

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE
CRUDA ACOPIADA POR LA COOPERATIVA LECHERA DE
COLOMBIA (CILEDCO) SINCELEJO, MEDIANTE LA PRUEBA DE
REDUCTASA O T.R.A.M.**

**GINA PATRICIA GÓMEZ ABAD
HÉCTOR MANUEL RÍOS SALGADO**

**Director
LUIS EMILIO DE LA PUENTE**

**Codirector
ALEXANDER PEREZ CORDERO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el
título de Zootecnista**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SINCELEJO**

2002

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICA DE LA LECHE
CRUDA ACOPIADA POR LA COOPERATIVA LECHERA DE
COLOMBIA (CILEDCO) SINCELEJO, MEDIANTE LA PRUEBA DE
REDUCTASA O T.R.A.M.**

**GINA PATRICIA GÓMEZ ABAD
HÉCTOR MANUEL RÍOS SALGADO**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SINCELEJO
2002**

A Dios por su inmenso amor y por darme las fuerzas para alcanzar mi meta.

A mí mamá Palmira por su comprensión, apoyo y por ser el tizón de amor que nunca dejó apagar la llama de mis estudios.

A mis hermanos, tíos y familiares que me acompañaron y apoyaron mi carrera.

A mi papá Jairo y a Erlinda por apoyo y estar ahí cuando más los necesite.

Gina Patricia

A Dios por darme paciencia y sabiduría.

A mis padres por su apoyo y colaboración.

A mis familiares que apoyaron mi carrera.

Héctor Manuel

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan sus agradecimientos por su apoyo y colaboración a:

Arturo Doncel, Jefe de Laboratorio de Unisucre.

Fabián Torres, Jefe de Laboratorio de Colecsa.

Elder Zabala, Registro y Recepción de leche en Ciledco.

Conductores y personal laboral de Ciledco.

Orlando Navarro, Docente de Unisucre.

José María Rodríguez, Docente de Unisucre.

Y a todos nuestros amigos que compartieron la alegría de este triunfo.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. MARCO DE REFERENCIA	18
2.1 LECHE	18
2.1.1 Definición	18
2.1.2 Definición Legal	18
2.1.3 Definición Química	19
2.1.4 Definición Física	19
2.2 COMPOSICIÓN	19
2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS CONSTITUYENTES	20
2.3.1 Agua	20
2.3.2 Proteína	20
2.3.3 Grasa	21
2.3.4 Lactosa	22
2.3.5 Minerales	22
2.3.6 Vitaminas	23
2.4 FISIOLÓGÍA DE LA LACTANCIA	24
2.4.1 Legislación	25
2.5 MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE	26
2.5.1 Microflora inicial	26

2.6 HIGIENE DE LA LECHE	32
2.6.1 Contaminación de la leche	33
2.7 NORMAS HIGIÉNICAS EN LA OBTENCIÓN DE LA LECHE	35
2.7.1 Saneamiento del medio	35
2.7.2 Salud humana	36
2.7.3 Labores de manejo	37
2.7.4 Tratamiento de la leche después del ordeño	38
2.7.5 Limpieza y desinfección	39
2.7.5.1 La limpieza	40
2.7.5.2 Desinfección	40
2.8 PRUEBA DE AZUL DE METILENO	41
3. METODOLOGÍA	43
3.1 MATERIALES Y EQUIPOS	43
3.2 MÉTODO	43
3.2.1 Procedimiento de la prueba	47
4. RESULTADOS	49
4.1 PRUEBA DE REDUCCIÓN DE AZUL DE METILENO T.R.A.M	49
4.2 ENCUESTAS	58
4.2.1 A los ordeñadores	58
4.2.1.1 Según el aseo personal	58
4.2.1.2 Según el aseo de las vacas	58
4.2.1.3 Según el ordeño	59
4.2.1.4 Según el aseo de los utensilios e infraestructuras	59
4.2.2 Transporte	59
5. CONCLUSIÓN	62
6. RECOMENDACIONES	66
6.1 A LOS ORDEÑADORES	67

6.2 EI ORDEÑO HIGIÉNICO: UNA PRÁCTICA CLAVE PARA LA OBTENCIÓN DE LA LECHE DE OPTIMA CALIDAD	67
6.2.1 Antes del ordeño	67
6.2.2 Durante el ordeño	69
6.2.3 Después del ordeño	69
6.3 A LOS TRANSPORTADORES	69
6.4 A LOS ACOPIADORES Y DISTRIBUIDORES	69
6.5 A LA UNIVERSIDAD	70
6.6 A LAS EMPRESAS ENCARGADAS DE LA SANIDAD	71
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	73

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición General de la Leche de Vaca en %.	20
Tabla 2. Minerales más importantes en cuanto su porcentaje se refieren, representado en el análisis de las cenizas de la leche incinerada.	23
Tabla 3. Efecto de la limpieza de la ubre sobre el contenido de bacterias en la leche.	37
Tabla 4. Grado de contaminación por los utensilios.	40
Tabla 5. Normas higiénicas de la calidad de la leche aprobadas por el Consejo Nacional Lácteo (C.N.L.).	47
Tabla 6. Resultados del T.R.A.M de los productores con sus respectivos porcentajes.	50
Tabla 7. Resultados del T.R.A.M promedio por días.	52
Tabla 8. Resultados promedio del T.R.A.M. comparado entre rutas diarias	54
Tabla 9. Análisis de varianza.	57

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Cambios bioquímicos de algunos componentes de la leche, el microorganismo que lo produce y su producto final.	28
Cuadro 2. Efectos del mantenimiento de la temperatura sobre la leche cruda en el número de días y tipo de bacterias.	31
Cuadro 3. Resultados de las encuestas a ordeñadores	60
Cuadro 4. Resultado de la encuesta a transportadores	61

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Resultados del T.R.A.M de los productores con sus respectivos porcentaje.	73
Anexo B. Resultados del T.R.A.M expresados en porcentaje.	74
Anexo C. Resultados del T.R.A.M promedio por días.	75
Anexo D. Resultados de los promedios del T.R.A.M por días comparados entre rutas	76
Anexo E. Encuesta individual para el ordeñador basada en el manejo higiénico en la obtención de la leche	77
Anexo F. Encuesta individual para el conductor basada en el manejo del transporte de la leche acopiada por la empresa Ciledco	79
Anexo G. Bonificaciones obligatorias aprobadas por el Concejo Nacional Lácteo.	80

RESUMEN

Para la determinación de la calidad higiénica de la leche cruda que llega a una de las empresas recolectoras de Sincelejo se les hizo el análisis de el tiempo de reducción con azul de metileno (TRAM).

El trabajo se desarrolló en fincas productoras de leche acopiadoras de CILEDCO en esta ciudad, escogiéndose las rutas de Palmito y Tolú de la región Golfo de Morrosquillo, donde se muestreó un total de 28 productores, desde el día diez (10) hasta el veintitrés (23) de noviembre del año 2001.

Donde se encontró que el promedio total del T.R.A.M. de las dos rutas oscilaba en el rango 180 – 210 minutos, tiempos que según el Consejo Nacional Lácteo corresponde a leches de mala calidad. Individualmente sólo el 3.6% de los productores entregaron leches de buena calidad, el 21.4% de regular calidad y el resto de los productores, es decir el 75% de mala calidad. Para obtener mayor información sobre la higiene del ordeño, manejo, y transporte de leche, se realizó una encuesta a 52 productores y 6 transportadores (Ver resultados de las encuestas, Cuadro 3), donde el manejo de la producción de la leche no es el esperado.

ABSTRACT

For determination of the hygienic quality of de crude milk that arrive to one the undertaking of Sincelejo we do the analysis of the reduction time with (TRAM).

The work unrolled in estates producing of milk in connection with Ciledco in this city, choosing the Palmito and Tolú route in Golfo de Morrosquillo, where shopsign twenty eight (28)producer since ten day (10) to twenty three (23) of November 2001.

Where we meet that total average of TRAM of the two routes oscillate in the rank 180 – 210 minutes, time according with Concejo National Lacteo, corresponded to bad qualities milks.

Individuality only the 3.6% of the producer deliveried good quality milks, the 21.4% regular quality and the rest of the producer, the 75% bad quality.

If we wish to have main information about the hygiene of the milking, machine and the transfer of milk we did an investigation to fifty two (52) producer and six (6) transporters where the production of milk isn't the expected.

INTRODUCCIÓN

La industrialización del producto segregado por las glándulas mamarias de ciertos animales mamíferos (leche), se inicia podemos decir desde que el hombre comenzó a beberla, lo que indica que es una bebida muy antigua y por lo tanto ha sido siempre un alimento universal.

Cuando la leche sale de la ubre de una vaca sana, contiene relativamente pocas bacterias y generalmente a temperatura ambiente se conserva por mas tiempo siempre y cuando las condiciones de manejo sean las adecuadas, sin embargo está expuesta a contaminación, por lo tanto el ideal en la producción de leche sería aquel que de seguridad que el producto sea de bajo recuento bacterial, libre de impurezas visibles y que tenga un buen sabor y olor.

Es así como productores y procesadores de leche están en la obligación de brindar día a día un producto de buena calidad higiénica y sanitaria.

Las pruebas semicuantitativa de reducción de colorante, resazurina y T.R.A.M, han sido utilizadas en diferentes partes del mundo como un recurso importante para determinar el estado bacteriológico y por ende higiénico de la leche cruda.

El objetivo de la prueba del tiempo de reducción del azul de metileno en las leches crudas es determinar el estado higiénico con que las entregan a las plantas acopiadoras y ésta consiste en indicar por medio de la decoloración el contenido bacteriano presentes en ellas y nos da una idea del manejo del producto, a través de sus distintas etapas hasta llegar al consumidor; mediante dicho examen es posible encontrar cualquier deficiencia higiénica, ya sea en el lugar de producción, en los utensilios de trabajo, en el mismo operador o en el transporte.

Por estas razones decidimos emplear esta técnica para resaltar su importancia en la industria lechera, que en últimas instancia debe propender por estimular a los productores a desarrollar sistemas más higiénicos para la obtención de la leche cruda.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad higiénica de la leche cruda acopiada por la Cooperativa Lechera de Colombia (CILEDCO) Sincelejo, mediante la prueba de reductasa o T.R.A.M.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✎ Determinar la carga microbiana de la leche cruda acopiada por CILEDCO mediante la prueba de reductasa.

- ✎ Estimar las condiciones higiénicas actuales con que la leche es recibida por la empresa.

- ✎ Relacionar los diferentes T.R.A.M, con las variables que influyen en la recolección del producto.

✘ Contribuir al estudio del mayor foco de contaminación de la leche, sus causas y posibles soluciones, con el fin de poder llevar un producto higiénicamente apto par la seguridad alimenticia del consumidor por parte de la empresa.

✘ Implementar la prueba de reductasa en la planta de acopio de CILEDCO Sincelejo

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 LECHE

2.1.1 Definición. Es el producto de la secreción de la glándula mamaria, destinado a la alimentación de las crías. Se ha dicho que es el alimento casi perfecto para el hombre, su valor nutritivo excepcional se refleja en sus componentes principales como proteínas, carbohidratos (lactosa), grasas, minerales, vitaminas y agua (4).

Para obtener una información mas precisa sobre lo que es la leche, seria mas apropiado definirla desde varios puntos de vista.

2.1.2 Definición legal. El ministerio de salud mediante el decreto 24 -17 del 30 de agosto de 1983, y según el artículo 2 del capítulo 1, la define como la secreción normal de la glándula mamaria de bovinos sanos, obtenida por uno o varios ordeños diarios higiénicos ininterrumpidos.

2.1.3 Definición química. La leche es una emulsión de grasa en agua, pero desde el punto de vista químico, la leche es uno de los fluidos más complejos que existen, seguramente nadie sabe con exactitud cual es la totalidad de sus elementos, por cuanto a la investigación científica constantemente determina nuevos componentes a agregar a la lista que actualmente se conoce. (4).

2.1.4 Definición física. La leche es un líquido de color blanco opalescente característico. Este color se debe a la refracción que sufren los rayos luminosos que inciden en ella al chocar con los coloides en suspensión (4).

2.2 COMPOSICIÓN

El mayor constituyente es el agua, que es el 87% aproximadamente, correspondiendo el porcentaje restante a los sólidos, entre los que hay lípidos (3-5%), lactosa (4.9-5%), proteínas principalmente caseína (3.5%), pequeñas cantidades de minerales, algunas vitaminas, y lactosa. (8)

Los constituyentes de la leche se encuentran en tres estados físicos: solución o fase hídrica, suspensión coloidal de caseína y sales minerales; y de materia grasa en forma globular.

A continuación en la Tabla 1 se muestran los promedios en porcentajes de los constituyentes de la leche.

Tabla 1. Composición General de la Leche de Vaca en %.

Constituyentes	Variación en %	Promedio en %
Agua	70 – 90.5	87.0
Grasa	2.2 – 8.0	3.80
Proteína	2.7 – 4.8	3.50
Lactosa	3.5 – 6.0	4.90
Cenizas	0.65 – 0.90	0.80

Fuente (5)

2.3 DESCRIPCIÓN DE LOS CONSTITUYENTES

2.3.1 Agua. El agua en este sistema es la dispersante, en el cual las partículas grasas, compuesto de mayor tamaño se encuentran emulsionados o suspendidos. (5).

2.3.2 Proteína. La proteína láctea es una mezcla de numerosas fracciones proteicas diferentes y de peso molecular distintos, la más característica es la caseína, además se encuentran albúminas y globulinas. (4).

Casi todas las caseínas de la leche recién segregadas, están agrupadas en partículas que se denominan micelas, la mayoría de los componentes solubles y lípidos de la leche interactúan con la caseína.(8).

El estado de equilibrio de las micelas se pueden romper por diferentes agentes, tanto enzimáticos como térmicos (120–140°C), siendo importante la acción proteolítica de ciertas enzimas como el caso de la quimosina contenida en el cuajo, la cual desestabiliza la unión de las micelas, facilitando la producción del queso. (8).

2.3.3 Grasas. La grasa de la leche se encuentra en forma de glóbulos de lípidos, rodeada de una capa o membrana rica en fosfolípidos constituida durante el proceso de secreción de la membrana apical de las células secretoras. (8).

En la leche recién segregada, existe la cantidad adecuada de membranas para recubrir la mayor parte de la superficie de la grasa, la que le da estabilidad al glóbulo graso. Manipulación como la homogenización reducen el tamaño del glóbulo y al aumentar su superficie, hace que los lípidos sean más accesibles a la acción lipolítica, al perderse la capa protectora de fosfolípidos. La caseína interaccionan con la superficie de la

grasa, actuando como agente emulsionantes y manteniendo de esta manera la grasa en suspensión. (8).

2.3.4 Lactosa. El carbohidrato principal de la leche es la lactosa y es uno de los azúcares más insolubles, además es el componente que le da a la leche las propiedades físicas tales como presión osmótica, punto de congelación y punto de ebullición, la variación en su concentración es inversamente proporcional a la cantidad de otros compuestos hidrosolubles especialmente cloro y sodio.

La lactosa se encuentra totalmente en solución en la fase acuosa y es un disacárido compuesto de glucosa y galactosa (8).

2.3.5 Minerales. Representan alrededor del 0.6 – 0.8 % del peso de la leche, en los análisis que se realizan son reportados como cenizas, o como el residuo que queda después que la leche ha sido incinerada debido a la reacción de oxidación que ocurre durante dicha incineración, los compuestos obtenidos en las cenizas no están en la misma forma que en la leche entera, por ejemplo los compuestos en las cenizas tienen reacciones alcalinas y en la leche éstas reacciones son ácidas. (3)

Los minerales que se encuentran en la leche son: Hierro, cobre, zinc, yodo, magnesio y otros menores que son importantes desde el punto de vista fisiológico y nutricional. (3)

En las cenizas se encuentran importantes minerales como lo registra la Tabla 2 que a continuación les mostramos.

Tabla 2. Minerales más importantes en cuanto su porcentaje se refieren, representado en el análisis de las cenizas de la leche incinerada.

Minerales	Porcentajes %
K_2O	25.02
P_2O_5	24.29
CaO	20.00
Cl	14.28
Na_2O	10.01

Fuente (4)

2.3.6 Vitaminas. La leche contiene todas las vitaminas conocidas, aunque algunas de ellas se encuentran en trazas.

Las vitaminas se pueden clasificar como: a) Liposolubles como las, A, D, E y K, que son función principal de la dieta, y varían de acuerdo a la época del año. b) Hidrosolubles como la B y la C, que son función de la acción de microorganismos del rumen de la vaca y no varían de acuerdo a la época del año.

Las vitaminas de la leche son susceptibles a destruirse por diversos factores como son: Tratamientos térmicos, acción de la luz, oxidaciones, entre otros. Por estas razones cuando se hacen agregados de vitaminas a la leche, es necesario establecer un control de calidad de ellas.

El contenido de las vitaminas en la leche esta sujeto a grandes oscilaciones, siendo el calostro el que contiene la mayor riqueza vitamínica, así por ejemplo, contiene de 5 a 7 veces más vitamina A, 10 veces más vitamina C y de 3 a 5 veces mas vitaminas B₂, D y E, que en la leche normal. (4).

2.4 FISIOLÓGÍA DE LA LACTANCIA

Durante la lactancia, la leche se produce continuamente y se excreta por los alvéolos glandulares, el proceso de secreción se compone de dos fases una que es la lactogenesis o comienzo de la secreción, estimulada por la hormona oxitócina y la otra es la galactopoyesis o mantenimiento, regulada por la prolactina especialmente.

Todas las células epiteliales del alvéolo, tienen la capacidad de producir los diferentes componentes de la leche.

La leche producidas, se obtiene al amamantar el ternero, colaborando activamente los estímulos visuales, acústicos, térmicos, masajes en la ubre y manipuleo de los pezones dicho manipuleo es el denominado ordeño, mediante el cual se produce una descarga de oxitocina en la ubre, hormona que produce la contracción de las células mioepiteliales ocasionando un aumento de la presión intramamaria dando como resultado la secreción de la leche.

Es recomendable hacer el ordeño inmediatamente después de la estimulación, cualquier factor como un susto, dolor, enfermedad o mal trato disminuyen la presión intramamaria y por lo tanto la secreción de la leche se interrumpe.

2.4.1 Legislación. La legislación colombiana establece como requisito para el ensayo de reductasa (azul de metileno), en horas, para la leche entera cruda, un mínimo de 4 horas, según Norma ICONTEC N°. 99, según la división oficializada mediante la resolución N° 1045 septiembre 28 de 1976. El Decreto 2437, agosto 30 del 83 no establece modificaciones a los datos anteriormente mencionados.

2.5 MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE

La leche es un producto fácilmente contaminante y uno de los factores que mayor influencia ejerce dentro de los múltiples aspectos de la industria lechera, es la contaminación microbiana. Los gérmenes vivos como bacterias, hongos, levaduras y mohos, bien procedentes del interior de la ubre o del medio externo, se desarrolla en la leche multiplicándose con extraordinaria velocidad y produciendo diversas modificaciones en la composición y la constitución del nutritivo alimento en mención haciéndolo impropio para el consumo directo o bien imposibilitando su aprovechamiento industrial.

La calidad bacteriológica de la leche varía de acuerdo a las condiciones de las explotaciones bovinas. Es también importante anotar, que el enfriamiento de la leche inhibe el desarrollo en bacterias comunes a la leche pero puede causar problema cuando se almacena por un periodo de tiempo prolongado, a través del enmascaramiento del proceso infeccioso y de contaminación, cuando las medidas higiénicas no son las adecuadas; siendo el consumo de leche cruda un riesgo para la salud humana.

2.5.1 Microflora inicial. Vera, afirma que la cantidad y clase de microorganismos presentes en la leche recién ordeñada, son el

reflejo directo de la contaminación antes, durante y después del ordeño.

Como ya se ha indicado la leche puede estar contaminada por microorganismos procedentes de muchas fuentes, la magnitud y la diversidad de la población contaminante varía y depende de las condiciones particulares asociadas al lote del líquido.

A continuación se muestran los microorganismos con base a sus características principales, denominándolos así:

- a) **Tipos Bioquímicos** (de acuerdo al tipo de sustrato que degrada)
- b) **Respuestas a la Temperatura.**
- c) **Capacidad para producir infección y enfermedades.**

a) **Tipos bioquímicos:** Como se sabe los componentes de la leche como carbohidratos, proteínas, y grasas son sustratos todos susceptibles a degradación.

En el Cuadro 1 se resumen los cambios bioquímicos de algunos componentes de la leche, el microorganismo que lo produce y su producto final.

Cuadro 1. Cambios bioquímicas de algunos componentes de la leche, el microorganismo que lo produce y su producto final.

Tipos Bioquímicos	Microorganismos representativos	Fuentes de microorganismos	Sustratos sobre los que actúa y productos finales	Notas adicionales
Productores de ácido	Estreptococos, como: E. Lactus y E cremoris. Lactobacillus, como lactobacillus casei. L. plantarum, Lactob. brevis, L.fermentum.	Utensilios para el ordeño, Pasturas, plantas. Alimentos almacenados en silos, estiércol.	Lactosa fermentada a ácido láctico y otros productos como ácido acético, alcohol etílico y dióxido de carbono. La lactosa es fermentada a ácido láctico y otros productos.	A los que producen ácido láctico se les conoce como tipos homofermentativos; a los que producen varios compuestos como Heterofermentativos
	Micro bacterias como: Microbacterium lacticum.	Derivados de la leche, utensilios de ordeño y estiércol.	La lactosa es fermentada a ácido láctico y otros productos finales.	Algunas de estas bacterias pueden resistir altas temperaturas aprox. 80-82 °c termofila
	Coliformes como: Escherichia coli, Enterobacter-aerogenes	Aguas contaminadas, estiércol, plantas y suelos.	La lactosa fermentada dando una mezcla de productos finales. Como: Ácidos gases y compuestos neutros.	El numero de bacterias coliformes en la leche, es un indicador de su calidad higiénica.

	Micrococcos como: Micrococcus luteus; M. varians; M. freudenreichii .	Conductos de las glándulas mamarias de las vacas, utensilios de ordeño.	Pequeñas cantidades de ácido, fermentación de la lactosa.	Resisten el calor moderado, algunas sepas resisten hasta 63°C durante 30 min.
Productoras de gas	Coliformes, Clostridium, Butyricum, Tortula cremoris.	Suelo, estiércol, agua, alimento.	La lactosa se fermenta con acumulación de gas, esta es una mezcla de dióxido de carbono e hidrogeno.	Los grandes recipientes tienen sus tapas levantadas por la presión, cuando la contaminación por bacteria de gas es muy elevada.
Fermentación filante o en tiras	Alcaligenes viscalatis, Enterobacter aerogenes, Streptococcus cremoris.	Tierra, agua, plantas, alimento.	Los microorganismos sintetizan un material polisacárido viscoso que forma cápsulas de limo o cápsulas a las células.	La leche favorece la formación de material capsular.
Proteolítico	Basillus sp como: Basillus subtilis, Basillus cereus.	Tierra, agua, utensilios.	Estos microorganismos degradan la caseína hasta péptidos, la proteolisis esta precedida por la coagulación de la caseína.	Los productos finales de la proteolisis imparten olores y sabores anormales a la leche.

Lipolítica	Pseudomonas fluorescentes, Penicillium sp.	Tierra, agua, utensilios.	Estos microorganismos desdoblan las grasas de la leche hasta glicerol y ácidos grasos.	Algunos ácidos grasos imparten olores y sabores desagradables a la leche.
-------------------	--	---------------------------	--	---

Fuente (7)

b) **Respuesta a la temperatura:** Las bacterias que se introducen en la leche se clasifican de acuerdo a sus hábitos térmicos y su resistencia al calor.

Es de gran importancia tener conocimiento acerca de esto, debido a que las bajas temperaturas se emplean para prevenir cambios ocasionados por microorganismos mesófilos y termófilos y las elevadas para reducir la población microbiana, destruir agentes patógenos y en general para mejorar y mantener la calidad de la leche. (1)

En el Cuadro 2 se muestra los efectos del mantenimiento de la temperatura sobre la leche cruda en el número de días y tipo de bacterias.

Cuadro 2. Efectos de la temperatura sobre la leche cruda, en el número de días y tipos de bacterias.

Mantenimiento de la temperatura °C	Cambios en el número	Microorganismos predominantes
1 – 4 °C	Declinan durante los primeros días, a la cual sigue un incremento gradual después de 7 a 10 días.	Psicrofilos verdaderos como especie de <i>Achromobacter</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Pseudomonas</i> y <i>Alcaligenes</i> .
4 – 10°C	Pequeña disminución del número durante los primeros días a la que sigue un incremento rápido, grandes poblaciones al cabo de 7 días o más.	Lo mismo del anterior y los cambios son: viscosidad, cuajado dulce, proteolisis, etc.
10 – 20 °C	Rápido incremento del número, se alcanza grandes poblaciones en los primeros días o antes.	Muchos tipos de bacterias productoras de ácidos como los <i>Estreptococos lácticos</i> .
20 –30°C	Se desarrollan grandes poblaciones en horas.	<i>Estreptococos lácticos</i> , <i>Coliformes</i> y otros tipos mesofilos, además del ácido puede haber gas, pérdida del sabor, etc.
30 – 37°c	Se desarrollan grandes poblaciones en horas.	Se favorece el desarrollo de grupos coliformes.
37°C y más.	Se desarrollan grandes poblaciones en horas.	Algunas mesofilas o termofilas como <i>Bacillus coagulans</i> y <i>Basillus sterothermophilus</i> .

Fuente (7).

C) Capacidad para producir enfermedades: La leche como es un alimento insustituible y de primera necesidad para el hombre, es un excelente medio de cultivo para la mayoría de los microorganismos, y por lo tanto es lógico pensar que en este medio pueden desarrollarse casi todos los microbios especialmente bacterias, levaduras y mohos. (7).

Las bacterias patógenas pueden llegar a la leche por el mismo animal que las produce o por el personal que las manipula después de su extracción, es decir que pueden ser de origen animal o humano.

Enfermedades de origen animal: Las principales son; Tuberculosis, Mastitis, Brucelosis entre otras.

Enfermedades de origen humano: Entre ellas; Fiebre tifoidea, Difteria, Escarlatina, Parálisis infantil, Diarrea infantil entre otras. (7).

2.6 HIGIENE DE LA LECHE

La leche no posee una flora bacteriana nativa como el agua, y es muy probable que sea secretada por una vaca sana en condiciones estériles.

Es rara la leche que se encuentra estéril dentro de la ubre, ya que los microorganismos del exterior invaden las cisternas de la ubre penetrando por el conducto del pezón.

Los microorganismos pueden encontrarse en todo lugar: en los animales, en las personas, en el aire, en la tierra, en el agua y en los utensilios. Una leche de buena calidad, segura para el consumo humano, es el resultado de reconocidas prácticas higiénicas observadas a lo largo de todas las etapas del proceso, desde la extracción hasta cuando llega al consumidor.

El número de bacterias presentes en el producto final refleja las condiciones higiénicas bajo las cuales la leche ha sido procesada y permite determinar el período de preservación de esta y sus derivados. Las principales fuentes contaminantes de la leche cruda por presencia de microorganismos están constituidas por superficies tales como las ubres del animal y los utensilios.

2.6.1 Contaminación de la leche. La contaminación de la leche se puede dar por diversos factores, como se ha mencionado anteriormente.

El aire es el más improbable medio de contaminación aunque a través de éste se puede dar mediante micrococcus, coliformes y esporas de basillus.

La contaminación por parte del sitio de ordeño se presentan por el mal aseo o por los utensilios mal lavados.

La contaminación por parte del ordeñador se puede presentar en las operaciones de limpieza del polvo de los pezones, además si no mantiene limpias sus manos puede ser una fuente de contaminación, siendo esta con bacterias patógenas al hombre, un peligro constante, por lo que es importante exigir, en este grupo de personas, exámenes médicos periódicos relacionados con las principales enfermedades transmisibles.

El agua es uno de los principales factores de contaminación de la leche; por lo general el agua que procede de ríos, fuentes, pozos o lagos tienen el riesgo de estar contaminadas por microorganismos fecales, existiendo también la posibilidad de la presencia de bacterias saprófitas procedentes del suelo o de la vegetación estableciendo el desarrollo de microorganismos no deseables en los utensilios de ordeño y la presentación de brotes de mastitis, como en el caso de bacterias psicrófilas (*pseudomonas* sp). (8).

2.7 NORMAS HIGIÉNICAS EN LA OBTENCIÓN DE LA LECHE

2.7.1 Saneamiento del medio. El saneamiento del medio es un factor importante en la obtención higiénica de la leche, constantemente ha de ponerse especial interés en el ordeño, si las vacas se ordeñan de manera defectuosa o antihigiénica, ello repercute mucho sobre la calidad de la leche y de los productos lácteos; también por esto se producen enfermedades mamarias que disminuyen el rendimiento lechero y económico de la explotación y, como consecuencia el desarrollo general de la economía de la leche con repercusión en el estado de salud de la población consumidora de leche.

Es por eso de vital importancia el aseo de los pisos del sitio de ordeño, por ejemplo si se ordeñan en vaqueras el piso debe ser de un material que permita que este se pueda lavar con facilidad (cemento), así el estiércol se retirara después del ordeño correspondiente y se mantendrá limpio antes de cada ordeño.

Ahora bien, si el ordeño se realiza directamente en los potreros ha de escogerse un buen sitio, debe ser un lugar seco; difícilmente puede evitarse que la leche se ensucie con polvo; además los pastos frecuentemente ofrecen la presencia molesta

de insectos, en gran cantidad, por lo que no es recomendable ordeñar en estos sitios. (5).

2.7.2 Salud humana. La salud humana se refiere primordialmente a la salud del ordeñador y a su situación en este oficio. Es bien sabido la dificultad que existe para conseguir personal en este campo, así como también que posea bases sólidas sobre su trabajo.

Es importante destacar que un buen ordeñador ya sea para el oficio manual o mecánico, no solo debe tener conocimientos sobre la técnica de ordeño, sino también de los fenómenos fisiológicos como son la formación y obtención de la leche, de las enfermedades de las vacas lecheras y su influencia sobre la calidad de la leche, de los fundamentos de la higiene general de los establos y animales, de la manipulación de la leche y los utensilios. En resumen el ordeñador debe según esto contar con amplios conocimientos teóricos y prácticos.

Dentro de lo anterior, cabe mencionar la salud del ordeñador pues son estos los que extraen la leche en los que pueden reproducirse muy intensamente numerosos gérmenes patógenos, razón por la que un control medico periódico es lo deseable en el personal encargado del ordeño. (5).

2.7.3 Labores de manejo. Las labores de manejo incluyen todas las tareas que se realicen en la finca que tengan que ver con la obtención, almacenamiento y transporte de la leche así:

El ordeño: Para realizar un buen ordeño es necesario preparar bien la ubre, y no se debe empezar sin antes limpiarla bien, lo cual es válido tanto para el ordeño manual como el mecánico. En la limpieza previa se frota bien la ubre y, si es preciso, la pared abdominal del lado en que trabaja el ordeñador. Tras este aseo previo, se realizará cuidadosamente la limpieza principal de la ubre, prestando especial atención a los pezones; esto puede hacerse con una esponja o con una toalla de papel humedecida en una solución desinfectante. (5).

En la Tabla 3 se ilustra la importancia de esta práctica.

Tabla 3. Efecto de la limpieza de la ubre sobre el contenido de bacterias en la leche.

	Bacterias por mililitro		
	Total	Productoras de ácidos	Licuentes
Ubres y flancos sin limpiar	7.058	3.554	81
Ubres flancos limpios	716	185	47
Disminución debido a la limpieza	6.342	3.369	34

Fuente: (5).

Lo ideal es lavar la ubre y secarla con un trapo limpio, seguidamente es necesario utilizar la prueba de los pezones o preordeño (mastitis) que consiste en ordeñar los primeros chorros en una superficie negra, para detectar la presencia de grumos, pus o coágulos de sangre. Alais (2) destaca la importancia de descartar los primeros chorros, pues esta primera leche que se extrae de la ubre es siempre la más contaminada. Contaminación que ira decreciendo a lo largo del ordeño. Exámenes realizados por el mismo autor mostraron que la leche de los primeros chorros contenía en promedio 6.500 gérmenes/cc, a mitad del ordeño 1.350 gérmenes/cc y 709 gérmenes/cc al final del mismo.

2.7.4 Tratamiento de la leche después del ordeño. Obtener una leche estéril luego del ordeño es prácticamente imposible, por mas que se tomen precauciones durante la recogida, pero una vez obtenida en la forma más higiénica posible, los pasos siguientes son muy importantes para tratar de conservarla en este estado. Al respecto algunos autores plantean que la leche debe filtrarse aunque no es de mucha importancia, pues solo se logra detener partículas grandes como insectos, ya que partículas pequeñas como el polvo, logran pasar el filtro, Alais (2), reafirma este concepto exponiendo que solo se debe filtrar la leche cuando el ordeño es realizado con las debidas

condiciones, de lo contrario no es bueno realizarlo para evitar que partículas grandes como las heces se desmenucen y pasen por el filtro agravando la situación. Una vez realizado este la leche se deposita en canecas de diferentes capacidades de un material que no contengan metal como el cobre y el hierro que pasan con facilidad a la leche, en la cual originan profundas modificaciones (sabor a oxidado). El material deseable será entonces el de acero inoxidable o el aluminio.

Si la leche no es enviada inmediatamente a una central lechera es de vital importancia su refrigeración para preservar el producto hasta el momento de su utilización, si no se cuenta con estos mecanismos se recomienda trasladarla a lugares sombreados.

2.7.5 Limpieza y desinfección. Como ya hemos visto, el contenido bacteriano de la leche sacada de la finca varía de acuerdo a múltiples factores. Estudios realizados sobre el grado de contaminación han demostrado claramente que el número de gérmenes procedentes de la ubre, de las suciedades del ordeño y del aire del establo no sobrepasan los 20.000/cc, mientras que pueden producirse contaminaciones más intensas con gérmenes procedentes de los recipientes y utensilios en contacto con la leche. Cobre, entonces la limpieza y la desinfección de los

utensilios, un particular significado higiénico. Podría decirse que el estado de los utensilios lecheros ejerce la máxima influencia sobre el estado higiénico de la leche en el lugar de producción. (5). Sobre el tema puede apreciarse en la Tabla 4 el grado de contaminación causada por los utensilios.

Tabla 4. Grado de contaminación por los utensilios.

Condición del utensilio	Bacterias por mililitro
Utensilios estériles	5.000
Utensilios no esterilizados	56.474

Fuente: (5).

2.7.5.1 La limpieza. Entendiendo como la eliminación de las suciedades existentes sobre la superficie, puede emplearse el siguiente método: Enjuagar los utensilios con abundante agua potable a temperatura ambiente inmediatamente después de cada utilización. Cuidadoso cepillado empleando agua caliente a no menos de 35°C a la que se le ha agregado una sustancia limpiadora comprobada.

2.7.5.2 Desinfección. Esto es la muerte de los gérmenes existentes en las diferentes superficies. Por supuesto que en condiciones ordinarias no se pueden limpiar completamente los

gérmenes de los utensilios pero con una buena desinfección no deberían encontrarse más de 100 gérmenes/cc. (2).

Para la desinfección puede recurrirse a los siguientes métodos: Agua caliente y a vapor y desinfección química (yodo, jabones enfolitos o compuestos de amonio cuaternarios).

2.8 PRUEBA DE AZUL DE METILENO

Esta prueba, llamada con frecuencia la prueba de la reductasa es de gran utilidad para determinar la calidad higiénica de la leche, recibida con su contenido microbiano, debido a su extraordinaria sencillez, economía y facilidad en la operación, puede hacerse la prueba a un número considerable de muestras en un periodo relativamente breve. Por las razones pasadas la prueba de la reductasa la emplean con frecuencia las compañías distribuidoras de leche y las autoridades sanitarias para juzgar el grado de contaminación microbiano del producto en mención.

El fundamento de esta prueba, es la decoloración del indicador ocasionada por la reacción de reductora que ocurre en la respiración bacteriana, en la cual el azul de metileno actúa como aceptor de hidrógenos cuando es agregado a la solución en este caso a la leche. Ciertas enzimas (deshidrogenasa)

elaboradas por microorganismos, producen la oxidación intracelular del colorante, debido a la liberación del hidrogeno en el cual se fijo el azul de metileno.

La velocidad a la que se produce la decoloración del azul en la muestra de leche es directamente proporcional al número de bacterias contenidas en la misma, entre más rápida es, mayor es el número de gérmenes. Aunque esta prueba no es muy exacta para valorar el número de gérmenes real presente, en la práctica es de gran utilidad.

3. METODOLOGÍA

3.1 MATERIALES Y EQUIPOS

- Leche cruda
- Tubos de ensayo
- Frasco de vidrio
- Papel de aluminio
- Baño María
- Gradillas
- Nevera
- Reloj de laboratorio
- Termómetro
- Pipetas
- Azul de metileno
- Cucharón para homogenizar y tomar muestras

3.2 MÉTODO

En el presente trabajo se hizo un análisis descriptivo del T.R.A.M para determinar la calidad higiénica de la Leche cruda y se hizo un diseño estadístico de bloque completamente al azar para determinar si hay o no diferencias significativas de la

calidad higiénica de la leche cruda entre las dos rutas escogidas (Tolú y Palmito) que llega a una empresa distribuidora, CILEDCO de Sincelejo.

Dicha empresa recibe aproximadamente unos 28.000 litros diarios de leche provenientes de 10 rutas que incluyen municipios del Departamento de Sucre y parte de Córdoba.

El universo de estudio fue constituido por 28 productores provenientes de las dos rutas que fueron muestreados cinco (5) veces en días consecutivos, las muestras de leche fueron tomadas en el momento de llegada de los vehículos recolectores del centro de acopio, a partir del día 10 del mes de noviembre al día 23 del mismo mes, el cual se caracterizó por presentar en ese rango días lluviosos y días soleados.

Para realizar los muestreos, se utilizaron los registros de control de la planta procesadora, que incluye: región de procedencia del vehículo recolector, número del vehículo y número de productores por vehículo.

Para obtener una muestra representativa de cada producto, se tomaron 50 cc. de leche de la cantina de dicho productor, se mezclaron entre sí y se obtuvo de ella una muestra global, de la

cual se tomaron 50 cc. se depositaron en recipientes de vidrio estériles y posteriormente se transportaron, en una nevera de icopor con hielo, cerrada herméticamente, al laboratorio de la Universidad de Sucre, el dicho traslado de la Planta de acopio a la Universidad durante 10 minutos lo cual no representó para el estudio ninguna variación en el contenido de la muestra.

Como muestra definitiva y con previa homogenización de la leche se escogieron 30 cc. de cada recipiente recolector y se depositaron en 3 tubos de ensayo tapa rosca, se le agregó el reactivo, y se taparon, y se llevaron al baño de reductasa o baño de maría a 37 °C donde se procedió a esperar el tiempo de decoloración.

Se trabajo con 10 muestras diarias, cinco (5) de cada ruta durante siete (7) días con siete (7) días de repetición para un total de 14 días, en los cuales se analizaron 140 muestras.

Las pruebas de reducción se basan, en la teoría de la deshidratación de Wieland, sobre el transporte metabólico, en cuya fase de reducción resultan reducidos simultáneamente, tanto la sustancia agregada (colorante) como los receptores naturales de hidrógeno. En otras palabras; el colorante compite con los receptores naturales presentes, por el hidrógeno de la

hidrogenación, cuya transferencia cuantitativa al colorante depende, en todo caso, de las bacterias presentes. A medida que las bacterias crecen en la leche, consumen oxígeno y producen sustancias reductoras que finalmente rebajan el potencial O/R, hasta valores negativos.

El grado de reducción del potencial O/R, depende del número y tipo de bacterias y de la intensidad de su metabolismo. Esta variación se puede seguir utilizando un colorante apropiado a la leche e incubándola, el colorante bien puede ser el Azul de Metileno o la Resazurina (5).

Estas teorías, entonces dejan por tierra la de quienes plantean la existencia de una enzima reductasa, capaz de ser reducida por las bacterias presentes en la leche (7).

Es cierto que las diversas clases de gérmenes influyen de manera muy distinta sobre los resultados, por lo que las pruebas de reducción no permiten sacar una conclusión exacta sobre el contenido microbiano, a su vez presentan limitaciones al menos en dos aspectos: (5).

- La velocidad de decoloración del reactivo, depende de los tipos de microorganismos presentes.

- Las condiciones en que se realiza la prueba, son más favorables, para el crecimiento de los gérmenes mesofílicos que para los psicrófilos y termófilos.

Ambos factores influyen en la correlación de las poblaciones microbianas, con los tiempos de decoloración (5).

Según el Consejo Nacional Lácteo (C.N.L.), atendiendo a la calidad higiénica de la leche cruda establece la siguiente relación microbiana y el tiempo de reducción del Azul de Metileno. (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Normas higiénicas de la calidad de la leche aprobadas por el Consejo Nacional Lácteo (C.N.L.).

Tiempo de reducción de Azul de metileno en Minutos:	Calidad	Contenido bacteriano aproximado de N° de Bacterias m/l	Tiempo aproximado de conservación en horas
De 0 a 90	Muy mala	Más de 5×10^6	5 a 6
De 90 a 210	Mala	De 1×10^6	6 a 14
De 210 a 330	Buena	De 0.5×10^6 a 1×10^6	14 a 24
De 330 a 480	Muy buena	De 0.2×10^6 a 0.5×10^6	24 a 36
De 480 o más	Excelente	Menos de 0.2×10^6	Más de 36

(1).

3.2.1 Procedimiento de la prueba. Para la realización de la prueba, se tomaron 10 cc. de leche cruda en tubos de ensayo, se les agregó 1 cc. de Azul de Metileno 0,25%(N) a cada tubo

previamente ubicado en una gradilla, se taparon y se homogenizaron hasta que la muestra adquirió un color azul celeste, se sumergieron al baño de María a 37 °C, en el cual se hicieron observaciones cada 30 minutos pero iniciando a partir de que las muestras adquirieron los 37 °C. Se consideró finalizado el procedimiento cuando la muestra regresó al color original de la leche. El lapso de tiempo transcurrido entre la iniciación y la finalización del proceso de decoloración, fue el que tuvimos en cuenta como resultado final.

Los resultados fueron analizados en porcentajes, con base en rangos de media hora.

Con el fin de obtener información sobre la higiene del ordeño, manejo, transporte, se realizó una encuesta a 52 ordeñadores y 6 transportadores a fines de noviembre y principios de diciembre de 2001.

4 RESULTADOS

4.1 PRUEBA DE REDUCCIÓN DE AZUL DE METILENO T.R.A.M.

- Para la determinación de T.R.A.M. de la leche cruda acopiada por CILEDCO, se tomaron e interpretaron los datos, primero a nivel de productor y luego se globalizó por rutas basados en los estándares aprobados por el Consejo Nacional lácteo para la calidad higiénica de la leche cruda. (Ver Tabla 5).
- El muestreo se inició el día diez (10) de noviembre de 2001 hasta el 23 de noviembre del mismo año, es decir. 14 días consecutivos, los cuales se caracterizaron por una variación climatológica, por ejemplo: el día miércoles 14 hubo lluvias toda la noche y la mañana del jueves 15, lo mismo con el día martes 20 y miércoles 21, los demás días fueron soleados.
- Los camiones recolectores siempre llegaron a la planta primero Palmito y luego Tolú con un intervalo de 30 minutos entre sí, más tardar a las 10 a.m.

- La Tabla 6 contiene los T.R.A.M. promediados por productor con rangos a cada 30 minutos con sus respectivos porcentajes. Puede observarse que para los rangos de 0 – 120 minutos no se localizaron productores, para los rangos de (120 – 150) minutos encontramos 3 productores lo que equivale a un 10,71%, entre (150-180) minutos aparecieron 9 productores para un 32.14%. Luego para (180-210) minutos hubo 9 productores siendo esto también el 32,14%, entre (210-240) minutos se encontraron 6 productores para un 21,42% y por último entre 240 y 270 minutos 1 productor equivalente al 3,5% del total del 100% que fueron 28 productores.

Tabla 6. Resultados del T.R.A.M de los productores con sus respectivos porcentajes.

T.R.A.M MINUTOS	PROM. MUESTREO POR PRODUCTO	%
0 – 120	-	-
120 - 150	3	10.71
150 - 180	9	32.14
180 - 210	9	32.14
210 - 240	6	21.42
240 - 270	1	3.57
TOTAL	28	100

- La Gráfica 1 y 2 muestran los resultados del T.R.A.M. reflejados en la Tabla 6, la primera indica el T.R.A.M. promedio individual de cada productor (expresado en porcentajes) y la segunda, muestra el juzgamiento según el Consejo Nacional Lechero (C.N.L). (Ver Anexos A y B).
- La Tabla 7 muestra los resultados del T.R.A.M. del total del muestreo por días, en ella se observa que:
 - Para los rangos (120 – 150) minutos se encuentra el día 13 (jueves).
 - Para los rangos (150 – 180) minutos los días 2 (domingo); 6 (jueves); 8 y 9 (sábado y domingo); 14 (viernes).
 - Para los rangos (180-210) minutos, los días 5(miércoles), 7(viernes), 10, 11 y 12 (lunes, martes, miércoles), para los rangos 210, 240 el día 1 (sábado), 3 y 4 (lunes y martes).

- La Gráfica 3 muestra el comportamiento de los T.R.A.M. por días muestreados. (Ver Anexo C)
- En segundo lugar procedimos a mostrar los resultados globales de cada ruta y su comportamiento individual.
- La Tabla 8 compara los resultados del T.R.A.M. diario de cada ruta, la cual indica que su comportamiento es casi similar por ejemplo: en ambas rutas los días sábados y domingos el T.R.A.M. es relativamente bajo con un promedio de 177 minutos los sábados y 169 minutos los domingos, además los días intermedios de las semanas la calidad de la leche mejora relativamente siendo los días lunes, martes y miércoles el promedio más alto del T.R.A.M., 201 minuto; el día jueves (13) muestra el promedio más bajo debido posiblemente a la interacción del medio ambiente días lluviosos, 162 minutos.

- El reflejo de los resultados de los T.R.A.M. de cada ruta y además compara el comportamiento lineal de ambas rutas. (Ver Anexo C).

Los resultados del T.R.A.M. promediado de cada ruta son:

Ruta Palmito 184.5 minutos, encontrándose dentro del rango 180 - 210 el cual es de mala calidad.

Ruta Tolú, 193 minuto incluido también en el mismo rango y por lo tanto son leches de mala calidad. Con un contenido de bacterias según investigaciones de 4 a 20 millones por centímetro cúbico aproximadamente. (Ver Tabla 5).

- **Análisis Estadístico**

El diseño de bloques completamente al azar incluye los tratamientos que se les practicó a los días muestreados y los bloques o cada ruta escogida para el ensayo.

Tenemos entonces que para el análisis de varianza de los dos factores con una sola muestra por grupo dio como resultado los siguientes promedios: para el día sábado 192.75 con varianza de 91.125, el lunes un promedio de 207 con varianza de 18 el

martes 208.5 con varianza de 4.5 el miércoles 196.5 y varianza de 40.5 para el día jueves un promedio de 171 con varianza de 162 y para el viernes 185.5 con varianza de 60.5.

Para determinar si hubo o no diferencia significativa se trabajó con dos hipótesis, una nula que muestra igualdad en las medias y una alternativa que dice que por lo menos uno de los bloques tienen media diferente, como resultado tenemos que en los tratamientos el valor crítico de F es de 0.05 (6.6) = 4.28 como $6.307764249 > 4.28$, podemos decir que hay diferencia significativa entre los T.R.A.M de días muestreados.

El valor de estadístico de F para poner a prueba los bloques es $f_{0.05(16)} = 5.99$, como $3.17312295 < 5.99$, el resultado del valor de f calculado es menor que F de la tabla se concluye que no hay diferencia significativa entre las rutas, correspondientes a los bloques.

Tabla 9. Análisis de varianza

RUTA TOLU

SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
213min	144min	222min	222min	192min	150min	174min
204min	168min	198min	198min	210min	168min	208min

RUTA PALMITO

SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
210min	165min	234min	210min	216min	198min	216min
144min	174min	174min	204min	168min	126min	144min

PROMEDIOS POR RUTAS

DÍAS	TOLÚ	PALMITO
SÁBADO	208.5	177
DOMINGO	156	169.5
LUNES	210	204
MARTES	210	207
MIÉRCOLES	201	192
JUEVES	180	162
VIERNES	191	180

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	CUENTA	SUMA	PROMEDIO	VARIANZA
SABADO	2	385.5	192.75	496.125
DOMINGO	2	325.5	162.75	91.125
LUNES	2	414	207	18
MARTES	2	417	208.5	4.5
MIÉRCOLES	2	393	196.5	40.5
JUEVES	2	342	117	162
VIERNES	2	317	185.5	60.5
TOLÚ	7	1356.5	193.785714	403.321429
PALMITO	7	1291.5	184.5	291.75

ANAVA

F.V	S.C	G.L	C.M	F	PROBABILIDAD	F tab
Fila (días)	3595.46429	6	599.910714	6.30776425	0.02068034	4.28386215
Columnas (rut.)	301.785714	1	301.785714	3.17312295	0.125234408	5.98737415
Error	570.964286	6	95.1607143			
Total	4472.21429	13				

4.2 ENCUESTAS

Para verificar de qué manera se llevó a cabo el manejo en el ordeño y transporte durante el ensayo, se realizaron las siguientes encuestas. Ver modelo de encuesta (Anexo D y E).

4.2.1 A los ordeñadores.

4.2.1.1 Según el aseo personal. Los resultados de las encuestas muestran que el 100% de los encuestados, no se bañan antes de iniciar el ordeño, el 30,7% se cambian a diario la ropa de ordeñar, también el 3.8% tienen en cuenta el aseo y corte de uñas, el 100% no se humedecen los dedos con saliva, al inicio del ordeño, un 27% realiza necesidades fisiológicas antes de ordeñar, el 73% no realiza dichas necesidades en baños y el 96.2% se lavan las manos después de hacer sus necesidades fisiológicas.

4.2.1.2 Según el aseo de las vacas. Se aprecia que del total de los encuestados el 27% lavan la ubre y pezones de las vacas antes de iniciar el ordeño, el 100% amarran patas y colas de las vacas al ordeñar, el 96% verifican si la ubre presenta lesiones y el 100% si la vaca presenta mastitis.

4.2.1.3 Según el ordeño. Con respecto al ordeño se observa que el 100% lo realizan en corrales de los cuales el 46% lo hacen al aire libre y el 54% en vaqueras, el 80% descartan las vacas con mastitis, el 80% descartan los primeros chorros al iniciar el ordeño, el 100% descartan las vacas recién paridas para ordeñar, el 61% se humedecen los dedos con la leche de los baldes, el 100% retiran el balde cuando la vaca defeca u orina, el 77% utilizan filtros y el 57% envasan la leche ordeñada de cada vaca de inmediato.

4.2.1.4 Según el aseo de los utensilios e infraestructuras. En el manejo de los útiles el 100% los lavan a diario, el 81% utilizan detergente y el 38% utilizan desinfectantes. El 70% dice que el agua es de buena calidad.

Por último de acuerdo al aseo del corral el 62% lo hace a diario.

4.2.2 Transporte. En general el transporte de la leche se realiza en camiones de tipo jaulas, el 100% de los camiones son cubiertos por carpas; el 100% transporta la leche en cantinas, el 100% no combinan leches entre fincas, 100% no utilizan conservantes, el 100% encuentran los tanques limpios, el 100% transporta las cantinas paradas, el 33.3% encuentran la leche en la vía, y el 16.6% la encuentran expuesta al sol. (Ver Cuadro 3 y 4)

Cuadro 3. Resultados de las encuestas a ordeñadores

PROCEDIMIENTOS DE MANEJO	N°P/SI	%	N°P/N O	%
1. Se baña antes de iniciar el ordeño	0	0	52	100
2. Se cambia a diario la ropa de ordeñar	16	30.7	36	69.3
3. Tiene en cuenta el aseo y corte de uñas	2	3.8	50	96.2
4. Se humedece los dedos con saliva	0	0	52	100
5. Se limpian las manos en la ropa de ordeñar	4	7.6	48	92.4
6. Realizan las necesidades fisiológicas antes de ordeñar	14	27	38	73
7. Realizan las necesidades fisiológicas en baños	14	27	38	73
8. Se lavan las manos después de hacer las necesidades fisiológicas	50	96.2	2	3.8
9. Lavan las ubres y pezones a cada vaca antes de ordeñar	14	27	38	73
10. Amarran patas y colas de las vacas al ordeñar	52	100	0	0
11. Verifican si la ubre presenta lesiones	50	96.2	2	3.8
12. Verifican si las vacas presentan mastitis	52	100	0	0
13. El ordeño es realizado en potreros	0	0	52	100
14. El ordeño es realizado en corrales al aire libre	24	46.1	28	54.9
15. El ordeño es realizado en vaqueras	28	54	24	46
16. Se descartan vacas con mastitis para ordeño	42	80.8	10	19.2
17. Se desechan los primeros chorros de leche al inicio	42	80.8	10	90.2
18. Se descartan vacas recién parida antes de una semana para ordeño	52	100	0	0
19. Se humedecen los dedos con la leche ordeñada	32	61.5	20	38.5
20. Retiran el balde cuando la vaca defecan u orina	52	100	0	0
21. Utiliza filtros en las cantinas	40	76.9	12	23.1
22. Envasan la leche ordeñada en la cantina de inmediato	30	57.3	22	42.7
23. Es buena la calidad del agua con que lavan los utensilios del ordeño	36	69.3	16	30.7
24. Se lavan a diario los utensilios	52	100	0	0
25. Utilizan detergentes para lavar dicho utensilios	42	80.8	10	19.2
26. Utilizan desinfectantes	20	38.5	32	61.5
27. Se asea a diario el corral	32	61.5	20	38.5

En total fueron encuestados 52 ordeñadores

Cuadro 4. Resultado de la encuesta a transportadores

PROCEDIMIENTOS DE MANEJO	N°P/Sl	%	N°P/N O	%
1. El camión es cubierto por carpas	6	100	00	00
2. Transportan la leche en cantinas	6	100	00	00
3. Combinan leche de varias fincas	00	00	6	100
4. Utilizan conservantes	00	00	6	100
5. Encuentran las cantinas limpias	6	100	00	00
6. Transportan las cantinas paradas	6	100	00	00
7. Encuentran la leche en la vía	2	33.3	4	66.6
8. Encuentran la leche expuesta al sol	1	16.6	5	80.4

En total fueron encuestados 6 transportadores.

5. CONCLUSIÓN

En la práctica, es imposible obtener una leche cruda exenta de gérmenes, lo que sí puede lograrse de vacas sanas es un adecuado equilibrio entre los nutrientes y microorganismos, los cuales con un ordeño, almacenamiento y transporte adecuado pueden conservar las características fisicoquímicas y organolépticas de la leche hasta que ésta llegue a la planta de acopio.

Como observamos en los resultados, existe un alto porcentaje de muestra con un T.R.A.M. que no cumple los requisitos exigidos para una leche cruda de consumo humano directo (4 horas) y aún es dudosa su utilización en productos derivados, debiendo entonces someterse a rigurosa pasteurización solo el 3.57% de los productos presentaron leche de buena calidad, según Demeter (4), leches con un T.R.A.M. de 20 minutos contienen más de 20 millones de gérmenes/cc. y deben ser calificadas como leches de muy mala calidad; a su vez leches con un T.R.A.M. superior a 240 minutos, contienen entre 0.5 y 4 millones de gérmenes/cc. y las califican como leches regulares. Se aprecia entonces que las leches crudas objeto del muestreo

son en su mayoría, de dudosa calidad y deben calificarse entre leches muy malas y leches regulares y no aptas para el consumo humano directo, salvo rigurosa pasteurización, cabe resaltar que la clasificación hecha por Demeter (7), pueden no estar acorde a nuestras condiciones y bien valdría la pena recomendar que se buscaran las formas de hacer tablas de contenido microbianos de acuerdo a los diferentes T.R.A.M. para nuestro medio.

Sobre los resultados del T.R.A.M. influyeron los estados del clima de los días en los cuales se realizaron los muestreos, pues en los días en que hubo lluvia se elevó el porcentaje de muestras con tiempo de reducción bajos. Es de esperarse entonces que la muestra se contamine más en invierno.

Con respecto al análisis de los T.R.A.M. paralelos entre las dos rutas, se observó, que no hubo diferencias significativas entre ambas, ello es de esperarse puesto que ambas rutas pertenecen a la misma subregión (Golfo de Morrosquillo), e inclusive llegan a la planta procesadora casi a la misma hora y además las costumbres y el manejo de los ordeñadores son parecidos como lo demuestra el análisis; además se encontró que hubo diferencia significativa del T.R.A.M. entre los días muestreados, ya que en éstos influyeron factores externos medio ambientales.

Comparando los resultados obtenidos en el T.R.A.M. con las encuestas, se observa que existen condiciones poco favorables para que los productores entreguen una leche cruda de buena calidad y con unos T.R.A.M. que mínimamente permitan clasificar las leches como regulares. Así observamos que en la mayoría de los encuestados, el aseo personal no es el adecuado, factor que influye mucho en la contaminación del producto.

Cobran especial interés, los utensilios utilizados en las labores de ordeño, siendo éstos en donde se deriva la máxima contaminación del producto en mención, especialmente en las coladeras y filtros que bien utilizados disminuyen en un porcentaje alto la contaminación pero mal utilizados producen una alta contaminación, sin dejar de mencionar que también los baldes de ordeños y cantinas mal lavadas contaminan en un alto porcentaje la leche recién ordeñada.

En la recolección y transporte de la leche desde las fincas cooperadas hasta la empresa, aunque estas llegan relativamente a tempranas horas, más tardar a las 10:00 a.m. por lo diferentes aspectos durante su traslado, naturalmente la temperatura del producto aumenta, siendo así un gran medio enriquecido de cultivos para todo tipo de microorganismos especialmente los

mesofílicos, debido a que no se utiliza refrigeración para dicho transporte.

No cabe duda que la higiene en las diferentes labores que tienen que ver con el manejo de la leche desde la obtención de la vaca hasta el consumo humano es lo más importante, unidas a la adopción de políticas educativas agresivas por parte de Instituciones y técnicos que asisten a las diferentes fincas.

A su vez los incentivos económicos a productores por conceptos del T.R.A.M. como los planteados en el acuerdo de competitividad de la cadena láctea, no deben ni pueden descartarse por parte de los acopiadores y han de propenderse por hacerlo lo más efectivo posible para lograr estimularlos a producir una leche más higiénica. (Ver Anexo G).

6. RECOMENDACIONES

Para mejorar la calidad higiénica y composicional de la leche, es necesario hacer énfasis en cada uno de los eslabones de la cadena láctea, desde la producción en las fincas hasta su distribución al consumidor.

Desde la finca, hasta la llegada a la planta de acopio el personal manipulador de dicho producto, es responsable de propender por presentar un producto de óptima calidad que en última instancia proteja la salud del consumidor. De lo contrario, harán un gran daño en la población infantil que es la que consume en mayor cantidad el producto en mención.

Es por ello que nos hemos puesto la tarea, después del estudio realizado (trabajo de grado), hacer unas recomendaciones a cada una de las partes de la producción láctea con el objeto de mejorar lo que más se pueda la calidad de la leche.

6.1 A LOS ORDEÑADORES

A continuación, veremos las normas higiénicas claves sugeridas para la obtención de leche de óptima calidad.

6.2 EL ORDEÑO HIGIÉNICO: UNA PRÁCTICA CLAVE PARA LA OBTENCIÓN DE LECHE DE ÓPTIMA CALIDAD

6.2.1 Antes del ordeño. - Garantizar un ambiente de calma y tranquilidad, en lo posible limpio, seco y libre de moscas.

- Utensilios de ordeño (baldes, canecas, tapas, empaques, filtros, maquinas ordeñadoras, manecas) limpios, desinfectados y secos.

- Establecer un orden de ordeño, empezado por las vacas recién paridas (principalmente las de primer parto) y dejando por lo último las vacas con mastitis subclínica y clínica.

- Ordeñadores con buena salud, con ropa y manos limpias y uñas recortadas.

- Adecuado suministro de agua limpia, en lo posible potable, para las labores de higiene.

- Ubres limpias y colas de las vacas motiladas.
- Si los pezones están sucios, lavarlos con agua limpia, preferiblemente con desinfectante (desinfección preordeño), y secar con toallas o papeles desechables (uno por cada animal). ¡No utilizar trapos o materiales reutilizables para secar los pezones de todas las vacas!
- Lavar y no secar los pezones puede ser contraproducente como no lavar.
- Si los pezones están limpios y secos, es preferible no lavar y masajear la ubre en seco.
- Realizar un adecuado estímulo de la ubre considerando que la oxitosina (hormona que induce la expulsión de la leche) demora entre 45 segundos y un minuto en ser conducida hasta la ubre y su efecto dura 6 –8 minutos.
- En grupos numerosos de vacas, asignar responsabilidades (grupos de vacas) a cada ordeñador. Este no debe realizar actividades diferentes al ordeño.

6.2.2 Durante el ordeño. - Descartar los primeros chorros de cada cuarto, en la mayoría de las veces altamente contaminados.

- Examinar la primera leche en recipientes de fondo oscuro para detectar anomalías.

6.2.3 Después del ordeño. - Sumergir los pezones en soluciones desinfectantes y sellantes adecuadas. Esta práctica ha demostrado ser la más efectiva para disminuir la aparición de infecciones nuevas, debido a que el esfínter del pezón, después del ordeño, permanece abierto 15 – 30 minutos (4).

6.3 A LOS TRANSPORTADORES

Agilizar la labor de recolección de la leche, no combinar leche de diferentes fincas, no manipular directamente el producto como por ejemplo destapar cantina, no agregar preservativos.

6.4. A LOS ACOPIADORES Y DISTRIBUIDORES

- Rechazar leche que no cumpla con el T.R.A.M exigido por el Consejo Nacional Lácteo.

- Implementar la prueba de la reductasa
- Capacitar al personal laborador de la empresa sobre la importancia de hacer dicha prueba.
- Hacer énfasis en el acuerdo de competitividad de la cadena láctea nacional.
- Ofrecer bonificaciones por la calidad higiénica de la leche.

6.5 A LA UNIVERSIDAD

- Tener contacto directo con las empresas agropecuarias como por ejemplo la Federación Nacional de Ganaderos, el Instituto Colombiano Agropecuario entre otros.
- Preparar estudiantes de zootecnia en la rama de la higiene de la leche con el fin de que puedan ir a capacitar a los ordeñadores directamente a la finca como también a los propietarios, vendiendo la idea de la importancia que tiene producir una leche en óptima calidad y el beneficio que le presta a los consumidores.

6.6 A LAS EMPRESAS ENCARGADAS DE LA SANIDAD

Hacer visitas periódicas tanto en las fincas como en las plantas procesadoras verificando si cumple con las normas de ICONTEC. (Ver Legislación pág 22) Es importante continuar con este estudio, pero ya a nivel departamental porque el acuerdo de competitividad de la cadena láctea nacional hace más énfasis en la higiene del producto en mención es decir es en la parte que ofrece más bonificaciones 6% (Ver Anexo G).

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo de Competitividad de la Cadena Láctea Colombiana, Cartilla Didáctica FEDEGAN. Santa fe de Bogotá, Julio de 1999.
2. Alais, Charles. Ciencia de la leche. Principio de Técnica Lechera. 1ª Edición México, Compañía Editorial Continental S.A. 1980.
3. Características Físico-Químicas de la Leche en una empresa de Medellín. Universidad de Antioquia 1998.
4. De la Puente Luis Emilio. Tecnología de la leche. Análisis Físico-químico y Preparación de Reactivos. Centro de Educación Continuada. Universidad de Córdoba, Montería 1999.
5. Espejo Jorge, González Mónica, Sánchez Francisco. Determinación del TRAM en Leche Cruda en una planta procesadora de Medellín. Universidad de Antioquia 1991.
6. Jaramillo Matilde, Mejía Luis, Sepúlveda Jorge. Principios de Procesamientos y Control de Calidad de Leches. Serie 80 años. 1914 – 1994. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
7. Manual de Laboratorio de Bacteriología. Universidad de Antioquia, Medellín 1986.
8. Vera. Víctor Julio. Microbiología, Universidad Nacional de Colombia, Santa fe de Bogotá D.C. 1993.

Anexo A. Resultados del T.R.A.M promedio de la totalidad de los productos

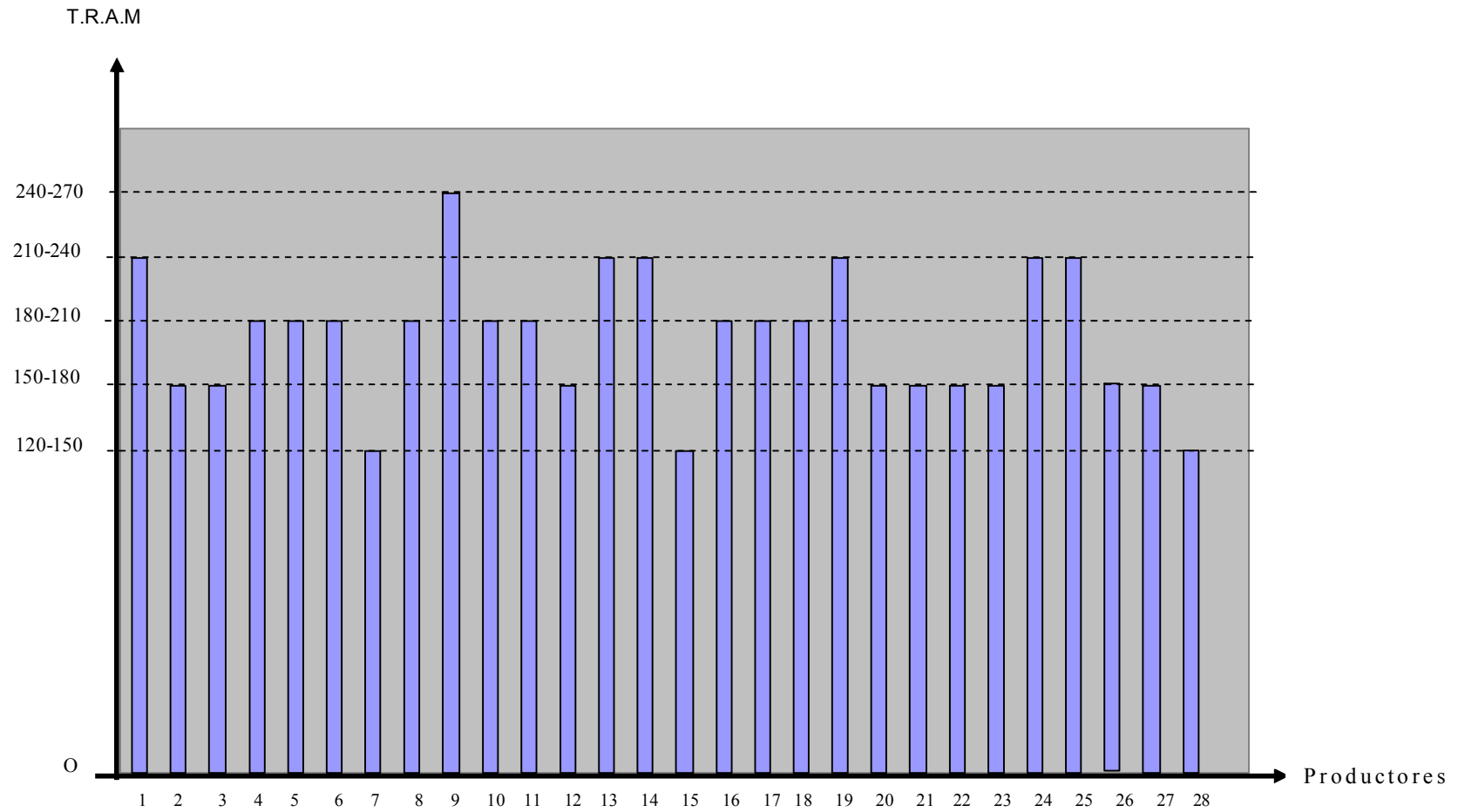


Gráfico 1.

Anexo B. Resultados del T.R.A.M expresados en porcentaje

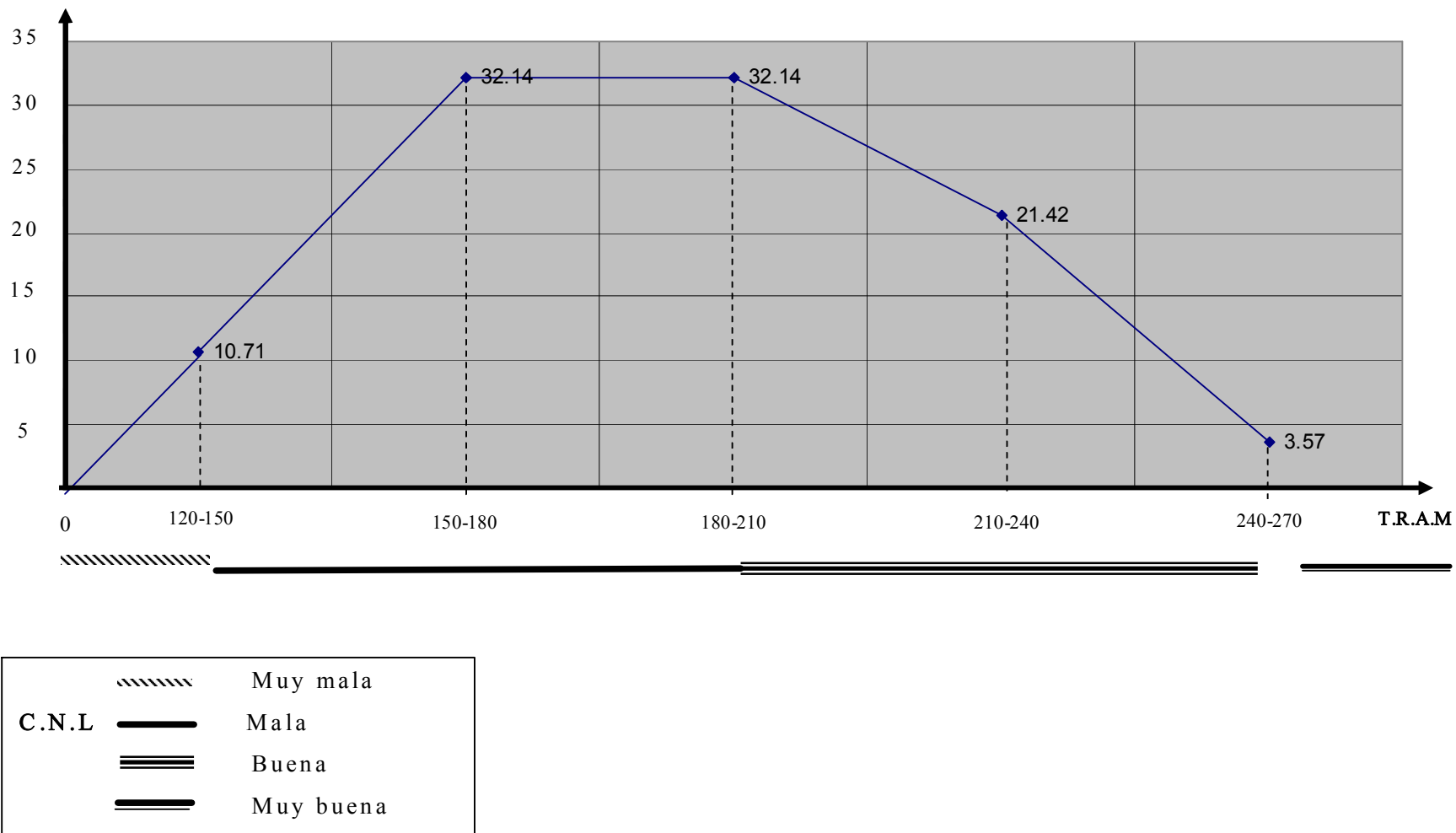


Gráfico 2.

Anexo C. Resultados del T.R.A.M promedio por días

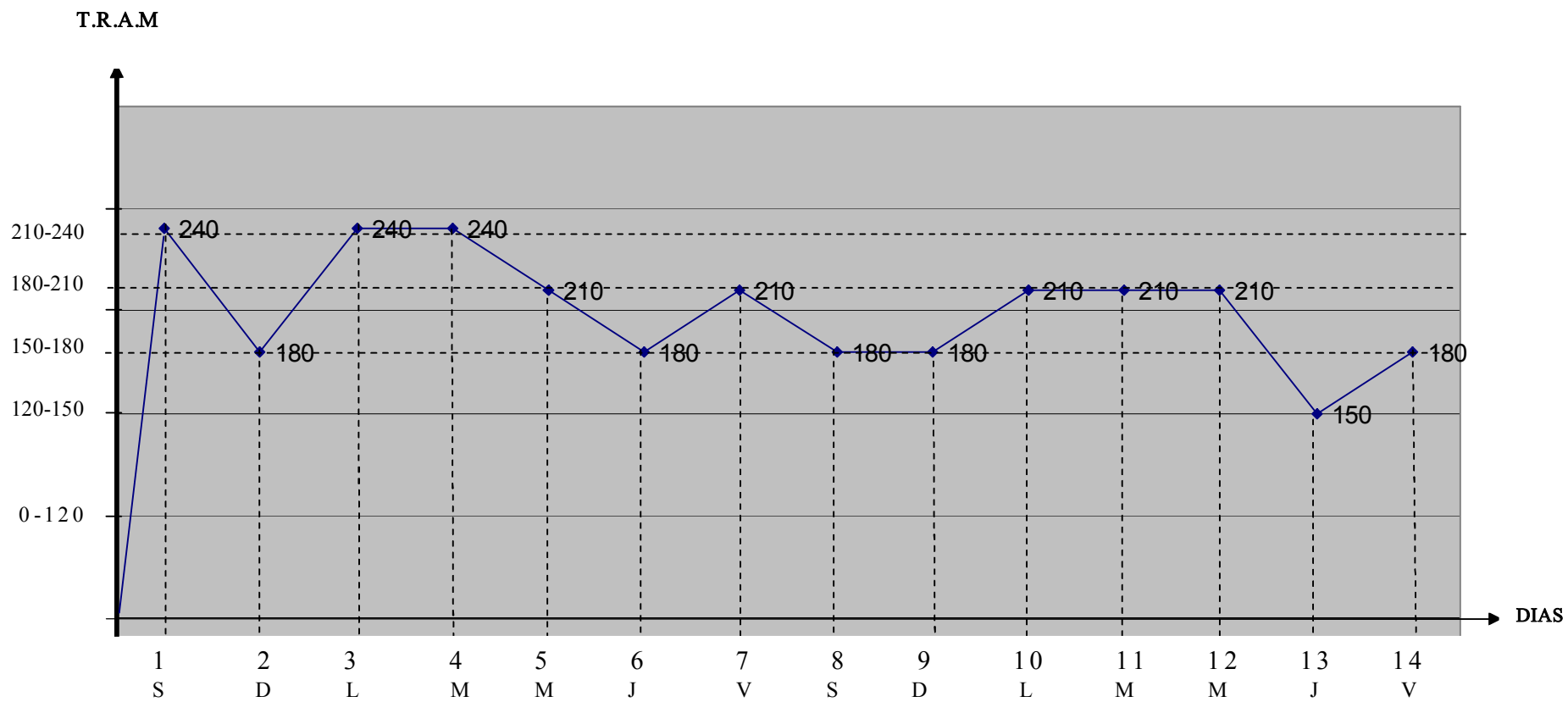
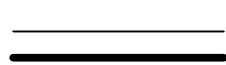
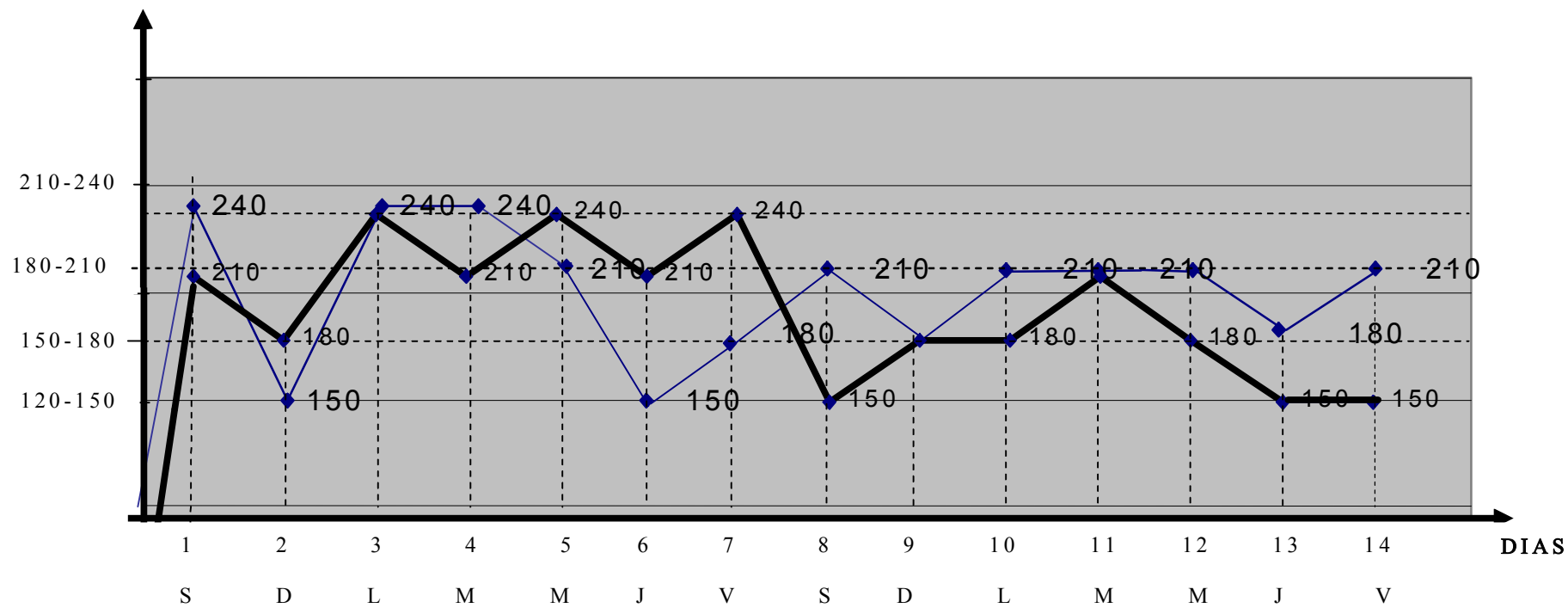


Gráfico 3.

Anexo D. Resultados de los promedios del T.R.A.M por días comparados entre rutas

T.R.A.M



RUTA TOLÚ
RUTA PALMITO

Gráfica 4.

2. SEGÚN EL ASEO DE LA VACA

- 9. Lavan las ubres y pezones a cada vaca antes del ordeño
- 10. Amarran patas y colas de las vacas al ordeñar
- 11. Verifican si la ubre presenta lesiones
- 12. Verifican si las vacas presentan mastitis

SI	NO

3. SEGÚN EL ORDEÑO

- 13. ¿El ordeño es realizado en potrero?
- 14. ¿El ordeño es realizado en establo?
- 15. Se descartan las leches de las vacas con mastitis
- 16. Desechan los primeros chorros de leche al inicio
- 17. Se descartan las leches de las vacas recién paridas antes de una semana
- 18. Tiene en cuenta evitar el contacto directo de las manos con la leche ordeñada
- 19. Se humedecen los dedos con la leche que se encuentra dentro del balde de ordeño.
- 20. Retiran el balde cuando la vaca defeca u orina?
- 21. Envasan la leche ordeñada de cada vaca de inmediato en la cantina recolectora
- 22. Envasan la leche ordeñada de cada vaca de inmediato en la cantina recolectora

SI	NO

4. SEGÚN EL ASEO DE LOS UTENSILIOS E INFRAESTRUCTURA EMPLEADAS

- 23. Es buena la calidad del agua para el lavado de los utensilios?
- 24. Se lavan a diario los baldes, coladores, filtros y cantinas?
- 25. Utilizan detergentes en el lavado de éstos?
- 26. Utilizan desinfectantes?
- 27. Se asea a diario el corral de ordeño

SI	NO

Observaciones:

Anexo F. Encuesta individual para el conductor basada en el manejo del transporte de la leche acopiada por la empresa Ciledco

INFORMACIÓN GENERAL

- Fecha _____
- Rutas _____
- Total cantinas transportadas _____
- Total litros transportados _____
- Hora de salida del camión _____
- Hora de llegada a la empresa _____
- Hora de recolección por el camión _____

CUESTIONARIO

- Tipo de vehículo
Cubierto _____ No cubierto _____
- Número de fincas recolectadas _____
- Tipo de Tanques:
Cantinas _____ Timbos _____ Carro Cisterna _____
- Cuántos litros hace cada tanque? _____
- Combinan las leches de diferentes fincas? _____
- Usan algún tipo de conservante y cuál? _____
- En qué estado se encuentran los tanques recolectores?
Limpios _____ Con residuos de agua _____ Con residuo de leche _____
- En qué posición transportan los tanques recolectores
Parados _____ Acostados _____
- En qué lugar encuentra los tanques a recoger
En la misma finca _____ En la vía _____
Al sol _____ A la sombra _____

Observaciones: _____

Anexo G. Bonificaciones obligatorias aprobadas por el Concejo Nacional Lácteo.

CALIDAD	PRUEBA	PORCENTAJES
Higiénica	Reductasa	6%
Composicional	Sólidos totales	3%
Sanitarias	Certificado de vacunación aftosa y brucelosis	1%

**CALCULO DE % DE BONIFICACION POR CALIDAD HIGIENICA
PERIODO DE TRANSICION
A PARTIR DE ABRIL DEL 2000**

Tiempo de Reductasa	Bonificacion
Menos de 2 horas	No se recibe
2 horas	Se recibe pero no bonifica
2.1	0.3%
2.2	0.6%
2.3	0.9%
2.4	1.2%
2.5	1.5%
2.6	1.8%
2.7	2.1%
2.8	2.4%
2.9	2.7%
3 horas	3.0%
3.1	3.3%
3.2	3.6%
3.3	3.9%
3.4	4.2%
3.5	4.5%
3.6	4.8%
3.7	5.1%
3.8	5.4%
3.9	5.7%
4 horas	6.0%

Fuente (1)