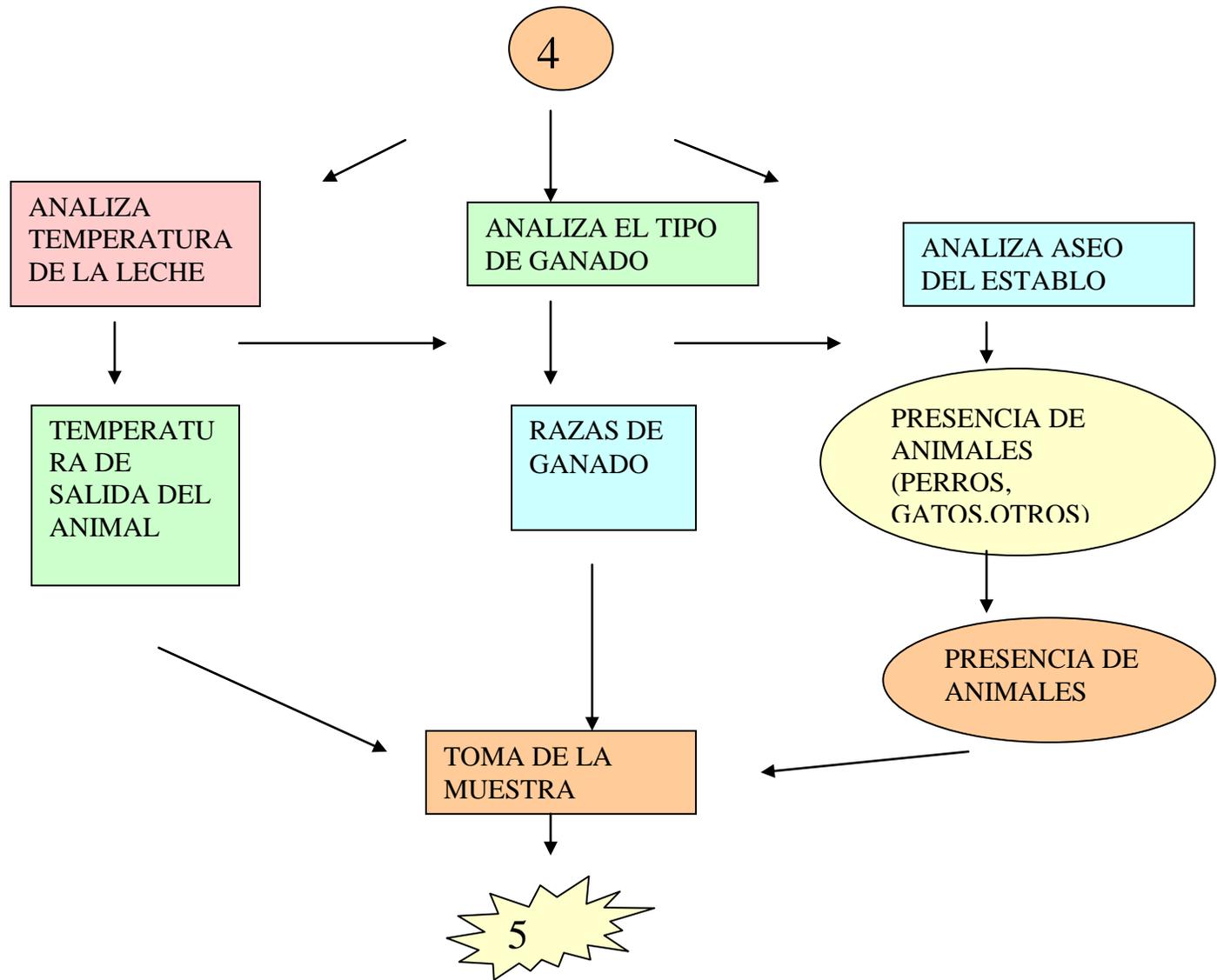


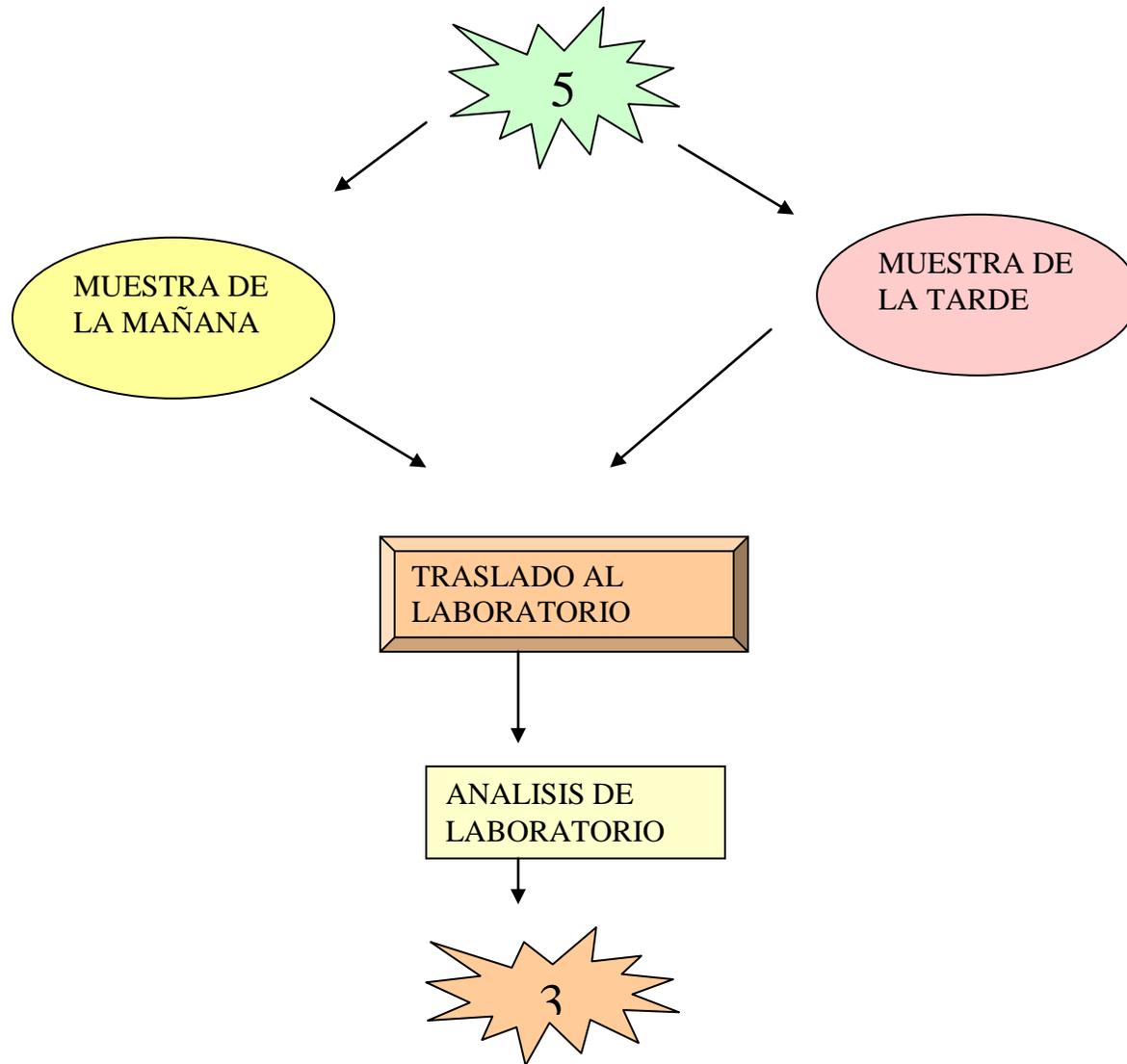


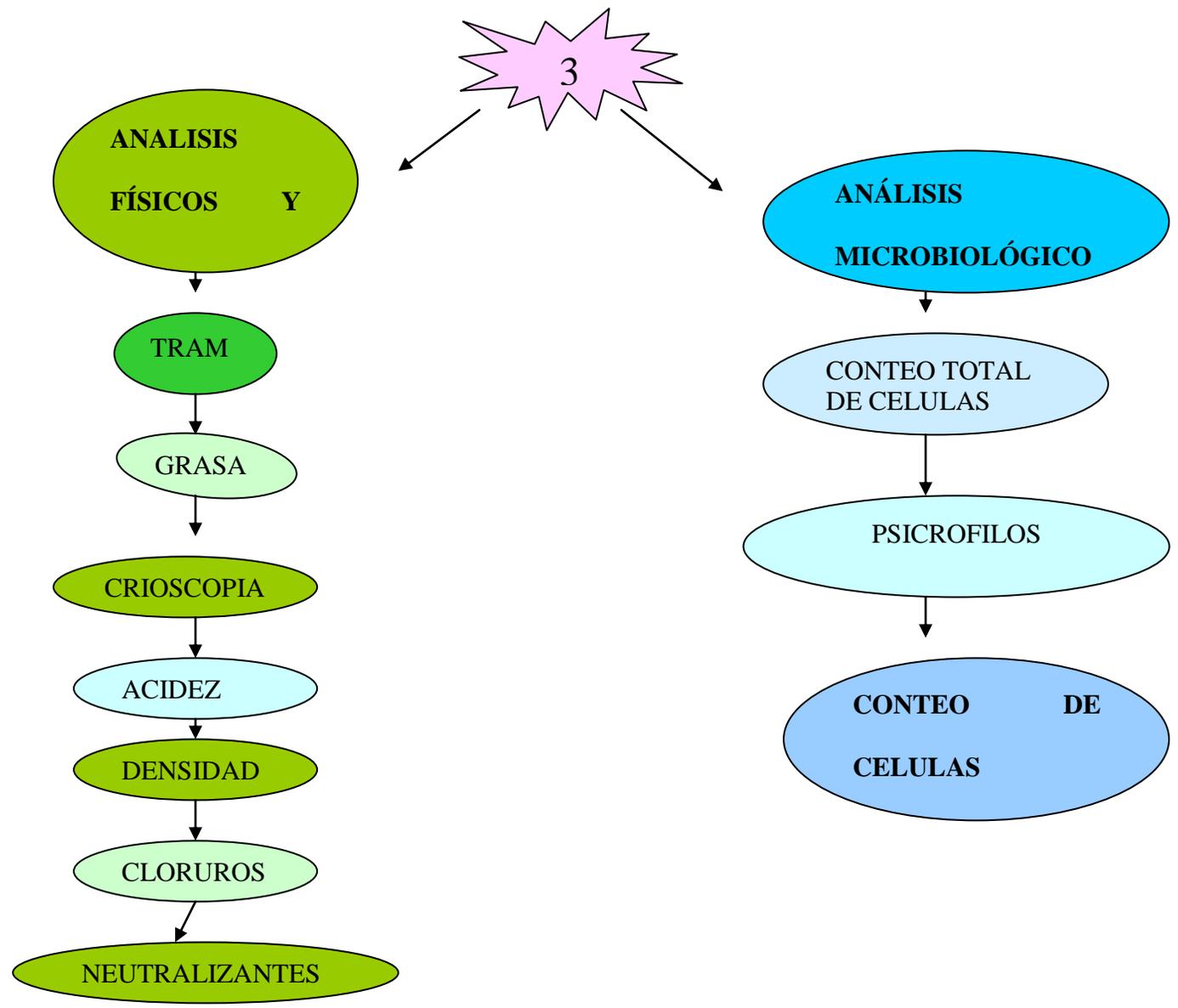












CUADRO 10. ENUMERACION DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

| Etapa Proceso | Tipo de factor de riesgo | Es un peligro significativo? | Justificación de la decisión | Medidas preventivas |
|----------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| PATIO DE ESPERA | 1. Físico (Presencia de tierra, lodo, etc) | NO | 1. No influye en la calidad de a leche Se realizan procesos de purificación en la planta. | 1. Control de proveedores por medio del departamento de ATP. Charlas de información |
| | 2. Biológico, Demasiado tiempo de espera | NO | 2. No influye en la calidad de la leche La leche pasa procesos de purificación | 2. Control de proveedores por parte del departamento de ATP. |

| | | | | |
|----------------------------------|---|------------------------|---|---|
| | 3. Físicos (presencia de animales en extraños en el patio(perros gatos,gallinas,et) | NO | 3. No influye en la calidad de la leche | 3. Control frecuente del departamento de ATP a los proveedores |
| SALA DE ORDEÑO (ordeño mecánico) | 1. Físico (maltrato a los animales para el ingreso a la misma 2. Químico mal lavado con ácidos y detergentes los equipos de ordeño 3. Físico malas practicas de ordeño(no despunte no lavado , no secado de pezones | NO SI SI | 1. No influye en la calidad de la leche 2. Influye en los resultados de los análisis de laboratorio 3. Mayor probabilidad de infección y de bacterias dañinas en la leche | 1. Visitas y charlas periódicas del departamento de ATP 2. Enjuagado correcto, visitas periódicas. Por el departamento de ATP 3. Capacitación de los trabajadores con charlas periódicas de ATP |

| | | | | |
|---------------|--|---------------------|---|--|
| | <p>4. Físico, mal estado de las pezoneras y mala regulación de la succión del equipo de ordeño</p> <p>5. Químico y microbiológico, enfriamiento en sequías de la leche cruda</p> | <p>SI</p> <p>SI</p> | <p>4. Daño de pezones y foco de infección de la leche</p> <p>5. Mala conservación de la leche cruda que se refleja en análisis químicos y microbiológicos</p> | <p>4. Cambio periódico de equipo de ordeño(pezoneras y revisar la succión)</p> <p>5. Enfriamiento por medio de tanques refrigerantes</p> |
| ORDEÑO MANUAL | <p>1. Físico, mal método de ordeño(mucha sujeción de pezones)</p> <p>2. Biológico, mal aseo de los ordeñadores</p> | <p>SI</p> <p>SI</p> | <p>1. Daño de pezones y foco de infección para bacterias.</p> <p>2. Foco de infección y un alto recuento bacterial</p> | <p>1. Recomendaciones técnicas de ATP</p> <p>2. Aseo personal y charlas de capacitación por ATP</p> |

| | | | | |
|----------------------------------|---|----|---|---|
| | 3. Físico , enfriamiento en sequías de la leche cruda | SI | 3. Mal a conservación de la leche cruda que se refleja en análisis físicos y microbiológicos | 3. enfriamiento por medio de tanques refrigerantes |
| RECOLECCION DE LA LECHE CRUDA | 1. Físico químico, microbiológicos (muchas manipulación de bidones que contienen la leche | SI | 1. La mala manipulación influye en la calidad de la leche | 1. Capacitar a los chóferes de la planta |
| | 2. Biológico, demasiado tiempo de espera para recolección de la leche | SI | 2. Influye en la proliferación de bacterias microbianas | 2. Mejor organización en los tiempos de recolección de la leche por parte de los transportistas |

CUADRO 11. CLASIFICACIÓN DE LOS RIESGOS EN PELIGRO SIGNIFICATIVO

| ETAPA | RIESGO | POSIBILIDAD DE PRESENTACION | | | GRAVEDAD O CONSECUENCIA | | | PELIGRO SIGNIFICATIVO |
|-----------------------------------|---|-----------------------------|-------|------|-------------------------|-------|------|-----------------------|
| | | BAJA | MEDIA | ALTA | BAJA | MEDIA | ALTA | |
| PATIO DE ESPERA | Espera de animales | X | | | X | | | NO |
| | Presencia de otros animales | X | | | X | | | NO |
| | Mal estado de los patios de espera | X | | | X | | | NO |
| SALA DE ORDEÑO Ordeño mecánico | Maltrato a los animales | X | | | X | | | NO |
| | Malas practicas de ordeño(despunte, lavado y secado de pezones) | | | X | | | X | SI |
| | Mal estado del equipo de ordeño(pezoneras y equipo de succión) | | | X | | | X | SI |

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|----|
| | Mala refrigeración de la leche recolectada | | | X | | | X | SI |
| ORDEÑO MANUAL | Presión de los ordeñadores a los pezones en el momento del ordeño | | | X | | | X | SI |
| | Mal aseo de ordeñadores | | X | | | X | | SI |
| | Mala refrigeración de la leche recolectada | | | X | | | X | SI |
| RECOLECCION DE LA LECHE CRUDA | Manipulación de la leche | | X | | | X | | SI |
| | Residuos de sosa cáustica y ácido | | | | X | | | NO |
| | Tempo de espera para la recolección de la leche | | | X | | | X | SI |

a. Puntos críticos de control

En la presente investigación no se pudo sacar límites entre los diferentes pasos de cada procesos del ordeño solo se encontró una etapa factible de controlar el tiempo la misma que es 90 segundos máximo entre lavado de salubre y el ordeño manual o mecánico, ya que con el análisis de variancia realizado para cada parámetro que se evaluó a las muestras recolectadas se pudo conocer que no es necesario que el carro recolector pase dos veces por día recogiendo el producto ya que los métodos de enfriamiento garantizan buenas condiciones de almacenamiento de la leche mientras espera al camión que la recolecta.

B. ANALISIS DE LECHE REALIZADOS EN LA MAÑANA Y EN LA TARDE

1. Análisis de leche realizados en la mañana al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche

a. Temperatura

Al establecer el Análisis de Variancia para la Temperatura de las muestras de leche recolectadas en la mañana, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectó diferencias estadísticas para los tratamientos. El

promedio de Temperatura es de 14.5 ° C, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 10 y 16, respectivamente, de las muestras tomadas en la mañana, con un coeficiente de variación de 7.58 %.

CUADRO 12. Análisis de Variancia para la Temperatura de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-------|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 49 | 58.50 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.50 | 0.50 | 0.41 ns |
| ERROR | 48 | 58.00 | 1.21 | |
| \bar{X} (° C) | 14.50 | | | |
| CV (%) | 7.58 | | | |

CUADRO 13. Promedios de Temperatura de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| TRATAMIENTOS | TEMPERATURA | |
|---|-------------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 14.40 | 1.22 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 14.60 | 0.96 |

Si bien no se detecta diferencias estadísticas, la mayor temperatura 14.6 se registra en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega), posiblemente se deba a que la mayoría de las haciendas visitadas no poseen en sus instalaciones un Tanque Refrigerante que mantenga a la leche bajo 10 ° C.

La menor desviación estándar también se presentó para el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 0.96.

b. Densidad

En el cuadro número 2, al establecer el Análisis de Variancia para la Densidad de las muestras de leche recolectadas en la mañana, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectó diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio para la Densidad es de 298.40 (g/ml), cuyos valores mínimos y máximos fueron de 272 y 312 (g/ml), respectivamente y el coeficiente de variación de 3.13 %.

CUADRO 14. Análisis de Variancia para la Densidad de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|--------|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 49 | 4256.00 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 72.00 | 72.00 | 0.83 ns |
| ERROR | 48 | 4184.00 | 87.17 | |
| \bar{X} (g/ml) | 298.40 | | | |
| CV (%) | 3.13 | | | |

CUADRO 15. Promedios de Densidad de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| TRATAMIENTOS | DENSIDAD | |
|---|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 297.20 | 9.54 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 299.60 | 9.13 |

Si bien no se detecta diferencias estadísticas, la mayor densidad se registra en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 299.6 (g/ml) encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa.

La desviación estándar es menor también en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 9.13.

c. Acidez

En el Análisis de Variancia para la Acidez en las muestras de leche recolectadas en la mañana, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, se detectó diferencias estadísticas del 5 % para los tratamientos. El promedio para acidez es de 14.88 ° D, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 14 y 16 °D, respectivamente y el coeficiente de variación de 4.68 %.

CUADRO 16. Análisis de Variancia para la Acidez de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-----|-------------------|------------------|--------|
| TOTAL | 49 | 25.28 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 2.00 | 2.00 | 4.12 * |
| ERROR | 48 | 23.28 | 0.49 | |
| \bar{X} (°D) | | 14.88 | | |
| CV (%) | | 4.68 | | |

CUADRO 17. Promedios de Acidez de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| TRATAMIENTOS | ACIDEZ | |
|---|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 14.68 | 0.56 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 15.08 | 0.81 |

El promedio de acidez más alto con la menor desviación estándar se presentan en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 15.08 ° D y 0.81 respectivamente, esto posiblemente se deba al tiempo que pasa la leche sin ser enfriada adecuadamente en espera de ser entregada a el tanquero recolector.

d. Grasa

Al establecer el Análisis de Variancia para Grasa en las muestras de leche recolectadas en la mañana, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectó diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio para grasa 3.50 %, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 3.1 y 4 %, respectivamente y el coeficiente de variación de 9.12 %.

CUADRO 18. Análisis de Variancia para la Grasa de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana en la mañana.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|------|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 49 | 4.92 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.20 | 0.20 | 0.20 ns |
| ERROR | 48 | 4.90 | 0.10 | |
| \bar{X} (%) | 3.50 | | | |
| CV (%) | 9.12 | | | |

CUADRO 19. Promedios de Grasa de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| TRATAMIENTOS | GRASA | |
|---|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 3.52 | 0.33 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 3.48 | 0.31 |

Si bien no se detectaron diferencias estadísticas, el mayor contenido de grasa se registra en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño) encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa de acuerdo a la Norma INEN NTE 9 (2002). La desviación estándar también es mayor en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño) con 0.33

e. Crioscopia

Al establecer el Análisis de Variancia para Crioscopia en las muestras de leche recolectadas en la mañana, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectó diferencias estadísticas para los tratamientos. El

promedio de densidad fue de 537.88 m^oH , cuyos valores mínimos y máximos fueron de 503 y 560 m^oH, respectivamente, el coeficiente de variación de 2.12 %.

CUADRO 20. Análisis de Variancia para la Crioscopia de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|------------------------------|--------|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 49 | 6305.28 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 81.92 | 81.92 | 0.63 ns |
| ERROR | 48 | 6223.36 | 129.65 | |
| \bar{X} (m ^o H) | 537.88 | | | |
| CV (%) | 2.12 | | | |

CUADRO 21. Promedios de Crioscopia de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| TRATAMIENTOS | CRIOSCOPIA | |
|--|------------|-------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 539.16 | 11.37 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 536.60 | 11.41 |

Si bien no se detecta diferencias estadísticas, la medición de Crioscopia más alta se registra en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño) con 539.16^omH con la menor desviación estándar de 11.37 encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa.

f. TRAM

Al establecer el Análisis de Variancia para TRAM en las muestras de leche recolectadas en la mañana, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio para TRAM es de 2.51 h, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 0.5 y 5 h, respectivamente y el coeficiente de variación de 44.41 %.

CUADRO 22. Análisis de Variancia para TRAM de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-------|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 49 | 60.25 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.61 | 0.61 | 0.49 ns |
| ERROR | 48 | 59.64 | 1.24 | |
| $\bar{X} (h)$ | 2.51 | | | |
| CV (%) | 44.41 | | | |

CUADRO 23. Promedios de TRAM de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la mañana.

| TRATAMIENTOS | TRAM | |
|---|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 2.40 | 1.19 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 2.62 | 1.03 |

Si bien no se detectaron diferencias estadísticas para tratamientos, la medición más alta de TRAM se registra en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 2.62 h, encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa. La desviación estándar es mayor en el Tratamiento 1 (al finalizar el

ordeño) con 1.19; los promedios indicados colocan a la leche que ingresa a la planta de lácteos Parmalat-Lecocem en calidad B (regular) según la Norma INEN NTE 9 (2002)

g. Recuento de Células Totales (RCT)

Al establecer el Análisis de Variancia para RCT en las muestras de leche recolectadas en la mañana, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio transformado de RCT fue de 7.03, que pertenece al real de 28'406.000 ufc/cc, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 300.000 y 52'000.000 ufc/cc, respectivamente y el coeficiente de variación de 8.36 %.

CUADRO 24. Análisis de Variancia para RCT de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana.

| TRANSFORMADO | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|----------|
| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
| TOTAL | 49 | 16.99 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.40 | 0.40 | 1.15 ns |
| ERROR | 48 | 16.59 | 0.35 | |
| \bar{X} (transformado) ufc/cc | 7.03 | | | |
| CV (%) | 8.36 | | | |

CUADRO 25. Promedios RCT de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana.

| TRATAMIENTOS | RCT | |
|---|------------------------------------|------|
| | \bar{X} (Valor Transformado) | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 6.94 | 0.56 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 7.12 | 0.62 |

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas, se puede manifestar que el mayor RCT se presenta en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con un promedio transformado de 7.12, que pertenece al real de 29'552.000 ufc/cc, encontrándose fuera de los parámetros establecidos por la Norma INEN NTE 9 (2002) dentro de la Categoría B (regular); probablemente se deba a que las haciendas no tienen un adecuado proceso de enfriado de la leche y los microorganismos se multiplican rápidamente.

h. Análisis de Psicrófilos

En el Análisis de Variancia para Psicrófilos en las muestras de leche recolectadas en la mañana, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio transformado de Psicrófilos es de 6.64 que corresponde al real de 11'032.000 ufc/ cc, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 300.000 y 32'000.000 ufc/cc, respectivamente y con un coeficiente de variación de 9.98 %.

CUADRO 26. Análisis de Variancia para Psicrófilos de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana.

| TRANSFORMADO | | | | |
|--------------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|----------|
| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
| TOTAL | 49 | 21.07 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.004 | 0.004 | 0.01 ns |
| ERROR | 48 | 21.07 | 0.44 | |
| \bar{X} (transformado)ufc/cc | 6.64 | | | |
| CV (%) | 9.98 | | | |

CUADRO 27. Promedios Psicrófilos de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana.

| TRATAMIENTOS | PSICROFILOS | |
|--|------------------------------------|-----------|
| | \bar{X} (Valor Transformado) | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 6.63 | 0.66 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 6.35 | 0.67 |

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas, se puede manifestar que el mayor recuento de Psicrófilos se presenta en el Tratamiento 1 (al final del ordeño) con un promedio transformado de 6.63, que corresponde a 1 real de 11'276000 ufc/cc , probablemente esto se deba a que la leche ordeñada por la mañana tiene que esperar hasta ser entregada al tanquero recolector y el método de enfriamiento por inmersión no es el más adecuado.

La menor desviación estándar se presenta también en el Tratamiento 1 (al final del ordeño).

i. Neutralizantes

Al realizar Tablas de Contingencia para la prueba de Neutralizantes en las muestras de leche recolectadas en la mañana, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los Tratamientos, el X^2 es de 32.08. y se puede observar que dieron positivas para el Tratamiento 1 (al final del ordeño) 2 muestras, mientras que para el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) dieron 3 positivas, esto posiblemente se deba a la adición de neutralizantes para bajar la acidez de la leche.

CUADRO 28. Recuento de pruebas positivas y negativas de la presencia de Neutralizantes en las muestras de leche tomadas al finalizar el ordeño y en el momento de la entrega de la leche por la mañana.

| | POSITIVOS | NEGATIVOS |
|---|------------------|------------------|
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 2 | 23 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 3 | 22 |

$$GL = 1$$

$$X^2 = 32.08 \text{ ns}$$

j. Cloruros

Al realizar Tablas de Contingencia para el análisis de Cloruros en las muestras de leche recolectadas en la mañana, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los Tratamientos, el X^2 es de 42.32. y se puede observar que dieron positivas para el Tratamiento 1 (al final del ordeño) 1 muestra al igual que para el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) dio 1 positiva, esto posiblemente se deba a la adición de cloruros como la sal para aumentar los valores de densidad y crioscopia a la leche.

CUADRO 29. Recuento de pruebas positivas y negativas de la presencia de Cloruros en las muestras de leche tomadas al finalizar el ordeño y en el momento de la entrega de la leche por la mañana.

| | POSITIVOS | NEGATIVOS |
|---|-----------|-----------|
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 1 | 24 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 1 | 24 |

$$GL = 1$$

$$X^2 = 42.32 \text{ ns}$$

2. **Análisis de leche realizados en la tarde al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche**

a. **Temperatura**

En el cuadro número 27 al establecer el Análisis de Variancia para la Temperatura de las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectó diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio de Temperatura es de 14.2 ° C, cuyos valores mínimos y máximos fueron 11 y 16 °C, respectivamente, de las muestras tomadas en la mañana, con un coeficiente de variación de 7.61 %.

CUADRO 30. Análisis de Variancia para la Temperatura de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|-----------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|----------|
| TOTAL | 49 | 60.00 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 3.92 | 3.92 | 3.35 ns |
| ERROR | 48 | 56.08 | 1.17 | |
| \bar{X} (° C) | | | 14.20 | |
| CV (%) | | | 7.61 | |

CUADRO 31. Promedios de Temperatura de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| TRATAMIENTOS | TEMPERATURA | |
|---|-------------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 13.92 | 1.26 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 14.48 | 0.87 |

Si bien no se detectaron diferencias estadísticas, la mayor temperatura se registra en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 14.48 °C con la menor desviación estándar de 0.87; posiblemente debido a que la mayoría de las haciendas visitadas no tienen dentro de sus instalaciones un Tanque Refrigerante que mantenga a la leche bajo 10 ° C.

b. Densidad

Al establecer el Análisis de Variancia para la Densidad de las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectó diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio para la Densidad es de 300.28 (g/ml), cuyo valor mínimo fue de 290 y 320 (g/ml). Con un coeficiente de variación de 2.51%.

CUADRO 32. Análisis de Variancia para la Densidad de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|--------|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 49 | 2744.08 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 9.68 | 9.68 | 0.17 ns |
| ERROR | 48 | 2734.40 | 56.97 | |
| \bar{X} (g/ml) | 300.28 | | | |
| CV (%) | 2.51 | | | |

CUADRO 33. Promedios de Densidad de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| TRATAMIENTOS | DENSIDAD | |
|---|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 299.84 | 8.08 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 300.72 | 6.97 |

Si bien no se detecta diferencias estadísticas, la mayor densidad se registra en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 300.720 (g/ml) encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa.

La desviación estándar es menor para el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 8.08.

c. Acidez

En el cuadro número 31 al establecer el Análisis de Variancia para la Acidez de las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectó diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio para la Densidad es de 15.02 °D, con valores mínimos de 14 y máximos de 16 °D y con un coeficiente de variación de 5.64%.

CUADRO 34. Análisis de Variancia para la Acidez de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-------|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 49 | 34.98 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.50 | 0.50 | 0.69 ns |
| ERROR | 48 | 34.48 | 0.72 | |
| \bar{X} (° D) | 15.02 | | | |
| CV (%) | 5.64 | | | |

CUADRO 35. Promedios de Acidez de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| TRATAMIENTOS | ACIDEZ | |
|---|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 15.12 | 0.78 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 14.92 | 0.91 |

Si bien no se detecta diferencias estadísticas, la acidez más alta se registra en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño) con 15.12 ° D debido al tiempo que pasan los bidones de leche en inmersión en espera de la llegada del carro recolector. La

desviación estándar más baja se presenta en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño) con 0.78.

d. Grasa

Al establecer el Análisis de Variancia para Grasa en las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectó diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio para grasa 3.45 %, cuyos valores mínimos y máximos fueron 3 y 4 %, respectivamente y el coeficiente de variación de 7.87 %.

CUADRO 36. Análisis de Variancia para la Grasa de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-----|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 49 | 3.76 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.23 | 0.23 | 3.14 ns |
| ERROR | 48 | 3.53 | 0.07 | |
| \bar{X} (%) | | 3.45 | | |
| CV (%) | | 7.87 | | |

CUADRO 37. Promedios de Grasa de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| TRATAMIENTOS | GRASA | |
|---|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 3.38 | 0.31 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 3.52 | 0.22 |

Si bien no se detectaron diferencias estadísticas, el mayor contenido de grasa se registra en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 3.52%, encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa de acuerdo a la Norma INEN NTE 9 (2002).; la desviación estándar menor es para Tratamiento2 (al momento de la entrega) con 0.31

e. Crioscopia

En el Análisis de Variancia para Crioscopia en las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos.

El promedio para la crioscopia fue de 541.48 m°H con valores mínimos y máximos de 512 y 570 m°H, respectivamente y el coeficiente de variación de 2.33 %.

CUADRO 38. Análisis de Variancia para la Crioscopia de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|-----------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|----------|
| TOTAL | 49 | 7648.48 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 3.92 | 3.92 | 0.02 ns |
| ERROR | 48 | 7644.56 | 159.26 | |
| \bar{X} (m°H) | 541.48 | | | |
| CV (%) | 2.33 | | | |

CUADRO 39. Promedios de Crioscopia de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| TRATAMIENTOS | CRIOSCOPIA | |
|---|------------|-------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 541.20 | 13.56 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 541.76 | 11.61 |

Si bien no se detectaron diferencias estadísticas, se registra la medición de Crioscopia más alta en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 541.76 m°H encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa. La desviación estándar es menor en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con 13.56

f. TRAM

Al establecer el Análisis de Variancia para TRAM en las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, se detectaron diferencias estadísticas al 5% para los tratamientos. El promedio para TRAM es de 2.04 h, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 0.5 y 4 h, respectivamente y el coeficiente de variación de 44.77 %.

CUADRO 40. Análisis de Variancia para TRAM de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-------|-------------------|------------------|--------|
| TOTAL | 49 | 43.42 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 3.38 | 3.38 | 4.05 * |
| ERROR | 48 | 40.04 | 0.83 | |
| $\bar{X} (h)$ | 2.04 | | | |
| CV (%) | 44.77 | | | |

CUADRO 41. Promedios de TRAM de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en la tarde.

| TRATAMIENTOS | TRAM | |
|---|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 2.30 | 0.94 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 1.78 | 0.89 |

La medición más alta de TRAM se registra en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño) con 2.3 h, encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa.; si embargo la desviación estándar es menor en el Tratamiento2 (al momento de la entrega) con 0.94, por lo que se recomienda el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño) ya que en la leche es menor la presencia de microorganismos.

Los promedios indicados colocan a la leche que ingresa a la planta de lácteos Parmalat-Lecocem en calidad B (regular) según la Norma INEN NTE 9 (2002)

g. Recuento de Células Totales (RCT)

Al establecer el Análisis de Variancia para RCT en las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio transformado de RCT es de 7.18, que corresponde al real de 29'356.000 ufc/cc, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 1'000.000 y 92'000.000 ufc/cc, respectivamente y el coeficiente de variación de 7.47 %.

CUADRO 42. Análisis de Variancia para RCT de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la tarde.

| TRANSFORMADO | | | | |
|---------------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|----------|
| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
| TOTAL | 49 | 14.73 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 0.92 | 0.92 | 3.19 ns |
| ERROR | 48 | 13.81 | 0.29 | |
| \bar{X} (transformado) ufc/cc | 7.18 | | | |
| CV (%) | 7.47 | | | |

CUADRO 43. Promedios RCT de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la tarde.

| TRATAMIENTOS | RCT | |
|--|------------------------------------|-----------|
| | \bar{X} (Valor Transformado) | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 7.05 | 0.54 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 7.32 | 0.53 |

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas, se puede manifestar que el mayor recuento de RCT se presenta en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) con un promedio transformado de 7.32 ufc/cc, probablemente se deba a que la leche ordeñada por la tarde es recogida a la mañana del siguiente día y no es enfriada adecuadamente; la mayor desviación estándar se presenta en Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño).

h. Análisis de Psicrófilos

En el cuadro número 41 al establecer el Análisis de Variancia para Psicrófilos en las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio transformado de Psicrófilos es de 6.721, que corresponde a un real de 13'964.000 ufc/cc, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 400.000 y 56'400.000 ufc/cc y el coeficiente de variación de 9.16 %.

CUADRO 44. Análisis de Variancia para Psicrófilos de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRANSFORMADO | | | | |
|-------------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|----------|
| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
| TOTAL | 49 | 20.06 | | |
| TRATAMIENTOS | 1 | 1.85 | 1.852 | 4.88 ns |
| ERROR | 48 | 18.21 | 0.379 | |
| X (transformado)ufc/cc | 6.72 | | | |
| CV (%) | 9.16 | | | |

CUADRO 45. Promedios Psicrófilos de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRATAMIENTOS | PSICROFILOS | |
|---|------------------------------------|------|
| | \bar{X} (Valor Transformado) | SD |
| TRATAMEINTO 1 (al finalizar el ordeño) | 6.53 | 0.66 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 6.91 | 0.57 |

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas, se puede manifestar que el mayor recuento de Psicrófilos se presenta en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la muestra tomada en la tarde) con un promedio transformado de 6.91 ufc/cc probablemente se deba a que la leche ordeñada por la tarde es recogida a la mañana del siguiente día; la mayor desviación estándar se presenta en Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la muestra tomada en la mañana).

i. Neutralizantes

Al realizar Tablas de Contingencia en las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los Tratamientos, el X^2 es de 30.16. y se puede observar que dieron positivas para el Tratamiento 1 (al final del ordeño) 5 muestras, mientras que para el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) dio 1 positiva, esto posiblemente se deba a la adición de neutralizantes para bajar la acidez de la leche con más frecuencia por la tarde al finalizar el ordeño para conservarla hasta la mañana siguiente en que es entregada.

CUADRO 46. Recuento de pruebas positivas y negativas de la presencia de Neutralizantes en las muestras de leche tomadas al finalizar el ordeño y en el momento de la entrega de la leche por la tarde.

| | POSITIVOS | NEGATIVOS |
|---|-----------|-----------|
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 5 | 20 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 1 | 24 |

GL = 1

X² = 30.16 ns

j. Cloruros

Al realizar Tablas de Contingencia en las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectó diferencias estadísticas para los Tratamientos, el X² es de 21.2. y se puede observar que dieron positivas para el Tratamiento 1 (al final del ordeño) 6 muestras mientras que para el Tratamiento 2 (al momento de la entrega) dieron 3 positivas, esto posiblemente se deba a la adición de cloruros como la sal para aumentar los valores de densidad y crioscopia a la leche es más frecuente en la tarde cuando finaliza el ordeño para conservarla hasta el siguiente día en que es entregada.

CUADRO 47. Recuento de pruebas positivas y negativas de la presencia de Cloruros en las muestras de leche tomadas al finalizar el ordeño y en el momento de la entrega de la leche por la tarde.

| | POSITIVOS | NEGATIVOS |
|---|-----------|-----------|
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño) | 6 | 19 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega) | 3 | 22 |

GL = 1

$X^2 = 21.2$ ns

3. Análisis de leche realizados en la mañana y tarde al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche

a. Temperatura

Al establecer el Análisis de Variancia para la Temperatura de las muestras de leche recolectadas en la mañana y tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio de Temperatura es de 14.350 ° C, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 10 y 16 °C, respectivamente, de las muestras tomadas en la mañana, con un coeficiente de variación de 7.6 %.

CUADRO 48. Análisis de Variancia para la Temperatura de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-------|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 99 | 120.75 | | |
| TRATAMIENTOS | 3 | 6.67 | 2.22 | 1.87 ns |
| ERROR | 96 | 114.08 | 1.19 | |
| \bar{X} (° C) | 14.35 | | | |
| CV (%) | 7.60 | | | |

CUADRO 49. Promedios de Temperatura de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRATAMIENTOS | TEMPERATURA | |
|--|-------------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la mañana) | 14.40 | 1.22 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) | 14.60 | 0.96 |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la tarde) | 13.92 | 1.26 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la tarde) | 14.48 | 0.87 |

Si bien no se detectaron diferencias estadísticas, la mayor temperatura se registra en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) con 14.6 ° C debido a que la mayoría de las haciendas visitadas no tienen dentro de sus instalaciones un Tanque Refrigerante que mantenga a la leche bajo 10°C.

La desviación estándar es menor en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) con 0.87.

b. Densidad

En el Análisis de Variancia para la Densidad de las muestras de leche recolectadas en la mañana y tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en cada una, no se detectó diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio para la Densidad es de 299.34 (g/ml) debido a la temperatura de la leche de sobre los 14 ° C, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 272 y 320 g/ml, respectivamente y con un coeficiente de variación de 2.940 %.

CUADRO 50. Análisis de Variancia para la Densidad de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-----|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 99 | 7088.44 | | |
| TRATAMIENTOS | 3 | 170.04 | 56.68 | 0.78 ns |
| ERROR | 96 | 6918.40 | 72.07 | |
| \bar{X} (g/ml) | | 299.34 | | |
| CV (%) | | 2.84 | | |

CUADRO 51. Promedios de Densidad de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRATAMIENTOS | DENSIDAD | |
|--|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la mañana) | 297.20 | 9.54 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) | 299.60 | 9.13 |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la tarde) | 299.84 | 8.08 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la tarde) | 300.72 | 6.97 |

Si bien no se detectaron diferencias estadísticas, la mayor densidad se registra en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la muestra de la tarde) con 300.720 (g/ml) encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa.

La desviación estándar es menor en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la muestra de la tarde) con 6.97.

c. Acidez

Al establecer el Análisis de Variancia para la Acidez de las muestras de leche recolectadas en la mañana y tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos.

El promedio para la Densidad es de 14.95 ° D, con valores mínimos y máximos de 13 y 17 °D y con un coeficiente de variación de 5.19%.

CUADRO 52. Análisis de Variancia para la Acidez de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-------|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 99 | 60.75 | | |
| TRATAMIENTOS | 3 | 2.99 | 0.99 | 1.65 ns |
| ERROR | 96 | 57.76 | 0.60 | |
| \bar{X} (°D) | 14.95 | | | |
| CV (%) | 5.19 | | | |

CUADRO 53. Promedios de Acidez de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRATAMIENTOS | ACIDEZ | |
|---|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la mañana) | 14.68 | 0.56 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) | 15.08 | 0.81 |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la tarde) | 15.12 | 0.78 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la tarde) | 14.92 | 0.91 |

Si bien no se detecta diferencias estadísticas, la acidez más alta se registra en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño en la muestra de la tarde) con 15.12° D y la menor en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño de la mañana), con

14.68°D, posiblemente debido al tiempo que pasan los bidones de leche en inmersión en espera de la llegada del carro recolector; sin embargo la desviación estándar menor se registra en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño en la muestra de la tarde) con 0.78.

d. Grasa

En el cuadro número 51 al establecer el Análisis de Variancia para Grasa en las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio para grasa 3.476 %, con valores mínimos y máximos de 2.7 y 4 %, respectivamente y el coeficiente de variación de 8.53 %.

CUADRO 54. Análisis de Variancia para la Grasa de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-----|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 99 | 8.76 | | |
| TRATAMIENTOS | 3 | 0.33 | 0.11 | 1.25 ns |
| ERROR | 96 | 8.43 | 0.09 | |
| \bar{X} (%) | | | 3.48 | |
| CV (%) | | | 8.53 | |

CUADRO 55. Promedios de Grasa de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRATAMIENTOS | GRASA | |
|--|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la mañana) | 3.52 | 0.33 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) | 3.48 | 0.31 |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la tarde) | 3.38 | 0.31 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la tarde) | 3.52 | 0.22 |

Si bien no se detecta diferencias estadísticas, el mayor contenido de grasa se registra en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño en la muestra de la mañana) de 3.524 %; la desviación estándar es también mayor en el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño en la muestra de la mañana) con 0.33.

Todos los tratamiento se encuentran dentro de los parámetros aceptados por la empresa de acuerdo a la Norma INEN NTE 9 (2002).

e. Crioscopia

Al establecer el Análisis de Variancia para Crioscopia en las muestras de leche recolectadas en la mañana y tarde , al finalizar el ordeño y al momento

de la entrega de la leche en cada una, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio para la crioscopia fue de 539.68 m°H, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 512 y 570 m°H, respectivamente y el coeficiente de variación de 2.23 %.

CUADRO 56. Análisis de Variancia para la Crioscopia de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|--------|-------------------|------------------|---------|
| TOTAL | 99 | 14277.76 | | |
| TRATAMIENTOS | 3 | 409.84 | 136.61 | 0.95 ns |
| ERROR | 96 | 13867.92 | 144.46 | |
| \bar{X} (m°H) | 539.68 | | | |
| CV (%) | 2.23 | | | |

CUADRO 57. Promedios de Acidez de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRATAMIENTOS | ACIDEZ | |
|--|-----------|-------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la mañana) | 539.16 | 11.37 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) | 536.60 | 11.41 |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la tarde) | 541.20 | 13.56 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la tarde) | 541.76 | 11.61 |

Si bien no se detecta diferencias estadísticas, se registra la medición de Crioscopia más alta en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la muestra de la tarde) con 541.76 m°H encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa. La menor desviación estándar es para el Tratamiento 1 (al finalizar el ordeño de la muestra de la mañana) con 11.37.

f. TRAM

En el cuadro número 55 al establecer el Análisis de Variancia para TRAM en las muestras de leche recolectadas en la mañana y tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche en cada una, se detectaron diferencias estadísticas al 5% para los tratamientos. El promedio para TRAM es de 2.275 h, con valores mínimos y máximos de 0.5 y 4 h, respectivamente y el coeficiente de variación de 44.79 %.

CUADRO 58. Análisis de Variancia para TRAM de la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
|----------------------|-----|-------------------|------------------|--------|
| TOTAL | 99 | 109.19 | | |
| TRATAMIENTOS | 3 | 9.51 | 3.17 | 3.05 * |
| ERROR | 96 | 99.68 | 1.04 | |
| $\bar{X} (h)$ | | | 2.28 | |
| CV (%) | | | 44.79 | |

CUADRO 59. Promedios de TRAM para la leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRATAMIENTOS | TRAM | |
|--|-----------|------|
| | \bar{X} | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la mañana) | 2.40 | 1.19 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) | 2.62 | 1.03 |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la tarde) | 2.30 | 0.94 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la tarde) | 1.78 | 0.89 |

La medición más alta de TRAM se registra en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la muestra de la mañana) con 2.62 h, encontrándose dentro de los parámetros aceptados por la empresa. Sin embargo la desviación estándar es menor en el Tratamiento 2 (al finalizar el ordeño en la muestra de la tarde) con 0.89.

g. Recuento de Células Totales (RCT)

Al establecer el Análisis de Variancia para RCT en las muestras de leche recolectadas en la mañana y tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio transformado de RCT es de 7.106, que corresponde al real de 28'881.000

ufc/cc, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 400.000 y 96'000.000 ufc/cc, respectivamente y el coeficiente de variación de 7.92 %.

CUADRO 60. Análisis de Variancia para RCT de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRANSFORMADO | | | | |
|--------------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|----------|
| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
| TOTAL | 99 | 32.32 | | |
| TRATAMIENTOS | 3 | 1.92 | 0.64 | 2.02 ns |
| ERROR | 96 | 30.4 | 0.32 | |
| \bar{X} (transformado)ufc/cc | 7.11 | | | |
| CV (%) | 7.92 | | | |

CUADRO 61. Promedios RCT de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRATAMIENTOS | RCT | |
|---|------------------------------------|-----------|
| | \bar{X} (Valor Transformado) | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la mañana) | 6.94 | 0.56 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) | 7.12 | 0.62 |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la tarde) | 7.05 | 0.54 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la tarde) | 7.32 | 0.53 |

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas, se puede manifestar que el mayor RCT se presenta en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la muestra

tomada en la tarde) con un promedio transformado de 7.319, que corresponde al real de 35'676.000 ufc/cc, encontrándose fuera de los parámetros establecidos por la Norma INEN NTE 9 (2002) dentro de la Categoría B (regular); probablemente se deba a que la leche ordeñada por la tarde es recogida a la mañana del siguiente día; la menor desviación estándar se presenta también para el Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la muestra tomada en la tarde) con 0.53.

h. Análisis de Psicrófilos

En el Análisis de Variancia para Psicrófilos en las muestras de leche recolectadas en la mañana y tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectaron diferencias estadísticas para los tratamientos. El promedio transformado de Psicrófilos es de 6.679, correspondiente al real de 12'448.000 ufc/cc, cuyos valores mínimos y máximos fueron de 300.000 y 57'200.000 ufc/cc y el coeficiente de variación de 9.58 %.

CUADRO 62. Análisis de Variancia para Psicrófilos de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRANSFORMADO | | | | |
|--------------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|----------|
| Fuentes de Variación | G L | SUMA DE CUADRADOS | CUADRADOS MEDIOS | F |
| TOTAL | 99 | 41.32 | | |
| TRATAMIENTOS | 3 | 2.04 | 0.68 | 1.66 ns |
| ERROR | 96 | 39.28 | 0.41 | |
| \bar{X} (transformado)ufc/cc | 6.68 | | | |
| CV (%) | 9.58 | | | |

CUADRO 63. Promedios Psicrófilos de leche al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche para la mañana y la tarde.

| TRATAMIENTOS | PSICROFILOS | |
|--|------------------------------------|------|
| | \bar{X} (Valor Transformado) | SD |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la mañana) | 6.63 | 0.66 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) | 6.64 | 0.67 |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la tarde) | 6.53 | 0.66 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la tarde) | 6.91 | 0.57 |

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas, se puede manifestar que el mayor recuento de Psicrófilos se presenta en el Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la muestra tomada en la tarde) con un promedio transformado de 6.914, que corresponde al real de 17'516.000 ufc/cc probablemente se deba a que la leche ordeñada por la tarde es recogida a la mañana del siguiente día y no es enfriada de la manera más eficiente; la menor desviación estándar se presenta también para el Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la muestra tomada en la tarde).

i. Neutralizantes

Al realizar Tablas de Contingencia en las muestras de leche recolectadas en la mañana y tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la

leche, se detectaron diferencias estadísticas al 5 % para los Tratamientos, el X^2 es de 3.575. y se puede observar que dieron positivas para el Tratamiento 1 (al final del ordeño en la tarde) 5 muestras, mientras que para el Tratamiento 2 (al momento de la entrega en la tarde) dio 1 positiva, esto posiblemente se deba a la adición de neutralizantes para bajar la acidez de la leche que se realiza con más frecuencia por la tarde.

CUADRO 64. Recuento de pruebas positivas y negativas de la presencia de Neutralizantes en las muestras de leche tomadas al finalizar el ordeño y en el momento de la entrega de la leche por la mañana y la tarde.

| | POSITIVOS | NEGATIVOS |
|--|-----------|-----------|
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la mañana) | 2 | 23 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) | 3 | 22 |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la tarde) | 5 | 20 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la tarde) | 1 | 24 |

$$GL = 1$$

$$X^2 = 3.575 *$$

j. Cloruros

Al realizar Tablas de Contingencia en las muestras de leche recolectadas en la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, no se detectó diferencias estadísticas para los Tratamientos, el X^2 es de 6.843. y se puede

observar que dieron positivas para el Tratamiento 1 (al final del ordeño en la tarde) 6 muestras mientras que para el Tratamiento 2 (al momento de la entrega de la muestra tomada de la tarde) dieron 3 positivas, esto posiblemente se deba a la adición de cloruros como la sal para aumentar los valores de densidad y crioscopia a la leche que se practica con más frecuencia por la tarde.

CUADRO 65. Recuento de pruebas positivas y negativas de la presencia de Cloruros en las muestras de leche tomadas al finalizar el ordeño y en el momento de la entrega de la leche por la mañana y la tarde.

| | POSITIVOS | NEGATIVOS |
|--|-----------|-----------|
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la mañana) | 1 | 24 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la mañana) | 1 | 24 |
| TRATAMIENTO 1 (al finalizar el ordeño muestra de la tarde) | 6 | 19 |
| TRATAMIENTO 2 (al momento de la entrega muestra de la tarde) | 3 | 22 |

GL = 1

$X^2 = 6.843$ ns

k. Conteo de Células Somáticas

Los promedios reales para Conteo de Células Somáticas fueron los siguientes :

CUADRO 66. Promedios reales para Conteo de Células Somáticas en muestras de leche representativas de cada hacienda visitada.

| CÓDIGOS HACIENDAS | CÉLULAS SOMÁTICAS (ufc/ml) |
|--------------------------|---------------------------------------|
| TA1 | 418.000 |
| TA2 | 700.000 |
| TA3 | 224.000 |
| TA4 | 580.000 |
| PO1 | 2'000.000 |
| PO2 | 250.000 |
| MG1 | 630.000 |
| MG2 | 960.000 |
| MG3 | 560.000 |
| MG4 | 775.000 |
| CH1 | 370.000 |
| CH2 | 800.000 |
| CH4 | 1'238.000 |
| CH5 | 700.000 |
| CH6 | 430.000 |
| CH7 | 630.000 |
| BA2 | 875.000 |
| BA5 | 2'000.000 |
| SA2 | 379.000 |
| SA3 | 321.000 |
| SA4 | 263.000 |
| SA5 | 485.000 |
| SA6 | 224.000 |
| SA7 | 340.000 |
| SA8 | 127.000 |

En términos generales se puede observar que la mayor pérdida de leche se da para las muestras tomadas con códigos BA5 y PO1 de 24 % para cada una, esto probablemente se deba a mayor presencia de infecciones en las glándulas mamarias de los hatos visitados, predisponiendo a la glándula a padecer de mastitis.

1. Lacto fermentación

No se registraron muestras positivas con presencia de antibióticos en ninguna de las muestras tomadas en la mañana y la tarde, al finalizar el ordeño y al momento de la entrega de la leche, respectivamente.

V. CONCLUSIONES

- La leche recolectada por la planta procesadora de lácteos Parmalat-Lecocem entra en los parámetros de calidad dispuestos en la Norma INEN NTE 9 (2002).
- La automatización de los equipos de ordeño facilita el control del proceso de ordeño ya que mientras menos gente intervenga es mejor.
- Al analizar los parámetros Temperatura, Densidad, Acidez y Grasa en los tratamientos en el ordeño de la mañana y el de la tarde no se encontraron diferencias estadísticas lo que indica que no es necesario que el tanquero recolector pase en la mañana y en la tarde un mismo día.
- El sistema de enfriamiento por inmersión usado en la mayoría de las haciendas visitadas no es el más eficiente ya que no mantiene a la leche bajo los 10 ° C.
- Para los análisis de Neutralizantes y Cloruros no se dieron diferencias estadísticas, a pesar de que ciertas haciendas dieron resultados positivos esto no afectó la calidad de la leche a ser procesada, ya que se encuentran en proporciones bajas comparadas con el total de leche que ingresa a ser procesada.

- Las muestras se encontraron dentro de los parámetros de calidad establecidos por la planta procesadora de lácteos Parmalat-Lecocem para el análisis de Crioscopia, es decir que se encontraron dentro del rango entre 530 a 560 °mH.
- Ninguna de las muestras recolectadas resultó positiva para el análisis de antibióticos con lo que la planta garantiza calidad en la leche procesada.
- En general las muestras de leche analizadas para la prueba de TRAM se ubicaron dentro de la categoría C (regular), de 2 a 5 horas, según la Norma INEN NTE 9 (2002).
- Para los análisis de Recuento de Células Totales las muestras sobrepasaron los límites establecidos en la Norma INEN NTE 9 (2002), que indican valores desde 5×10^5 , hasta 1.5×10^6 , para leche de categoría C (regular) y los valores fueron más altos para las muestras recogidas al momento de la entrega de la leche que fue ordeñada en la tarde., estos valores no son muy importantes ya que los tratamientos térmicos en el proceso de UHT garantizan inocuidad en el producto final.
- La calidad microbiológica de la leche se inicia en el hato cuando se ordeñan vacas sanas o libres de mastitis con una rutina que evite la contaminación bacteriológica.
- La calidad se conserva cuando se aplica una refrigeración oportuna y que tenga una temperatura entre 3 y 5 °C.

- El Recuento de Bacterias Mesófilas Aerobias es la prueba que realmente mide la calidad higiénica de la leche. El TRAM y mas la Prueba de Alcohol, son pequeñas aproximaciones que cada día tienen menos importancia por la poca capacidad de diagnóstico que tienen.
- La calidad microbiológica de la leche cruda determina la calidad y duración del producto terminado.
- A pesar de que se ha mejorado en algunas regiones del país la calidad de la leche en los últimos años, aún nos falta mucho por recorrer para poder aspirar a un mercado internacional.
- Los puntos críticos de control son mas notorios en el aseo personal de la gente y en su capacitación por lo que se debería tomar mas en cuenta la formación ganadera de los mismos

VI. RECOMENDACIONES

- Una planificación adecuada es una de las claves principales al construir una sala de ordeño eficiente. Deberán estudiarse los recubrimientos de suelos y paredes, la cantidad de equipo automático, la situación de los drenajes en el suelo, la manipulación de residuos animales y del agua procedente del lavado de las ubres. También deberán cubrirse las especificaciones de los departamentos de salubridad local o estatal.
- Al tomar en cuenta que la leche es el alimento de origen animal de mayor importancia para el ser humano, es preciso mantener sus características nutricionales y evitar su contaminación con sustancias ajenas como antibióticos u hormonas, que puedan producir daños a la salud de quienes la consumen.
- Se recomienda realizar el análisis de Conteo de Células Somáticas cada 15 días ya que si se lo realiza con una frecuencia de menos días a este el resultado no varía.
- A los ganaderos se les recomienda mejorar el método de enfriamiento de la leche ya que solo por inmersión la leche no baja menos de 10 ° C.
- A pesar de la labor realizada por el Departamento de Asistencia Pecuaria se recomienda visitas más frecuentes a cada predio.

- Se recomienda buscar la manera de hacer muestreos sin conocimiento previo de los ganaderos como una forma de controlar la calidad de leche recolectada por la planta.
- Se recomienda brindar más capacitación al personal que trabaja en el ordeño de cada hacienda ya que la calidad de leche entregada depende en gran parte de las prácticas que ellos empleen en el momento del ordeño.

VII. RESUMEN

El desarrollo del sistema HACCP en el proceso de ordeño de fincas proveedoras de leche exclusivamente para elaboración de leche UHT en la planta de lácteos Parmalat-Lecocem, fue realizado en las provincias de Cotopaxi, Pichincha y Tungurahua donde los predios se encuentran ubicados y los análisis de laboratorio fueron realizados en la planta ubicada en Lasso.

Los objetivos planteados en esta investigación son los siguientes:

Determinar los puntos críticos de control en el proceso de ordeño en las fincas proveedoras de leche exclusiva para elaborar leche UHT.

Determinar el grado de contaminación física, química y microbiológica, desde el ingreso del ganado al ordeño hasta la recolección de la materia prima por parte del carro recolector.

Determinar medidas de control que garanticen inocuidad de la materia prima en cada uno de los puntos críticos encontrados.

El único factor en estudio constituye los puntos críticos de control y constituyen los tratamientos (**T1**: al finalizar el ordeño; **T2**: Al momento de la entrega) de los ordeños realizados en la mañana y en la tarde.

Estos tratamientos se realizan en dos etapas y fueron dispuestos en un diseño completamente al azar.

Los principales resultados fueron: Al realizar el análisis de variancia para Acidez, Temperatura, Densidad y Grasa no se detectaron diferencias estadísticas a los niveles prefijados de 1-5 %, con esto se conoció que no es necesario que el tanquero recolector pasa en la tarde y la mañana un mismo día.

Al analizar presencia de Cloruros y Neutralizantes no se detectaron diferencias estadísticas, a pesar de que ciertas muestras dieron positivo, esto no afectó la calidad de leche procesada, ya que las proporciones son bajas comparadas con el total de leche procesada.

El análisis microbiológico para recuento de células totales las muestras sobrepasaron los límites establecidos por la Norma INEN NTE 9 (2002), a pesar de ello el proceso térmico por el que atraviesa la leche al ser ultra pasteurizada asegura inocuidad en el producto final.

Los puntos críticos de control para la rutina del ordeño fueron en la sala de ordeño las malas prácticas al despunte, lavado y secado de pezones; para la sala de ordeño fueron el mal estado del equipo, pezoneras y equipo de succión; mientras que para el sistema de enfriamiento el punto crítico de control fue el método por inmersión utilizado en gran parte de las ganaderías visitadas.

VIII. SUMMARY

The development of system HACCP in the process of milking of property milk suppliers exclusively for milk elaboration UHT in the plant of milky Parmalat-Lecocem, was made in the provinces of Cotopaxi, Pichincha and Tungurahua where the estates are located and the laboratory analyses were made in the located plant in Lasso.

The objectives raised in this investigation are the following ones:

To determine the critical control points in the process of milking in the property exclusive milk suppliers to elaborate milk UHT.

To determine the physical, chemical and microbiological degree of contamination, from the entrance of the cattle to the milking to the harvesting of the raw material on the part of the recollect car.

To determine control measures that guarantee inocuidad of the raw material in each one of the found critical control points.

The only factor in study constitutes the critical control points and constitute treatments (T1: when finalizing the milking; T2: At the time of the delivery) of the milking made in the morning and afternoon.

These treatments are made in two stages and were arranged in a design completely at random.

The main results were: When making the analysis of variance for Acidity, Temperature, Density and Fat did not detect statistical differences at the paid attention levels of 1-5 %, with this it was known that it is not necessary that the recollect tanker happens in afternoon and the morning a same day.

When analyzing Neutralizing and Chloride presence and statistical differences were not detected, although certain samples gave positive, this did not affect the quality of processed milk, since the proportions low are compared with the total of processed milk.

The microbiological analysis for count of total cells the samples exceeded the limits established by Norm INEN NTE 9 (2002), in spite of it the thermal process by which it crosses milk to the pasteurized extreme being assures inocuidad in the end item.

The tactically important points of control for the routine of the milking were in the room of milking the bad practices to the blunting, washing and drying of nipples; for the room of milking they were badly been of the equipment, pezoneras and equipment of suction; whereas for the cooling system the tactically important point of control was the method by used immersion to a large extent of the visited cattle ranches.

IX. BIBLIOGRAFIA

MORTIMORE. S. 2001. HACCP Enfoque Práctico. 2 ed. España. Editorial Acribia S.A. 425 p.

ALAIS, CH. 1984. Ciencia de la Leche. Editorial Continental. 5ta Edición. México DF, México. 574 pp.

JAMES N. WARNER 1979. Principios de la Tecnología de Lácteos. México. ED.ADT. 256 pp.

GONZALES, J; HEREDIA, J. 1972. Lactología Técnica. España. ED. Acribia. 650 pp.

TETRA PAK 2003. Introducción a los Sistemas Asépticos – Capítulo – Bromatología Láctea ED. FISQA. 44 pp.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Leche Cruda Requisitos. Norma INEN NTE 9.2002.1. ed. Ecuador. 3 . revisión.

VARGAS, M. 2000. Manual para el proceso de Lácteos. Ecuador. 73 pp.

GUZMÁN VARGAS, P.P. 2004. Desarrollo del sistema HACCP. Tesis. Ing. Agr. Sangolquí, Ecu., Escuela Politécnica del Ejército. 150 pp.

- Internet 1: <http://www.gencat.es/sanitat/portal/cat>
- Internet 2: [http://www.e-ampo.com/sections/news/display.php/uuid.15529430-7682-4B25-B0566714B13B1854/..](http://www.e-ampo.com/sections/news/display.php/uuid.15529430-7682-4B25-B0566714B13B1854/)
- Internet 3: <http://www.panalimentos.org/haccp2/GUIA6.htm>.
- Internet 4: <http://pci204.cindoc.csic.es/cdta/especiales/appcc/1.htm>
- Internet 5: <http://www.cfsan.fda.gov/~lrd/haccp.html>
- Internet 6: http://babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/html/ch21/repro_spn_ch21.htm