

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN DIEZ
MÓDULOS Y DOS PISOS ECOLÓGICOS DE LA PROVINCIA MURILLO**

Maria Elena Nina Torrez

La Paz, Bolivia

2005

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Agronomía
Carrera de Ingeniería Agronómica

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA CALIDAD DE LA LECHE EN DIEZ
MÓDULOS Y DOS PISOS ECOLÓGICOS DE LA PROVINCIA MURILLO**

*Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Maria Elena Nina Torrez

Tutor:

Ing. Mg. Sc. Martín Morales Navía

Asesores:

Dr. Ing. Raúl Portillo Prieto

Comité Revisor:

Ing. Gloria Cristal Taboada Belmonte

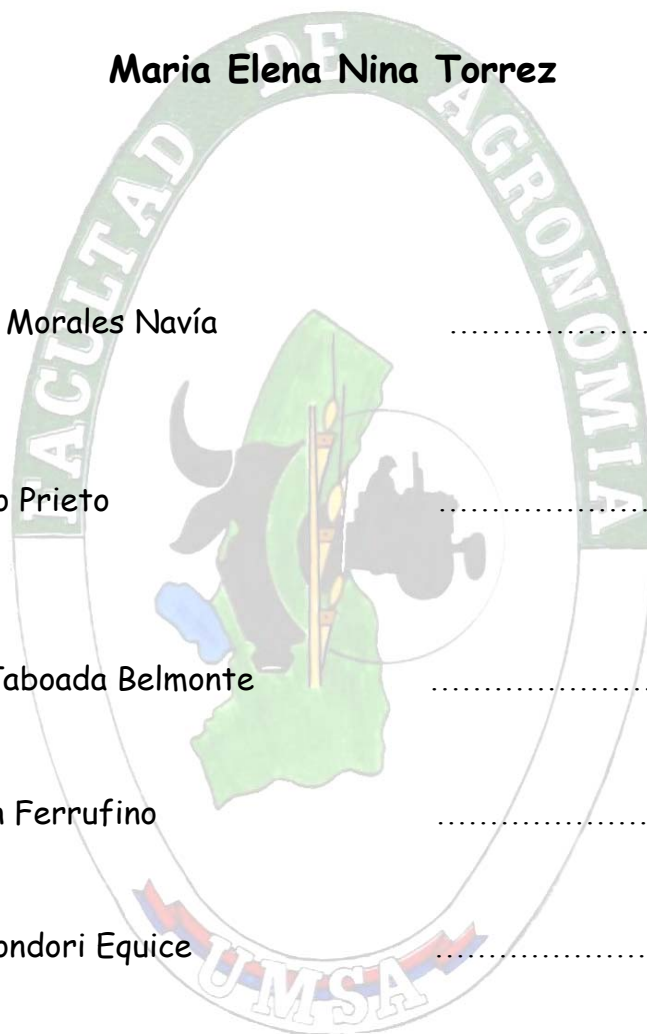
M.V.Z. Freddy Lizón Ferrufino

M.V.Z. René Juan Condori Equice

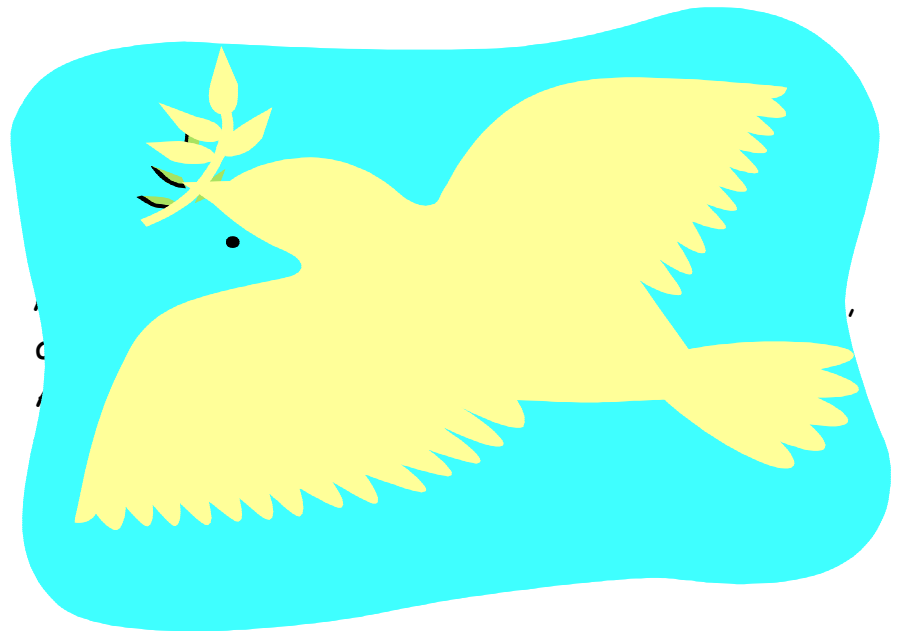
APROBADA

Decano:

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera



DEDICATORIA



AGRADECIMIENTOS

¡Muchísimas Gracias!

Estoy conciente que estas dos palabras escritas con mayúsculas y entre signos de admiración, no son suficientes para expresar mi profunda gratitud a los señores:

De el PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano) por auspiciar y permitirme llevar adelante el presente trabajo de investigación.

De el Laboratorio Municipal de La Paz que me abrió las puertas sin restricción alguna para la ejecución del trabajo.

Productores de la cuenca lechera de la Provincia Murillo, y en especial al Sr. Paulino Ali, presidente de la Asociación de productores de Leche, por el apoyo incondicional en el presente trabajo.

Desde luego mi reconocimiento imperecedero a las autoridades y docentes de la Universidad Mayor de San Andrés, de manera especial a la Dr. Eida Maria Cordeiro, por su comprensión y orientación en el trabajo de laboratorio. De igual manera a mi Tutor guía Ing. Martín Morales Navía, asesor Raúl Portillo Prieto y revisores Ing. Gloria Cristal Taboada, M.V.Z., Freddy Lizón Ferrufino, M.V.Z. René Juan Condori Equice, de quienes he recibido sugerencias constructivas, aportes valiosísimos que me permitieron mejorar y posteriormente validar el contenido del presente trabajo.

A mis amigos: Dr. Roxana Villanueva, Dr. Tania Paucara, Lic. Dina Gutierrez, Dr. Lus Quisbert, Ing. Georgina Burgoa, Fabiola Callejas, Olga Cruz, Lidia Quispe, Carmen Mamani, Beba Montaña, Verónica Alvarez, Elizabeth Illanes, Marina Marca, Noemí Pachi, Patricia Yana, Maria Luisa Mamani, Roxana Gareca, Catalina Godoy, Soledad Condori, Betty Plata, Sandra Ticona, Jacqueline Castañeta, Ing. René Fernández, Ing. Mario Morodiaz, Dr. Alcides Medina, Dr. Osvaldo Ramírez, Ing. Froilan Quino, Lic. Ludwin Henao, Victor Condori, Gustavo Palma Pepo, Victor Dueñas, Victor Trujillo, Chinito, Daniel Ajata, Juan, que siempre me brindaron su apoyo moral y por los momentos compartidos.

Mis reconocimientos por siempre a cada uno de ellos.

CONTENIDO GENERAL

CONTENIDO GENERAL	i
INDICE DE CUADROS	ii
INDICE DE FIGURAS	iii
ANEXOS	v
RESUMEN	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Características generales de la leche	3
2.1.1 Leche fresca y cruda	3
2.1.2 Calidad de leche	3
2.1.3 Características físico químicos	4
2.1.3.1 Porcentaje de ácido láctico	5
2.1.3.2 Porcentaje de grasa	5
2.1.3.3 Porcentaje de sólidos totales	6
2.1.4 Características microbiológicas	7
2.1.4.1 Mesofilas aerobicas	8
2.1.4.2 Coliformes fecales	8
2.1.4.3 <u>Staphylococcus aureus</u>	9
2.1.4.4 Células somáticas	10
2.2 Factores que intervienen en la calidad de la leche	12
2.2.1 Alimentación	12
2.2.2 Raza	13
2.2.3 Higiene durante el ordeño	14
2.2.4 Temperatura	15
2.2.5 Transporte de la leche	16

3.	LOCALIZACIÓN	17
3.1	Ubicación geográfica	17
3.2	Características ecológicas	17
3.2.1	Clima	17
3.2.2	Vegetación	18
3.2.3	Ganadería	18
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1	Materiales	20
4.1.1	Materiales de campo	20
4.1.2	Materiales de laboratorio	20
4.1.3	Reactivos	20
4.2	Metodología	21
4.2.1	Condiciones de muestreo	21
4.2.2	Determinación del número de muestras	22
4.2.3	Procedimiento experimental	24
4.2.4	Variables de respuesta físico – químicas	25
4.2.4.1	Determinación del porcentaje de ácido láctico (%AL)	25
4.2.4.2	Determinación de sólidos totales (%ST)	25
4.2.4.3	Determinación del porcentaje de grasa (%G)	26
4.2.5	Variables microbiológicas	26
4.2.5.1	Bacterias mesofilas aerobias en unidades formadoras de colonias (ufc/ml)	26
4.2.5.2	Bacterias <u>Staphylococcus aureus</u> en unidades formadoras de colonias (ufc/ml)	26
4.2.5.3	Bacterias coliformes fecales por el método del numero más probable (NMP/ml)	26

5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
5.1	Temperaturas de máximas y mínimas de los dos pisos ecológico	27
5.2	Temperatura de recolección de leche	28
5.3	Características físico – químicos y microbiológico de la leche producida en los módulos de los dos pisos ecológicos de la provincia Murillo	29
5.4	Variables físico – químicos	30
5.4.1	Porcentaje de ácido láctico (%AL)	30
5.4.1.1	Porcentaje de ácido láctico para pisos ecológicos	31
5.4.1.2	Porcentaje de ácido láctico entre módulos dentro pisos ecológicos	33
5.4.2	Porcentaje de sólidos totales (%ST)	34
5.4.2.1	Porcentaje de sólidos totales para pisos ecológicos	35
5.4.2.2	Porcentaje de sólidos totales entre módulos dentro de pisos Ecológicos	37
5.4.2.3	Porcentaje de sólidos totales para pisos ecológicos durante cinco meses de estudio	38
5.4.3	Porcentaje de grasa (%G)	39
5.4.3.1	Porcentaje de grasa para pisos ecológicos	40
5.4.3.2	Porcentaje de grasa entre módulos dentro pisos ecológicos	41
5.4.3.3	Porcentaje de grasa entre pisos ecológicos durante cinco meses de estudio	43
5.4.3.4	Escala del precio en relación al porcentaje de grasa de leche cruda por kilo de leche (PIL Andina)	44
5.5	Variable Microbiológicas	46
5.5.1	Mesofilas aerobicas en unidades formadoras de colonias (ufc/ml)	46
5.5.1.1	Mesofilas aerobicas para pisos ecológicos	47
5.5.1.2	Mesofilas aerobicas entre módulos dentro pisos ecológicos	49

5.5.2	Coliformes fecales por el método del número mas probable (NMP/ml)	50
5.5.2.1	Coliformes fecales para pisos ecológicos	51
5.5.2.2	Coliformes fecales entre módulos dentro pisos ecológicos	52
5.5.2.3	Coliformes fecales entre pisos ecológicos durante cinco meses de estudio	53
5.5.3	<u>Staphylococcus aureus</u> en unidades formadoras de colonias (ufc/ml)	54
5.5.3.1	<u>Staphylococcus aureus</u> para pisos ecológicos	55
5.5.3.2	<u>Staphylococcus aureus</u> entre módulos dentro pisos ecológicos	56
5.5.3.3	<u>Staphylococcus aureus</u> para pisos ecológicos durante el tiempo de cinco meses	57
5.5.4	Células somáticas en número de células (Nº cel. /ml)	58
5.5.4.1	Células somáticas para dos pisos ecológicos	59
5.5.4.2	Células somáticas durante el tiempo de cinco meses de estudio	61
5.5.4.3	Células somáticas entre módulos dentro pisos ecológicos	62
5.5.4.4	Células somáticas entre pisos ecológicos durante cinco meses de estudio	63
6.	CONCLUSIONES	65
7.	RECOMENDACIONES	68
8.	LITERATURA CITADA	69

INDICE DE CUADROS

1. Características físico- químicas exigidas por IBNORCA	4
2. Clasificación de la leche fresca en tres categorías más una propuesta	7
3. Incidencia de razas en la cuenca lechera de la provincia Murillo	12
4. Contenido de grasa, proteína, materia seca en las diferentes razas	13
5. Características climáticas de los dos pisos ecológicos en estudio	17
6. Número de unidades para la toma de muestra	22
7. Resultados de media, mínimo y máximo de las características físico-químicas y microbiológicas de la leche recolectada en diez módulos	29
8. Análisis de varianza para el porcentaje de ácido láctico	30
9. Análisis de varianza para el porcentaje de sólidos totales	34
10. Densidad en g/cc de leche fresca en la provincia Murillo	37
11. Análisis de varianza para el porcentaje de grasa (%G)	39
12. Análisis de varianza de mesofilas aerobias en ufc/ml	46
13. Análisis de varianza de coliformes fecales gr./ml	50
14. Análisis de varianza de <i>Staphylococcus aureus</i> en ufc/ml	54
15. Análisis de varianza de células somáticas	55

INDICE DE FIGURAS

1. Vaca Holstein por Criollo	18
2. Vaca Holstein	18
3. Mapa de ubicación Provincia Murillo	19
4. Acopio de la leche en el módulo de Asunta Quellviri	21
5. Extracción de muestra de leche del modulo Flor de leche	23
6. Determinación del ácido láctico (método de titulación)	25
7. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante el desarrollo del estudio, gestión 2004	27
8. Temperaturas registradas durante la toma de muestras de los módulos pertenecientes a los dos pisos ecológicos	28
9. Porcentaje de ácido láctico para pisos ecológicos	31
10. Porcentaje de ácido láctico entre módulos	33
11. Porcentaje de sólidos totales para pisos ecológicos	35
12. Porcentaje de sólidos totales entre módulos para pisos ecológicos	37
13. porcentaje de sólidos totales para pisos ecológicos durante el tiempo de cinco meses	38
14. Porcentaje de grasa para pisos ecológicos	40
15. Porcentaje de grasa entre módulos para pisos ecológicos	41

16. Porcentaje de grasa para pisos ecológicos durante el tiempo de cinco meses	43
17. Variación del precio de la leche en relación al cambio del %G	45
18. Mesofilas aerobicas en ufc/ml para pisos ecológicos	47
19. Mesofilas aerobicas en ufc/ml entre módulos para pisos ecológicos	49
20. Coliformes fecales entre pisos ecológicos	51
21. Coliformes fecales entre módulos para pisos ecológicos	52
22. Coliformes fecales para pisos ecológicos durante cinco meses	53
23. <i>Staphylococcus aureus</i> en ufc/ml para pisos ecológicos	55
24. <i>Staphylococcus aureus</i> en ufc/ml entre módulos dentro pisos ecológicos	53
25. <i>Staphylococcus aureus</i> para pisos ecológicos durante el tiempo de cinco meses	55
26. Células somáticas para dos pisos ecológicos	59
27. Células somáticas para el tiempo de cinco meses	61
28. Células somáticas entre módulos dentro pisos ecológico	62
29. Células somáticas entre pisos ecológicos y tiempo	63

ANEXOS

1. Actas de muestreo
2. Determinación del porcentaje de ácido láctico
3. Determinación del porcentaje de sólidos totales
4. Determinación de la grasa por el método de Gerber
5. Recuento de mesofilos totales o aerobias en ufc/ml
6. Recuento de *Staphylococcus aureus* en ufc/ml
7. Recuento de coliformes fecales en NMP
8. Índice del número más probable y límites de confianza (95%) cuando se utilizan 9 tubos.
9. Temperatura de la leche en °C durante la toma de muestras.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar y comparar la calidad de la leche en diez módulos y dos pisos ecológicos Cabecera de Valle y Altiplano de la provincia Murillo. Con el apoyo económico del Programa de Desarrollo Lechero del altiplano (PDLA). Se realizaron el análisis físico químico de las variables del porcentaje de sólidos totales, porcentaje de grasa y porcentaje de ácido láctico que determina entre otros aspectos el precio de la leche que paga la empresa de PIL Andina. También se realizó el análisis microbiológico de las variables de: bacterias mesofilas aerobias, bacterias coliformes fecales, bacterias *Staphylococcus aureus* y células somáticas. Las bacterias mesofilas aerobias, coliformes fecales son indicadores del estado sanitario de la leche, y *Staphylococcus aureus* es una bacteria patógena que en cantidades mayores puede causar intoxicaciones al hombre llegando a ser un peligro para la salud humana y es una de las principales bacterias que causa la enfermedad de la mastitis bovina. La presencia de células somáticas podría indicar la enfermedad de mastitis subclínica y clínica en los vacunos productores de leche.

La provincia Murillo en el piso de cabecera de valle presenta datos cuantitativos de las variables que determinan la calidad de la leche donde una mayoría se encuentran fuera de los rangos establecidos por la norma boliviana y por las exigidas por PIL Andina. Sin embargo la leche producida por el piso ecológico del Altiplano en la mayoría de las variables analizadas cuantitativamente se encuentra dentro los rangos exigidos y establecidos por la norma boliviana y PIL Andina.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de leche en Bolivia, en los últimos años, ha ido adquiriendo mayor importancia, no solamente por el ingreso económico que representa para las familias productoras, sino también por el alto valor nutritivo de la leche en la alimentación humana.

En los últimos quince años se ha fomentado la ganadería lechera en el altiplano mediante muchos proyectos, que han logrado avances significativos como el Programa de Desarrollo Lechero (PDLA) que trabaja con toda la zona denominada cordón lechero, constituida por las provincias Omasuyos, Los Andes, Murillo, Ingavi, Aroma del departamento de La Paz y con las provincias Avaroa y Cercado del departamento de Oruro.

La Asociación de Productores de Leche de la Provincia Murillo (APLEPROM), tuvo un primer diagnóstico ejecutado a través de un proyecto de calidad e inocuidad de leche, en el cual obtuvo datos cuantitativos. Datos que reflejan la situación actual en la que se encuentra la leche fresca, la cual ha despertado un gran interés entre los productores para efectuar un seguimiento de la calidad higiénica y nutricional de la leche en los diez módulos y dos pisos ecológicos de la provincia Murillo.

Como todo sistema productivo, resulta sumamente complejo, mantener la calidad original de la leche. En su producción interactúan innumerables factores y todos de una manera u otra alteran las características originales del producto, lo cual se debe al mal manejo del bovino lechero y del interés final que es la leche.

Por ello el desafío para quienes trabajan en la cuenca del sector lechero es, no sólo producir mayor cantidad de leche sino, también, de buena calidad, para ello deben contemplarse aspectos fundamentales como clima, infraestructura, sanidad, alimentación e higiene desde el ordeño hasta el momento de entrega de la leche directamente al consumidor o a la empresa recolectora.

El análisis de la leche establece datos cuantitativos que refleja la variabilidad de las características microbiológicas y físico químicas, cuyos datos obtenidos ayudará a los productores a efectuar el seguimiento y tomar decisiones optimas y oportunas acerca del manejo adecuado del ganado bovino lechero y la higiene del productor en la manipulación desde el momento del ordeño hasta el acopio de la leche en los módulos, esto para lograr un producto de mayor calidad y de esta manera mejorar el precio de venta de la leche.

Es importante tener presente que la calidad de leche cruda es una de las prioridades que se debe tomar en cuenta en la elaboración de sub-productos, de grande, mediana y pequeña empresa, siendo el punto de partida para obtener productos de alta calidad e inocuidad.

Los objetivos del presente estudio fueron:

- Determinar la calidad de leche mediante el análisis físico – químico; (% de grasa, % de sólidos totales y % de ácido láctico) y Microbiológico; (bacterias coliformes fecales (ufc/ml), bacterias *Staphylococcus aureus* (ufc/ml), bacterias mesofilas aerobias (ufc/ml) y células somáticas (cel./ml), en diez módulos de la provincia Murillo.
- Comparar los resultados que determinan la calidad de leche entre los dos pisos ecológicos (Altiplano y cabecera de valle) de la provincia Murillo.
- Establecer la calidad de la leche entre módulos de cada piso ecológico.
- Estudiar el efecto del tiempo en la calidad de la leche en pisos ecológicos de Cabecera de valle y Altiplano.

Ufc/ml (unidades formadoras de colonias por cada mililitro)

Cel./ml (número de células por cada mililitro)

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Estatuto, PDLA (1999) indica que un módulo es la organización de productores lecheros constituida por lo menos de 15 productores que producen y entregan 200 litros/día como mínimo. La tarea fundamental del módulo es asegurar y vigilar la buena calidad de la leche, especialmente en lo que se refiere a la higiene.

2.1 Características generales de la leche

2.1.1 Leche fresca y cruda

PDLA, Tomo V. (2003) define que la leche es el líquido fresco del ordeño higiénico y completo, extraído de vacas sanas bien alimentadas sin calostro y que cumple, características físico-químico, bacteriológicos establecidos por IBNORCA.

Según IBNORCA NB – 273 (2004) leche es un líquido que segregan las glándulas mamarias, poco después del calostro, cuando nace la cría, de composición compleja, color blanco y opaco, de sabor ligeramente dulce y de pH casi neutro que mantienen en suspensión proteína, en emulsión grasa y en dilución lactosa y mineral.

2.1.2 Calidad de leche

Magariños (2001) define “Leche de calidad, sin otra denominación, es el producto fresco del ordeño completo de vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas” por las normas de cada país.

PDLA, Tomo V. (2003) indica que leche de calidad es aquella leche integra no adulterada que presenta una composición adecuada de grasa, proteína, lactosa, sales, vitaminas, minerales, etc., producto del ordeño higiénico, de vacas sanas y bien alimentadas (sin contaminantes), adecuada para el consumo humano, elaboración de derivados e industrias lácteas.

2.1.3 Características físico químicos

Las características físico - químicas de la leche son importantes para determinar la composición de la leche y de su calidad nutricional.

IBNORCA. EQNB -33013 (2004) indica la clasificación físico-química de la leche cruda o fresca en dos categorías Cuadro 1.

Cuadro N° 1 Características físico químicas exigidas por IBNORCA

Leche cruda y fresca	Rango	Método de ensayo
Acidez titulable (Ácido láctico)	0.14% a 0.18%	NB 299
Densidad gr. /cc	1.028 a 1.033 a 20 °C	NB 230
Materia grasa mínimo	2.6% mínimo	NB 228
Sólidos totales	10.8 %	NB 231:1

Fuente: IBNORCA EQNB 33013, (2004) Norma en estudio.

Achá (2004) clasifica la leche fresca y cruda en escalas de categorización, determinas por Control de Calidad PIL Andina en el departamento de La Paz.

a) Porcentaje de Ácido Láctico

- 0.14 a 0.165 Buena
- 0.17 a 0.18 Regular
- 0.185 a 0.195 Mala
- 0.20 a 0.22 Muy mala

b) Contenido de materia grasa en porcentaje. Método Butirométrico

- De 4.75 a 5 Excelente
- De 4.0 a 4.70 Muy buena
- De 3.05 a 3.95 Buena
- De 2.0 a 3.0 Regular

PDLA, Tomo V. 2003) indica que la cantidad de ácido láctico contenido en un volumen de leche, es producido como producto de la acción bacteriana, que degrada la lactosa de la leche (azúcar de la leche) en ácido láctico.

PDLA (2002) Indica que en el análisis de la leche realizada en el mes de julio de más de 200 muestras se obtuvo un promedio de 0.162% de ácido láctico en los módulos de la zona del altiplano de la provincia Murillo.

PDLA (2003) En los resultados del proyecto diagnóstico de la calidad e inocuidad de la leche de 400 muestras obtuvo un promedio de 0.17% de ácido láctico en la zona del altiplano y el 0.154% de ácido láctico en la zona de cabecera de valle, realizado en el mes de noviembre solamente del ordeño de la mañana.

Achá (2004) indica que la escala de clasificación del porcentaje de ácido láctico realizado por el control de calidad PIL Andina La Paz es de 0.14 a 0.18%.

IBNORCA EQNB -33013(2004) determina que una leche aceptable esta dentro de un rango de 0.14 a 0.18% de ácido láctico.

2.1.3.2 Porcentaje de grasa

PDLA (2002) Indica que en el análisis de la leche realizada en el mes de julio de más de 200 muestras se obtuvo un promedio de 2.6 % de grasa en los módulos de la zona del altiplano de la provincia Murillo.

PDLA (2003) En los resultados del proyecto diagnóstico de la calidad e inocuidad de la leche de 400 muestras obtuvo un promedio de 3.4% de grasa en la zona del altiplano y 3.05% de grasa en la zona de cabecera de valle, realizado en el mes de noviembre solamente del ordeño de la mañana.

IBNORCA, EQNB-33013 (2004) establece que el porcentaje de grasa aceptada por la norma boliviana es de 2.6 % como mínimo.

Achá (2004) menciona, que la escala de clasificación del porcentaje de grasa realizado por el control de calidad PIL Andina La Paz es de 4.74 a 5% como excelente, 4.0 a 4.70 muy buena, 3.05 a 3.95 buena, 2.0 a 3.0 regular.

2.1.3.3 Porcentaje de sólidos totales

PDLA, Tomo V. (2003) señala que los sólidos totales de la leche fresca o cruda están constituidos por la grasa, lactosa, proteínas, minerales etc.

Según Rojas (2001) Indica que en el estudio realizado de la calidad de la leche en la provincia Aroma de la Zona del altiplano el porcentaje de sólidos totales de la leche es 10.49 como mínimo y 13.13 como máximo en época húmeda y de estiaje.

PDLA (2003) En los resultados del proyecto diagnostico de la calidad e inocuidad de la leche de 400 muestras se obtuvo un promedio de 11.1 % de sólidos totales en la zona del altiplano y 13.05% de sólidos totales en la zona de cabecera de valle, realizado en el mes de noviembre solamente del ordeño de la mañana.

Según IBNORCA EQNB - 33013 (2004) la densidad de la leche es el resultado del agua de la grasa, lactosa, caseína, albúmina de las sales minerales, el cual junto al porcentaje de sólidos totales nos permite reconocer si la leche a sido adulterada o no. Una leche normal tiene una densidad de 1.029 a 1.033g/cc, si se encuentra por debajo es aguada y si es mayor la leche a sido descremada existiendo un doble fraude. La norma boliviana exige el 10.8 %ST.

2.1.4 Características microbiológicas

FAO (1998) señala, que es sumamente importante que las muestras de leche que se tomen para el análisis microbiológico reflejen con exactitud las condiciones higiénico -sanitarias existentes en el momento del muestreo, asépticamente, utilizando recipientes e instrumentos estériles, y protegiendo las muestras contra la contaminación exógena. Además deben mantenerse en condiciones tales que la microflora original que contiene la leche no muera ni se multiplique.

Larrañaga (1999) Indica que la leche que se extrae de la ubre de una vaca sana, contiene algunas bacterias; después puede ser contaminada por el cuerpo del animal, la atmósfera de la granja, el cubo de la leche o la ordeñadora, los recipientes donde se deposita, las manos del lechero o de otros trabajadores de la lechería, etc. Pero puede ser también contaminada por varios agentes patógenos transmitido por un animal infectado.

Cuadro Nº 2. CLASIFICACIÓN DE LA LECHE FRESCA EN TRES CATEGORÍAS MÁS UNA PROPUESTA.

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS	CLASE A	CLASE B	CLASE C Propuesta.
tiempo de reducción azul de metileno	3hrs. mínimo	1 hr.	20 min. – 1 hr.
Recuento total de bacterias mesofilas	300.000 ufc/ml	1.000.000 ufc/ml	>1.000.000 ufc/ml
Recuento de células somáticas	< 500.000	<1.000.000	>1000.000 cel/ml
Bacterias patógenas	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: IBNORCA EQNB 33013, (2004) Norma en estudio.

Achá (2004) clasifica el contenido de células somáticas de la leche fresca en :

- Clase I Menos de 300.000/ml
- Clase II Entre 300.000/ml y 900.000/ml

2.1.4.1 Mesofilas aerobicas

FAO (1998) indica que las mesofilas aerobicas es uno de los más importantes indicadores del estado sanitario de un alimento. Un recuento muy viable determina, un estado sanitario poco satisfactorio, en condiciones de tiempo y temperatura no idóneos durante la producción o almacenamiento del alimento, recuentos elevados predicen la posibilidad de que el alimento se descomponga, ya que la mayoría de ellos contienen de 1.000.000 a 1.00.000.000 unidades formadoras de colonias/ mililitro. En el momento en que la descomposición es evidente.

PDLA (2003) En los resultados del proyecto de calidad e inocuidad de la leche de 400 muestras, obtuvo la media de 33.673 ufc/ml de mesofilas aerobicas en la zona del altiplano y el 35.797 ufc/ml de mesofilas aerobicas en la zona de cabecera de valle, realizado en el mes de noviembre, las muestras fuerón tomadas solamente del ordeño de la mañana.

IBNORCA EQNB-33013 (2004) señala que el recuento de mesofilas aerobicas aceptada es de 300.000 ufc/ml (clase A), 1.000.000 ufc/ml (clase B) y mayores a 1.000.000 ufc/ml (clase C).

2.1.4.2 Coliformes fecales

Larrañaga (1999) señala que los coliformes fecales son bacterias que tienen formas de bastoncillos, no forman espores, gramnegativas, anaeróbicas y aeróbicas facultativas, habitan en el intestino o en medios no intestinales, como el suelo, el agua. Los coliformes fecales son aquellos que pueden desarrollarse y fermentar la lactosa a temperaturas de 44.5°C.

Según la Norma Peruana (2002) establece que el límite máximo de aceptación para coliformes fecales en leche cruda es de 1.000 ufc/ml.

ICMSF (2000) indica que las bacterias de coliformes fecales es un nuevo término surgido de los intentos para encontrar métodos rápidos y seguros de detectar la presencia de *E.coli* sin necesidad de purificar los cultivos o de proceder a los ensayos IMVIC. Los cuales pueden fermentar la lactosa a temperaturas superiores a la normal (44 – 45.5°C). A ellos pertenecen, principalmente, una gran proporción de *E. coli* de los tipos I y II, que son bacterias patógenas, útiles para indicar contaminaciones de origen fecal.

2.1.4.3 Staphylococcus aureus

Larrañaga (1999) describe a los *Staphylococcus*, proviene del griego *staphylé* “racimo” y cocos “granos” son bacterias grampositivas, no esporulados, anaerobios facultativos, catalasa positiva, oxidasa negativa, con capacidad de fermentar la glucosa. Es el más ubicuo suele estar en la piel de los primates superiores, en el ser humano se localiza en las fosas nasales que son su reservorio principal (se encuentra en 20 a 50% de sujetos sanos), desde allí se disemina a la cara, manos y piel; ocasionalmente, se puede aislar en las heces, en el aire, ropa, superficies, agua dulce y de mar, superficie de plantas, etc. Su presencia en gran número es, por lo general, un buen indicador de condiciones sanitarias y de temperatura inadecuadas.

FAO (1998) Indica que la fuente más importante de *STaphylococcus aureus* es el hombre. Cerca del 40% de personas normales adultas contienen esos organismos en la nariz y en la garganta, por consiguiente, el alimento puede contaminarse al ser tocado con esos dedos contaminados, o por rozaduras de las manos, que pueden contener millones de bacterias. Cuando el alimento se deja durante varias horas a temperaturas superiores a 6.6°C.

IBNORCA EQNB-33013 (2004) señala que la leche que se encuentra dentro las normas bolivianas presenta ausencia de bacterias patógenas.

FAO (1998) indica que los organismos patógenos potenciales como el *Staphylococcus aureus*, al desarrollarse en los alimentos, suelen producir enterotoxinas, que provocan la intoxicación de los alimentos. Las enterotoxinas son termoestables y no son destruidas por la cocción normal. Los estafilococos se desarrollan en un medio acuático relativamente poco activo y en presencia de fuertes concentraciones de NaCl.

Larrañaga (1999) Indica que el *Staphylococcus aureus*, al desarrollarse genera una toxina que segrega dentro de ellos, no alteran las características de la leche en su olor ni sabor, Los síntomas de envenenamiento por estafilococos son: náuseas, vómitos, contracciones abdominales, postración y diarrea. Estos síntomas suelen manifestarse solo en pocas horas o, en casos raros, en varios días. Por lo general, los pacientes se restablecen sin complicaciones.

FAO (1998) describe que las toxinas segregadas por los estafilococos son a veces resistentes al calor, por lo que es posible un envenenamiento, provocado por alimentos que contiene la toxina, que ha resistido el proceso de pasteurización, aunque las propias bacterias hayan muerto a causa del calor producido en tales procesos algunos sobre viven a esas condiciones.

Copa (1997) Señala que la principal, bacteria responsable de la mastitis en las vacas del altiplano es *Staphylococcus aureus*. y en menor grado las bacterias de *Micrococcus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Escherichia coli*, *Streptococcus agalactiae*, *Proteus sp.*, *Streptococcus dysgalactiae*. Estas bacterias se encuentran en la piel del animal, en el suelo, en los baldes y jarrones de ordeño, en las manos de los ordeñadores y otros.

2.1.4.4 Células somáticas

Copa (1997) indica que en las comunidades la mastitis sub-clínica es la que más hay y es la que a más vacas afecta, también es la más importante por que ocasiona las mayores pérdidas en dinero a cada ganadero campesino. La enfermedad no se puede reconocer a simple vista, solo se detecta mediante pruebas de leche.

Copa (1997) Las vacas con mastitis sub-clínica, no presentan en las ubres ninguna señal de la enfermedad. A simple vista la leche parece normal, pero analizando en el laboratorio hay gran cantidad de bacterias (incremento de células somáticas) que bajan la calidad de la leche. Las mastitis sub-clínicas ocurren por causa de una disminución de defensas del animal, por golpes, descuido de la higiene y otros.

Según Fil. citado por Ponce (1990) señala que un incremento en las células somáticas, provoca alteraciones en la composición de la leche, cambios en sus propiedades físicas y alteraciones en la fabricación de derivados lácteos, además de tener posibles implicaciones en la salud animal.

PDLA (2003) indica que en el recuento de células somáticas /ml obtuvo 33.673 células. /ml en la zona del altiplano y 248,934 células. /ml en la zona de Valle alto, realizado en el mes de noviembre solamente del ordeño de la mañana.

PDLA (2002) señala que el análisis de leche realizada en el mes de junio del recuento de células somáticas alcanzo un promedio de 391,261 células. /ml en el altiplano.

Larrañaga (1999) indica que el número de células somáticas (RCS) que hay en una leche sana oscila entre 10.000 y 20.000 células/ml. Si la leche procede de un animal con mastitis, el RCS se puede elevar hasta varios millones por mililitro.

IBNORCA EQNB -33013 (2004) clasifica la leche en 3 categorías: menores a 500.000 células. /ml (clase A), menores a 1000.000 células. / ml (clase B) y mayores a 1000.000 células/ml (clase C).

RCS (recuento de células somáticas)

2.2 Factores que intervienen en la calidad de la leche

Santos (1998) Indica que la composición nutricional de la leche varía de acuerdo con la especie, razas, intervalos de ordeño, durante el ordeño, cuartos de la ubre, periodo de lactancia, estado nutricional, composición del alimento, estaciones del año, temperaturas ambientales, edad, salud de la ubre y enfermedades en general .

Alimentación

Santos (1998) indica, la reducción brusca y temporal del alimento provoca un descenso de la producción y un aumento en sólidos totales de la leche, cuando esta reducción se prolonga, la producción disminuye; el contenido de grasa solo disminuye si se reducen simultáneamente los carbohidratos y el material nitrogenado.

Santos (1998) señala que la insuficiencia o ausencia de celulosa o paja en el régimen de vegetales verdes, tiernos y concentrados, provoca un descenso en el contenido graso, debido a que la fermentación en el rumen es defectuosa y disminuye la producción de ácido acético y otros ácidos volátiles que son principales formadores de ácidos grasos.

PDLA, Tomo V. (2003) describe que en la época de lluvia donde existe abundante forraje verde, la producción de la leche aumenta, y el contenido de la grasa de la leche tiende a disminuir, mientras que en la época seca, donde no hay forraje verde la producción de la leche baja y aumenta la grasa.

2.2.1 Raza

Las razas de los bovinos lecheros es un factor importante en la variación de la composición nutritiva de la leche.

CUADRO N° 3. Razas vacunas de la cuenca lechera de la Provincia Murillo

Zona	Pardo Suizo	Criollo	Holstein
Altiplano	4.9	34.9%	60.7 %
Cabecera de valle	3%	3%	94%

Fuente: APLEPROM (2003)

Según PDLA, Tomo V. (2003) la raza Holstein produce mayores volúmenes de leche por día y lactancia pero con menor contenido de sólidos totales y con un 3.5% de grasa. Mientras, que las razas Pardo Suizo y Criolla, producen menores volúmenes de leche por día y lactancia pero con altos contenidos de grasa que sobre pasa el 4.0%.

CUADRO N° 4. Contenido de grasa, materia seca en las diferentes razas vacunas.

Raza	Holstein	Criolla	Jersey	Calostro
Grasa %	3.5	4.5	5.5	6
Materia seca % (ST)	12.7	14.4	15.5	40.2

Fuente: Rojas, A.

Santos (1998) señala que raza es un factor importante en la producción y composición de leche, el rendimiento anual de una raza respecto de otra puede ser el doble o el triple.

Según PDLA Tomo V. (2003) a mayor producción de leche, menor el contenido de grasa en la leche y a menor producción de leche mayor contenido de grasa en la leche.

2.2.2 Higiene durante el ordeño

Magariños (2001) señala que una producción higiénica influye directamente en las características microbiológicas. Las bacterias de la leche no son la única fuente posible de contaminación, también son las que se encuentran en los equipos, utensilios, en el aire, el polvo, el heno, etc. Aún en el caso de que la glándula mamaria se encuentre sana, las primeras porciones de leche ordeñada contienen microorganismos, disminuyendo su número a medida que el ordeño avanza.

Magariños (2001) describe que el lavado de los pezones, previo al ordeño, es un arma fundamental para reducir la contaminación microbiana de la leche. El agua empleada debe ser limpia y de ser posible con algún desinfectante, utilizando toallas desechables para el secado.

... IBNORCA. EQNB – 33015, 2004) Indica que la utilización de prácticas de higiene eficaces durante el ordeño es un elemento importante del sistema de controles necesarios para producir leche y productos lácteos inocuos e idóneos. Se ha constatado que el no aplicar prácticas apropiadas de saneamiento e higiene personal contribuye a la contaminación de la leche por microorganismos indeseables o patógenos o por agentes químicos o físicos peligrosos.

Copa (1997) describe que en el altiplano la mayoría de las vacas producen leche por un periodo de 6 a 7 meses. Muchas familias dejan de ordeñar cuando las vacas tienen poca leche; en estos animales la leche que se junta en la ubre favorece a que vivan las bacterias causando una mastitis sub-clínica.

Copa (1997) Indica que se debe ordeñar las vacas rápidamente para sacar toda la leche de los cuartos. Cuando se deja la leche, es un medio favorable para las bacterias se multipliquen y causen mastitis.

PDLA (1999) menciona que es importante realizar un ordeño total y rápido, aumentando la grasa a medida que se va ordeñando. La primera leche ordeñada puede contener solamente el 1% de grasa y la última puede llegar a contener hasta el 13% a 15% de grasa.

Santos (1998) indica, si transcurren intervalos largos entre las ordeñas se obtiene una mayor producción de leche, que es menos rica en materia grasa; por el contrario la leche contiene más grasa y es menos abundante si los intervalos entre las ordeñas son cortos.

2.2.3 Temperatura

Pantoja (2003) señala que la temperatura ambiental que genera el sol es una temperatura crítica, es decir ideal para el desarrollo y multiplicación de los microorganismos y acelera el proceso de descomposición de los alimentos sometidos a su acción de la leche y sus derivados.

Copa (1998) señala que la finalidad del enfriamiento de la leche es mantener su calidad o valor alimenticio hasta el momento de ser utilizada o transformada; en ningún caso la refrigeración de la leche mejora su calidad, pero si reduce la proliferación o multiplicación de microorganismos y con ello prolonga su valor comercial.

Magariños (2001) indica que cuando el clima presenta mucho calor la vaca come menos y produce menos leche, en los meses fríos el contenido graso y proteico es por lo general, superior a la leche que se ordeña en clima calido

PDLA, Tomo V. (2003) describe que las vacas en producción pueden regular su temperatura corporal a rangos entre -1 a 23°C sin afectar la composición de la leche, temperaturas mayores a 23°C incrementan el consumo de agua, por tanto disminuyen el consumo de alimento, que influyen directamente en la composición de la leche.

PDLA, Tomo V. (2003) indica que una vez ordeñado higiénicamente la leche, debe ser enfriada inmediatamente y conservada en recipientes adecuados (Tachos o tanques) a temperaturas menores a 6°C por cualquier medio.

Trasporte de la leche

IBNORCA. EQNB -33013 (2004) indica que a partir del momento de obtención de la leche se la someterá a filtración y enfriamiento inmediato a una temperatura menor a 6°C; libre de neutralizantes, conservantes etc. Luego será transportada en recipientes completamente limpios y adecuados.

IBNORCA, EQNB – 33015 (2004) describe que el tiempo y temperatura de transporte deben ser tales que permitan transportar el producto a la lechería o al centro de recolección de una forma que reduzca al mínimo cualquier efecto nocivo para su inocuidad.

Magariños (2001) señala que cuando el recorrido del transporte se hace muy largos causa graves consecuencias sobre la calidad de la leche debido a la agitación prolongada y a la elevación de la temperatura.

Aristizabal (2003) indica que la recepción de la leche debe realizarse en lugares que estén protegidos de los rayos del sol para evitar el calentamiento de la leche y cuenten con la mayor higiene posible.

Pantoja (2003) señala que el aire y la tierra favorecen la contaminación de los alimentos desprotegidos al actuar como transportadores o vehículos de diversos contaminantes, ya que pueden trasladar gérmenes a los alimentos.

3 LOCALIZACIÓN

3.2 Ubicación geográfica

PDLA (2004) y Zonisig (1998) señalan que la cuenca lechera de la provincia Murillo está situada en el altiplano central y en la zona de cabecera de valle. El altiplano se encuentra a una altitud de 3975 m.s.n.m. y cabecera de valle de 2800-3000 m.s.n.m.

3.3 Características ecológicas

3.3.1 Clima

(Campero y Medina, 2004) El clima altiplánico está caracterizado por una estación lluviosa en verano, con alta variabilidad dentro y entre años en la distribución e intensidad de lluvias cuya irregularidad causa graves sequías. Las heladas son el principal factor limitante de la agropecuaria; pueden ocurrir todo el año. El riesgo disminuye a un 20 % en los meses de enero a diciembre. Sin embargo los valles presenta un menor riesgo de heladas.

CUADRO N° 5. Características climáticas de los dos pisos ecológicos en estudio.

Datos climáticos	Altiplano	Cabecera de Valle
Precipitación media anual (mm)	600	600 - 800
Temperatura media anual °C	7.1°C	17.5
Temperatura mínima °C	-1°	8
Humedad relativa anual %	60	75

Fuente: Zonisig (1998) y SENAMHI (2004).

3.3.2 Vegetación

Zonosig, (1998) señala que se identificaron 254 especies, distribuidas en 28 familias botánicas lo que demuestra una importante biodiversidad florística de las tierras altas. Las familias que incluyen el mayor número de especies son la *Gramineae* (36%) y *Compositae* (24%). Mucho menos representadas están las especies de las familias *Leguminosae* (5%), *Cyperaceae* (4%), *Juncaceae* (3%) y *Chenopodiaceae* (3%).

Campero y Medina, (2004) indica que la pradera nativa es la principal fuente de energía dietética, éste aporte es suplementado con *Medicago sativa* o *falcata*, *Hordeum vulgare* y *Avena sativa*. Los pastos tienden a florecer en los meses de febrero a marzo y la calidad del forraje en términos de disponibilidad de nutrientes cae considerablemente hasta el siguiente ciclo de crecimiento que se inicia con la próxima temporada de lluvias.

3.3.3 Ganadería

La única raza de bovino completamente adaptada a la Región del Altiplano es la Criolla. Para la producción de la leche son usados animales que combinan genes Criollo * Holstein o Pardo Suizo. Estos genotipos tienen producciones medias por lactancia de 1,500 litros y los últimos representan el 80 % de la población. (Campero y Medina, 2004)



Figura N° 1. Vaca Holstein * Criollo

Campero y Medina, 2004). La zona del valle se caracteriza por la ganadería, donde el hato promedio tiene una composición de 89 % de bovinos y 11% de ovinos.



Figura N° 2. Vaca Holstein

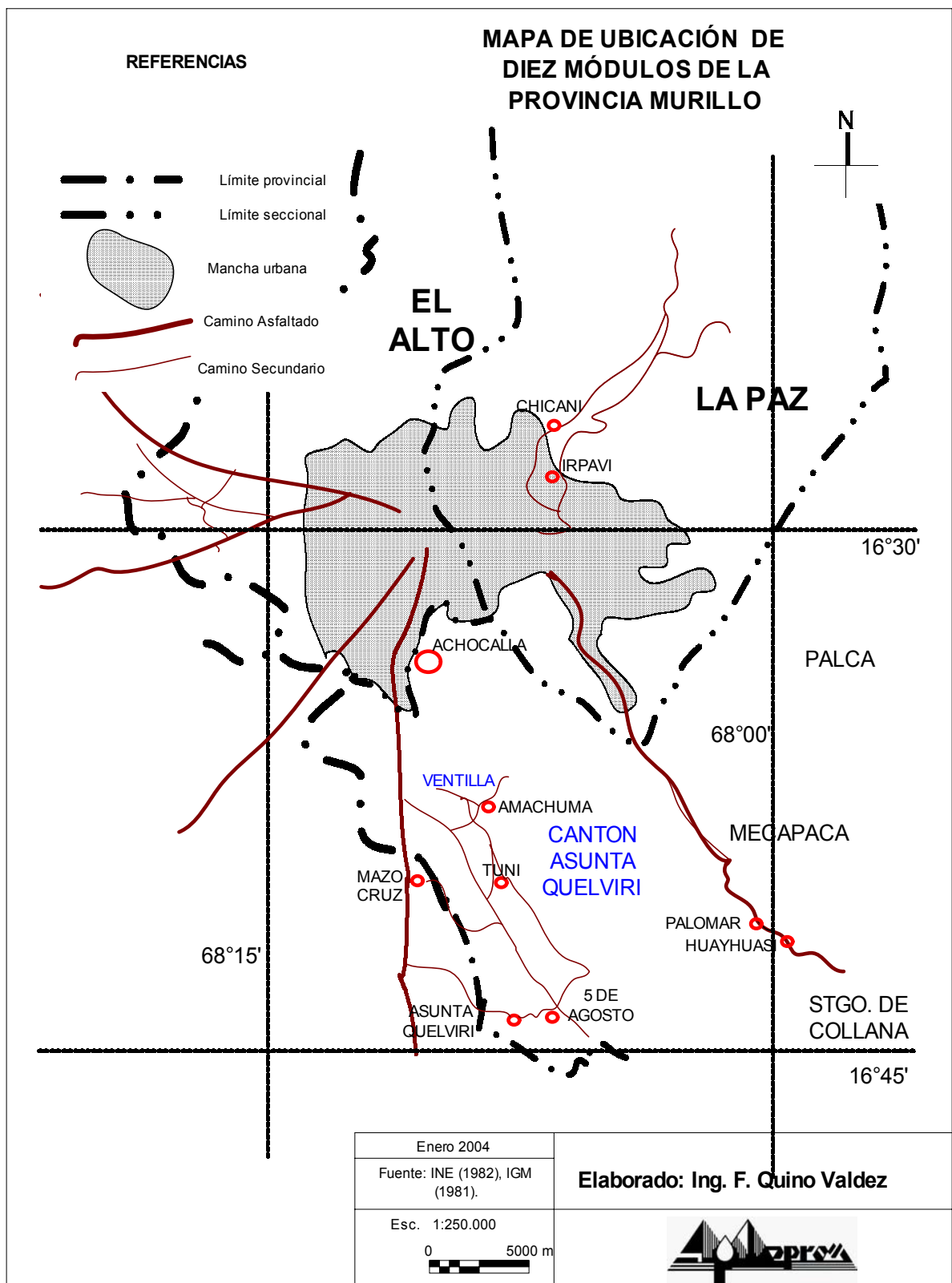


Figura N° 3. Mapa de ubicación de la Provincia Murillo

4. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1 Materiales.

El producto de estudio es la leche de ganado bovino (*Bos taurus*)

4.1.1 Materiales de campo.

- 1 Conservadora
- Frascos de 50ml
- 30 Frascos de 100ml
- 1 Termo - Lactodensímetro
- 1 Cucharón de 100 ml
- 1 Cronometro
- 1 Cámara fotográfica
- 1 Tablero

4.1.2 Materiales de Laboratorio.

- 20 Pipetas de 0.1, 0.5, 10 ml
- 1 Bureta de 250 cc
- 1 Soporte universal
- 1 Centrifugadora
- 4 Butiometro de Gerber de 8%
- 1 Caja de papel pH - metro
- 100 cajas petry
- 4 matraz Erlenmeyer de 50 ml
- 1 balanza Analítica
- 1 Estufa de 35°C
- 2 refrigerador de 4°C
- 1 Baño Maria de 44.5°C
- 1 Termómetro de -10 a + 200°C
- 2 Mecheros buncen
- 2 Asas bacteriológicas
- 200 Tubos de ensayo de 20 ml
- 40 Tubos de ensayo de 5 ml
- Gradillas de acero inoxidable
- 1 Hornilla
- 100 campanas Durham
- 4 Matraz aforado de 500, 250 ml
- 25 Frascos de 500 ml
- 1 Lector de colonias
- 1 estufa de esterilización 121°C
- 1 horno de secado de 55°C
- 1 Autoclave de vapor de 1,5 atm.
- 1 Refractómetro

4.1.3 Reactivos.

- 1 ½ Litro de ácido sulfúrico PA
- 1 Litro de Alcohol amilico PA
- 100 litros de agua destilada
- Hidróxido de sodio 0.1 N PA
- Fenoftaleina
- Azul de Metileno
- Telurito de potasio
- Cloruro de sodio
- Caldo Lauryl Sulfato
- Caldo Cerebro corazón
- Emulsión de yema de huevo
- Agua Peptonada
- Agar Plate Count
- Agar Baird Parker
- Plasma citratado

4.2 Metodología

El muestreo se efectuó en los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre en diez módulos: Amachuma, Tuni, 5 de Agosto, Asunta quellviri, Mazo Cruz, que pertenecen al altiplano y Achocalla, Chicani, Irpavi, Huayhuasi, Palomar pertenecientes a cabecera de Valle.

4.2.1 Condiciones de muestreo

Las muestras de leche se tomaron conociendo perfectamente la técnica apropiada y en condiciones higiénicas, en presencia de los presidentes modulares y productores que acopiaban en ese momento. Las muestras iban acompañadas por una planilla de muestreo firmada por el personal autorizado (anexo 5).IBNORCA NB-199 (1998)



Figura N° 4. Acopio de la leche en el módulo de Asunta Quellviri

4.2.2 Determinación del número de muestras

NB-199 IBNORCA (1998) Señala que el producto es suministrado en unidades voluminosas (Tachos de leche) el número de unidades tomadas al azar será el indicado en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 6. Número de unidades para la toma de muestra.

TOTAL DE UNIDADES DEL LOTE	UNIDADES TOMADAS AL AZAR
1	1
2 – 5	2
6 – 60	3
61- 80	4
81 – 100	5
Mas de 100	5, mas 1 por cada 100 unidades adicionales

Fuente: NB. 199 IBNORCA (1998).

El número de tachos muestreados para cada módulo fueron tres de acuerdo al cuadro N° 4. Para los diez módulos fueron treinta tachos y por cada mes se extrajeron treinta muestras de los diez módulos.

Se extrajeron, para el análisis microbiológico (una muestra de leche) y físico químico (una muestra de leche) obteniendo dos muestras de leche por cada tacho llegando a un total de 150 muestras para el análisis físico-químico y microbiológico de los diez módulos durante los cinco meses de estudio.

Para la extracción de la muestra, se homogenizó la leche con el cucharón durante 1 minuto, inmediatamente con el cucharón de acero inoxidable de 100ml de capacidad se extrajo la muestra en frascos de vidrio de 50 ml y 100 ml.



Figura N° 5. Extracción de muestra de leche del módulo Flor de leche.

Según NB-199 IBNORCA (1998) se utilizaron 30 frascos de 50 ml y 30 frascos de 100 ml de capacidad los cuales tenían tapas de metal con cierre a rosca y revestido interiormente con un material impermeable. La esterilización de los frascos y el cucharón de muestreo se realizó exponiendo por 4 hrs. a una temperatura de 121 °C, y su posterior almacenado hasta el día del muestreo.

Las muestras se llevaron al laboratorio sin utilizar ninguna sustancia conservadora. Durante el transporte las muestras se mantuvieron protegidas de la luz en una conservadora a una temperatura de 6 a 8 °C.

4.2.3 Procedimiento experimental

El presente ensayo considero de mayor importancia el estudio de la calidad de la leche en 10 diferentes módulos y dos pisos ecológicos (Altiplano y Cabecera de Valle) en el tiempo de cinco meses por lo que se estableció un diseño Jerárquico trifactorial con factores anidados y cruzados.

Factores:

A	(Pisos ecológicos)	.....	Fijos.....	Cruzado
B	(Tiempo)	.....	Fijos.....	Cruzado
C	(Módulos)	.....	Fijos.....	Anidado
r	(Tachos muestreados)	.....	Fijos	

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma(\alpha)_{k(i)} + (\alpha\beta)_{(ij)} + \varepsilon_{ijk}$$

X_{ijk} =Una observación cualquiera

μ =Media general

α_i =Efecto del i-ésimo piso ecológico

$\beta_j =$ =Efecto del j-ésimo tiempo en meses

$\gamma(\alpha)_{k(i)}$ = Efecto del K-esimo módulo anidado en pisos ecológicos

$(\alpha \times \beta)_{ij}$ =Interacción del i-ésimo piso ecológico con la j-ésimo tiempo

ε_{ijk} = Error experimental

Calzada (1982) y la prueba de Duncan.

4.2.4 Variables de Respuesta físico – químicas

4.2.4.1 Determinación del porcentaje de ácido láctico (%AL)

El análisis de acidez utilizando el método de titulación, se realizó en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la facultad de Agronomía, según NB. 229 IBNORCA (1998). Anexo 6

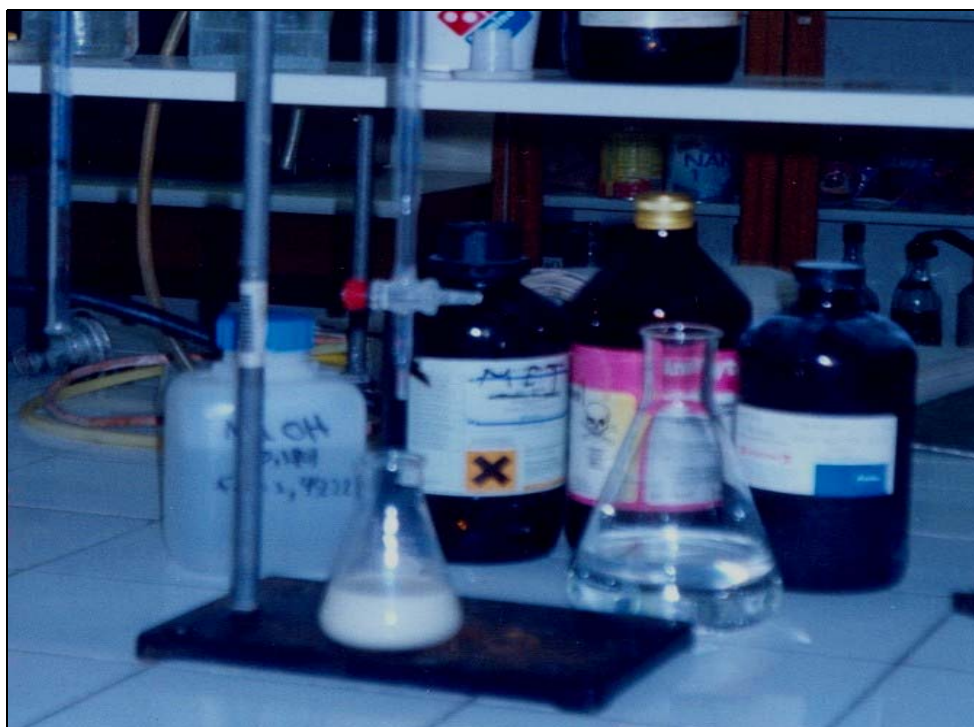


Figura N° 6. Determinación del ácido láctico (método de titulación)

4.2.4.2 Determinación de sólidos totales (%ST)

El análisis de sólidos totales se realizó en el laboratorio de la facultad de Agronomía, mediante la lectura directa del refractómetro según NB. 231 IBNORCA (1998). Anexo 7

4.2.4.3 Determinación del porcentaje de grasa (%G)

El %grasa se realizó en el laboratorio de la facultad de Agronomía, utilizando el método de Gerber según NB. 228 IBNORCA (1998) Anexo 8

4.2.5 Variables de Respuestas microbiológicas

Los análisis microbiológicos de mesofilas aeróbicas, Staphylococcus aureus y coliformes fecales se realizaron en los laboratorios del Gobierno Municipal de La Paz, dirigido y supervisado por la Dr. Eida Maria Cordeiro, responsable del área de microbiología.

4.2.5.1 Recuento de mesofilas aerobias en unidades formadoras de colonias (ufc/ml)

El recuento de mesofilas se realizó mediante el método de placas y sembrado en profundidad según Cordeiro (2000). Anexo 9

4.2.5.2 Recuento de Staphylococcus aureus en unidades formadoras de colonias (ufc/ml)

El recuento de Staphylococcus aureus se realizó mediante la metodología en placas y sembrado en superficie, según Cordeiro (2000). Anexo 10

4.2.5.3 Recuento de coliformes fecales por el método del número más probable (NMP/ml)

Se realizó mediante el método del Número Más Probable utilizando tubos de ensayo según Cordeiro (2000). Anexo 11

5 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos durante el ensayo en cuanto a condiciones climáticas y variables de respuesta se detallan a continuación.

5.1 Temperaturas máximas y mínimas de cabecera de valle y altiplano.

De acuerdo a la figura N° 7 las temperaturas registradas presentan una variación entre pisos ecológicos, en los meses de julio, agosto y octubre (altiplano) y julio (cabecera de valle), cuyas temperaturas mínimas son menores a -1°C . La temperatura máxima de 24.5°C se registro en cabecera de valle que está fuera del rango de producción de leche según PDLA, Tomo V. (2003) que señala que las vacas en producción pueden regular su temperatura corporal a rangos entre -1 a 23°C sin afectar la composición de la leche, temperaturas mayores a 23°C incrementan el consumo de agua, por tanto disminuyen el consumo de alimento, e influyen directamente en la composición de la leche.

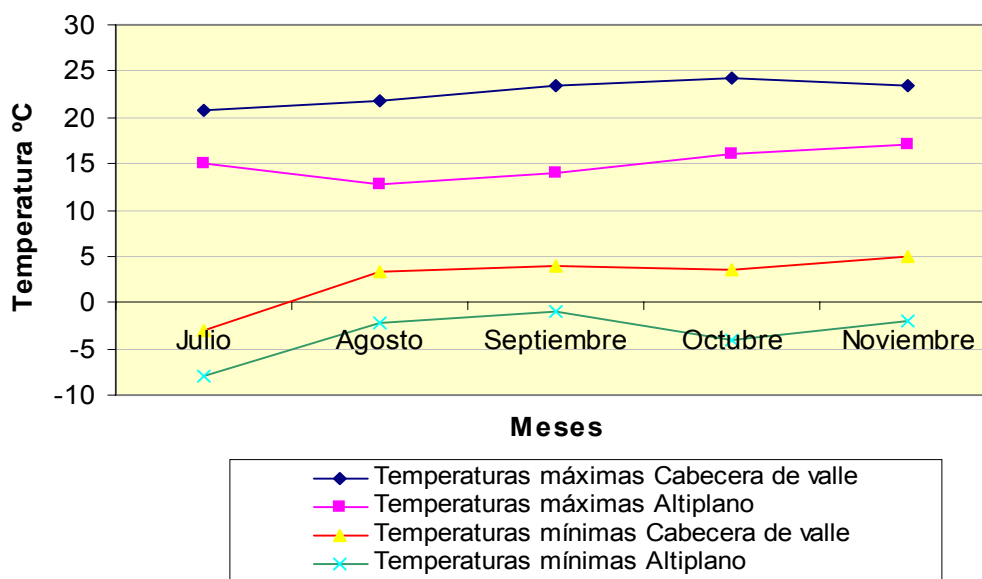
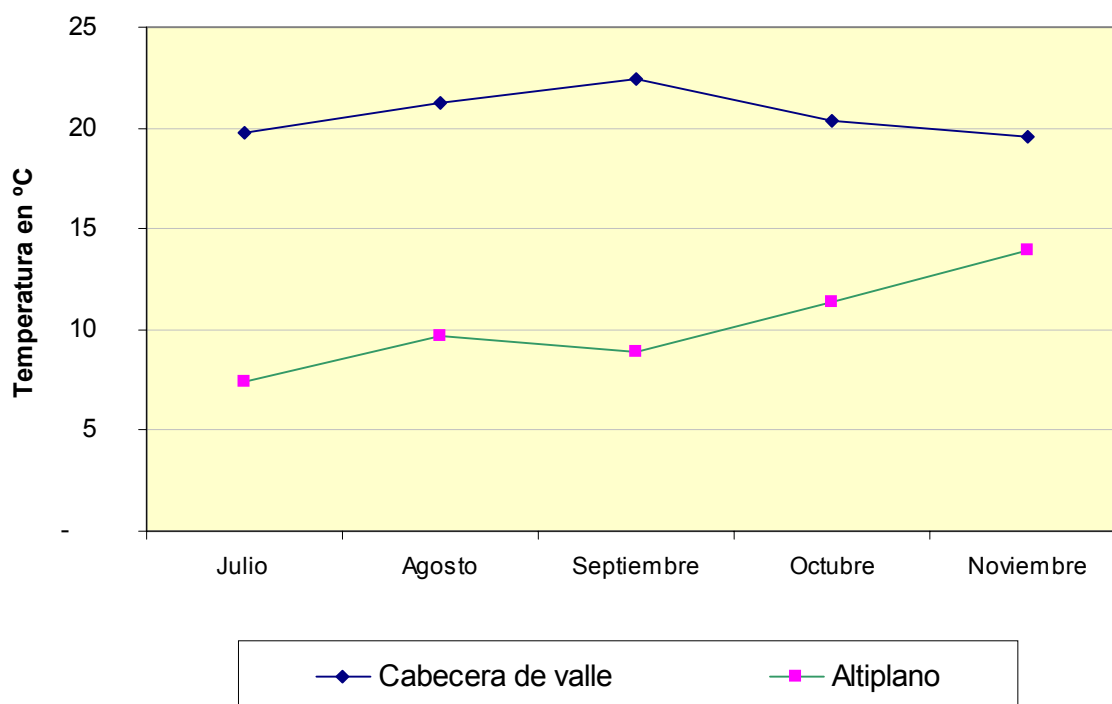


Figura N° 7. Temperaturas máximas y mínimas registradas del medio ambiente durante el desarrollo del estudio, gestión 2004

5.2 Temperatura de recolección de la leche

En la figura N° 8 se puede observar que las temperaturas registradas durante el desarrollo del ensayo se hallan fuera de los rangos descritos por IBNORCA. EQNB-33015(2004), y PDLA, Tomo V. (2003), que señalan que la temperatura de recolección debe ser menor a 6°C.

Una vez ordeñada higiénicamente la leche, debe ser enfriada inmediatamente y conservada en recipientes adecuados (Tachos o tanques) a temperaturas menores a 6°C por cualquier medio, en ningún caso la refrigeración de la leche mejora su calidad, pero si reduce la proliferación o multiplicación de microorganismos y con ello prolonga su valor comercial. Al respecto Copa (1998) señala que la finalidad del enfriamiento de la leche es mantener su calidad o valor alimenticio hasta el momento de ser utilizada o transformada.



F

Figura N° 8. Temperaturas registradas durante la toma de muestras de los módulos pertenecientes a los dos pisos ecológicos.

5.3 Características físico – químicas y microbiológicas de la leche producida en los módulos de los dos pisos ecológicos de la provincia Murillo.

En el cuadro N° 7 se puede observar que los resultados del análisis físico-químico, presenta datos que se encuentran dentro de, los rangos establecidos por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), para leche cruda y fresca y por las normas exigidas por PIL Andina.

Los resultados microbiológicos obtenidos del estudio sobrepasan los límites de la norma peruana y boliviana con respecto a las variables de *Staphylococcus aureus*, coliformes fecales y mesofilas. Células somáticas esta dentro los rangos exigidos por la norma boliviana y PIL Andina.

Cuadro N° 7. Resultados de media, mínimo y máximo de las características físico-químico y microbiológicas de la leche recolectada en diez módulos.

Análisis	Media	Mínimo	Máximo
Mesofilos *ufc/ml	1.183.393	648.417	1.845.667
Coliformes fecales **NMP	15.101	8.582	21.620
Staphylococcus aureus ufc/ml	17.383	11.950	21.734
Células Somáticas cel/ml	314.855	171.765	511.701
%Ácido Láctico	0,18	0,15	0,21
% Grasa	3,9	2,9	4.8
% de ST	10.05	9	12

*ufc/ml (unidades formadoras de colonias por ml). ** NMP (número más probable).

Asimismo la leche producida por los módulos tiene un avance positivo en las características físico-químicas. En microbiología obtenemos un avance negativo comparando con los estudios realizados en los años 2002 y 2003. Los resultados de las variables de respuesta se analizaran de manera independiente, variable por variable.

5.4 Variables físico – químicas

5.4.1 Porcentaje de ácido láctico (%AL)

Para evaluar la variación del % AL por efecto de los pisos ecológicos y el tiempo, se realizó el análisis de varianza, cuadro 6.

Cuadro N° 8. Análisis de varianza para el porcentaje de ácido láctico (%AL).

FV	GL	F	Prob > F	Nivel de Significación
Pisos ecológicos	1	44.34	< 0.0001	** (Altamente significativo al 1%)
Tiempo (cinco meses)	4	1.20	0.3137	Ns (No significativo)
Módulos *(piso ecológicos)	8	2.73	0.0081	** (Altamente significativo al 1%)
Piso ecologicos * tiempo	4	2.20	0.0726	Ns (No significativo)

C.V. = 5.46%

De acuerdo al Análisis de Varianza del cuadro N° 8, existe diferencias altamente significativas entre pisos ecológicos (altiplano y cabecera de valle) y entre módulos dentro de pisos ecológicos, sin embargo durante el tiempo de estudio de cinco meses y en la interacción de pisos ecológicos * tiempo la diferencia es no significativa. El coeficiente de variación de 5.26% es de magnitud aceptable que otorga la confiabilidad de los datos obtenidos.

Las diferencias altamente significativas del %AL en los dos pisos ecológicos y entre módulos dentro de pisos ecológicos se atribuyen a los cambios de temperatura del medio ambiente que varía desde los -5°C a 20°C, la higiene durante y después del ordeño, al transporte, al acopio y principalmente a la temperatura de recolección de la muestra que varía de 8°C a 22°C.

5.4.1.1 Porcentaje de ácido láctico para pisos ecológicos

La Figura N° 9 muestra que la leche del altiplano 20 hrs. aproximadamente después del ordeño de la mañana más el ordeño de la tarde presenta una acidez del 0.18% en el piso del altiplano y de 0.19% en el piso de cabecera de valle. Estos resultados son mayores a la acidez de la leche obtenida en los estudios realizados por PDLA (2002), con 0.16 % AL y APLEPROM (2003) el 0.17% AL.

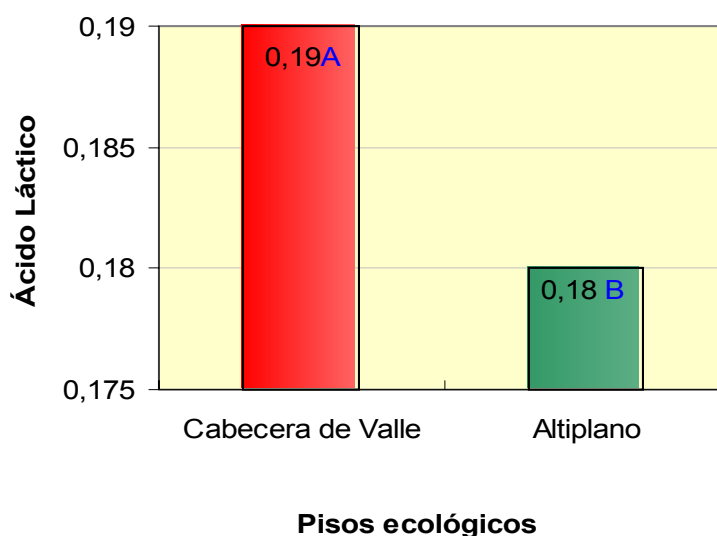


Figura N° 9. Porcentaje de ácido láctico para pisos ecológicos.

Los factores que pueden atribuirse a las diferencias del % AL con respecto al altiplano y cabecera de valle son las temperaturas máximas y mínimas que caracterizan a cada piso ecológico, y a la temperatura de recolección de la leche, debido que el altiplano muestra una media de 10.2 °C y cabecera de valle una media de 20.6 °C (Anexo 9), Las cuales son temperaturas muy elevadas con respecto a los recomendados por el PDLA, Tomo V. (2003) que recomienda una temperatura menos a 6°C para obtener un producto de calidad.

La higiene es otro factor que influye en la variación del porcentaje de acidez.

En el piso ecológico de cabecera de valle se realiza el ordeño, almacenamiento, transporte y acopio de la leche fresca en condiciones higiénicas no aceptables al respecto, Aristizabal (2003), indica que la recepción de la leche debe realizarse en lugares que estén protegidos y que cuenten con la mayor higiene posible y Pantoja (2003), establece que el aire y la tierra favorecen en la contaminación de los alimentos, y de esta manera se incrementa el % de ácido láctico.

El piso ecológico del altiplano presenta infraestructuras adecuadas y condiciones higiénicas poco favorables durante el ordeño, transporte y acopio de la leche.

Los resultados de 0.18 %AL (piso del altiplano) y 0.19 %AL (piso de cabecera de valle) con respecto a los estudios del 2002 y 2003 son mayores. Pero estas diferencias no indican que la producción de leche en los dos pisos ecológicos tenga un retroceso, por que las muestras no se tomaron en las mismas condiciones principalmente en lo que se refiere al tiempo y hora de ordeño, como señalan PDLA y APLEPROM.

Asimismo comparando los dos pisos ecológicos, el altiplano con 0.18% AL presenta menor acidez que la leche producida en cabecera de valle de 0.19% AL.

5.4.1.2 Porcentaje de ácido láctico entre módulos dentro pisos ecológicos

La Figura N° 10 muestra las diferencias entre los módulos dentro pisos ecológicos. Las variaciones se atribuyen a las condiciones de higiene en el ordeño, transporte y el enfriamiento de la leche.

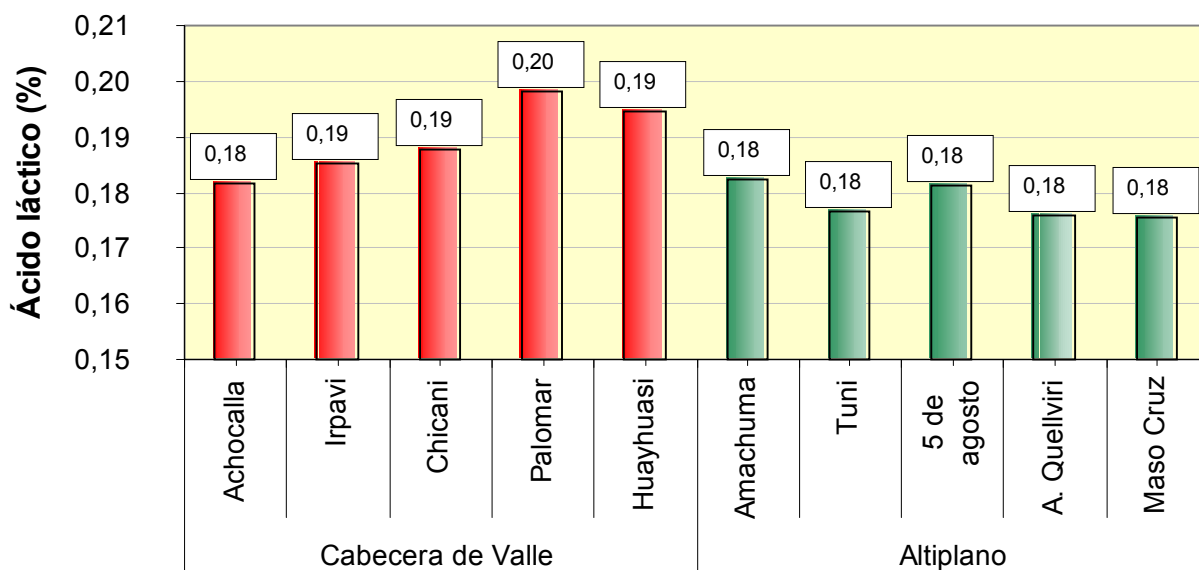


Figura N° 10. Porcentaje de ácido láctico entre módulos.

La norma boliviana exige de 0.14 a 0.18 %AL y PIL Andina La Paz establece de 0.14 a 0.18 %AL, como aceptable y de 0.185 a 0.22 como mala.

En los módulos de Palomar, Huayhuasi, Chicani, Irpavi que pertenecen al piso de cabecera de valle con un rango de 0.19 a 0.20% AL se encuentran fuera de las normas bolivianas y PIL Andina donde solamente Achocalla se encuentra dentro los rangos exigidos por las normas bolivianas y por PIL Andina; Amachuma, tuni, 5 de agosto, Asunta Quellviri y Mazo cruz con 0.18% AL se hallan dentro los rangos exigidos por las normas bolivianas y PIL Andina.

Estas diferencias entre módulos es producto de la higiene en el ordeño, transporte, y temperaturas inadecuadas de enfriamiento de la leche. Palomar, Chicani, Irpavi y Huayhuasi presenta una temperatura de almacenamiento de acopio de 20°C en tanto Achocalla, Mazo-cruz, Amachuma, Tuni, 5 de Agosto y Asunta-Quellviri presenta una temperatura de 10°C. que se aleja de la exigida por la norma boliviana la cual es de 6°C de enfriamiento.

5.4.2 Porcentaje de sólidos totales (%ST)

El Análisis de Varianza presentada en el de cuadro N° 9, indica que la variable de %ST, obtuvo resultados altamente significativos entre pisos ecológicos y entre módulos dentro piso ecológico con respecto a los factores tiempo y la intersección entre piso * tiempo muestran diferencias no significativas. El coeficiente de variación de 6.72% otorga la confiabilidad de los datos obtenidos durante el análisis de leche.

Cuadro N° 9. Análisis de varianza para el porcentaje de sólidos totales (%ST).

FV	GL	F	Prob > F	Nivel de significación
Pisos ecológicos	1	69.67	< 0.0001	** (Altamente significativo al 1%)
Tiempo (cinco meses)	4	1.78	0.1370	ns (No significativo)
Módulo *(pisos ecológicos)	8	3.29	0.0019	** (Altamente significativo al 1%)
Pisos ecológicos * tiempo	4	0.86	0.4923	ns (No significativo)

C.V. = 6.72%

Las diferencias altamente significativas en el %ST en los dos pisos ecológicos de cabecera de valle y altiplano y en el factor de módulos dentro pisos ecológicos se atribuyen a la amplitud térmica, alimentación y a la raza que caracterizan a los módulos de cada piso ecológico.

5.4.2.1 Porcentaje de sólidos totales para pisos ecológicos

La figura N° 11 muestra que los pisos ecológicos presentan una diferencia altamente significativa, el altiplano logra valores del 10.5 %ST diferenciándose de cabecera de valle que obtuvo el valor de 9.6 %ST.

PDLA (2003) determina el 11.1 % ST en el altiplano y el 13.05 % ST en cabecera de valle. Al respecto Rojas (2001) señala que el %ST de la leche en el altiplano paceño de la provincia Aroma es de 10% mínimo a 13% máximo en época húmeda y de estiaje.

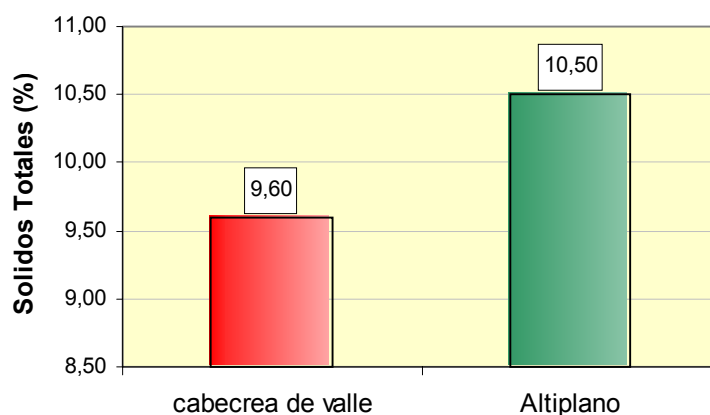


Figura N° 11 Porcentaje de sólidos totales para pisos ecológicos.

Cabecera de valle con 9.6 %ST y altiplano con 10.5 %ST , son resultados de cinco meses de estudio del ordeño de la mañana más el ordeño de la tarde. La leche del ordeño de la mañana presenta mayor %G que la leche de la tarde y esto varía de acuerdo al intervalo que transcurre entre ordeños que cada productor perteneciente a cada piso ecológico realiza. Al respecto Santos (1998), indica, si transcurren intervalos largos entre los ordeños se obtiene una mayor producción de leche, que es menos rica en materia grasa; por el contrario la leche contiene más grasa y es menos abundante si los intervalos entre las ordeñas son cortos.

El cambio de temperatura durante los meses de estudio influye en la variación del %ST como lo indica PDLA, Tomo V. (2003), que las vacas en producción pueden regular su temperatura corporal a rangos entre -1 a 23°C sin afectar la composición de la leche, temperaturas mayores a 23°C incrementan el consumo de agua, por tanto disminuyen el consumo de alimento, que influyen directamente en la composición de la leche.

Otro factor que influye en la variación del %ST entre los dos pisos ecológicos es la característica de la alimentación que cada productor ofrece a su animal, de acuerdo a la época, a la disponibilidad del alimento y la economía, al respecto Campero y Medina (2004) indica que en el valle la pradera nativa es la principal fuente de energía, éste aporte es suplementado con *Medicago sativa* o *falcata*, *Hordeum vulgare* y *Avena sativa*. El valle se caracteriza por el alimento fresco y el altiplano por el alimento henificado y con una producción menor al valle.

Santos (1998) señala que la raza es un factor importante en la producción y composición de la leche, el rendimiento anual de una raza respecto de otra puede ser el doble o el triple. Según el cuadro N° 3 en cabecera de valle tenemos el 94% de población de raza Holstein y el altiplano tiene 60.7%, y el resto son criollos o Pardo Suizo, al respecto Campero y Medina (2004) menciona que la única raza de bovino completamente adaptada a la Región del Altiplano es el Criollo. Para la producción de la leche son usadas animales que combinan genes Criollo * Holstein o Pardo Suizo. Y el cuadro N° 2 describe que la raza criolla tiene el 14.4% ST y la raza Holstein el 12.7 %ST. Cuyos datos respaldan las diferencias entre los dos pisos ecológicos.

5.4.2.2 Porcentaje de sólidos totales entre módulos dentro de pisos Ecológicos

La alimentación y la raza tiene estrecha relación con la densidad de la leche y ésta a su vez tiene una relación directa con el %ST como indica el cuadro N° 10

Cuadro N° 10 Densidad en g/cc de leche fresca en la Provincia Murillo

CABECERA DE VALLE					ALTIPLANO				
Achocalla	Irpavi	Chican	Palomar	Huayhuasi	Amachuma	Tuni	5 de Ag.	Asunta Q.	Mazo C.
1.030	1.029	1.028	1.028	1,030	1,030	1.030	1,030	1.032	1.032

Fuente: Propia (2004).

IBNORCA EQNB-3013 (2004) señala que la densidad de la leche es el resultado de agua, grasa, lactosa, caseína, albúmina de las sales minerales, el cual junto al %ST permite reconocer si la leche a sido adulterada, una leche normal tiene de 1.029 a 1.033g/cc cuando se encuentra por debajo es aguada y si es mayor la leche a sido descremada existiendo un doble fraude.

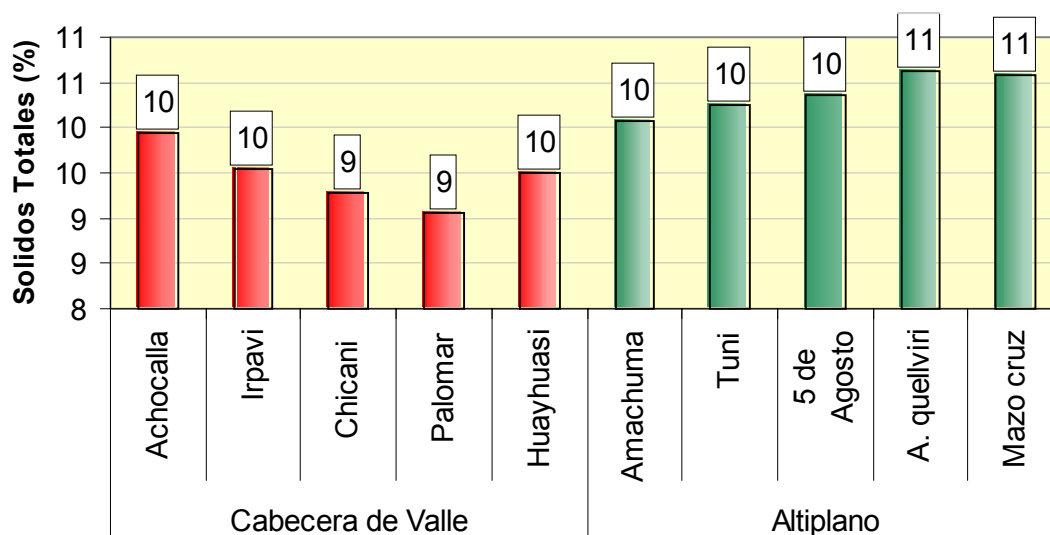


Figura N° 12. % ST entre módulos para pisos ecológicos.

La leche producida en el altiplano con 10.5 %ST y cabecera de valle con el 9.6 %ST se encuentran fuera de la norma exigida y establecida por IBNORCA EQNB - 33013 (2004) que indica que el %ST aceptada por la norma boliviana es de 10.8 %.

La figura N° 12 indica que los módulos de cabecera de valle: Achocalla, Irpavi, Huayhuasi, tiene el 10% ST y Chicani Palomar con 9% ST estarían dentro el rango de adulteración. Los módulos del altiplano: Amachuma, Tuni, 5 de Agosto quedarían dentro los rangos de adulteración con el 10% ST y Asunta Quellviri y Mazo-Cruz con el 11% ST, les daría una clasificación de leche de buena calidad según la norma boliviana.

5.4.2.3 Porcentaje de sólidos totales para pisos ecológicos durante cinco cinco meses de estudio

La prueba de Duncan el %ST indica que existen diferencias entre los dos pisos ecológicos durante el tiempo de cinco meses (julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre) como se muestra en la figura N° 13. La variación del %ST tiene una estrecha relación con las temperaturas ambientales registradas durante el estudio.

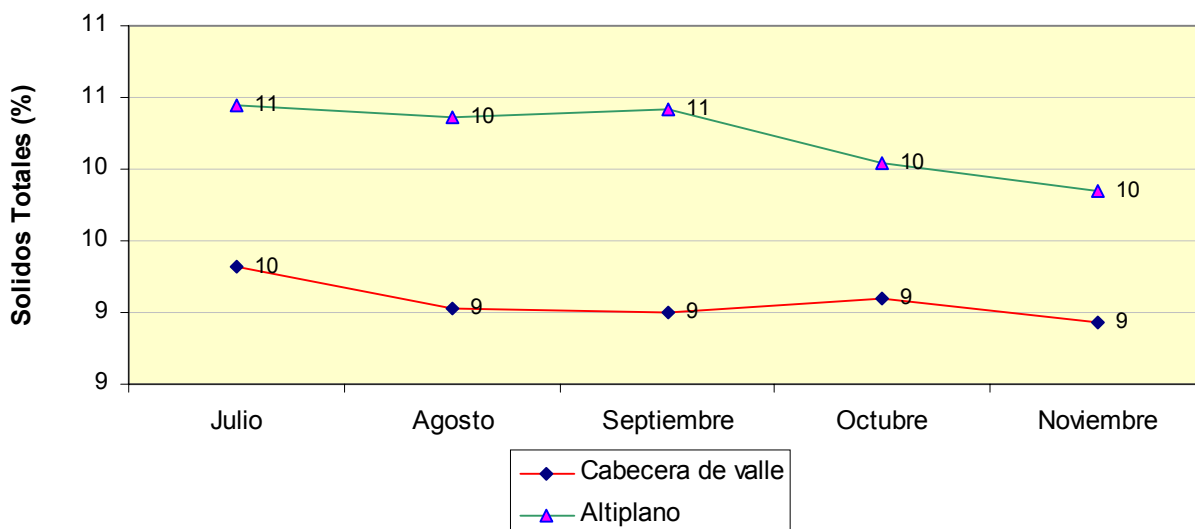


Figura N° 13 %ST para pisos ecológicos durante el tiempo de cinco meses

Otro factor que influye directamente en el %ST es la alimentación y suplementos ofrecida a los animales productores de leche para mejorar la calidad del producto, la mala alimentación trae como consecuencia resultados de %ST fuera de los rangos exigidos por la norma boliviana al respecto PDLA, Tomo V. (2003) señala que los sólidos de la leche están constituidos por la grasa, lactosa, proteínas, minerales etc. Y Santos (1998) señala que la insuficiencia o ausencia de celulosa o paja en el régimen de vegetales verdes, tiernos y concentrados, provoca un descenso en el contenido graso y extracto seco (%ST).

5.4.3 Porcentaje de grasa (%G)

Cuadro N° 11. Análisis de varianza para el porcentaje de grasa (%G).

FV	GL	F	Prob > F	Nivel de significación
Pisos ecológicos	1	84.15	< 0.0001	** (Altamente significativo al 1%)
Tiempo (cinco meses)	4	2.29	0.0636	ns (No significativo)
Módulo* (pisos ecológicos)	8	1.61	0.1270	ns (No significativo)
Pisos ecológicos * tiempo	4	1.39	0.2425	ns (No significativo)

C.V. = 12.8%

El cuadro N° 11 señala que el Análisis de Varianza para el %G, en los pisos ecológicos adquirieron alta significancia al 1%, y en el tiempo de cinco meses, módulos dentro pisos ecológicos y en la interacción de pisos ecológicos por tiempo no existen diferencias estadísticas. El coeficiente de variación de 12.8% otorga la confiabilidad de los datos obtenidos durante el análisis de leche.

Las diferencias altamente significativas se atribuyen principalmente a las temperaturas ambientales, al alimento y la raza que caracteriza a cada piso ecológico, y el %G presenta una estrecha relación con el porcentaje de sólidos totales y con la producción que cada bovino lechero tiene en cabecera de valle y altiplano.

5.4.3.1 Porcentaje de grasa para pisos ecológicos

Los resultados de la Prueba de Duncan evidencia la existencia de diferencias entre pisos ecológicos, los contrastes en los resultados del %G entre cabecera de valle de 2.9% y altiplano de 3.6%.

PDLA (2002) indica que en el mes de julio obtuvo el 2.6 %G (altiplano) y PDLA (2003) determina el 3.4 %G (altiplano) y el 3.05 %G (cabecera de valle), realizado en el mes de noviembre solamente del ordeño de la mañana.

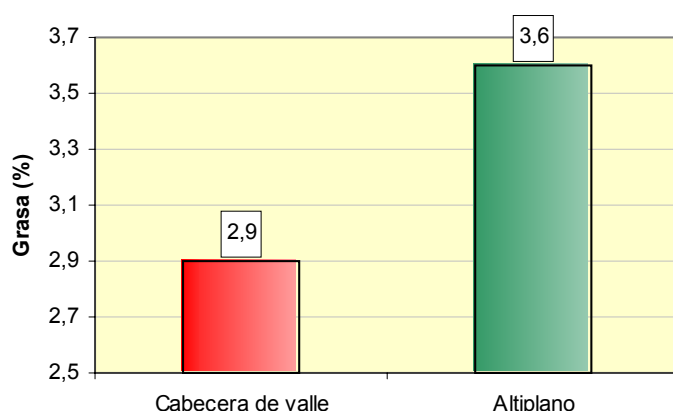


Figura N° 14. Porcentaje de grasa (%G) para pisos ecológicos.

De acuerdo a estas referencias, los resultados del %G en el año 2004 presenta el 3.6% lo que nos indica un progreso respecto a la producción de leche, frente a los años anteriores 2002 y 2003.

El adelanto positivo del presente estudio respecto al porcentaje de grasa se atribuye a que los resultados se obtuvieron del promedio de cinco meses de estudio de junio a noviembre, tiempo que se considera como época seca donde baja la producción de leche e incrementa el porcentaje de grasa. Esta diferencia es más notoria en el piso ecológico del altiplano.

La raza de la vaca es un factor muy importante en la composición de la leche en el Cuadro N° 4 se aprecia claramente que el %G varía de acuerdo a la raza. Cuadro N° 3 muestra las poblaciones de razas de bovinos lecheros en los pisos de cabecera de valle y altiplano; al respecto PDLA, Tomo V. (2003) indica que la raza Holstein produce mayores volúmenes de leche/día y lactancia con 3.5% de grasa, mientras, que las razas Pardo Suizo y Criolla, producen menores volúmenes de leche por día y lactancia pero con altos contenidos de grasa que sobrepasa el 4.0%.

La alimentación que cada productor perteneciente a los diferentes módulos ofrece a su animal, varía e influye directamente en la diferenciación de los resultados entre los pisos ecológicos, al respecto Santos (1998) señala que la insuficiencia o ausencia de celulosa o paja en el régimen de vegetales verdes, tiernos y concentrados, provoca un descenso en el contenido graso, debido a que la fermentación en el rumen es defectuosa y disminuye la producción de ácido acético y otros ácidos volátiles que son principales formadores de ácidos grasos.

5.4.3.2 Porcentaje de grasa entre módulos dentro pisos ecológicos

Mediante la prueba de Duncan el %G presenta diferencias, figura N° 15

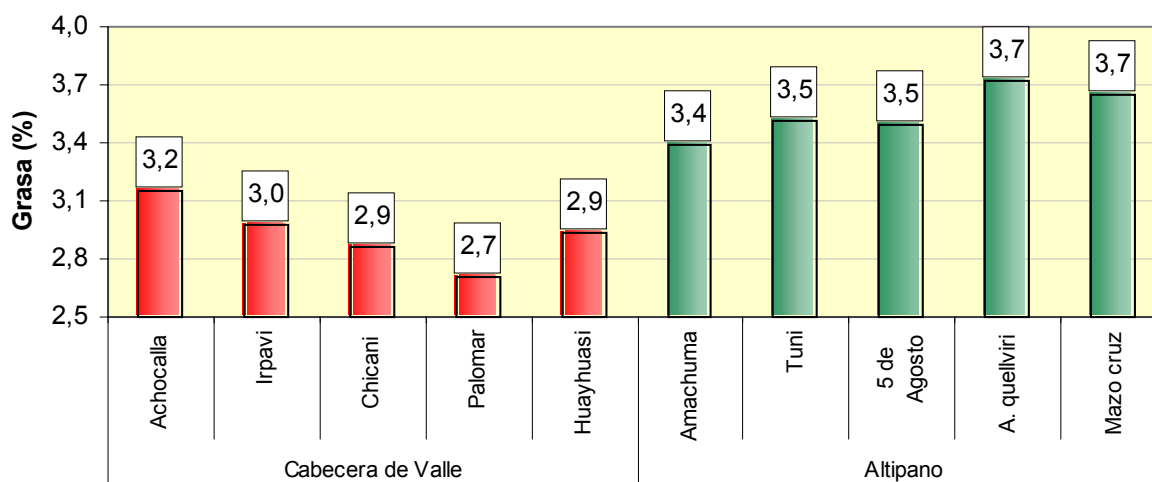


Figura N° 15. Porcentaje de grasa (%) entre módulos para pisos ecológicos.

Según IBNORCA, EQNB-33013 (2004), el %G aceptada por la norma boliviana es de 2.6 % como mínimo y Achá (2004) señala que la escala de clasificación del %G es de 4.74 a 5% como excelente, 4.0 a 4.70 muy buena, 3.05 a 3.95 buena, 2.0 a 3.0 regular. Por tanto, los resultados del presente estudio en el pisos ecológico del altiplano se encuentra calificada por Pil Andina como buena con 3.6 %G y la de cabecera de valle como regular con 2.9%G.

La figura N° 16 nos indica que existe una variación significativa entre cada módulo, Según la Norma boliviana la leche producida en los diez módulos de la provincia Murillo se encuentran dentro, los rangos de leche de buena calidad.

Según las normas exigidas por PIL Andina ningún módulo que produce leche de la provincia Murillo es calificado como excelente y muy bueno. La leche que producen los módulos del altiplano son calificados como leche buena con un rango de 3.05 %a 3.95 %G y los módulos de cabecera de valle como leche regular con 2 a 3 %G con excepción del módulo de Achocalla que tiene 3.2 %G calificándose como leche buena.

Las diferencias del porcentaje de grasa se debe principalmente a la alimentación, intervalos de ordeño y raza Santos (1998) indica, si transcurren intervalos largos entre las ordeñas se obtiene una mayor producción de leche, que es menos rica en materia grasa; por el contrario la leche contiene más grasa y es menos abundante si los intervalos entre las ordeñas son cortos y PDLA (1999) menciona que es importante realizar un ordeño total y rápido, aumentando la grasa a medida que se va ordeñando. La primera leche ordeñada puede contener solamente el 1% de grasa y la última puede llegar a contener hasta el 13% a 15% de grasa.

Santos (1998) señala que la raza es un factor importante en la producción y composición de la leche, el rendimiento anual de una raza respecto de otra puede ser el doble o el triple.

5.4.3.3 Porcentaje de grasa entre pisos ecológicos durante cinco meses de Estudio.

El Análisis de Varianza en el cuadro 11 no presenta diferencias significativa, sin embargo la prueba de Duncan nos muestra que si existen diferencias en el %G para el tiempo de cinco meses, en los dos pisos ecológicos.

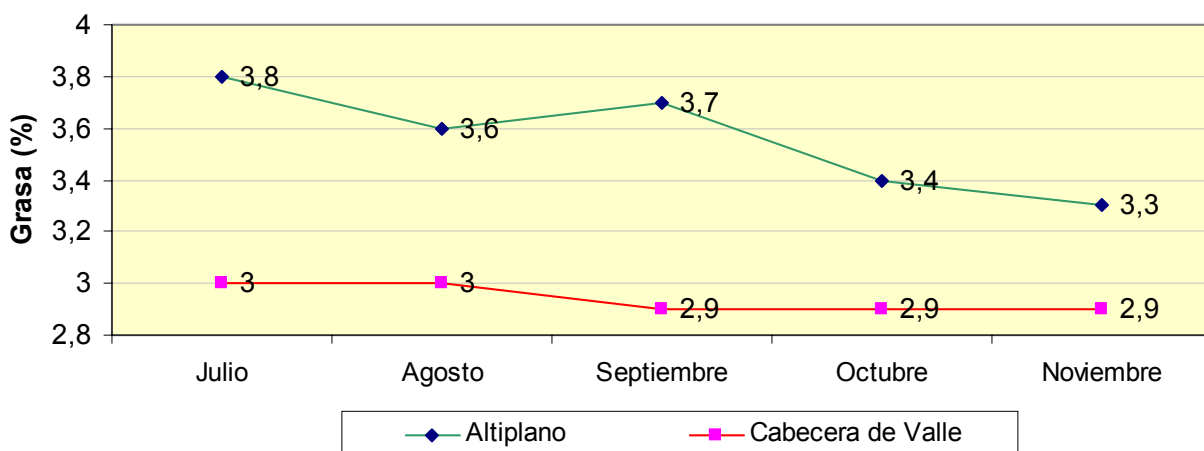


Figura N° 16 Porcentaje de grasa (%G) para pisos ecológicos durante el tiempo de cinco meses.

La variación decreciente desde el mes de julio a noviembre, existente en el piso ecológico del altiplano se debe a factores climáticos según PDLA, Tomo V. (2003) describe que en la época de lluvia donde existe abundante forraje verde, la producción de la leche aumenta, y el contenido de la grasa de la leche tiende a disminuir lo cual ocurre en los meses de octubre con 3.4% G y noviembre con 3.3% G , mientras que en la época seca, donde no hay forraje verde la producción de la leche baja y aumenta la grasa. Como se puede observar en la figura N° 16 donde en el mes de julio tenemos de 3.8% G, agosto 3.6% G y nuevamente sube en septiembre a 3.7% G.

El piso de cabecera de valle no presenta una variación muy extrema, en los meses de julio y agosto mantiene el 3% G y en septiembre, octubre, noviembre con el 2.9% de grasa sin embargo al igual que el piso ecológico del altiplano, presenta un comportamiento decreciente ya que en los meses de julio y agosto tenemos menor producción de leche en relación a septiembre, octubre y noviembre, al respecto PDLA Tomo V. (2003) indica que a mayor producción de leche, menor el contenido de grasa en la leche y a menor producción de leche mayor contenido de grasa en la leche.

La temperatura del medio ambiente influye directamente en el comportamiento de grasa durante los meses de julio agosto, septiembre, octubre y noviembre como se muestra en la Figura N° 16 y en la figura N° 17 donde comparando se observa que la grasa actúa en relación a la temperatura ambiente en el piso ecológico del altiplano y cabecera de valle.

5.4.3.4 Escala del precio en relación al porcentaje de grasa de leche cruda por kilo de leche (PIL Andina)

Según Rojas (2001) el precio de la leche tiene una relación directa con el %G en la leche fresca o cruda como se muestra en la Figura N° 17. A mayor contenido de grasa mayor será el pago que perciban por cada litro de leche los productores.

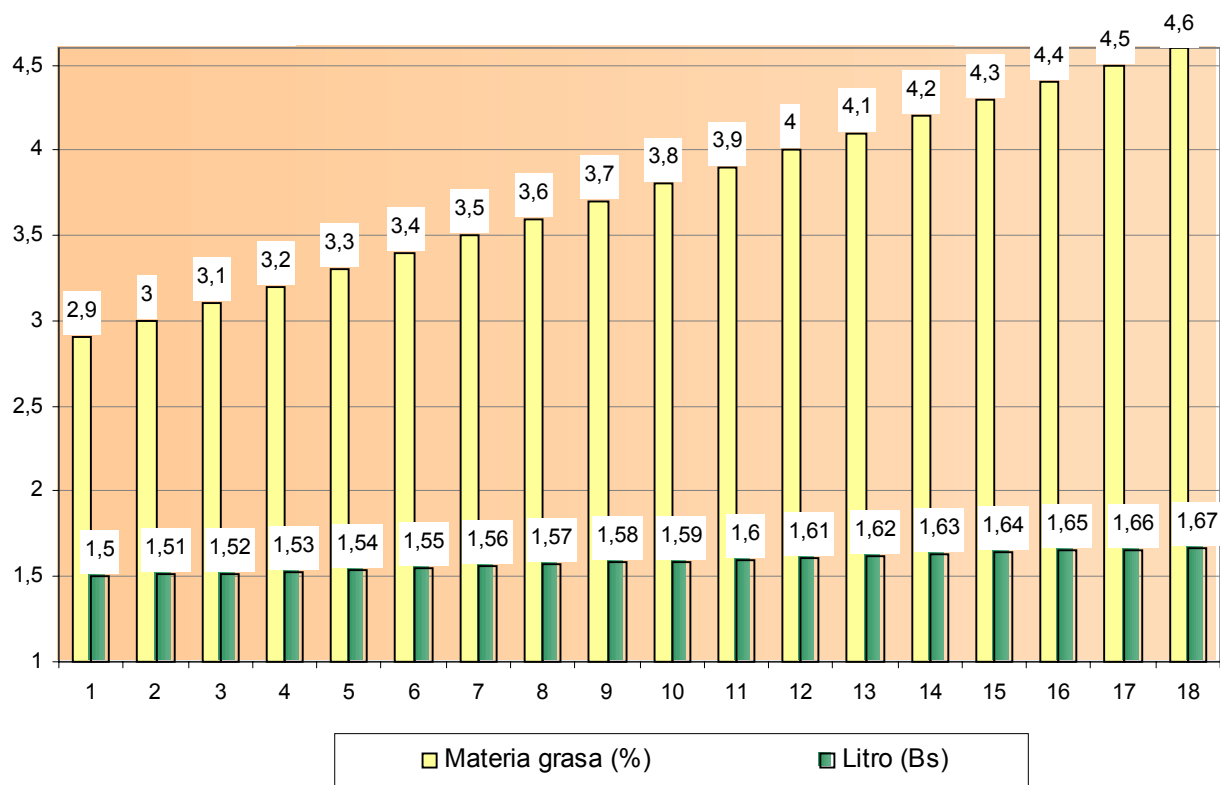


Figura N° 17. Variación del precio de la leche en relación al cambio del %G.

La producción de leche de mejor calidad implica que cada productor debe cumplir las reglas establecidas por la organización que los dirige, al respecto el Estatuto, PDLA (1999) indica que un módulo es la organización de productores lecheros constituida por lo menos de 15 productores que producen y entregan 200 litros/día como mínimo. La tarea fundamental del módulo es asegurar y vigilar la buena calidad de la leche, para lograr un mejor precio de venta.

5.5 Variables Microbiológicas

5.5.1 Bacterias mesofilas aerobicas en unidades formadoras de colonias (ufc/ml)

Para evaluar la variación de bacterias mesofilas aeróbicas se realizó el Análisis de Varianza.

Cuadro N° 12. Análisis de varianza de microorganismos mesofilos aeróbicos en ufc/ml.

FV	GL	F	Prob > F	Significación	Nivel de significación
Pisos ecológicos	1	81.20	< 0.001	**	Altamente significativo al 1%
Tiempo	4	1.91	0.1126	ns	No significativo
Módulo (piso)	8	5.63	< 0.0317	*	Significativo al 5%
Piso * tiempo	4	0.97	0.4250	ns	No significativo

C.V. = 28.1%

De acuerdo al Análisis estadístico del cuadro N° 12, en la variable de bacterias mesofilas aerobicas existen diferencias altamente significativas al 1% entre pisos ecológicos, se presenta diferencias significativas al 5% entre módulos dentro pisos y en la interacción piso * módulos y durante el tiempo de cinco meses, no existe diferencias significativas. El coeficiente de variación de 28.1% se debe a que el parámetro de bacterias mesofilas aerobicas es muy variable, pero se encuentra dentro el rango de confiabilidad de datos debido a que el C. V. es < al 30%.

Las diferencias al 1% y 5%, se atribuyen al manejo de higiene que cada productor perteneciente a los diferentes módulos de cada piso ecológico realiza en el momento del ordeño, del transporte y acopio de la leche fresca y cruda en los módulos en estudio. Mediante la prueba de Duncan al 95% de confiabilidad, se realizaron análisis estadísticos para cada factor, los resultados se detallan a continuación.

5.5.1.1 Bacterias mesofilas aerobicas para pisos ecológicos

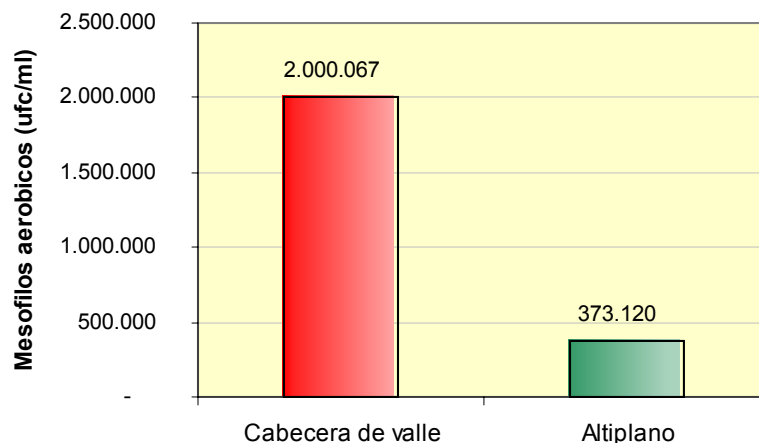


Figura Nº 18 Microorganismos mesofilas aeróbicas para pisos ecológicos.

De acuerdo a la prueba de Duncan se reporta que el piso ecológico de cabecera de valle presenta alta carga microbiana con un promedio de 2.000.067ufc/ml y la zona del altiplano 373.120 ufc/ml de bacterias mesofilas aerobicas.

PDLA (2003) determina 33.673 ufc/ml en la zona del altiplano y 35.797 ufc/ml en la zona de cabecera de valle, realizado en el mes de noviembre solamente del ordeño de la mañana.

El presente estudio frente al anterior presenta retroceso en cabecera de valle; antes 35.797 ufc/ml, ahora 2.000.067 ufc/ml y en el piso ecológico del altiplano; antes 33.673 ufc/ml y ahora de 373.120 ufc/ml, esto puede deberse a que las muestras fueron tomadas aproximadamente 20 hrs. después del ordeño de la mañana más el de la tarde directamente de los módulos donde acopian la leche aproximadamente 20 hrs. Los datos obtenidos para el estudio del PDLA (2003) provienen de muestras obtenidas solamente del ordeño de la mañana y la extracción de muestras se realizo en ese momento.

Las diferencias entre los pisos ecológicos se atribuyen principalmente a las temperaturas del medio ambiente, higiene en el ordeño, condiciones de transporte, durante el acopio y la temperatura de recolección de las muestras.

El elevado contenido de bacterias mesofilas en cabecera de valle indica el mal manejo durante y después del ordeño e incluso en el momento de acopio de la leche, ello causa un riesgo en la calidad de leche, y sobre todo ocasiona pérdidas económicas.

FAO (1998) indica que las bacterias mesofilas aeróbicas es uno de los indicadores del estado sanitario de un alimento. Un recuento muy viable determina, un estado sanitario poco satisfactorio, condiciones de tiempo durante el ordeño y transporte y temperatura no idóneos durante la producción o almacenamiento del alimento, recuentos elevados predicen la posibilidad de que el alimento se descomponga, ya que la mayoría de ellos contienen de 1.000.000 a 100.000.000 unidades formadoras de colonias por cada mililitro. en el momento en que la descomposición es evidente.

Tanto las temperaturas del ambiente como las registradas en el momento de la toma de muestras es uno de los factores que influyen directamente en la proliferación de las bacterias mesofilas aerobias

5.5.1.2 Bacterias mesofilas aerobicas entre módulos dentro pisos ecológicos

En el cuadro 12 el Análisis de Varianza expresa una diferencia significativa entre los resultados de bacterias mesofilas aerobicas en ufc/ml entre módulos dentro pisos ecológicos, al respecto la prueba de Duncan evidencia diferencias al 95% de confiabilidad entre los módulos de cabecera de valle y altiplano. Figura N° 19

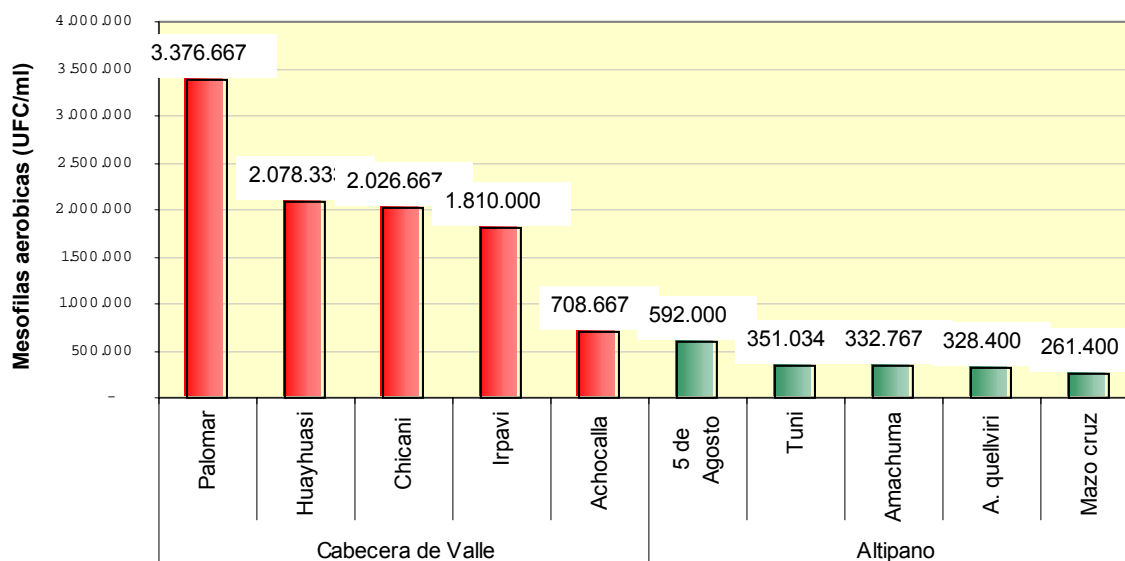


Figura N° 19 Bacterias mesofilas aerobicas en ufc/ml entre los módulos para pisos ecológicos

Los resultados muestran una significancia importante entre los módulos de cada piso ecológico, obteniendo el dato más alto el módulo de Palomar con un promedio de 3.376.667 ufc/ml de bacterias mesofilas aerobicas y el más bajo fue de Achocalla con 708.667 ufc/ml que pertenecen al piso de cabecera de valle y el rango del piso ecológico del altiplano se encuentra entre los módulos de 5 de Agosto con 592.000 ufc/ml y Mazo Cruz con 251.400 ufc/ml.

IBNORCA EQNB-33013 (2004) señala que el recuento de bacterias mesofilas aceptada es de 300.000 ufc/ml (clase A), 1.000.000 ufc/ml (clase B) y >1.000.000 ufc/ml (clase C).

La leche producida en el piso ecológico de cabecera de valle con el valor de 2.000.067 ufc/ml de mesofilas aerobias se encuentran clasificadas como leche de clase C excepto el módulo de Achocalla según norma boliviana y los módulos del piso ecológico del altiplano más el módulo de Achocalla se clasifica como leche de clase A.

5.5.2 Coliformes fecales por el método del número más probable (NMP/ml)

Para evaluar la variación de coliformes fecales en ufc/ml por efecto de los pisos ecológicos, tiempo y módulos, se realizó el análisis de varianza, cuadro 13.

Cuadro N° 13. Análisis de varianza de coliformes fecales en ufc/ ml.

FV	GL	F	Prob > F	Significación	Nivel de significación
Pisos ecológicos	1	9.35	0.0027	**	Altamente significativo al 1%
Tiempo	4	1.97	0.1021	ns	No significativo
Módulo (piso)	8	2.19	0.0317	*	Significativo al 5%
Piso * tiempo	4	0.62	0.6490	ns	No significativo

C.V. = 18.5%

El cuadro N° 13, indica que en coliformes fecales existen diferencias altamente significativas al 1% entre pisos ecológicos, y no significativas durante el tiempo de cinco meses, se presenta diferencias significativas al 5% entre módulos dentro pisos y en la interacción piso * módulos no existe diferencias significativas. Las diferencias al 1% y 5%, se atribuyen al manejo de cada productor perteneciente a los diferentes módulos de cada piso ecológico realiza en el momento del ordeño, transporte y acopio de la leche fresca y cruda en los módulos en estudio.

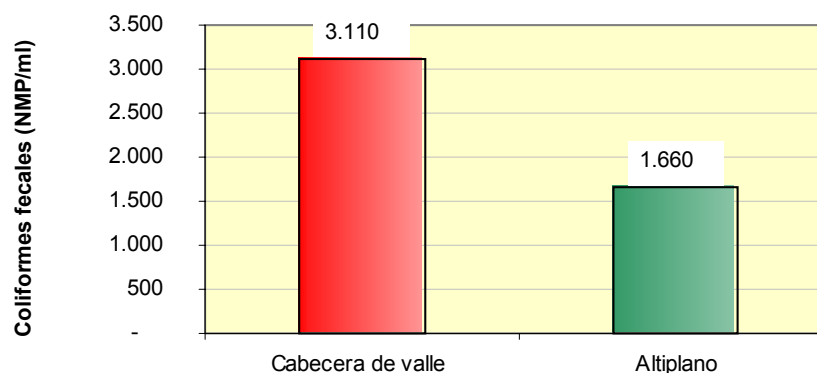


Figura N° 20. Coliformes fecales entre pisos ecológicos.

5.5.2.1 Coliformes fecales para pisos ecológicos

Existen diferencias entre la leche producida en los dos pisos ecológicos de cabecera de valle con 3.110 ufc/ml y altiplano con 1.660 ufc /ml , por lo que se obtiene un producto con una carga bacteriana de coliformes fecales, que esta fuera del concepto de calidad de leche.

La variación de las bacterias de coliformes fecales entre pisos ecológicos se debe al tipo de manejo que cada módulo realiza en el momento de acopio de la leche final que es el resultado del ordeño de la mañana más el ordeño de la tarde, el factor que afecta directamente en la cantidad de coliformes fecales es el tiempo en el cual la leche se encuentra expuesta al medio ambiente y por las condiciones higiénicas del manipulador desde el momento del ordeño hasta la entrega de la leche al acopio debido a que las bacterias de coliformes fecales habitan en el medio ambiente principalmente en el agua y el suelo como indica Larrañaga (1999).

El altiplano en relación a cabecera de valle presenta infraestructuras para el ordeño y recepción de la leche. Por esta razón se justifica el comportamiento casi homogéneo y la baja carga bacteriana de coliformes fecales en los distintos módulos del altiplano.

5.5.2.2 Coliformes fecales entre módulos dentro pisos ecológicos

La Figura N° 21 muestra resultados significativamente diferentes, entre los módulos de cada piso ecológico. Cabecera de valle no presenta condiciones adecuadas para el ordeño y la recepción de la leche, los módulos indiferentemente a la zona a la que pertenezcan se caracterizan por no tener establos y salas de ordeño, por lo cual existe una contaminación o mayor carga bacteriana de coliformes fecales en la leche producido por la falta de higiene del animal y ordeñador, al respecto Magariños (2001) indica que el lavado de los pezones, previo al ordeño, es un arma fundamental para reducir la contaminación microbiana de la leche. El agua empleada debe ser limpia y de ser posible con algún desinfectante, utilizando toallas desechables para el secado.

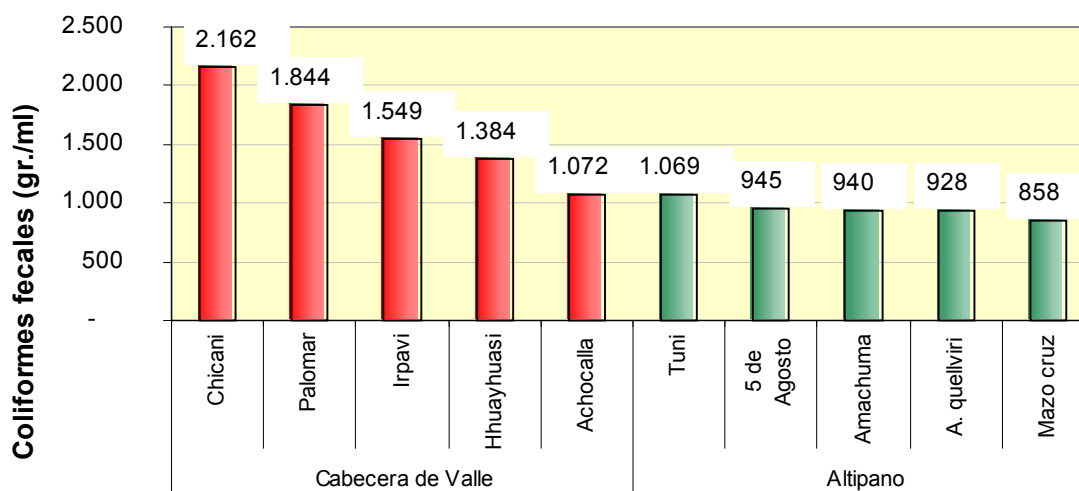


Figura N° 21 Coliformes fecales entre módulos para pisos ecológicos.

La Norma Peruana (1998) señala que los coliformes termotolerantes o fecales se encuentran en la categoría 1000 ufc /ml el cual se localiza dentro el limite de calidad de leche cruda. Por lo tanto la leche producida en los módulos de cabecera de valle y altiplano se encuentran fuera de las normas peruanas. La norma boliviana señala que la leche presenta ausencia de bacterias patógenas y los coliformes fecales son considerados como tales.

ICMSF (2000) indica que los coliformes fecales es un nuevo término surgido de los intentos para encontrar métodos rápidos y seguros de detectar la presencia de *E. coli*. Los cuales pueden fermentar la lactosa a temperaturas superiores a la normal (44 – 45.5°C) y a los 44.5 °C exactamente se hallan los coliformes fecales y son, por consiguiente, útiles para indicar contaminaciones de origen fecal del animal o el ordeñador.

5.5.2.3 Coliformes fecales entre pisos ecológicos en cinco meses de estudio

El Análisis de Varianza en el cuadro N° 11 no presenta diferencias significativas, sin embargo la prueba de Duncan nos muestra que si existen diferencias en la carga microbiana de coliformes fecales para el tiempo de cinco meses.

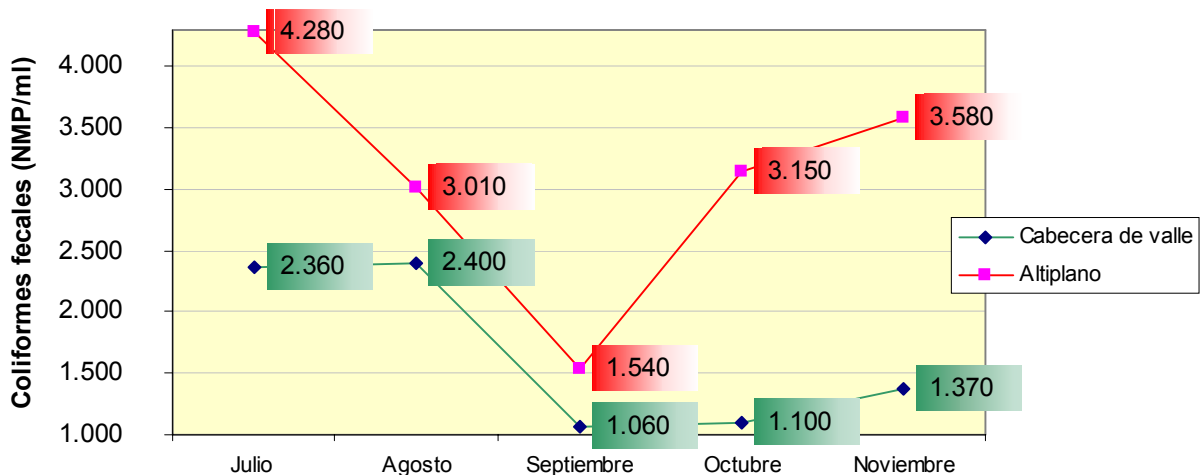


Figura N° 22 Coliformes fecales para pisos ecológicos durante cinco meses

La diferencia existente entre los meses se debe a las temperaturas ambientales según la Figura N° 8 que influye junto con el inadecuado manipuleo de la higiene de la leche durante y después del ordeño y en el transporte. Otro factor que puede influir en la presencia de coliformes fecales son los envases (baldes de plástico sin tapa, envases de metal, bidones de plástico y tachos de aluminio de transporte que no están adecuadamente lavados y que utilizan los productores.

Al respecto Larrañaga (1999) Indica que la leche que se extrae de la ubre de una vaca sana, contiene algunas bacterias; después puede ser contaminada por el cuerpo del animal, la atmósfera de la granja, el cubo de la leche o la ordeñadora, los recipientes donde se deposita, las manos del lechero o de otros trabajadores de la lechería.

5.5.3 Staphylococcus aureus en unidades formadoras de colonias (ufc/ml)

Según el cuadro N° 14, se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro N° 14. Análisis de varianza de *Staphylococcus aureus* en ufc/ ml.

FV	GL	F	Prob > F	Significación	Nivel de significación
Pisos ecológicos	1	9.14	0.003	**	Altamente significativo al 1%
Tiempo	4	1.51	0.2030	ns	No significativo
Módulo (piso)	8	0.13	0.9976	ns	No significativo
Piso * tiempo	4	1.45	0.2222	ns	No significativo

C.V. = 15.8%

El Análisis estadístico de la variable de *Staphylococcus aureus* demuestra que existen diferencias altamente significativas al 1% entre los pisos de cabecera de valle y altiplano con respecto en el transcurso del tiempo de cinco meses, módulos dentro de pisos ecológicos y la intersección de piso* tiempo no existen diferencias significativas. Pese a esto se realizó la prueba de discriminación de medias para estudiar mejor los promedios obtenidos. La diferencia existente entre pisos ecológicos se atribuye a las condiciones climáticas, a la higiene durante y después del ordeño, al transporte, acopio y la temperatura durante la toma de muestras de la leche.

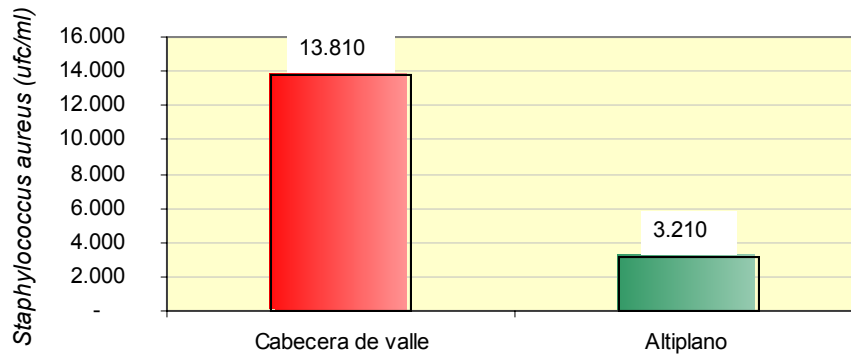


Figura N° 23. *Staphylococcus aureus* en ufc/ml para pisos ecológicos.

5.5.3.1 Staphylococcus aureus para pisos ecológicos

La prueba de Duncan demuestra las diferencias entre, los pisos ecológicos como se muestra en la Figura N° 24, el piso ecológico de cabecera de valle obtuvo el 13.810 ufc/ml y el altiplano de 3.210 ufc/ml de *Staphylococcus aureus*.

Las diferencias existentes se atribuyen a las temperaturas ambientales que característizan a cada piso ecológico, Figura N° 8, además de la higiene durante y después del ordeño y principalmente del ordeñador debido a que el hombre es el principal portador de esta bacteria ratificando lo dicho FAO (1981) Indica que la fuente más importante de *Staphylococcus aureus* es el hombre, cerca del 40% de personas normales adultas contienen esos organismos en la nariz y en la garganta, por consiguiente, el alimento puede contaminarse al ser tocado, o por rozaduras de las manos, que pueden contener millones de bacterias

Larrañaga (1999) indica que la bacteria *Staphylococcus aureus*, es el más ubicuo, en el ser humano se localiza en las fosas nasales que son su reservorio principal (se encuentra en 20 a 50% de sujetos sanos), desde allí se disemina a la cara, manos y piel; ocasionalmente, se puede aislar en las heces, aire, ropa, superficies, agua dulce y de mar, superficie de plantas, etc.

El elevado contenido de *Staphylococcus aureus* es un peligro para la seguridad alimentaria al respecto FAO (1981) indica que los organismos patógenos potenciales tales como *Bacillus cereus* y el *Staphylococcus aureus*, al desarrollarse en los alimentos, suelen producir enterotoxinas, que provocan la intoxicación de los alimentos. Las enterotoxinas son termoestables y no son destruidas por la pasteurización y Larrañaga (1999) Indica que el *Staphylococcus aureus*, al desarrollarse genera una toxina, no alteran las características de la leche en su olor ni sabor, Los síntomas de envenenamiento por estafilococos son: náuseas, vómitos, contracciones abdominales, postración y diarrea.

5.5.3.2 Staphylococcus aureus entre módulos dentro pisos ecológicos

El cuadro N° 12 muestra diferencias no significativas y la prueba de Duncan indica diferencias entre los módulos dentro de cada piso ecológico.

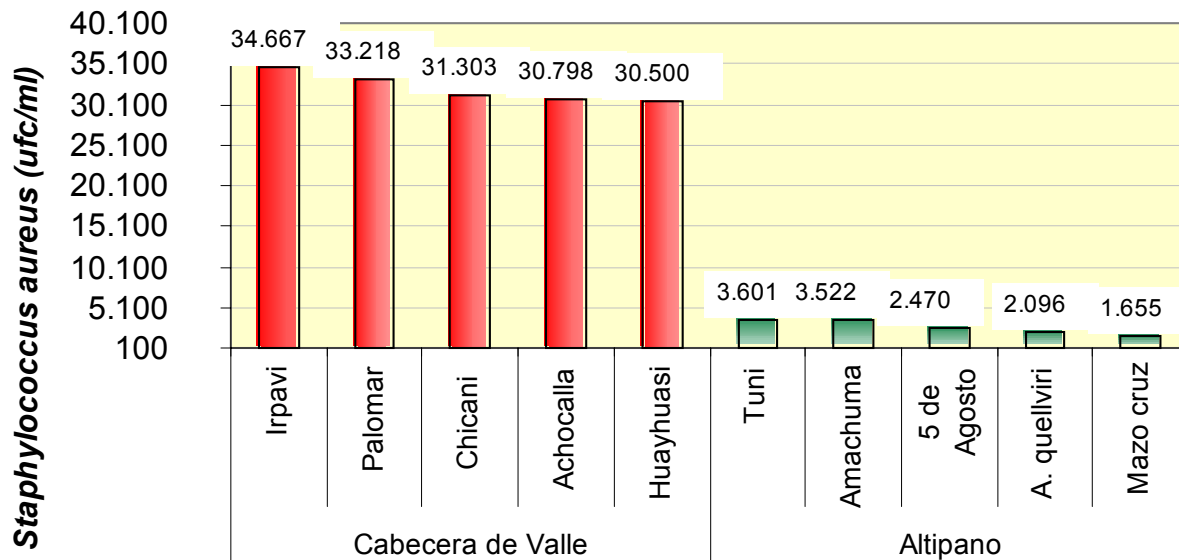


Figura N° 24. *Staphylococcus aureus* entre módulos dentro pisos ecológicos.

Los módulos de cabecera de valle muestran resultados altos entre los rangos de 34.667 – 30.500 ufc/ml respecto a los módulos del altiplano que están entre 3.601 – 1.665 ufc/ml como se muestra en la figura N° 25, Al respecto la Norma Peruana (1998) indica que el recuento de bacterias de *Staphylococcus aureus* aceptada por la norma es de 10 ufc/ml, e IBNORCA EQNB-33013 (2004) señala que en la leche fresca o cruda se caracteriza por la ausencia de bacterias patógenas. *Staphylococcus aureus* son consideradas como bacterias patógenas. Por lo cual la leche producida en los diferentes módulos de los dos pisos ecológicos se encuentra fuera de las normas bolivianas y peruanas.

5.5.3.3 Staphylococcus aureus para pisos ecológicos durante el tiempo de cinco meses

Staphylococcus aureus en los pisos ecológicos de cabecera de valle y altiplano presentan el mismo comportamiento en los cinco meses de estudio con la diferencia que el piso de cabecera de valle obtuvo los datos más altos en relación a el altiplano.

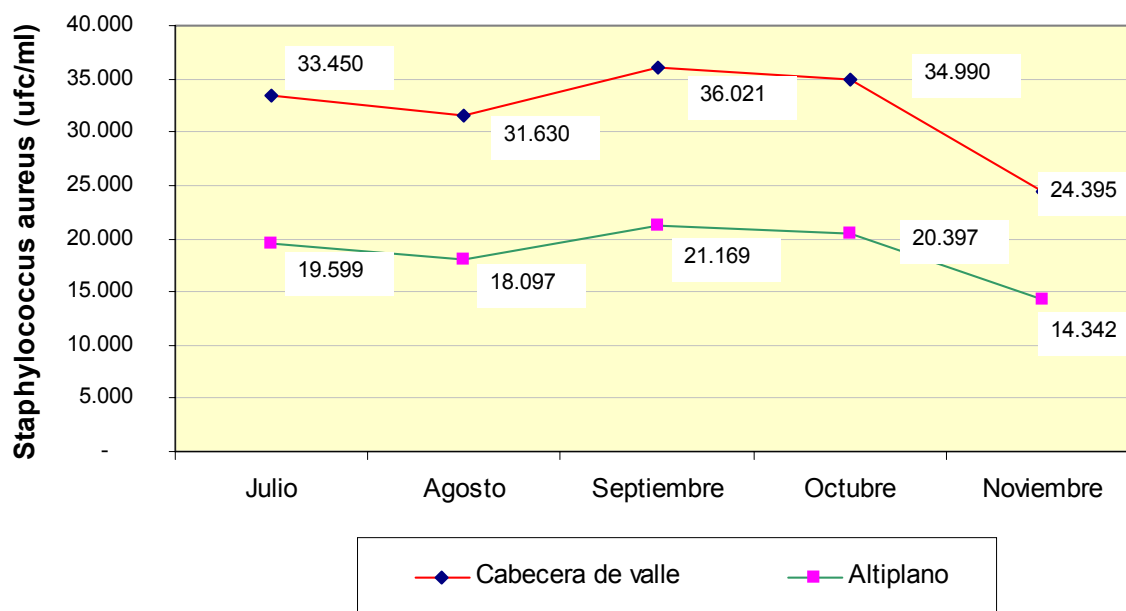


Figura N° 25. *Staphylococcus aureus* en pisos ecológicos durante cinco meses.

Su presencia en gran número de *Staphylococcus aureus* es, por lo general, un buen indicador de condiciones sanitarias y de temperaturas inadecuadas en el mantenimiento de la leche en los módulos de cabecera de valle y altiplano, De esta manera la temperatura durante el transporte y acopio de la leche es uno de los factores que determinan la variación de la carga microbiana de *Staphylococcus aureus* de cada mes.

Magariños (2001) señala que cuando el recorrido del transporte se hacen muy largos causa graves consecuencias sobre la calidad de la leche debido a la agitación prolongada y a la elevación de la temperatura e IBNORCA, EQNB – 33015 (2004) describe que el tiempo y temperatura de transporte deben ser tales que permitan transportar el producto a la lechería o al centro de recolección de una forma que reduzca al mínimo cualquier efecto nocivo para su inocuidad.

5.5.4 Células somáticas en número de células (Nº cel. /ml)

Las células somáticas representa el número de células por ml cuyo análisis se presenta a continuación en el cuadro N° 13.

Cuadro N° 13. Análisis de varianza de células somáticas.

FV	GL	F	Prob > F	Significación	Nivel de significación
Pisos ecológicos	1	5.96	0.0161	ns	No significativo
Tiempo	4	4.74	0.0013	**	Altamente significativo al 1%
Módulo (piso)	8	3.91	0.0004	**	Altamente significativo al 1%
Piso * tiempo	4	4.71	0.0013	**	Altamente significativo al 1%

C.V. = 26.7 %

De acuerdo al Análisis de varianza del cuadro N° 13 para células somáticas, se detectan diferencias altamente significativas para los factores del tiempo de cinco meses, módulos dentro de pisos ecológicos, y la intersección de piso * tiempo. Estas diferencias se atribuyen a clima característico de cada piso ecológico y sobre todo al cuidado e higiene durante y después del ordeño.

No existen diferencias significativas entre pisos ecológicos, pese a ello se realizó la prueba de Duncan para obtener la variación de las medias de cada piso ecológico.

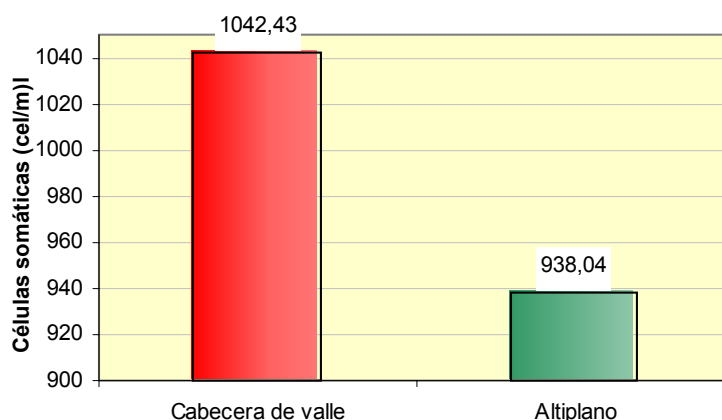


Figura N° 26 Células somáticas para pisos ecológicos

5.5.4.1 Células somáticas para dos pisos ecológicos

La figura N° 26 muestra las diferencias existentes entre cabecera de valle y altiplano. Los módulos de cabecera de valle con 1042.43 cel. /ml presenta una elevada carga celular en relación a los módulos del altiplano que presenta el 938.04 cel/ml. Al respecto PDLA (2003) indica que obtuvo 33.673 cel. /ml en la zona del altiplano y 248,934 cel. /ml en cabecera de valle, realizado en el mes de noviembre solamente del ordeño de la mañana y PDLA (2002) señala que se obtuvo un promedio de 391,261 cel. /ml en el altiplano.

Esta diferencia entre los pisos ecológicos se atribuye a la higiene durante y después del ordeño al respecto IBNORCA. EQNB – 33015, 2004) Indica que la utilización de prácticas de higiene eficaces durante el ordeño es un elemento importante del sistema de controles necesarios para producir leche y productos lácteos inocuos e idóneos. E indica que el no aplicar prácticas apropiadas de saneamiento e higiene personal contribuye a la contaminación de la leche por microorganismos indeseables o patógenos o por agentes químicos o físicos peligrosos.

La leche producida en los dos pisos ecológicos está dentro las normas bolivianas pero el aumento de las células somáticas ocasiona mastitis en los bovinos, según Copa (1997) señala que en las vacas con mastitis sub-clínica, no se observan en las ubres ninguna señal de la enfermedad. A simple vista la leche parece normal, pero analizando en el laboratorio hay gran cantidad de bacterias que bajan la calidad de la leche.

Las diferencias se atribuyen a la higiene que cada productor perteneciente a los diferentes módulos realiza en el momento del ordeño y en el cuidado de su animal. La higiene en el momento del ordeño es visiblemente insuficiente en los módulos de cabecera de valle. Los módulos del altiplano presentan variación de células somáticas cuyos datos obtenidos no están fuera de las normas pero tampoco pertenecen a la clase A, debido a que no presentan condiciones asépticas durante el ordeño.

Al respecto Fil. citado por Ponce (1990) Señala que un incremento en las células somáticas, provoca alteraciones en la composición de la leche, cambios en sus propiedades físicas y alteraciones en la fabricación de derivados lacteos, además de tener posibles implicaciones en la salud. Por lo tanto en los meses de agosto y julio se tiene elevados números de células somáticas que el puede deberse a los cambios climáticos.

5.5.4.2 Células somáticas durante el tiempo de cinco meses de estudio

De acuerdo a la prueba de Duncan, el efecto del tiempo presenta diferencias significativas en la variable de células somáticas.

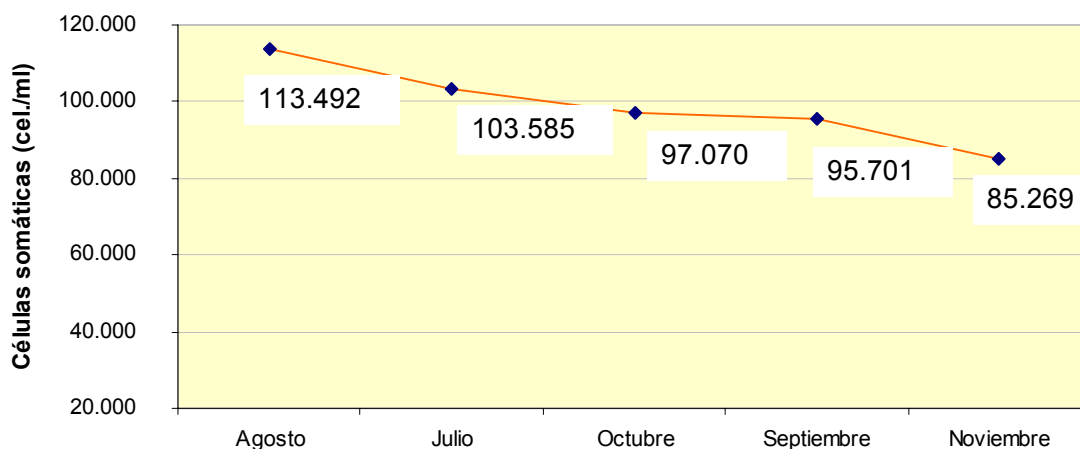


Figura N° 27. Células somáticas para el tiempo de cinco meses.

La figura N° 27 muestra que existen diferencias entre los meses de muestreo, los meses de Agosto y julio presentan los datos más altos de 113.492 cel. / ml y baja hasta alcanzar 85.269 cel /ml. Lo cual nos indica que los cambios climáticos ayudan en la proliferación de bacterias principalmente de *Staphylococcus aureus* el cual directamente afecta en la producción de células somáticas y la mastitis bovina.

La zona de cabecera de valle debido a que no presenta un demandante constante de leche, no realizan el ordeño completo diariamente y es una causa posible de el incremento de células somáticas, respecto al altiplano las familias en los meses de junio julio y agosto no ordeñan consecutivamente lo que afecta en el elevado contenido de células somáticas .

Muchas familias dejan de ordeñar cuando las vacas tienen poca leche; en estos animales la leche que se junta en la ubre favorece a que vivan las bacterias causando una mastitis sub-clínica, El presentar el animal mastitis subclínica nos indica directamente que tiene alta carga de células somáticas por lo tanto se debe tener cuidado en la forma de ordeño.

5.5.4.3 Células somáticas entre módulos dentro pisos ecológicos

La prueba de Duncan demuestra una variación entre los pisos ecológicos de cabecera de valle y altiplano.

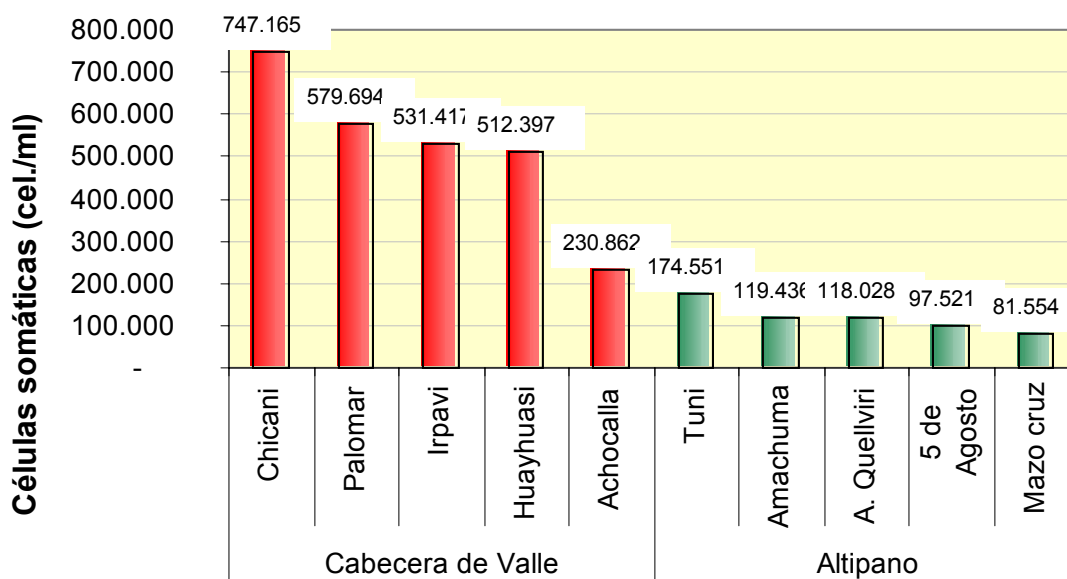


Figura N° 28. Células somáticas entre módulos dentro pisos ecológicos.

La figura N° 28 describe las diferencias de células somáticas que se obtuvieron en el análisis estadístico de la prueba de Duncan. Cabecera de valle presenta los datos más elevados con 747.165 cel /ml y una mínima de 230.862 cel /ml en comparación al altiplano que obtuvo una máxima de 174.551 cel /ml y una mínima de 81.554 cel/ml.

IBNORCA EQNB -33013 (2004) clasifica la leche fresca o cruda en 3 categorías: de < 500.000 cel. //ml (clase A), <1000.000 cel. / ml (clase B) y >1000.000 cel/ml (clase C).

La leche producida en cabecera de valle según IBNORCA EQNB -33013 (2004) se clasifica como leche de clase C. y el altiplano como leche de clase B. al respecto Larrañaga (1999) indica que el número de células somáticas (RCS) que hay en una leche sana oscila entre 10.000 y 20.000/ml. Si la leche procede de un animal con mastitis, el RCS se puede elevar hasta varios millones por mililitro.

5.5.4.4 Células somáticas entre pisos ecológicos durante cinco meses de estudio

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5% de confiabilidad existen diferencias significativas entre los pisos ecológicos respecto al tiempo de estudio. En la siguiente figura se muestran la variación de las medias de células somáticas /ml.

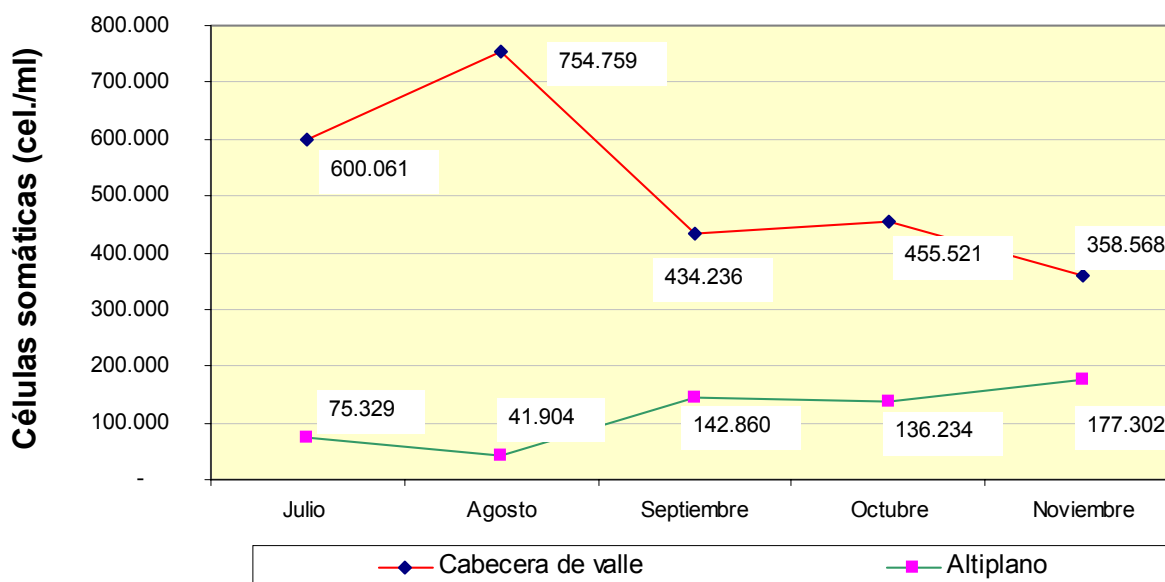


Figura N° 29 Células somáticas entre pisos ecológicos y tiempo.

La variación de células somáticas de pisos ecológicos entre el tiempo se debe a las características climatológicas durante los meses de estudio. El comportamiento de la carga de células somáticas entre cabecera de valle y altiplano según la figura N° 29 es inversamente proporcional durante los meses de julio, agosto y con menor variación en los meses de septiembre, octubre y noviembre.

Al respecto con estos resultados podemos corroborar lo que Copa (1997) indica respecto al piso ecológico del altiplano, que la mayoría de las vacas producen leche por un periodo de 6 a 7 meses. Muchas familias dejan de ordeñar cuando las vacas tienen poca leche, en estos animales la leche que se junta en la ubre favorece a que vivan las bacterias causando una mastitis sub-clínica.

6 CONCLUSIONES

Respecto a la comparación de los resultados que determinan la calidad de leche entre los pisos ecológicos de cabecera de valle y altiplano:

Variables Físico químicos.

- La calidad de leche producida en el piso ecológico del Altiplano con el 0.18 %AL, 10.5 %ST y 3.6 %G supera al piso ecológico de cabecera de valle que presenta 0.19 %AL ,9.6 %ST y 2.9 %G. Estos parámetros nos permite determinar el estado de conservación y la probable adulteración de la leche.
- Los dos pisos ecológicos de la provincia Murillo se encuentran dentro las normas exigidas por la norma boliviana y PII Andina, exceptuando el piso de cabecera de valle respecto a la acidez.

Variables microbiológicos.

- La calidad de la leche del altiplano con respecto a la carga microbiana de bacterias mesofilas aerobicas *Staphylococcus aureus*, coliformes fecales y células somáticas es superior al piso ecológico de cabecera de valle.
- Las variables de *Staphylococcus aureus*, coliformes fecales son consideradas como bacterias patógenas, según la norma boliviana que indica ausencia de ellas por lo tanto la leche producida por los dos pisos ecológicos respecto a estas variables son leche que están fuera del concepto de calidad.

Respecto al establecer la calidad de la leche entre módulos de cada piso ecológico.

Variables microbiológicas.

- La presencia de bacterias mesófilas aeróbicas, coliformes fecales, *Staphylococcus aureus* y células somáticas en los diez módulos nos muestra la falta de responsabilidad respecto a la higiene durante y después del ordeño, el transporte y la higiene durante el acopio. Cada módulo se identifica por el contenido de bacterias que las caracterizan, donde sus asociados realizan un manejo inadecuado durante el ordeño transporte y acopio de la leche.
- La leche cruda que se produce en la zona de cabecera de valle presenta un elevado contenido de *Staphylococcus aureus* y células somáticas: El primero causa intoxicaciones al ser humano aun después de que la leche sea pasteurizada y es un peligro para la salud humana y animal, el segundo es un indicador de la mastitis subclínica y posteriormente rebela la mastitis clínica.
- De acuerdo a la definición de calidad, la leche producida en el piso ecológico del altiplano y cabecera de valle se categoriza como leche de calidad no aceptable principalmente por la presencia de coliformes fecales y sobre todo de *Staphylococcus aureus*.

Respecto a la calidad de la leche por efecto del tiempo:

- La variación de temperaturas ambientales de cada mes afecta directamente en la composición y en la proliferación de las bacterias presentes en la leche cruda o fresca. Las temperaturas a la hora de la toma de muestras, más la higiene durante y después del ordeño, en el transporte, y acopio reflejan que los datos obtenidos durante los cinco meses de estudio se encuentran muy lejos de la definición de calidad de leche fresca o cruda.
- El elevado número de células somáticas, *Staphylococcus aureus*, coliformes fecales, %G, %ST y %AL puede traer como consecuencia pérdidas económicas que afectan principalmente a los productores de los módulos de cabecera de valle ya que ellos están más próximos a estar fuera de las normas bolivianas, en todos los parámetros que determinan la calidad de la leche.

7 RECOMENDACIONES

- Si pretendemos obtener leche de buena calidad microbiológica, la atención debe centrarse en los procesos de producción y en mantener las vacas con una adecuada sanidad, muy especialmente en lo que a mastitis se refiere. El origen de la contaminación microbiana de la leche puede provenir tanto de la ubre como del medio ambiente y equipo de ordeño.
- Realizar un estudio de calidad de leche en el momento del ordeño, en el tiempo que transcurre desde el momento del ordeño hasta la llegada al módulo para identificar donde ocurre la mayor contaminación de bacterias.
- Evitar en el momento del transporte y recorrido hasta el centro de acopio, el llevar la leche en baldes que no tienen tapas, debido a que en el medio ambiente se tiene una infinidad de microorganismos que penetran a la leche y aumentan la acidez.
- En el momento de acopiar por lo general tener solamente una persona a cargo que pueda entrar al interior del módulo y a si mismo no hacer reuniones dentro del módulo donde se encuentran los Tachos los cuales están sin tapas, esto para evitar la contaminación bacteriológica (aumento de acidez) por las personas presentes y reducir el número de bacterias presentes en la leche y de esta manera evitar la devolución de la leche que entregan a la PIL Andina y otras empresas recolectoras.
- La higiene y las mejores condiciones de asepsia del ordeñador, del transportador y acopiador de leche es el factor más importante en la determinación de la presencia o ausencia de los estafilococos.

8 LITERATURA CITADA

1. Achá Ruiz. 2004. Control de Calidad. PIL Andina La Paz. 10p
2. Copa Quispe, S. 1998. Manejo del ganado lechero. PDLA. La Paz, Bolivia. 127p. (Modulo IV)
3. Copa Quispe, S. 1997. Manual práctico de veterinaria. La Paz, Bolivia. 328p.
4. Cordeiro Aliaga E. M. 2000. Manual de Técnicas Microbiológicas para Alimentos. Gobierno Municipal de La Paz. 64p.
5. Campero Marañón, J. Medina Pacheco, A. 2004. Situación de los recursos zogenéticos en Bolivia. MACA. La Paz - Bolivia. 53p (Informe – País)
6. Calzada J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Milagros. Lima. Perú. 642 p.
7. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1998. Análisis Microbiológico. Roma, B-3, D-3, D-20 p.
8. IBNORCA. (Instituto boliviano de normas de calidad alimenticia). EQNB - 33013. 2004. Norma boliviana. Requisitos Físico - Químicos. 8p. (Norma en estudio)
9. IBNORCA. (Instituto boliviano de normas de calidad alimenticia). EQNB - 33013. 2004. Norma boliviana. Características microbiológicas. 8p. (Norma en estudio)
10. IBNORCA (Instituto boliviano de normalización y calidad alimenticia). EQNB – 33015. 2004 Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos. 50P. (Norma en estudio)
- 11.- IBNORCA (Instituto boliviano de normalización y calidad alimenticia). EQNB – 33015. 2004 norma 273. Productos lácteos Leche cruda y fresca requisitos. 9p.

12. Larrañaga. I. 1999. Microbiología y Bromatología de los Alimentos. Mac Graw Hill. Madrid. España. 350p.
13. Magariños Haroldo. 2001. Producción Higiénica de la Leche Cruda. Chile 72p.
14. Norma boliviana -199. 1998. Productos lácteos .Toma de muestras.9p.
15. Norma boliviana-228. 1998. Productos lácteos. Determinación de contenido graso en leche por los Métodos de Gerber y Rose – Gottlieb. 9p.
16. Norma boliviana-229. 1998 Productos Lácteos. Determinación de la acidez titulable. 9p.
17. Norma boliviana -233. 2000. Productos lácteos. Ensayos de reductasa. 9p.
18. Norma Peruana (2000) Productos lácteos 5p.
19. PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano). 1999. -Reglamento interno. Para el funcionamiento de los módulos y centros de acopio de APLEPROM. La Paz– Bolivia. 8p (Estatuto)
20. PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano). 2003. Resultados del proyecto Diagnostico de la Calidad e inocuidad de la Leche).
La Paz - Bolivia 58p.
21. PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano). 2002. Resultados del censo Agropecuario Provincia Murillo. PDLA. La Paz Bolivia. 12p.
22. PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano). 2002. Análisis de la calidad de la leche en la zona del altiplano 150p.

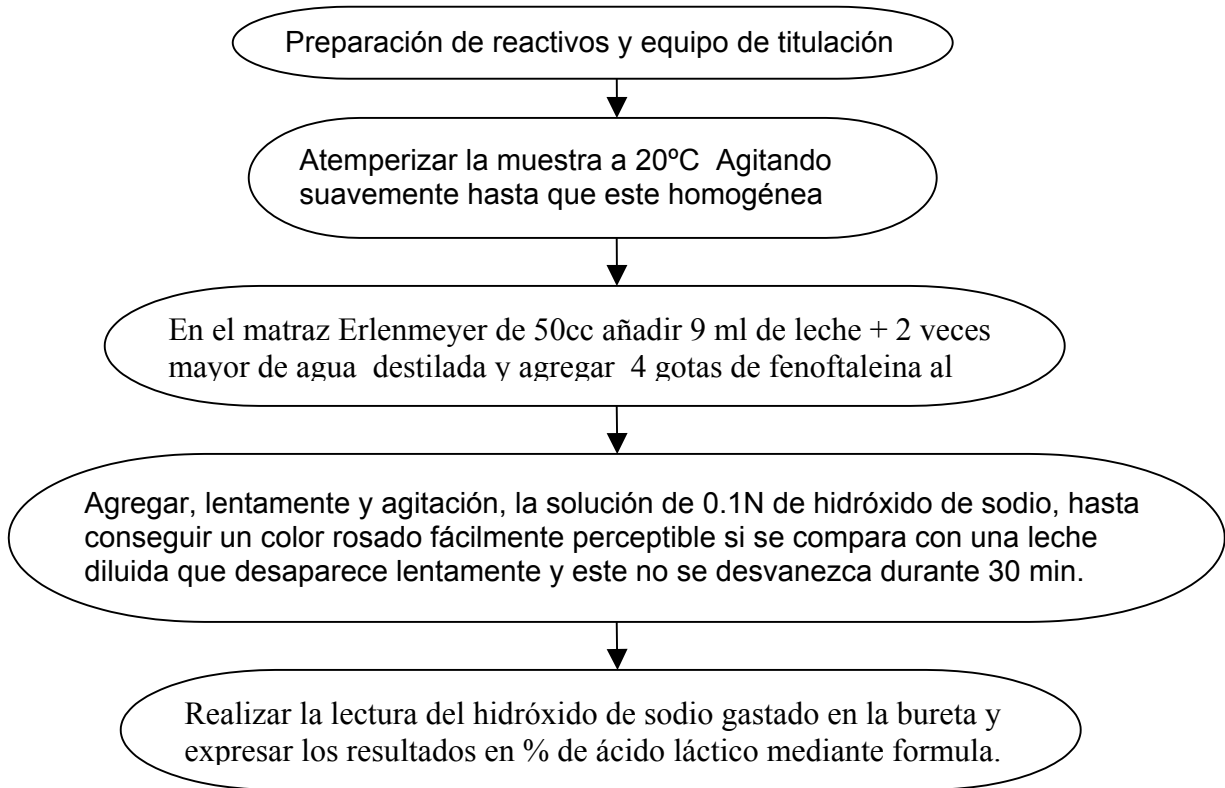
23. PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano). 2003. Manual de Autoinstrucción. Alimentación y nutrición del ganado bovino lechero. 3ed. La Paz - Bolivia. 128p. (Tomo II).
24. PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano). 2003. Manual de Autoinstrucción. Higiene de ordeño y calidad de la leche. 2ed. La Paz – Bolivia. 103p (Tomo V).
25. PDLA (Programa de Desarrollo Lechero del Altiplano). 2003. Memoria Institucional. Asociación de Productores de Leche de la Provincia Murillo. La Paz – Bolivia. 24p
26. Ponce M. 1990. Calidad de la leche y su control. Centro nacional de agropecuaria. 81p.
27. Pantoja. V. 2003. Manual de manipulador de alimentos. Ministerio de salud y deportes. La Paz. Bolivia. 57p.
28. Revilla, A. 1982. Tecnología de la Leche. Procesamiento manufactura y análisis. 2ed. San José. CR. IICA. 399p.
29. Rojas, P. A, 1990, Apuntes sobre producción lechera en el altiplano. Danchurichaid Fomento Lechero. La paz – Bolivia. 53p.
30. Rojas, C. 2001. Evaluación de la calidad de la leche en tres módulos y dos centros de acopio de la provincia Aroma. Tesis de grado U.M.S.A. Facultad de agronomía. 82p.
31. Santos Moreno A. 1998. Leche y sus Derivados. Ed. Trillas México, 218p.

32. SENAMHI. (servicio Nacional de Meteorología e Hidrología).2004. Boletín climatológico.
33. SONISIG. (zonificación agroecológica Y socioeconómica de La cuenca del altiplano Del departamento de la paz).1998.32p.
34. Aristizabal .2003. boletín informativo. Comité regional de productividad lechera

ANEXOS

ANEXO N° 2

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ÁCIDO LÁCTICO MEDIANTE EL MÉTODO DE TITULACIÓN SEGÚN Norma Boliviana 229



Expresar los resultados obtenidos en porcentaje de ácido láctico según formula.

$$\%AL = \frac{V \times N \times 0.090}{m} \times 100$$

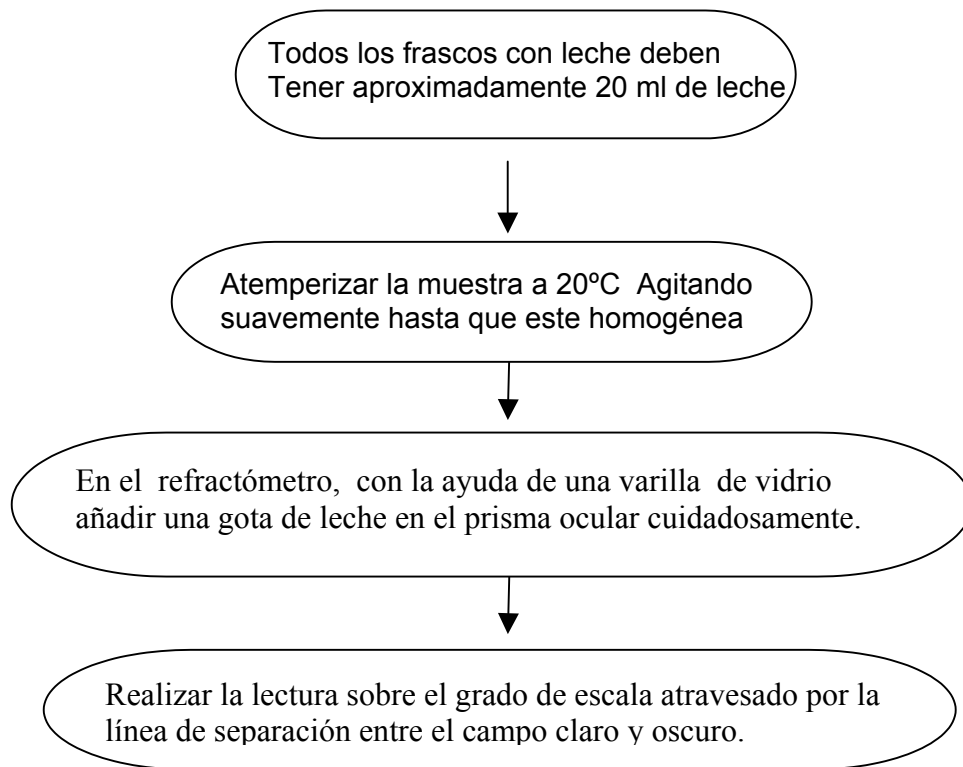
V = Volumen de Hidróxido de sodio 0.1 N

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio

m = Cantidad de masa

ANEXO N° 3

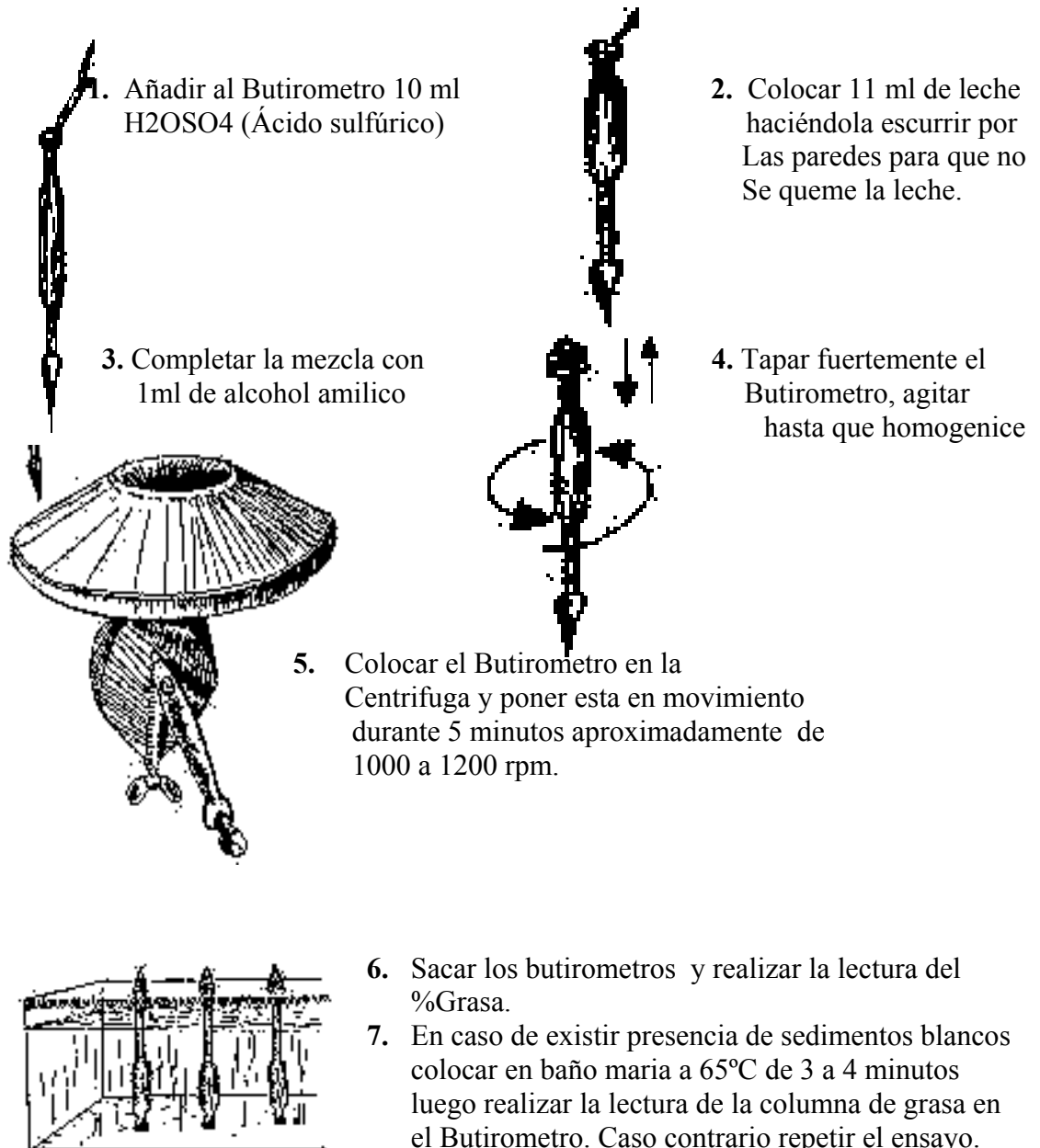
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE SÓLIDOS TOTALES MEDIANTE LA LECTURA DIRECTA DEL REFRAGTOMETRO Y Norma boliviana 231



ANEXO N° 4

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DEGRASA POR EL MÉTODO DE GERBER según Norma boliviana 228

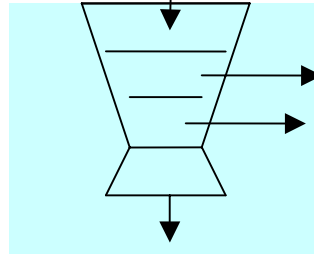
El método de Gerber para la determinación de la grasa se detalla en el siguiente esquema



ANEXO N° 5 Recuento de Mesofilos totales en ufc/ml

Preparación de los medios: todos los medios son previamente autoclavados

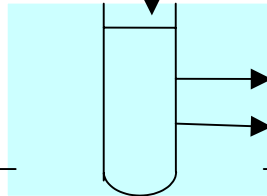
1. Muestra Homogenizada
dilución 1 / 10



En un frasco de 500 ml añadir 225 ml de
solución de peptona bacteriológica
+
Añadir 25 ml de muestra de leche

Homogeneizar la muestra de peptona bacteriológica + leche

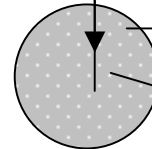
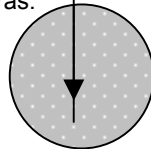
2. Muestra homogenizada
Dilución 1/100



Añadir 9 ml de agua peptonada
+
1ml de dilución 1/10

Homogeneizar la dilución de agua peptonada + dilución

3. las placas preparadas se incuban a
invertidas, a 35°C durante 48 horas.



Añadir 25ml de Plate Count
en una placa esterilizada
+
1 ml de dilución 1/100

Computo de bacterias mesofilas ufc/ml en el medio Plate Count Agar

4. Se cuentan las colonias de las placas que contengan de 30 – 300 colonias y se multiplica el número de colonias por la dilución. Y finalmente obtenemos número de ufc/ml



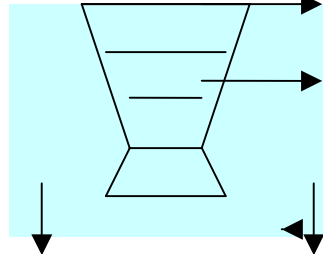
Formula:

$$\text{ufc/ml} = \text{N}^\circ \text{ de colonias} \times \text{inversa de la dilución}$$

ANEXO N° 6
Recuento de *Staphylococcus aureus* ufc/ml

Preparación de los medios: todos los medios son previamente autoclavados

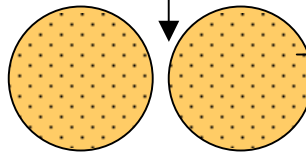
1. Muestra Homogenizado
Dilución 1/10



En un frasco de 500ml añadir 225 ml de solución de peptona bacteriológica + 25 ml de muestra de leche

Homogenizar la muestra de peptona bacteriológica + leche

2. Sembrado en superficie
incubar a 37°C durante 48 hrs.



Añadir 25ml de Baird Parker en una placa esterilizada + 0.1 dilución 1/10

Computo de *Staphylococcus aureus* ufc/ml (colonias negras rodeadas por zonas claras)

PRUEBA DE COAGULASA
Computo confirmatorio de *Staphylococcus aureus* en ufc/ml

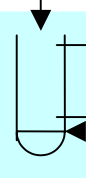
En un tubo con cerebro corazón previamente tratada, realizar lo siguiente:

1. Colonia sospechosa enriquecida en cerebro corazón a 35°C durante 24hrs.



Tubo de ensayo con caldo cerebro corazón Previamente tratada (autoclavaza) + Colonia sospechosa de *Staphylococcus aureus*

2. Colonia sospechosa enriquecida con plasma citratada a 35°C durante 4 a 6 hrs. Observar, si existe presencia de coágulos es positivo.



En un tubo de ensayo colocar 1ml de la colonia sospechosa enriquecida en cerebro corazón + 0.3 ml de plasma

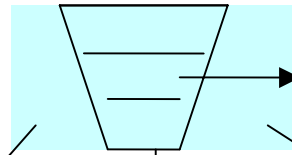
N° de colonias sospechosas	Colonias a probar
Menos de 50	3 colonias
De 50 - 100	5 colonias
Mas de 100	7 colonias

Formula :
$$\text{Recuento confirmado} = \frac{\text{Recuento de colonias sospechosas}}{\text{N° de colonias sometidas}} \times \text{dilución}$$

ANEXO N° 7 Recuento de Coliformes fecales en NMP

Preparación de los medios: todos los medios son previamente autoclavados

1. Muestra homogenizada de leche fresca no diluida



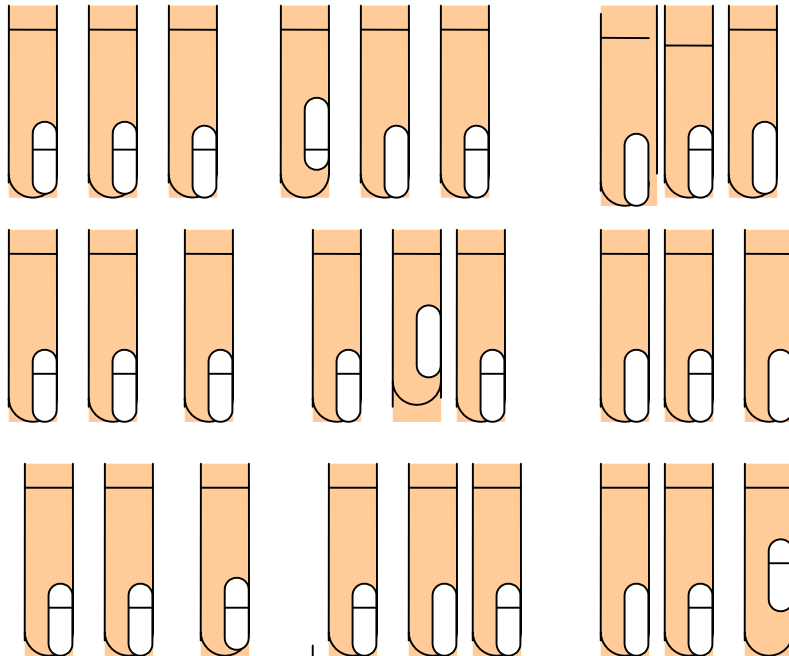
Del frasco de leche con una pipeta extraer leche de la siguiente manera:

10 ml

1 ml

0.1 ml

2. En 9 tubos de ensayo que contiene LaurilSulfato + campanas de Durham añadir 10, 1, 01ml muestra de leche fresca de la siguiente manera:



Incubar los tubos a 35°C durante 48 Hrs.

Los tubos positivos son aquellos que tienen presencia de aire en las campanas Durham esto confirma la presencia de Coliformes totales, pipetear 1ml de cada tubo positivo en otro tubo de lauryl sulfato + campana Durham e incubar a 44.5 °C durante 48 hrs., esto para determinar Coliformes fecales.

Luego de la 48 hrs. si se obtienen tubos con presencia de aire en las campanas Durham, se confirma coliformes fecales y el cómputo se realiza mediante la tabla que presentamos en el **Anexo 8**

ANEXO N° 8

INDICE DEL NÚMERO MÁS PROBABLE (NMP) Y LÍMITES DE CONFIANZA (95%) CUANDO SE UTILIZAN 9 TUBOS

Número de tubos positivos			NMP por gramo o mililitros
1 : 10	1 : 100	1 : 000	
0	0	0	<3
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	> 2400

Fuente: FAO, (1981)

ANEXO N° 9

TEMPERATURA DE LA LECHE EN °C DURANTE LA TOMA DE MUESTRAS

Pisos ecológicos		Cabecera de Valle					Altiplano				
Módulos		Achocalla	Irpavi	Chicani	Palomar	Huayhuasi	Amachuma	Tuni	5 de Agosto	A.Quellviri	Maso Cruz
Repeticiones		T°C	T°C	T°C	T°C	T°C	T°C	T°C	T°C	T°C	T°C
Julio	Muestra 1	16,0	18,0	18,0	27,0	22,0	7,0	8,0	8,0	7,0	5,0
	Muestra 2	16,0	17,0	18,0	26,0	20,0	7,0	7,0	9,0	7,0	7,0
	Muestra 3	16,0	18,0	16,0	27,0	21,0	8,0	8,0	9,0	8,0	6,0
Agosto	Muestra 1	16,0	26,0	18,0	28,0	25,0	10,0	12,0	10,0	9,0	8,0
	Muestra 2	16,0	18,0	16,0	28,0	25,0	9,0	12,0	10,0	9,0	7,0
	Muestra 3	16,0	17,0	17,0	27,0	25,0	10,0	12,0	11,0	8,0	8,0
Septiembre	Muestra 1	29,0	14,0	14,0	24,0	30,0	8,0	5,0	10,0	9,0	12,0
	Muestra 2	29,0	18,0	12,0	23,0	30,0	7,0	6,0	10,0	9,0	12,0
	Muestra 3	29,0	15,0	15,0	24,0	30,0	9,0	6,0	9,0	10,0	11,0
Octubre	Muestra 1	19,0	15,0	15,0	25,0	28,0	8,0	9,0	15,0	8,0	16,0
	Muestra 2	19,0	16,0	15,0	24,0	29,0	10,0	9,0	14,0	8,0	15,0
	Muestra 3	19,0	15,0	15,0	23,0	28,0	8,0	9,0	15,0	10,0	16,0
Noviembre	Muestra 1	19,0	18,0	16,0	20,0	27,0	15,0	11,0	15,0	10,0	18,0
	Muestra 2	19,0	17,0	16,0	19,0	26,0	15,0	11,0	15,0	11,0	18,0
	Muestra 3	19,0	18,0	15,0	19,0	25,0	15,0	11,0	15,0	10,0	19,0

