



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LECHE RELACIONADA CON EL DESEMPEÑO
ECONÓMICO DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DEL COMPLEJO
AGROINDUSTRIAL DE TIZAYUCA, HIDALGO, S.A.**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

LILIANA LÓPEZ ORDÓÑEZ

TUTOR:

DR. ADOLFO GPE. ÁLVAREZ MACÍAS

COMITÉ TUTORAL:

DRA. GUADALUPE PRADO FLORES
DR. FERNANDO CERVANTES ESCOTO

MÉXICO, D.F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

AL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Por los apoyos otorgados dentro del proyecto 42498-Conacyt y a través del programa de becas para posgrado.

AL COMITÉ TUTORAL

Por su orientación e infinito apoyo brindado para la realización de la presente tesis.

A LOS GANADEROS DEL COMPLEJO AGROINDUSTRIAL DE TIZAYUCA, HIDALGO, S.A.

Sin cuya participación y facilidades otorgadas en sus unidades de producción, no hubiera sido posible la construcción de este trabajo.

A LA M. EN C. ACACIA RAMÍREZ AYALA

Por su apoyo y orientación para la realización de los análisis fisicoquímicos en el Laboratorio de Análisis de Lácteos de la Universidad Autónoma Metropolitana, Plantel Xochimilco.

A LA Q.F.B. CLEMENTINA GONZÁLEZ CABRERA Y A LA BIÓLOGA IRMA ESCOBAR REYES

Del Laboratorio de Bacteriología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Plantel Xochimilco, quienes brindaron todas las facilidades y apoyo para la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

Resumen	II
Abstract	III
Índice de cuadros	VI
Índice de gráficas	VII
1. Introducción	1
2. Revisión de la literatura	4
2.1 Aspectos generales	4
2.2 Estándares de calidad	5
2.3 Factores que influyen sobre la calidad y composición de la leche	7
2.4 Calidad fisicoquímica de la leche	12
2.5 Microorganismos que afectan la calidad de la leche	15
2.6 Presencia de otras sustancias que afectan la calidad de leche	16
2.7 Calidad y rentabilidad	16
2.8 Teoría de costos (producción, rentabilidad y punto de equilibrio)	18
2.9 Parámetros estadísticos	21
3. Marco de referencia	22
4. Justificación	24
5. Hipótesis	25
6. Objetivos	25
6.1 General	25
6.2 Particulares	25
7. Material y métodos	26
7.1 Obtención del tamaño de muestra	26
7.2 Estratificación de la muestra	27
7.3 Análisis fisicoquímico	32
7.4 Análisis bacteriológico	34
7.5 Análisis estadístico de los resultados de calidad de leche	36
7.6 Parámetros económicos	36
7.7 Procesamiento de datos	40
8. Resultados	42
8.1 Características socioeconómicas y productivas de los productores del CAITSA	42
8.2 Análisis fisicoquímico	48
8.3 Análisis bacteriológico	64
8.4 Análisis estadístico	68
8.5 Análisis económico	70
8.5.1 Relación beneficio costo, rentabilidad y punto de equilibrio	75
8.5.2 Correlación entre las variables fisicoquímicas y bacteriológicas con los diferentes indicadores económicos	77
9. Discusión de resultados	79
9.1 Características socioeconómicas y productivas del CAITSA	79
9.2 Análisis fisicoquímico	79

9.3 Análisis bacteriológico	83
9.4 Análisis económico	84
10. Conclusiones	85
11. Literatura citada	88
Anexos	94
Anexo 1. Características de la empresa transformadora	i
Anexo 2. Censo proporcionado por parte del CAITSA	ii
Anexo 3. Cuestionario dirigido a los productores lecheros del CAITSA	iv
Anexo 4. Formato para captura de información financiera	xvii
Anexo 5. Composición media de la leche en las principales razas lecheras	xx
Anexo 6. Cambios en la composición de la leche asociados a elevados conteos de células somáticas	xxi
Anexo 7. Alimentos suministrados en los establos del CAITSA	xxii

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Parámetros requeridos por la empresa transformadora.	15
Cuadro 2. Intervalos de frecuencia de las unidades de la muestra.	29
Cuadro 3. Establos que conforman la muestra de estudio.	30
Cuadro 4. Edad de los propietarios	42
Cuadro 5. Profesión del propietario	42
Cuadro 6. Años de funcionamiento de las unidades de producción	42
Cuadro 7. Productos obtenidos del ganado	43
Cuadro 8. Raza del ganado	43
Cuadro 9. Método de reposición del ganado	43
Cuadro 10. Adquisición de alfalfa	44
Cuadro 11. Prácticas reproductivas	44
Cuadro 12. Método de ordeño y diferencias en producción	45
Cuadro 13. Destino del producto	45
Cuadro 14. Prácticas de desinfección y limpieza en la ordeña	45
Cuadro 15. Medidas de higiene adoptadas por el personal y presencia de mastitis	46
Cuadro 16. Higiene del ganado y mantenimiento del equipo de ordeño	46
Cuadro 17. Principales elementos que integran los costos	47
Cuadro 18. Existencia de programas computacionales	47
Cuadro 19. Forma de cubrir las inversiones realizadas	47
Cuadro 20. Principales problemas existentes en el CAITSA	48
Cuadro 21. Análisis estadístico de parámetros fisicoquímicos	68
Cuadro 22. Análisis estadístico de parámetros bacteriológicos	69
Cuadro 23. Primas y penalizaciones por parte de la empresa transformadora.	71
Cuadro 24. Capital invertido.	72
Cuadro 25. Participación promedio mensual de costos variables totales y costos fijos totales. Estrato I.	73
Cuadro 26. Participación promedio mensual de costos variables totales y costos fijos totales. Estrato II.	73
Cuadro 27. Participación promedio mensual de costos variables totales y costos fijos totales. Estrato III.	74
Cuadro 28. Egresos obtenidos por estrato.	74
Cuadro 29. Ingresos obtenidos por la venta de leche por estrato.	75
Cuadro 30. Utilidad neta mensual por estrato.	75
Cuadro 31. Indicador económico por estrato.	75
Cuadro 32. Rentabilidad y punto de equilibrio por estrato	76
Cuadro 33. Promedio de la utilidad neta mensual de los tres estratos	77
Cuadro 34. Promedio de la RBC, rentabilidad y punto de equilibrio de los tres estratos.	77
Cuadro 35. Correlación de las diferentes variables estudiadas	77

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Estratificación de los establos que conforman la muestra de estudio	30
Gráfica 2. Contenido de grasa presente en la leche	49
Gráfica 3. Contenido de proteína presente en la leche	49
Gráfica 4. Comparación del porcentaje de grasa y proteína de las 14 unidades de producción con el mínimo permisible por la empresa transformadora	50
Gráfica 5. Comportamiento en el contenido de grasa de las unidades de producción en base al periodo de muestreo	50
Gráfica 6. Comportamiento en el contenido de proteína de las unidades de producción en base al periodo de muestreo	51
Gráfica 7. Comparación de la media de grasa por estratos	52
Gráfica 8. Comparación de la media de proteína por estratos	52
Gráfica 9. Contenido de lactosa presente en la leche	53
Gráfica 10. Comparación del porcentaje de lactosa de las 14 unidades de producción con el rango permisible por la empresa transformadora	53
Gráfica 11. Comportamiento en el contenido de lactosa de las unidades de producción en base al periodo de muestreo	54
Gráfica 12. Comparación de la media de lactosa por estratos	54
Gráfica 13. Contenido de sólidos totales presentes en la leche	55
Gráfica 14. Comparación del porcentaje de sólidos totales de las 14 unidades de producción con el mínimo permisible por la empresa transformadora	55
Gráfica 15. Comportamiento en el contenido de sólidos totales de las unidades de producción en base al periodo de muestreo	56
Gráfica 16. Comparación de la media de sólidos totales por estratos	57
Gráfica 17. Contenido de SNG presentes en la leche	57
Gráfica 18. Comparación del porcentaje de SNG de las 14 unidades de producción con el mínimo permisible por la empresa transformadora	58
Gráfica 19. Comportamiento en el contenido de SNG de las unidades de producción en base al periodo de muestreo	58
Gráfica 20. Comparación de la media de SNG por estratos	59
Gráfica 21. Punto crioscópico de la leche	60
Gráfica 22. Comparación del punto crioscópico de las 14 unidades con el rango permisible por la empresa transformadora	60
Gráfica 23. Comportamiento del punto crioscópico de las unidades de producción en base al periodo de muestreo	61
Gráfica 24. Comparación de la media del punto crioscópico por estratos	61
Gráfica 25. Grado de acidez presente en la leche	62
Gráfica 26. Comparación del grado de acidez de las 14 unidades de producción con el máximo permisible por la empresa transformadora	62
Gráfica 27. Comportamiento del grado de acidez de las unidades de producción en base al periodo de muestreo	63
Gráfica 28. Comparación de la media del grado de acidez por estratos	64
Gráfica 29. Contenido de células somáticas presente en la leche	65

Gráfica 30. Comparación del número de células somáticas de las 14 unidades con el máximo permitido por la empresa transformadora	65
Gráfica 31. Comportamiento en el contenido de células somáticas de las unidades de producción en base al periodo de muestreo	66
Gráfica 32. Comparación de la media de células somáticas por estratos	66
Gráfica 33. Contenido de unidades formadoras de colonias/ ml en la leche	67
Gráfica 34. Comparación del número de UFC/ml de las 14 unidades con el máximo permitido por la empresa transformadora	67
Gráfica 35. Comparación de la media de UFC/ml por estratos	68
Gráfica 36. Precio promedio pagado por litro de leche por estrato de productor	70
Gráfica 37. Porcentaje de rentabilidad por estratos	76

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LECHE RELACIONADA CON EL DESEMPEÑO
ECONÓMICO DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DEL COMPLEJO
AGROINDUSTRIAL DE TIZAYUCA, HIDALGO, S.A.**

López Ordóñez Liliana¹

RESUMEN

El sistema de lácteos es uno de los más importantes del sector agroalimentario en México, donde la alta demanda de estos productos ha repercutido en programas de calidad cada vez más exigentes. El objetivo de esta investigación es conocer y evaluar los criterios de calidad de leche y la rentabilidad de las unidades productivas del Complejo Agroindustrial de Tizayuca, Hidalgo, S.A. (CAITSA). Se obtuvo una muestra estratificada de 14 unidades de acuerdo al número de animales, resultando tres estratos con 150-250, 251-350, y 351-450 animales. Se realizaron análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de la leche, así como un estudio económico de cada unidad. Se correlacionó la calidad con los costos para determinar la rentabilidad. En los resultados destaca que la mayoría de las unidades cumple con lo establecido por la empresa transformadora, respecto a los parámetros de grasa, proteína, lactosa, punto crioscópico, y presencia de bacterias. Contrariamente, en acidez y células somáticas no se cumple con lo requerido y por ello los ganaderos son objeto de sanciones en el precio. Los datos económicos revelan que los productores del primer estrato tienen la rentabilidad más baja. Los del segundo registran menores costos y mayores precios. Los productores del tercer estrato son sancionados por la calidad bacteriológica y, además consigna altos costos fijos. En el recuento de células somáticas los tres estratos están fuera de los límites requeridos, con las consecuentes disminuciones en el precio al productor. Se concluye que los resultados en cuanto a calidad son positivos en los criterios fisicoquímicos y no así en los bacteriológicos, lo que se expresa en niveles de rentabilidad contrastantes.

Palabras clave: calidad de leche, rentabilidad, agroindustria, fisicoquímico, bacteriológico.

¹ Estudiante de Maestría por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.

**ANALYSIS ON THE QUALITY OF MILK RELATED WITH ECONOMIC
PERFORMANCE ON THE PRODUCTION UNITS OF THE AGRO INDUSTRIAL
COMPLEX IN TIZAYUCA, HIDALGO, S.A.**

López Ordóñez Liliana

ABSTRACT

The system of milk products is one of the most important in the agricultural foods sector in Mexico where high demand for these products has a repercussion in the evermore demanding quality programs. The objective of this research is to know and evaluate the criteria for milk quality and the profitability of the production units of the Agro industrial Complex in Tizayuca, Hidalgo, S.A. (CAITSA). A stratified sample from 14 units was obtained according to the number of heads, resulting in three levels of 150-250, 251-350, and 351- 450 heads. Physicochemical and bacteriological analyses on the milk were carried out as well as an economic study for each unit. The quality and the costs were correlated in order to determine profitability. The results highlight that most of the units comply with what was established by the transforming company in regards to the parameters of fat, protein, lactose, cryoscopic point, and existence of bacteria. On the other hand, the requirements for acidity and somatic cells are not met and thus cattle ranchers are subject to sanctions on prices. The economic data reveal that the producers in the first level have the lowest profitability. Those in the second level register lower costs and higher prices. Producers in the third level are sanctioned on the bacteriological quality and additionally they report high fixed costs. In the somatic cell count, the three levels fall out of the required ranges with the resulting decreased price to the producer. In conclusion, the results regarding quality in its physiochemical criteria are positive, not so in the bacteriological ones which is reflected in contrasting profitability levels.

Key words: milk quality, profitability, agro industry, physicochemical, bacteriological.

Student of the Master's Program for the Veterinary Medicine Faculty. Universidad Nacional Autónoma de México.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de leche bovina es una de las más importantes actividades pecuarias en México en términos de crecimiento y de incorporación de tecnología, además de ser una significativa fuente de empleos (Chombo, 1998). Dicha actividad económica comprende diversos aspectos de la producción como son la genética, los sistemas de alimentación, las tecnologías reproductivas y el manejo de la ordeña, por mencionar algunos de los más importantes (Zarco, 2001).

La producción de leche se desarrolla en condiciones heterogéneas tanto desde el punto de vista tecnológico y socioeconómico, como por la localización de las unidades de producción. Además de la variabilidad derivada de las condiciones climatológicas, dichas unidades adquieren características propias por región, influyendo en ello la idiosincrasia, tradición y costumbres de los productores (Gallardo, 2004).

La leche de bovino es uno de los alimentos más completos y básicos para la nutrición del ser humano debido a su contenido de nutrientes, entre los que destacan las proteínas, que contienen gran cantidad de aminoácidos esenciales, considerándose a nivel mundial como un alimento ideal y necesario para la alimentación humana (Gallardo, 2004). Según [datos](#) de la FAO (2001), la leche cubre más del 20% de las necesidades energéticas, 25% de las de [proteínas](#) y el 50% de las de calcio de la [población](#) en países desarrollados. Esto constituye un incentivo básico para producir leche con mejor calidad tanto sanitaria como nutricional y, en esa medida, poder competir en los diferentes mercados.

De la calidad de la leche producida va a depender la calidad del producto final, y esto a su vez se refleja en la salud pública. Por lo que se considera necesario que, haciendo referencia en este estudio a la leche producida en el Complejo Agroindustrial de Tizayuca, Hidalgo, S.A. (CAITSA), los productores cuenten con programas de evaluación de calidad que les permita conocer las características de su producto y, a su vez, tomar iniciativas para competir en el mercado interno contra los productos importados. De la misma forma es necesario saber si dicho producto cumple con los requisitos establecidos en la Norma Oficial Mexicana, NOM-155-SCFI y, de esta forma, poder corregir las fallas a fin de incrementar la calidad (Villareal, 2000). El concepto de calidad debe relacionarse con los métodos para plantearla, producirla y transferirla y, en especial, los productores deben tomar en cuenta las competencias y los procedimientos de organización que son necesarios para llevar a cabo estas operaciones. Por lo tanto, la calidad se va a construir de forma gradual y va a ser resultado de prácticas y de condiciones de producción y manejo que lleven a cabo los productores, así como del establecimiento de las normas de calidad señaladas anteriormente.

De este modo, se entiende la calidad como una serie de cualidades o atributos, que pueden ser mensurables y que hacen referencia a una evaluación de las características fisicoquímicas y bacteriológicas que distinguen a un producto, en este caso, la leche.

La determinación de los componentes de la leche permite evaluar la calidad del producto y, además es útil para mejorar la productividad de las unidades de producción, tomando en cuenta que parte de la composición de la leche es resultado de factores como el tipo de manejo zootécnico, los aspectos genéticos, nutricionales, reproductivos y sanitarios (Castañeda, 2000).

Dentro de los requisitos que debe cumplir la leche se encuentran: el ser producida en unidades aprobadas y controladas, provenir de animales sanos, buena higiene en el ordeño y almacenamiento, efectivos métodos de enfriamiento y toma de muestras para detectar contenido en gérmenes, en células somáticas y antibióticos (Madrid, 1996; SAGARPA, 2004).

Por otro lado, la Norma Mexicana, NMX- F- 705, 706 COFOCALEC-2004, establece los siguientes requerimientos: grasa 30 g/l como mínimo, acidez 0.1300 a 0.1700 % máximo, sólidos no grasos 83 g/l mínimo, lactosa 43 a 50 g/l como máximo, proteínas 30 g/l mínimo, punto crioscópico de -0.530°C a -0.560°C como máximo. De la misma forma, la calidad nutricional responde a las normas dictadas por el sistema oficial de salud, y se considera prioritaria por parte de los organismos sanitarios oficiales (Chombo, 1998).

Por consiguiente, dado que México es un importador neto de productos lácteos, se busca lograr la competitividad de éstos en el mercado interno para que se puedan mantener e, incluso, ampliar sus partes de mercado respecto a los productos importados. Para lograr lo anterior, las empresas establecieron programas de estímulos y castigos, vía precio, que obligaron a los productores a mejorar la calidad. Por lo mismo es necesario evaluar el contenido total de gérmenes de la leche y el contenido total en nutrimentos a la salida de la unidad de producción (Madrid, 1996; Álvarez, *et. al*, 2001).

Relacionado a lo anterior, la calidad de la leche se encuentra vinculada a la rentabilidad, por lo que ambos conceptos se encuentran relacionados con frecuencia (Cervantes *et al*, 2001). Por tanto, la calidad de la leche depende del proceso productivo y del precio y se vincula directamente con la rentabilidad.

Una de las principales características de las unidades de producción intensivas es su alto grado de capitalización. Esto determina la necesidad de alcanzar niveles productivos elevados para cubrir sus costos de operación y mantenimiento y obtener así, una mayor rentabilidad del capital invertido (Campos *et al.*, 1995). Esto permite comprender que el reto de la rentabilidad de una unidad de producción consiste en situarla en el punto óptimo de rendimiento y a su vez alcanzar niveles de calidad y de productividad satisfactorios.

Por otra parte, es necesario conocer cómo cada tipo de unidad de producción contribuye a la construcción de dicha calidad. Los estándares de calidad no son fijos debido a que cada productor enfrenta diferentes requerimientos por parte del comprador respectivo (Chombo, 1998). Aunque cabe mencionar que en el caso del CAITSA los estándares de calidad requeridos son similares entre los productores ya que la mayoría vende su leche a la misma empresa transformadora.

Finalmente, para comparar el nivel de calidad de leche con otro que se toma como referencia, se aprovechan sus propiedades intrínsecas, como el punto crioscópico o contenido de grasa, parámetros que se han fijado como estándares de calidad para este fluido. En este estudio se revisarán los parámetros de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales, sólidos no grasos, punto de congelación, acidez, conteo de células somáticas, presencia de bacterias mesofílicas aerobias que dan idea de la calidad fisicoquímica y bacteriológica que presenta la leche producida en el Complejo Agroindustrial de Tizayuca, Hidalgo, S.A.

La calidad de la leche producida en el CAITSA se analizará para comparar sus propiedades con los estándares de referencia o normas de calidad utilizados por una empresa transformadora, que es la principal compradora de la leche producida en este Complejo. Esto con el fin de definir el precio, aceptar o rechazar, normar, fomentar o sancionar la calidad con la que es entregada la leche.

En esta investigación, se propone conocer si los productores del CAITSA cumplen con los estándares que fija la empresa transformadora que adquiere su producto. De la misma forma se pretende encontrar la correlación existente entre la calidad y el desempeño económico de las unidades de producción. Asimismo, uno de los objetivos es generar propuestas para que los productores puedan mejorar su calidad y esto a su vez, se traduzca en mayores beneficios.

La tesis se organiza en tres partes principales. En la primera se plantea el problema a estudiar, la base conceptual, los objetivos, hipótesis y método de trabajo. En la segunda se presentan y discuten los resultados alcanzados para finalmente, en la tercera y última parte, exponer las conclusiones de la tesis.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Aspectos Generales

La calidad de un producto se concibe de manera genérica como el conjunto de características que debe reunir para cumplir con todos los requisitos inherentes de su naturaleza y, que además, éstos se ajusten a las normas de calidad oficiales. Con un enfoque más comercial, la Sociedad Estadounidense de Control de Calidad define la calidad como la totalidad de los rasgos y características de un producto, de acuerdo con especificaciones que satisfagan a los clientes en el momento de su compra y durante su uso (Helouani, 1999).

Es importante destacar, que la leche es un fluido biológico complejo y, por lo tanto, su composición y sus propiedades físicas son variables (Madrid, 1996). En ello radica la necesidad de evaluar las características físicas y químicas en los diferentes contextos en que se produce y consume.

Lo anterior es aún más importante, dado que con frecuencia se desconoce que la mayoría de las intoxicaciones por alimentos son causadas por productos que pueden satisfacer los sentidos del consumidor, sin que éste se percate de que pueden estar contaminados con una bacteria o algún elemento tóxico. Por ello también es de vital importancia el diseño y aplicación de normas de calidad sanitaria, y que las empresas transformadoras estén conscientes del peligro que representa el procesamiento de leche contaminada y, que en consecuencia, comercialicen productos que estén contaminados con organismos patógenos.

La calidad de la leche se inicia en la unidad de producción y el reto para los integrantes de la cadena productiva es mantenerla hasta que llegue al consumidor final. Para asegurar dicha calidad es necesario que la leche provenga de animales sanos, que reflejen bajos conteos de células somáticas, así como evitar que la leche se contamine con sustancias y bacterias nocivas para la salud, que deterioren su calidad.

El grado de contaminación bacteriana en el ambiente de las unidades de producción es de particular importancia en la industria lechera, ya que constituye la principal fuente de microorganismos patógenos. Dichos microorganismos son los causantes del deterioro de la leche. La presencia de éstos en el aire, en superficies de paredes, en utensilios y equipo para el manejo de la leche, en la superficie de pezones y ubres, es un factor que representa serios problemas en la calidad sanitaria de la leche y en algunos casos repercute en la salud pública. Por ello, alrededor del 90% de dicha contaminación procede de los aparatos de ordeño. No obstante, no todos los gérmenes en la leche son patógenos; sin embargo, como no se pueden separar, hay que intentar mantener lo más bajo posible el número total de bacterias (Centro de Estudios Agropecuarios, 2001).

La importancia de producir leche de calidad radica en la necesidad de que exista una garantía de inocuidad en todos los productos, que presenten sabor y consistencia adecuados y que favorezcan una mayor vida de anaquel. Este es uno de los factores sobre los que se viene ejerciendo la competencia a nivel mundial en productos lácteos, por lo que es básico atenderlo.

Otro factor relevante en la calidad de la leche es el referente a su composición fisicoquímica y en especial lo concerniente a su contenido de materia grasa, lactosa, agua y otros sólidos. Una de las desventajas que presenta este fluido es el ser susceptible de alteraciones, como la adición de agua o de materia grasa vegetal.

Entre otros requisitos relevantes establecidos por las empresas transformadoras para preservar la calidad en la producción de leche se encuentran el buen manejo zootécnico, limpieza y desinfección completa de las unidades lecheras, desinfección de pezones y ubres durante la ordeña y, finalmente, que se trate de animales en buen estado de salud. (Empresa transformadora, 2005; Ahmed, 2003).

En relación a lo anterior, las empresas transformadoras realizan análisis rutinarios de la leche cruda de los tanques enfriadores tanto para medir el avance en la calidad como para constatar que cumple con las normas establecidas por parte de dicha empresa (Anexo 1).

2.2 Estándares de calidad

En base a lo mencionado por Chombo, 1998 y Roberson, 1994, se detecta que existen diferentes estándares de calidad y éstos se pueden agrupar en tres aspectos, que se describen a continuación.

a. La calidad en la composición

Esta dimensión se relaciona con los componentes químicos naturales de la leche, por ejemplo la cantidad de grasa, la cual es un reflejo del potencial genético y de la alimentación del ganado, entre otros factores fundamentales.

En efecto, el contenido de grasa butírica es un reflejo de la calidad de la leche. La concentración de grasa en la leche para ganado Holstein generalmente varía entre 3.2 y 3.7%. Las empresas que promueven el enfriamiento de la leche son las que cuentan con indicadores de control de calidad. Se trata de empresas transformadoras que captan la leche de productores que cuentan con tanque enfriador. Además, estas empresas elaboran productos que se benefician con los excedentes de grasa de la leche que reciben, lo cual es importante para sus procesos (Chombo, 1998).

Otro parámetro para evaluar son los sólidos totales. Éste expresa de manera global el contenido de grasa, proteína, carbohidratos, minerales y vitaminas, que por lo general equivalen el 13% de la leche y el resto del contenido es agua (87%).

Por tanto, los sólidos totales están directamente relacionados con su calidad y con el rendimiento industrial.

b. *La calidad en cuanto a la presencia de adulterantes*

En este apartado se expone el punto crioscópico, parámetro que corresponde al punto de congelación de la leche y refleja el contenido de agua que recibe la industria. Ésta la monitorea regularmente, ya que la adición de agua es una de las principales adulteraciones de la leche. Esto provoca dos grandes problemas: por un lado, la disminución en la composición de sólidos totales y, por tanto, en su valor nutritivo; por otro, el deterioro de la calidad sanitaria, ya que generalmente el agua adicionada se convierte en un elemento que favorece el incremento del número de microorganismos (Pinto, 1996). El punto crioscópico promedio en México es de -0.525°C .

c. *La calidad sanitaria*

Ésta dimensión refleja tanto el manejo del ganado para mantenerlo sano, como el de la leche durante y después de la ordeña hasta su procesamiento.

Entre los factores que se analizan en la calidad sanitaria se encuentran:

- Cuenta total de microorganismos (mesofílicos aerobios). Las bacterias mesófilas aerobias son aquellas capaces de desarrollarse en un medio nutritivo incubado de 20 a 37°C en condiciones de aerobiosis. El número de estas bacterias tienen varios usos como indicadores:
 - a) Expresan la presencia de bacterias patógenas. La mayoría de estos microorganismos son mesofílicos y un recuento elevado de este tipo de bacterias indica que existen condiciones que favorecen que ciertos microorganismos patógenos proliferen considerablemente encontrándose en el alimento en gran cantidad.
 - b) Indican la calidad sanitaria, ya que el producto debe satisfacer ciertas especificaciones microbiológicas.
 - c) Denotan la duración de vida de anaquel de un producto, ya que existe una relación directa entre el contenido microbiano y el grado de descomposición.
- Conteo de células somáticas (CCS). Es un indicador de la salud de la vaca, representa el número de células o conglomerados celulares contenidos en la leche en número normal, si el animal es sano contiene $< 3 \times 10^5$ o si está alterado por la presencia de alguna infección el valor aumenta.

2.3 Factores que influyen sobre la calidad y composición de la leche

Existen diversos factores que influyen de forma directa sobre la calidad y composición de la leche. Entre estos destacan los siguientes:

- *Factores genéticos*: variaciones raciales e individuales, herencia de los componentes; efecto de la selección, principalmente raza de animal.
- *Factores fisiológicos*: edad, etapa fisiológica y estado de salud del animal
- *Régimen alimenticio*: influencia del nivel energético y de la composición de la ración; acciones específicas de algunos alimentos.
- *Factores climáticos*: estacionalidad, temperatura, humedad.
- *Factores zootécnicos*: Forma y hora de ordeño, procedimientos utilizados para la obtención y tratamiento de la leche, alojamiento y manejo sanitario del ganado. (Alais, 1985; Centro de Estudios Agropecuarios; 2001; Spreer, 1991).

A continuación se hace una descripción de dichos factores:

Factores genéticos.

La genética de una vaca comprende la capacidad de producir determinado volumen de leche y cierta cantidad de cada componente, capacidad que se conoce como potencial genético de calidad. Por tanto, es un factor que influye directamente en la calidad de la leche; los animales con mejor historial genético dan más y mejor producción.

Existen diferencias notables en la composición y el rendimiento de leche entre las diversas razas de ganado lechero. La grasa es el constituyente más variable, mientras que los minerales y la lactosa son los más estables. Por ejemplo, el diámetro de las gotas de grasa varía de 1 a 10 mm siendo la raza Holstein la que presenta las gotas de menor tamaño. En general, cuanto mayor sea el porcentaje de grasa en la leche, mayor será el diámetro de las gotas. Asimismo, el tamaño de las gotas disminuye al avanzar el periodo de lactancia (Chombo, 1998).

Factores fisiológicos

Edad y peso corporal del ganado

La edad de las vacas influye en el rendimiento lechero, aumentando hasta cierta edad, antes de que empiece a declinar, lo que está determinado por cuestiones genéticas, así como por la intensidad del manejo. Los componentes sólidos de la leche disminuyen cerca de 0.2 y 0.4%, respectivamente entre la primera y la quinta lactancia. Posteriormente, existen pocos cambios. El rendimiento de leche se reduce cerca del octavo año de edad.

En general, los animales grandes producen más leche que los pequeños; pero el rendimiento de leche no varía en proporción directa al peso corporal.

Así, una vaca del doble de edad que otra produce por lo común solo un 70% más en lugar de un 100% más de leche (Cruz, 2004).

Régimen alimenticio

Los bovinos de leche deben ser bien alimentados para lograr una producción óptima en cuanto a calidad y cantidad. Las raciones deben incluir dosis adecuadas de agua, proteínas, fibras, vitaminas y minerales, en cantidades suficientes y bien balanceadas. Para ello es común recurrir a alimentos concentrados, que aportan un alto contenido de energía, proteína y grasa, y pueden estar constituidos por diferentes granos (maíz, sorgo, trigo, centeno, cebada y avena) y otros ingredientes (melaza, salvado de trigo, raspaduras de arroz).

Los forrajes generalmente utilizados pueden ser verdes, secos y ensilajes. La alfalfa es el principal forraje suministrado a los animales debido a la disponibilidad para obtener dicho alimento.

Las investigaciones en el área de la nutrición animal llevadas a cabo, generalmente en Estados Unidos e Inglaterra, han llegado a la introducción de aditivos minerales los cuales se presentan como fórmulas premezcladas de los elementos: Cu, Zn, P, Ca.

Cuando se alimenta en forma escasa a los animales se reduce la producción de leche y el porcentaje de lactosa, pero se incrementa el contenido de grasa, proteína y minerales de la leche. Por regla general, cualquier ración que incremente la producción de leche reducirá el porcentaje de grasa.

Es conveniente alimentar al ganado con raciones integradas, es decir, con un balance nutricional completo en cada alimento. Además es importante que la alimentación se realice fuera del horario de ordeño, pues distintos experimentos han mostrado que de esta forma se obtiene un mayor rendimiento y calidad de la leche (Chombo, 1998).

Factores climáticos

La elevación de la temperatura hace que se incremente el ritmo respiratorio, mecanismo primordial para la disipación del calor. La producción de leche y el consumo de alimento se reducen, cuando el animal se inverte en disminuir la temperatura de su cuerpo. La tensión provocada por el calor afecta más a las vacas de alta producción que a las de baja producción y es especialmente dañina en el punto máximo de la lactancia. La producción de leche disminuye cuando las temperaturas ambientales aumentan; para la raza Holstein ocurre cuando se sobrepasan los 27°C (Allore, 1997).

Los porcentajes de grasa de la leche varían con la estación del año, son mayores en invierno y menores en verano.

A temperaturas superiores a los 29°C, la producción de leche se reduce, lo que da como resultado un ligero aumento del porcentaje de materia grasa de la leche.

A temperaturas altas se presenta una disminución del contenido de lactosa y proteínas de la leche. Conforme desciende la temperatura por debajo de 24°C, aumenta el porcentaje de grasa.

Factores zootécnicos

Prácticas de ordeña

Por lo común, en los sistemas intensivos, se ordeña a las vacas dos veces al día, por la mañana y por la tarde. La leche que se retira primero de la ubre contiene menos materia grasa (hasta de 1 a 2%) que la leche retirada al final de la ordeña (de hasta 7 a 9%). El contenido en materia grasa de la leche se eleva en el curso del ordeño, desde 15 g/l al principio hasta 100 g/l al final.

Los índices de mastitis clínica y subclínica aumentan en forma constante cuando un sistema de ordeño está mal diseñado, instalado, mantenido y manejado deficientemente, lo que se refleja en un aumento del número de células somáticas. La evaluación óptima de cada equipo de ordeño está indicado realizarla cada 6 meses o en casos menos adecuados cada año (Aguado, 2002, Persson, 2003).

Algunas prácticas del ordeño relevantes en la conservación de la calidad son:

Presellado

Debe realizarse antes de la ordeña, con agua potable o clorada, con el fin de evitar la contaminación de la leche desde las primeras gotas de la secreción y contribuye al cuidado de la ubre.

Sellado

La práctica recomendada es sellar la ubre después de la ordeña sobre todo si es mecánica, con una sustancia apropiada para disminuir el riesgo de infecciones. Entre algunos de los selladores utilizados se encuentran los de barrera, clorado o yodado y sales cuaternarias de amonio, entre los principales.

Lavado y secado de pezones

Los ordeñadores deben lavarse y desinfectarse las manos antes de tener contacto con el animal y proceder a friccionar los pezones para estimular la bajada de la leche, en algunos casos durante el masaje es necesario sacudir el exceso de lodo o estiércol que traiga pegado el animal.

El problema de no realizar estas prácticas de forma adecuada repercute en la disminución de la calidad sanitaria, ya que la exposición a patógenos relacionados con las mastitis y la eficiencia que pueda tener el ganado de acuerdo con su mecanismo de defensa son dos factores que van a determinar el riesgo de dicha enfermedad.

La limpieza de los pezones es de gran influencia en cuanto a la cantidad y tipo de bacterias presentes, son considerados una fuente muy importante para el desarrollo de bacterias en la leche (Schreiner, 2003).

Mantenimiento e higiene del equipo de ordeña y utensilios

Un equipo con funcionamiento deficiente puede ocasionar problemas a la ubre de la vaca durante la ordeña, con las repercusiones consiguientes para la salud del animal y para la calidad de la leche. Eso explica en buena medida los elevados niveles de células somáticas y de microorganismos pueden encontrarse en la leche.

La limpieza adecuada exige una pulcritud y desinfección meticulosas. Se deben dar ciclos de lavado completo con agua, jabón y desinfectantes adecuados. El resultado de una desatención se plasma en una calidad sanitaria insatisfactoria.

Tiempo y manejo de la leche tras la ordeña

La calidad de la leche, una vez ordeñada la vaca, puede sufrir un rápido deterioro si se deja expuesta al medio ambiente, ya que éste interactúa con la leche y provoca cambios adversos en la calidad. Para evitar estos efectos, resulta indispensable almacenar la leche en tanques de enfriamiento, con temperaturas inferiores a 4°C.

Asesoría técnica

En el campo de veterinaria los asesores cubren una o varias de las siguientes áreas: reproducción artificial, enfermedades infecciosas, nutrición animal, prevención de mastitis y mejoramiento de la calidad de leche, administración y costos, además de las funciones tradicionales en la curación de enfermedades y otros padecimientos animales. Una asistencia técnica eficiente en estas diferentes especialidades contribuyen decisivamente a garantizar la calidad de la leche (Cruz, 2004).

Mano de obra

La operación de los equipos, maquinarias y sistemas son cada vez más complejos, especialmente en los sistemas de producción intensiva, por lo que se hace necesario contar con personal capacitado y con el entrenamiento en el manejo de estos equipos, para mantener la calidad del producto y, a la vez, el bienestar del animal.

Enfermedades y medicamentos

Diferentes enfermedades, sobre todo la mastitis, que es la inflamación de la ubre, y los trastornos digestivos afectan adversamente la calidad y composición de la leche. Además, la administración excesiva de medicamentos para el tratamiento de estas enfermedades, puede reflejarse en variación del contenido de la leche.

Entre los medicamentos más comunes destacan antibióticos, hormonas, desparasitantes, desinfectantes y distintos materiales de curación.

En cuanto a los programas de vacunación y desparasitación, son escasos los productores que mantienen un programa sanitario constante, con el apoyo de asesores especializados. En consecuencia, la eficiencia en la producción se ve afectada y la calidad y composición de la leche se ve afectada cuando no existe control sobre estas actividades (Chombo, 1998).

Confinamiento o espacio

Desde el punto de vista de salud del animal, el sistema de producción al aire libre implica un manejo adecuado para minimizar las enfermedades de la ubre y, por lo tanto, contribuye a la calidad sanitaria de la leche. Conforme se hacina al animal en un establo, el riesgo de contagios y pisada de ubre, entre otros, es más alto, de ahí que el diseño adecuado de las unidades de producción intensivas sea tan importante.

Entre las características que definen un adecuado sistema de estabulación se encuentran: 1) echaderos individuales, 2) facilidad de eliminación de los desechos, 3) separación de los animales por estado fisiológico y 4) facilidad de alimentación individual (Chombo, 1998).

Instalaciones

Es necesario contar con vías de acceso a las unidades productivas, que permitan el tránsito de los vehículos estrictamente necesarios para abastecer de equipo e insumos. A la vez, la disponibilidad de agua potable es requerida para el consumo animal, la limpieza de instalaciones y equipos, y los sistemas de enfriamiento.

La infraestructura de servicio indispensable en estos establos esta compuesta por la sala de ordeño, cuyo tamaño y diseño depende del número de animales a ordeñar.

Otras instalaciones relevantes en las unidades intensivas son las bodegas para almacenaje de alimentos. Estas bodegas pueden dividirse por su uso para concentrados, henificados y silos y su tamaño y complejidad dependen de las necesidades y posibilidades de cada productor. Así mismo, pueden poseer talleres para reparación y mantenimiento de equipos y maquinaria, también pueden contar con casas para el encargado de la unidad y trabajadores y oficinas administrativas (Cruz, 2004).

Maquinaria y equipo

Se necesita de una gran variedad de maquinaria y equipo para funcionar adecuadamente. Un ejemplo de esto son los tractores que se utilizan para la limpieza de corrales y la distribución de alimentos, sobre todo cuando están equipados con carros mezcladores. Estos últimos permiten el preparar y ofrecer una mezcla uniforme de alimentos que permite un mejor aprovechamiento de éstos por parte del animal.

Los equipos deben recibir mantenimiento preventivo continuamente, por lo que es necesario contar con asesoría técnica y además se debe propiciar el uso adecuado de detergentes y desinfectantes en el lavado de los sistemas.

2.4 Calidad fisicoquímica de la leche

En lo que concierne a los componentes de la leche, se presentan las siguientes características:

Agua

Es el componente principal (84 a 87%), siendo su función primordial actuar como disolvente de los demás componentes (Spreer, 1991). El agua es el elemento dispersante, en el cual los glóbulos grasos y los demás componentes de mayor tamaño se encuentran emulsionados o suspendidos. Las sustancias proteicas se encuentran formando un coloide, mientras que la lactosa y las sales se hallan en forma de solución verdadera.

Proteína

En el caso de la leche, sus proteínas más importantes son la caseína (25 a 30 gramos/ litro) y las proteínas séricas (albúmina y globulina 5 a 6.5 gramos/ litro) (Madrid, 1996).

La caseína es la proteína más abundante y representa aproximadamente del 77 al 82 % de las proteínas totales. Por la acción del cuajo o ácidos se precipita, propiedad que se aprovecha para la producción de quesos. En cuanto a las proteínas séricas, las más importantes son la lactoalbúmina y la lactoglobulina. La lactoglobulina es el principal portador de grupos sulfhidrílos que juegan un papel muy importante en el sabor a cocido de la leche o del suero cuando son calentados a altas temperaturas durante períodos prolongados.

Grasa

Es la fracción que más varía, estando en una proporción que oscila entre 3.2 y 4.5%, aunque en ciertos extremos puede alcanzar 6%.

Estas variaciones se deben principalmente al efecto de las distintas razas. También influyen otros aspectos como alimentación, alojamiento, estado sanitario y a las características individuales de las vacas lecheras (Spreer, 1991).

La grasa de la leche está compuesta sobre todo por grasas neutras (99% triglicéridos) con algunos lipoides (fosfolípidos, carotenoides, tocoferoles, etc.) que, tienen una gran influencia en la elaboración del queso, que contribuyen en el aroma y color que lo distinguen (Spreer, 1991).

En el proceso de oxidación se forman ácidos grasos que son volátiles y fuertemente olorosos. Ello da lugar al enranciamiento, fenómeno que se puede evitar o amortiguar por procedimientos físicos tales como la conservación a bajas temperaturas, el envasado y manipulación al abrigo del aire, etc.

Cuando se enfría la leche, la grasa aparece en forma cristalina. Cuando la leche se homogeneiza a alta presión, el tamaño de los glóbulos de grasa se reduce, lo que es beneficioso en la elaboración de queso y en la estabilidad de la leche de consumo de larga duración.

La distribución de los ácidos grasos varía considerablemente con la estación, principalmente en función de cambios en la dieta del ganado. El 60 a 70% de los ácidos grasos son saturados, del 25 al 30% son insaturados y sobre el 4% son poliinsaturados.

Hidratos de carbono

La lactosa es el único azúcar de la leche. Durante el período calostrual se ve aumentada la cantidad de este compuesto. Puede estar presente desde 4.5 hasta 4.9%.

La solubilidad de la lactosa aumenta en temperaturas altas y, por lo tanto, se cristaliza al enfriar soluciones concentradas, propiedad que se aprovecha para la preparación de azúcar de leche a partir del lactosuero. La lactosa tiene un débil sabor dulce en comparación con otros azúcares; su sabor dulce es ocultado por la caseína. En el suero de leche el sabor dulce es más acentuado que en la leche entera.

A temperaturas de 120°C tienen lugar una serie de reacciones, conocidas con el nombre de reacciones de Maillard, entre los grupos aldehído de la lactosa y los grupos amino de las proteínas, que conducen a la formación de pigmentos, oscurecimiento de la leche o suero, pérdida del valor nutritivo y formación de compuestos reductores.

Sólidos no grasos

Los componentes sólidos de la leche, distintos de la grasa, suelen determinarse de forma conjunta y representan el contenido de sólidos no grasos, es decir, representan la diferencia entre el contenido total de sólidos y el contenido de grasa.

Los sólidos no grasos incluyen, por consiguiente, la proteína, lactosa, minerales, vitaminas y compuestos nitrogenados menos importantes de la leche.

Sales minerales y vitaminas

El contenido en sales de la leche no llega al 1% de su composición total y las más abundantes son: calcio, potasio, sodio y magnesio. Además, la leche es rica tanto en vitaminas liposolubles como son A, D, E y K, y en vitaminas hidrosolubles como complejo B, C y H.

Grado de acidez

La acidez natural de la leche está dada por la contribución de los aminoácidos ácidos de la caseína, o las sustancias minerales, otros ácidos orgánicos y las reacciones secundarias de los fosfatos.

La acidez se refiere al aporte del ácido láctico y otros ácidos provenientes de la degradación microbiana de la lactosa.

Cuantificar la acidez de la leche es importante ya que constituye un parámetro de calidad, que puede verse afectada por factores como la alimentación de los animales, la combinación de leche proveniente de diferentes tipos de vacas, el uso de leche en polvo o cambios en los procesos de industrialización, lo que provoca alteraciones en las características de una buena leche.

Cuando la acidez se encuentra entre 0.14 y 0.17% la leche es de mejor calidad, aunque cabe aclarar que si este parámetro es menor a lo permitido, no produce daños a la salud del consumidor y en la mayoría de los casos es imperceptible al paladar.

La leche con acidez demasiado alta es una materia prima inadecuada para la elaboración de leche pasteurizada, ultrapasteurizada y algunos lácteos.

Además, este tipo de leche provoca grandes dificultades en la elaboración de productos por su precipitación en los pasteurizadores de la planta lechera y es inaceptable para la industria, siendo motivo de rechazo a nivel de recepción.

Los ácidos de la leche se expresan por la cantidad de NaOH que pueden neutralizarse con el hidróxido de sodio.

De esta forma, en base a los componentes fisicoquímicos mencionados anteriormente, la empresa transformadora, que adquiere la leche del CAITSA establece los siguientes parámetros:

Cuadro 1. Parámetros requeridos por la empresa transformadora

PARÁMETRO	VALOR ESTABLECIDO
Grasa	3.3 % (mín.)
Proteína	3.1% (mín.)
Lactosa	4.5% - 5.0%
Sólidos totales	12% (mín.)
Sólidos no grasos	8.6% (mín.)
Acidez	0.1400 % (max.)
Punto crioscópico	-0.535 °H a -0.560 °H

Fuente: empresa transformadora, 2005.

2.5 Microorganismos que afectan la calidad de la leche

La mastitis es de las enfermedades más costosas del ganado lechero, resultando en la reducción de la producción de leche y en la calidad. El primer reservorio para el contagio de mastitis es la ubre del animal y los microorganismos patógenos son comúnmente transmitidos por contacto de leche infectada. Es una enfermedad altamente multifactorial y presenta diferentes grados de intensidad, duración y consecuencias (Albenzio, 2002).

Los microorganismos patógenos más importantes para la presencia de mastitis son:

El Streptococcus agalactiae y *el Staphylococcus aureus*, aunque pueden existir otros como *Corynebacterium boris* y *Micoplasma spp.*

El Streptococcus agalactiae se esparce fácilmente desde las ubres infectadas hacia las ubres sanas durante el ordeño por medio de las manos del ordeñador, toallas de papel usadas para secar la ubre de una o más vacas, moscas u otras fuentes que estén infectadas por falta de sanidad. Tiene como característica que entre sus productos metabólicos figura el ácido láctico.

El *Staphylococcus aureus* es considerado el más contagioso, se tiene reportado que infecta de un 7 a 40% de todo el ganado. De la misma forma, en el ambiente podemos encontrar otras bacterias Gram negativas sobre todo *E. coli* y *Klebsiella*, las cuales son de suma importancia para la calidad de la leche (Makovec, 2003).

Bacterias aerobias

Se encuentran presentes en el intestino del animal, estiércol, suelos, aguas con residuos fecales y plantas contaminadas, entre otros. Por lo general desprenden olor y sabor desagradables. El más representativo de los microorganismos coliformes es *Escherichia coli* (Kaipainen et al., 2002). El grupo de coliformes fecales está constituido por bacterias Gram negativas capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a las 48 horas de incubación a 44.5°C.

La *Escherichia coli* es la bacteria mas común en la flora intestinal del hombre y de muchos animales. Las coliformes fecales muestran un patrón de sobrevivencia extraintestinal semejante al de los coliformes totales ya que pueden multiplicarse activamente en la materia orgánica (Sayed, 2003). De acuerdo con Kaipainen et al., 2002, la proporción de mastitis originada por coliformes es variable entre los países. En Finlandia tan solo es una proporción del 20%, pero en Israel más del 60% de mastitis clínica es causada por coliformes. El resultado de esto son infecciones del tracto urinario, diarrea, septicemia y meningitis en humanos y animales.

Otras bacterias comunes son las siguientes:

- Bacterias butíricas. Se presentan en suelos, plantas y estiércol. La más conocida es el *Clostridium botulinum*, conocido así por producir una enfermedad llamada botulismo.
- Bacterias propiónicas. Un ejemplo es el *Acetobacter*.
- Bacterias productoras de putrefacción. Se encuentran en agua, suelo, estiércol, etc. Entre las más conocidas están: *Bacterium lineus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Clostridium putrefaciens*.

2.6 Presencia de otras sustancias nocivas que afectan la calidad de la leche

Otro factor que altera la calidad es la presencia de antibióticos, plaguicidas y detergentes, éstos no son tratados en este estudio pero es importante considerarlos. Los antibióticos se utilizan para tratar las ubres de vacas con mastitis, pasando parte de los mismos a la leche, que puede llegar a tener de 10 a 600 U.I. por litro.

Los plaguicidas son sustancias utilizadas de forma masiva para combatir plagas e implican un grado de toxicidad para los animales. Se encuentran en todo tipo de alimentos vegetales que consumen las vacas y una de las vías de eliminación es la leche.

Tanto en la unidad de producción como en la industria son muchos los equipos y utensilios que entran en contacto con la leche. Para la limpieza y desinfección de éstos, se utilizan detergentes y desinfectantes, que pueden ir a la leche en pequeñas dosis cuando el equipo no se enjuaga de forma adecuada (Ruegg, 2000).

2.7 Calidad y Rentabilidad

En cuanto al precio unitario de venta de la leche, éste cada vez más, resulta de los premios o penalizaciones por cumplir o no con parámetros acordados con la agroindustria, como la calidad nutricional dada por sus componentes y por su calidad bacteriológica (bacterias coliformes, mesofílicos aerobios y células somáticas) (Krijger, 2002 y Castañeda, 2002).

La rentabilidad se refiere a la generación de utilidades y la relación que guarda con el capital utilizado para generarlas, o bien, a la relación que existe entre el capital invertido y lo que éste produce de utilidad. Se puede determinar analizando el estado de los resultados financieros. Esto se hace relacionando la utilidad neta con el capital invertido. La rentabilidad es una estructura financiera que refleja los recursos ajenos y propios insumidos en el proceso productivo.

La rentabilidad es un indicador de eficiencia financiera y debe generar un beneficio superior al costo de capital, para que la empresa sea viable, desde el punto de vista económico, en una perspectiva de mediano y largo plazos. Este indicador se obtiene dividiendo la utilidad neta entre el capital invertido, después de deducir impuestos e intereses (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

En una empresa es necesario llevar un proceso administrativo para comprobar, inspeccionar y examinar críticamente la información económica, es decir, ingresos y egresos para obtener los elementos de producción en función de los objetivos y corregir cualquier factor para el logro de los mismos. Para realizar el control se requiere información de contaduría, registros y supervisión. Después del análisis se llega a conclusiones para la toma de decisiones (Meléndez y Loza, 2002).

El cálculo de costos de producción de una unidad de bovinos se realiza por lotes, para contar con diferentes observaciones sobre la situación que guarda un hato en cuanto al costo de producción de un litro de leche. A partir de esto es factible tomar decisiones pertinentes y, en su caso, operar ajustes en la producción y el mercado.

Los costos representan la suma de valores de los bienes y servicios insumidos en el proceso productivo. El costo para elaborar un bien final (por ejemplo vaquillas), se refiere a los desembolsos inmediatos y mediatos realizados para producir una cantidad dada de productos en un período determinado (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Asimismo, existen criterios diferentes respecto a qué insumos valorados en unidades monetarias conforman los costos; ocasionalmente no se incluyen conceptos como interés de capital, sueldos y salarios que deben percibir trabajadores familiares y el propietario del negocio. Sin embargo es necesario tomar en cuenta como costos estos conceptos, para estimar el costo total. Es importante señalar que se consideran costos a todo aquello que se invierte y queda comprendido en el artículo, y gastos a los desembolsos indirectos que ayudan a la producción y venta del artículo. En otros casos no se considera esta diferencia, los costos son todas las erogaciones realizadas en el proceso productivo y de comercialización, denominándose costos de producción y de comercialización respectivamente. En otros casos se considera que los costos son desembolsos realizados en el proceso de producción, y gastos a las erogaciones que se presentan durante la comercialización tomando en cuenta este último concepto (Alonso, 1994).

2.8 Teoría de costos (producción, rentabilidad y punto de equilibrio)

En la teoría de costos deben tomarse en cuenta los conceptos de corto y largo plazo, pues estos se refieren a aspectos de planeación. Es decir, se enfocan a la perspectiva en el tiempo en el que se extienden los planes productivos de una empresa (Alonso, 1994).

Costos fijos. Los recursos utilizados son rentados, contratados y comprados, y se cuantifican en unidad monetaria; por lo tanto, es posible establecer dos categorías de costos: los fijos y los variables.

Así, los costos fijos son aquellos desembolsos que se realizan de forma forzosa y constante, independientemente de la cantidad a producir. Por lo tanto, estos costos se incurren aun en el caso de que no se utilicen (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Costos fijos totales. Representan la suma de los desembolsos realizados por el uso de factores fijos. Las depreciaciones de los locales, del equipo, seguros, reparaciones, impuestos sobre la propiedad, intereses, cuotas de luz y agua, sueldos y prestaciones a la mano de obra fija. Los costos fijos totales se clasifican en erogaciones en el corto plazo y mediano plazo; en estas últimas se representan principalmente por las depreciaciones de los bienes (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Costos variables. Son erogaciones en las que se mantiene un control en un período dado. Pueden variar de acuerdo a decisiones administrativas; además, estos desembolsos se incrementan cuando el nivel productivo aumenta.

El incremento de los costos variables no se presenta en forma proporcional al aumentar la producción.

De esta forma, y de acuerdo a la teoría de la producción, cuando los rendimientos son crecientes los costos variables crecen a una tasa decreciente. Cuando los rendimientos son decrecientes, los costos variables totales aumentan a una tasa creciente y cuando los rendimientos son constantes los costos variables tienden a mantenerse constantes cuando los precios de los insumos variables permanecen constantes, aunque eventos extraordinarios los pueden hacer variar (depreciación de la moneda o altas tasas de inflación no previstas, por ejemplo). Los costos variables implican las erogaciones en alimentos, mano de obra eventual, medicinas, papelería, luz, agua, becerras al destete, combustibles, lubricantes, servicios telefónicos, varios e imprevistos conforman el conjunto de costos variables (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Costos variables totales. Resultan de la suma de todos los desembolsos realizados para adquirir el conjunto de recursos variables. Estos son nulos cuando la producción es de cero, pero en tanto el nivel de unidades producidas aumenta, estos desembolsos se incrementan (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Costos totales. Para los diferentes niveles de producción en una empresa, los costos totales representan la suma de los costos fijos totales y los costos variables totales. Cuando la producción es igual a cero, los costos totales son iguales a los costos fijos totales. Si se coteja el cálculo de los costos totales con los ingresos totales brutos, puede conocerse si la empresa se encuentra en la zona de pérdidas, equilibrio o ganancias (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Costos fijos medios. Se refieren a los costos que se obtienen dividiendo los costos fijos totales entre el número de unidades producidas en cierto lapso. Estos descienden a medida que el nivel productivo aumenta, es decir, cuando una empresa trabaja al 100% de su capacidad, sus costos fijos medio se encuentran en su nivel más bajo (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Costos variables medios. Estos representan el cociente de los costos variables totales entre el número de unidades producidas en cierto lapso, donde pueden existir rendimientos constantes, crecientes y decrecientes. Cuando los rendimientos son crecientes, los costos variables medios decrecen, cuando los rendimientos son constantes, los costos variables medios se mantienen constantes y cuando los rendimientos son decrecientes, los costos variables medios aumentan (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Costos totales medios. Se calculan por medio de dos procedimientos, uno mediante la suma de los costos fijos medios más los costos variables medios para cada uno de los niveles productivos correspondientes; el segundo, dividiendo los costos totales entre el número de unidades producidas para cada uno de los niveles productivos correspondientes (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Depreciación. Esta es la disminución del valor del activo fijo por desgaste o por obsolescencia técnica. Las depreciaciones son un componente de los costos de producción, mismas que tienen que ser recuperadas por la venta del producto final.

Para el cálculo de la depreciación se debe distinguir entre:

El valor a nuevo. Es el precio de los recursos durables depreciables, en estado nuevo.

El valor residual activo circunstanciado. Aquellos bienes que se deprecian y que se amortizan, es un valor de un bien en determinado momento de su vida útil.

El valor residual pasivo. Es el valor que le resta al bien una vez depreciado (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002).

Punto de equilibrio. Es el estado de la actividad financiera que indica que los costos o gastos totales son iguales a los ingresos brutos totales. Mide la capacidad a que trabajaría una empresa sin obtener pérdidas ni utilidades. Para evitar pérdidas, los ingresos deben cubrir por lo menos todos los costos. El análisis del punto de equilibrio es una técnica analítica para estudiar las relaciones existentes entre costos fijos, costos variables e ingresos.

De hecho, permite determinar los volúmenes de producción necesarios para que los ingresos por ventas cubran exactamente los gastos totales. Si se desea evitar pérdidas, los ingresos deben cubrir por lo menos todos los costos (Alonso, 1994; Meléndez y Loza, 2002; Trueta, 2004).

Relación beneficio costo. La relación beneficio costo (RBC) es una medida de flujos descontados debido a que las cifras utilizadas deben ser descontadas previamente, es decir, son montos de dinero que se gastan. Este cálculo consiste en el cociente (o relación) entre los valores actuales de los beneficios que se obtienen de la empresa y los costos que se invierten en ella.

La RBC es un indicador de la rentabilidad de una empresa, si se aplica una tasa de descuento previamente seleccionada a los beneficios y costos, se le conoce como un indicador de flujos descontados.

Por otro lado, el valor de la RBC puede entenderse como la rentabilidad de una empresa. Así, una corporación que tenga una RBC igual a la unidad, es una organización cuyos beneficios son iguales a los costos. Si estos han sido actualizados utilizando el costo financiero del capital, entonces la empresa tiene una rentabilidad equivalente a la de ese costo financiero del capital. Una RBC = 1.2 indica que la empresa genera una rentabilidad de 0.2 unidades, o bien, una rentabilidad 20% superior al costo del dinero o tasa a la que se descontaron los beneficios y los costos (Trueta, 2004).

La fórmula matemática que expresa la RBC es la siguiente:

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

donde,

- B_t = Beneficio en cada periodo
- C_t = Costo en cada periodo
- t = Número de periodo (1, 2, ..., n)
- i = Tasa de descuento
- n = Número de periodos

2.9 Parámetros estadísticos

Prueba T. Para un adecuado manejo estadístico de los datos, se emplean diferentes estrategias para comprobar, inspeccionar y examinar críticamente la información. La prueba *t* es utilizada para comprobar hipótesis y construcción de intervalos de confianza para promedios dados. Así, esta prueba compara las medias de una muestra por medio del cálculo de la *t* de Student y presenta la probabilidad de dos colas de la diferencia entre las medias (Anderson *et al.*, 1999).

La anterior prueba estadística está disponible en el software de SPSS® para una muestra (probada contra un valor especificado), muestras independientes (diferentes grupos de caso) o muestras pareadas (variables diferentes).

En este caso, la distribución utilizada es la *t* de Student. Esta distribución toma una forma o carácter paramétrico *a*, el cual se refiere a los grados de libertad que deben ser positivos. La distribución *t* de Student no-central toma un parámetro extra no-centralizado, *b*; donde $0 < p < 1$ (SPSS, 2003).

La distribución *t* de Student es simétrica alrededor del cero y se aproxima a la distribución Gaussiana cuando *a* tiende al infinito. El mayor uso de esta distribución es para pruebas de hipótesis y construcción de intervalos de confianza para promedios determinados (SPSS, 2003).

Así, la prueba *t* compara las medias de una muestra por medio del cálculo de la *t* de Student y presenta la probabilidad de dos colas de la diferencia entre las medias. La estadística está disponible para una muestra (probada contra un valor especificado), muestras independientes (diferentes grupos de caso) o muestras pareadas (variables diferentes).

Con el uso del programa SPSS y para todos los tipos de prueba, la evaluación T despliega la *t* de Student, los grados de libertad y las probabilidades de dos colas, así como la media, la desviación estándar, el error estándar y lo incluye para cada grupo o variable (SPSS, 2003).

Coefficiente de variación. Se refiere a una medida descriptiva que indica la magnitud de la desviación estándar en comparación con la media: $CV = (\text{desviación estándar} / \text{media})100$. El porcentaje obtenido indica que la desviación estándar de la muestra es el porcentaje del valor de la media muestral. En general, el coeficiente de variación es un estadístico útil para comparar la dispersión del conjunto de datos que tienen distintas desviaciones estándar y distintos promedios (Anderson *et al.*, 1999).

Intervalo de confianza. Usado para la media poblacional, es un rango en los lados de la media muestral. Alfa es el nivel de significación para calcular el nivel de confianza, un alfa de 0.05 indica un nivel de confianza de 95%. Así, se tiene un rango calculado utilizando la media, desviación estándar, tamaño de muestra y alfa; se obtiene una confianza de 95% de que la media de la población se encuentra en dicho intervalo (Anderson *et al.*, 1999).

3. MARCO DE REFERENCIA

Situación geográfica

El presente estudio se realizó en el Complejo Agroindustrial de Tizayuca, Hidalgo, S.A. (CAITSA), dentro de la demarcación geográfica del municipio de Tizayuca, que se localiza al sur del estado de Hidalgo, aproximadamente a 28 kilómetros de la Ciudad de Pachuca y a 52 kilómetros de la Ciudad de México por la carretera Federal México-Pachuca (México-Laredo).

El municipio tiene una extensión de 92.50 km² (0.01% del territorio de Hidalgo). Está ubicada a los 19° 50' 30" de latitud Norte y 98° 59' 45" de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Posee una altitud de 2260 a 2270 msnm; la precipitación es de 1600 mm; la temperatura media anual es de 16.3 °C, con una mínima de 3.4 °C y una máxima de 33.3 °C. El clima tipo C(Wo)n(e) que corresponde a una región templada a semifrías, subhúmeda con lluvias en verano, que es propicio para la producción de leche. El municipio colinda al norte con Tolcayuca y Estado de México y al sur y oeste con el Estado de México. Sus principales comunidades son: Tepojaco, Emiliano Zapata, Huitzila y Olmos (Los Municipios de Hidalgo, 1981; INEGI, 2004; EMM, 2004).

Orografía

El municipio se compone principalmente de llanos, y un cerro llamado La Escondida, que es la representación del jeroglífico de Tiz.

Hidrografía

El municipio de Tizayuca cuenta con un río llamado el Papalote, el cual viene de Pachuca y llega a Zumpango. También dispone de una presa llamada del Rey, además se integra por 42 pozos.

Clasificación y Uso del Suelo

El suelo en este municipio es semipermeable, firme y de poca profundidad. El nivel freático se encuentra a más de 3 metros de profundidad.

Régimen de producción

El tipo de producción es intensivo (estabulado), con ganado de raza Holstein-Fresian. Dicha raza posee características distintivas entre las cuales se pueden mencionar los altos volúmenes de producción y por consiguiente una raza muy rentable, que se adapta bien a los climas templados.

Esta raza tiene su origen en Europa y se caracterizan por su color blanco, manchado de negro aunque hay ejemplares con manchas rojas. Son animales grandes, el peso promedio de las hembras adultas es de 650 a 700 kg (Cruz, 2004).

Características Propias del Complejo Agroindustrial

Esta cuenca posee un promedio de 127 establos de los cuales actualmente se encuentran en funcionamiento 115 unidades. Cada una de estas unidades posee una superficie de 5,500 m², con un rango de vientres entre 50 y 500 por establo (ADMÓN. CAITSA). Cada unidad posee de uno a tres tanques de enfriamiento de diferentes capacidades, donde se almacena la leche ordeñada a una temperatura de -4°C.

Comercialización de la leche

Parte de la producción es enviada a la planta de procesamiento dentro del mismo complejo, Leche Real de Tizayuca, aunque la mayor parte de dicha producción es destinada a empresas transformadoras como Santa Clara, Lala y Alpura, figurando esta última como la principal compradora.

Producción

En el CAITSA, la producción promedio de leche mensual en 2005 fue de 13,813,333 considerándose un promedio de 25,414 animales con una producción media en línea de 21 litros de leche/animal (González y Salcedo, 1994; Bustamente *et al.*, 2000; CAITSA, 2004). El ordeño se realiza dos veces al día. La producción antes referida concierne a 100 unidades, ya que las otras 15 unidades destinan su leche a otro tipo de compradores como queseros, por lo que no se pudo estimar su producción.

Alimentación

La alimentación se basa en calostro, sustituto de leche e iniciador para las becerras, alfalfa, heno, ensilado de maíz, avena, maíz rolo y concentrado para los animales en producción. Asimismo se adicionan vitaminas, sales minerales y en algunos casos grasa de sobrepaso.

Organización interna

Un promedio de 100 productores pertenecen al CAITSA, y aproximadamente 15 dueños de unidades no se han integrado, porque comercializan en forma individual. Dentro del CAITSA existen otras asociaciones a la cual pertenecen algunos productores, como la Asociación Ganadera, Grupo Real de Ganaderos y Unión de Crédito.

4. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se considera conveniente debido a que la producción de leche representa una de las actividades más importantes dentro del sector agroalimentario del país, en términos de crecimiento y de incorporación de tecnología. A la fecha, existe la necesidad de producir leche de excelente calidad tanto nutrimental como sanitaria, apta para la salud humana.

En la actualidad debe elaborarse un producto que tenga la capacidad de mantenerse por largos periodos de tiempo, es decir, que conserve una mayor vida de anaquel, asimismo, que tenga la capacidad de poder competir en los diferentes mercados con otras empresas transformadoras, provenientes principalmente de Estados Unidos.

Por otro lado, la leche de calidad es una condición fundamental para garantizar la aceptación de los consumidores así como para optimizar la eficiencia en los procesos y elaboración de los diferentes derivados lácteos. De la misma forma, de la calidad de la leche producida dependen las primas o sanciones otorgadas a los productores por parte de las empresas transformadoras que adquieren su producto.

La información obtenida aportará conocimientos sobre calidad de la leche producida en el Complejo Agroindustrial de Tizayuca, Hidalgo, S.A., así como del manejo eficiente de las unidades de producción, misma que puede ser aplicada por los ganaderos en sus propias unidades.

Finalmente, este estudio de calidad de leche, se lleva a cabo en esta zona ya que es considerada una de las cuencas lecheras más importantes cercana al Distrito Federal.

5. HIPÓTESIS

Los productores de leche del Complejo Agroindustrial de Tizayuca, Hidalgo, S.A. suministran leche con calidad nutricional y sanitaria, sin obtener a cambio las retribuciones por los costos y adecuaciones organizacionales operadas en sus unidades productivas para cumplir con dicha calidad.

6. OBJETIVOS

6.1 General:

Conocer y evaluar los criterios de calidad de leche, así como los niveles de rentabilidad de las unidades productivas del Complejo Agroindustrial de Tizayuca, Hidalgo.

6.2 Particulares:

- Elaborar un diagnóstico técnico-productivo de las unidades de producción de leche en el Complejo Agroindustrial de Tizayuca, Hidalgo.
- Realizar un seguimiento sobre la calidad nutricional y sanitaria de la leche producida en los establos.
- Elaborar un análisis económico de las unidades de producción, para conocer los costos y utilidades y así determinar el nivel de rentabilidad por estrato de productores.
- Llevar a cabo un análisis integral con la información obtenida para conocer la situación de cada una de las unidades de producción.
- Proponer alternativas y estrategias de desarrollo a los productores.

7. MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló de acuerdo a las siguientes seis etapas:

1ra. etapa. Marco muestral y referencial

Para la obtención del tamaño de muestra, marco referencial, y datos de producción se realizaron visitas regulares al CAITSA desde enero a diciembre de 2005. Se efectuaron observaciones directas en las diferentes áreas de las unidades de producción para determinar el manejo de los animales incluyendo la producción láctea, alimentación, sanidad, instalaciones, administración del establo; así como las diversas actividades dentro de las distintas áreas de los establos.

Debido a que en el Complejo Agroindustrial de Tizayuca, Hidalgo, S.A no se disponía de un censo que proporcionara la información adecuada en cuanto al número de animales existentes por unidad productiva, se procedió a realizar una serie de entrevistas abiertas con cada uno de los propietarios de los establos para captar dicha información (Anexo 2).

2da. etapa. Estimación de la muestra

Se dividió a la población en estratos homogéneos, utilizando como variable de referencia el número de vientres por establo, además de criterios estadísticos mencionados posteriormente.

7.1 Obtención del tamaño de muestra

Se consideró como población a las 115 unidades de producción que actualmente están en funcionamiento dentro del CAITSA y la muestra se refirió a un subconjunto de establos que conforman dicha población. Estadísticamente, a partir de los datos de la muestra se obtuvieron estimaciones acerca de las características de la población; tal proceso es denominado inferencia estadística (Anderson *et al.*, 1999; Berenson y Levine, 2000):

1. *Determinación del grado de confianza.* El valor se obtuvo de las tablas de distribución estándar suponiendo que la población se caracteriza por un comportamiento normal. Para un 95% de confianza, $Z = 1.96$ y para un 99%, $Z = 2.96$; donde Z representa el promedio de la población. En nuestro caso se utilizó un nivel de confianza del 95%.
2. *Error esperado en la población (e).* Estimador que considera las posibles variaciones dentro de una población. Tomando en cuenta que existen en funcionamiento 115 unidades de producción (sin considerar el número de animales en los hatos), se ajustó el error estimado en esta población a 10 establos:

$$e = 11.5 \approx 10 \text{ establos}$$

3. *Varianza de la población* (σ_x). Valor que supone que seis desviaciones estándar, a partir de la curva estandarizada, abarca al 100% de la población; y toma en cuenta al rango existente de la misma. En el caso del CAITSA, el rango se calculó excluyendo a los establos vacíos:

$$\sigma_x = \frac{Rango}{6} = \frac{115-0}{6} = 19.17$$

4. El tamaño de muestra se calculó empleando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 \sigma_x^2}{e^2}$$

donde,

$$\begin{aligned} Z &= 1.96 \\ \sigma_x &= 19.17 \\ e &= 10 \text{ establos} \end{aligned}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 * (19.17)^2}{(10)^2}$$

$$n = \frac{(3.8416) * (367.48)}{100} = \frac{1411.71}{100} = 14.12 \approx 14$$

$$n = 14 \text{ establos}$$

De esta forma, el tamaño de muestra para la realización del presente trabajo estuvo integrado por 14 unidades de producción láctea.

7.2 Estratificación de la muestra

Una vez calculada la cantidad de unidades de producción, se obtuvo, por medio de una secuencia de números aleatorios, los establos que integraron la muestra para el presente estudio. Posteriormente se efectuó una estratificación de acuerdo a la cantidad de animales en cada sitio. La información se obtuvo gracias al censo poblacional proporcionado por la Asociación de Ganaderos del CAITSA (Anexo 2).

La estratificación de las unidades de producción se logró mediante la construcción de una distribución de frecuencias (grupos de establos de acuerdo al número de animales por hato y la cantidad de establos que se encuentra en cada grupo). Para ello, se construyó una tabla de frecuencias (Ducoing y Lecumberri, 2004):

1. Determinación del valor máximo y mínimo del número de animales en los 14 establos considerados; y mediante su diferencia aritmética, se obtuvo el rango (R).

$$\text{Rango} = \text{valor máximo} - \text{valor mínimo}$$

$$R = 465 \text{ vacas} - 150 \text{ vacas} = 315 \text{ vacas}$$

2. Cálculo del número de intervalos de igual longitud. Para obtener el número de intervalos se utiliza la ley de Sturges:

$$K = 1 + 3.322 \log n$$

donde,

K = Número de intervalos

n = Número total de establos

$$K = 1 + 3.322 \log (14) = 1 + 3.322 (1.1461)$$

$$K = 1 + 3.8074 = 4.80 \approx 5$$

3. A pesar de haber obtenido una $K \approx 5$, la cantidad considerada para un adecuado manejo de la información fue $K = 3$. Esta reducción del número de intervalos obedece al hecho de aumentar la representatividad en cada estrato (proporción de unidades por grupo) y obtener un comportamiento global representativo en cada uno de ellos.
4. Determinación de la longitud de los intervalos o frecuencia (F). Se dividió el rango entre el número de clases ya corregido (tres intervalos) para obtener la longitud de clase.

$$\text{Frecuencia (F)} = R / K$$

$$F = 315 / 3 = 105 \approx 100$$

5. El valor de $F = 105$ se ajustó a una frecuencia de 100, esto se hizo para obtener intervalos de clase o longitudes apropiadas a la muestra de animales por establo.
6. Formación de los intervalos de clase (longitud), para lo cual se determinaron los extremos de cada intervalo (límites de clase).

El primer intervalo tiene como límite inferior el número de vacas menor y el límite superior de este intervalo se calcula sumando la longitud de clase al límite inferior; este límite superior del primer intervalo es el límite inferior del segundo.

El resto de los intervalos se calculan sumando a cada límite inferior la longitud del intervalo. El último intervalo contiene al número mayor de animales.

$$\text{Longitud}_1 = \text{Valor mínimo}$$

$$\text{Longitud}_{1+n} = \text{Longitud}_n + F$$

$$\begin{array}{lclcl} \text{Longitud}_1 & = & \text{Valor mínimo} & = & 150 \\ \text{Longitud}_2 & = & 150 + 100 & = & 250 \\ \text{Longitud}_3 & = & 250 + 100 & = & 350 \\ \text{Longitud}_4 & = & 350 + 100 & = & 450 \end{array}$$

7. Determinación de la frecuencia de cada intervalo, mediante el conteo del número de observaciones que se encuentran en los límites de los intervalos, a lo cual se le denomina frecuencia absoluta (cuadro 2).

Cuadro 2. Intervalos de frecuencia de los establos de la muestra

Intervalos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
[150 – 250)	4	0.2857
[250 – 350)	6	0.4286
[350 – 450)	4	0.2857
Total	14	1.0000

Fuente: elaboración propia

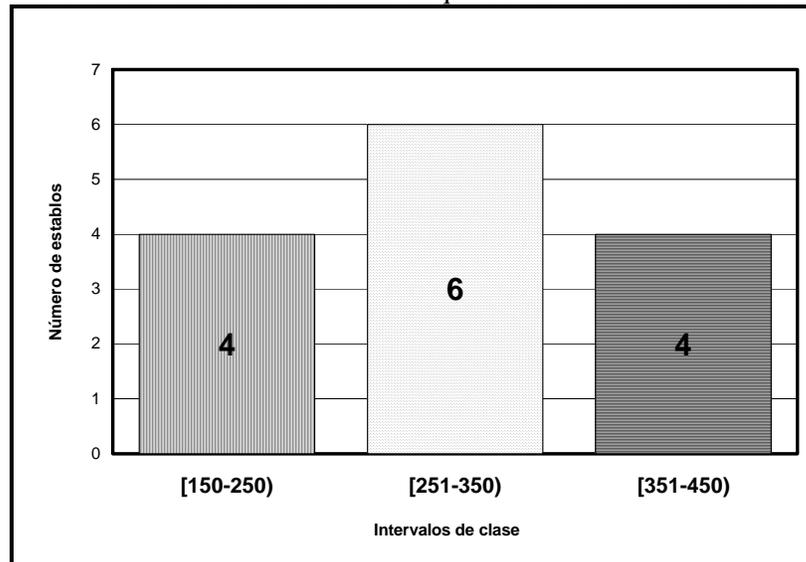
Finalmente, se estratificaron las unidades de producción de acuerdo a los intervalos calculados y se obtuvo la siguiente distribución (cuadro 3 y gráfica 1):

Cuadro 3. Establos que conforman la muestra de estudio

Número de establo	Total de animales	Estrato
1	150	I
2	180	I
3	220	I
4	250	I
5	275	II
6	286	II
7	300	II
8	300	II
9	334	II
10	340	II
11	360	III
12	380	III
13	450	III
14	465	III
14	4'290	-----

Fuente: elaboración propia

Gráfica 1. Estratificación de los establos que conforman la muestra de estudio.



Fuente: elaboración propia

De acuerdo a lo anterior, el estrato I se conformó por cuatro unidades de producción con un intervalo de 150 hasta 250 vacas en el hato. El estrato II estuvo integrado por seis unidades cuyo número de animales fue desde 251 a 350. Finalmente, el estrato III incluyó a cuatro unidades con un intervalo a partir de 351 animales hasta 450 o más.

3ra. Etapa. Diseño y aplicación del cuestionario.

Se elaboró un cuestionario conformado por un total de 75 preguntas, el cual a su vez consistió en cinco secciones:

1. Datos generales
2. Datos del establo
3. Producción de leche
4. Manejo zootécnico
5. Organización y administración

Dicho cuestionario se aplicó de forma mensual durante un periodo de un año, con el objetivo primordial de elaborar un diagnóstico dinámico. Para ello se captó información como, situación de los establos, tipo y condición de las instalaciones, condición general del ganado en cuanto a alimentación, manejo y producción, número de empleados, proceso de obtención de la leche y su calidad, así como tipo de asistencia técnica y aspectos administrativos-económicos.

Con dicha información se obtuvieron y procesaron datos para establecer las variables que determinan la calidad, productividad y rentabilidad de los establos (Anexo 3).

Toda la información obtenida se sistematizó en el programa Excel de Microsoft®.

4ta. etapa. Muestreo de leche y estimación de la calidad.

Se realizaron diversas tomas de muestras de leche durante un periodo de seis meses en cada uno de las unidades seleccionadas para su respectivo análisis fisicoquímico y bacteriológico en el Laboratorio de Análisis de Lácteos y en el Laboratorio de Bacteriología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. En esta etapa se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:

7.3 Análisis fisicoquímico

➤ Grado de acidez

Un volumen de 10 ml de la muestra se tituló con una solución alcalina de NaOH de concentración 0.1015 N e indicador de fenolftaleína hasta tener un color rosa, el cual indica el punto final de la titulación. El método es aplicable a leche cruda.

Material

- Pipetas de 10 y 0.5 ml
- Matraz Erlenmeyer de capacidad de 125 ml
- Bureta graduada en 1/ 10 ml

Reactivos

- Solución de Hidróxido de sodio 0.1015 N
- Solución neutra de fenolftaleína al 2% (m/v) en etanol al 70% (v/v)
- Solución de fucsina al 0.0005% (m/v) en etanol al 70% (v/v)

Procedimiento

- Se pipeteó 10 ml de la muestra en un matraz Erlenmeyer de 125 ml
- Se agregó 0.5 ml de solución de fenolftaleína
- Se tituló con la solución de NaOH hasta la aparición de un color rosado pálido, que corresponde al color estándar.
- Se leyó en la bureta el volumen gastado de la solución alcalina, con exactitud de 0.1 ml

Expresión de resultados

Cálculo: % de ácido láctico = $V \times N \times 90 / 100$

V = ml de NaOH gastados en la titulación para neutralizar 10 ml de leche.

N = normalidad de la solución de Na OH (0.1015).

Repetibilidad de los resultados

La diferencia entre los resultados de dos determinaciones paralelas no debe exceder a 0.003% de ácido láctico.

- Determinación simultánea de materia grasa, proteínas, lactosa, sólidos no grasos (SNF) y sólidos totales (ST) por espectroscopía infrarroja.

Esta se llevó a cabo por medio del Milko- Scan 133, el cual es un aparato semi-automático, controlado por un microprocesador para la determinación de grasa, proteína, lactosa, ST y SNF en leche y productos lácteos.

Su modo de trabajar es similar al de un espectrofotómetro de infrarrojo: un haz infrarrojo atraviesa la muestra y es recogido en un detector. La energía detectada a las longitudes de onda se amplifica y por medio de un microprocesador, se convierte en lectura (Pinto, 1996). Las longitudes de onda del haz es de 4.5 cm, no son sensibles a los cambios en las concentraciones de vapor de agua en la atmósfera del ambiente.

Campo de aplicación

El método descrito se aplicó a la determinación de grasa, proteínas, lactosa, SNF y ST. (Dairy Fed., 1990; Pinto, 1996).

- Determinación del punto crioscópico de la leche

Método del crioscopio termistor

Principio

La leche fue sobreenfriada a una temperatura apropiada (varios grados por debajo de su punto de congelación), para inducir su cristalización repentina por vibración mecánica, esto provoca que la temperatura se eleve debido al calor de fusión desprendido, hasta alcanzar una “meseta” que corresponde al punto de congelación de la muestra.

El método se aplicó a la leche cruda, entera.

Preparación de la muestra

- Se procedió a los ensayos de inmediato pero, si fuera necesario, las muestras se podían conservar a una temperatura inferior a 5°C.

Uso del crioscopio

- Tubos para crioscopio limpios y secos
- Pipetas volumétricas de 2 ml
- Se colocó el tubo con la muestra (2 ml) y se oprimió START, el equipo hizo todo el examen automáticamente, al terminar apareció en la pantalla el resultado del punto de congelación y el porcentaje de agua.

Antes de colocar la siguiente muestra se limpió el termistor y el agitador con un papel limpio y suave (Pinto, 1996).

Resultados

Se reportó directamente la lectura obtenida en la pantalla en $-m$ °C. Para corregir los resultados de un método de calibración a otros se utilizan las siguientes fórmulas:

$$^{\circ}\text{C} = 0,096418 \text{ } ^{\circ}\text{H} + 0,00085$$

$$^{\circ}\text{H} = 1,03711 \text{ } ^{\circ}\text{C} - 0,00085$$

Repetibilidad

La diferencia absoluta entre los resultados de dos determinaciones simples efectuadas simultáneamente, o una después de la otra, bajo las mismas condiciones y con la misma muestra, no sobrepasó 0,004 °C. (Advanced Instruments, 1993; Norma FIL- IDF 108, 1991; Pérez, 1996).

7.4 Análisis Bacteriológico

➤ Mesofílicos aerobios

Dicho análisis se realizó por medio de la enumeración de microorganismos mediante la técnica de recuento de colonias en placa a 30°C (Colón *et al.* 1998).

- *Principio*

Un volumen determinado de la muestra de leche se mezcló y en cajas de Petri, con el medio de cultivo, se incubó a 30°C durante 72 horas. Se efectuó el recuento de colonias y el cálculo del número de microorganismos por mililitro de leche, incubada previamente.

- *Reactivos y Medio de cultivo*

- Solución salina con peptona (solución diluyente)

- Agar Plate Count (Agar- peptona de caseína- glucosa- extracto de levadura)

Es un medio de cultivo exento de sustancias inhibitoras y de indicadores, concebido esencialmente para la determinación del número total de gérmenes en leche, productos lácteos, aguas y otros materiales.

- *Recuento de colonias*

- Se contaron las colonias de las cajas Petri que no contuvieran más de 300 unidades formadoras de colonias (UFC).

- Se examinaron las placas bajo luz atenuada. Se evitó confundir las partículas de sustancias precipitadas en las placas con colonias puntiformes.
 - Las colonias invasoras se consideraron como colonias únicas. Si las colonias invasoras cubrían menos de un cuarto de la placa, se contaron las de la parte de la placa no afectada y se calculó el número correspondiente para la placa entera. Se desechaba la placa si las colonias invasoras cubren más de un cuarto de la misma.
- Recuento de Células Somáticas por la técnica microscópica. Método de referencia.

- *Objeto*

Establecer el método de referencia de recuento de células somáticas en leche cruda mediante la técnica microscópica. El método puede ser utilizado para conteo de células en leche cruda.

- *Definición*

Para este método las células somáticas son aquellas células cuyos núcleos pueden ser teñidos con azul de metileno.

- *Reactivos*

- El agua debe ser destilada, desionizada o de pureza equivalente.
- Solución colorante:
 - 0.6 g de azul de metileno
 - 54 ml de alcohol etílico 95%
 - 40 ml de tetracloroetano
 - 6 ml de ácido acético glacial.

- *Procedimiento*

- Se calentaron las muestras en baño de agua a 30- 40 °C y se mezclaron suavemente. Se enfriaron a la temperatura a la cual la microjeringa fue calibrada.
- Preparación de los films: se tomaron 0.01 ml de leche con la microjeringa. Se expandió la muestra sobre el rectángulo de 5 mm x 20 mm. Se secó el film sobre una superficie nivelada hasta su secado completo.

- Tinción de los films: se tiñeron por inmersión en la solución colorante por 10 minutos. Se dejaron y se quitó el exceso de colorante por inmersión en agua templada. Se secó y protegió del polvo.
- Se contaron los núcleos claramente reconocibles que poseían por lo menos la mitad del material nuclear en el campo microscópico. Se contaron campos a través del film utilizando el eje mayor.
- Los recuentos se hicieron utilizando el objetivo de inmersión con el cual fue determinado el factor del microscopio.
- Independientemente del método seleccionado para el recuento, cada célula somática con un núcleo teñido identificable fue contada.
- Cuando se determinó el número de células somáticas por mililitro de leche, el área del campo microscópico fue de fundamental importancia ya que ésta determina la cantidad de leche que puede ser examinada en un campo. Diámetros de campos que proveen desde 300 mil hasta 600 mil son los recomendados (Department of Health and Human Services, 2004).

7.5. Análisis estadísticos de los resultados de la calidad de la leche.

A partir de los datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos se efectuó un análisis estadístico por medio de medidas de tendencia central (promedio) y análisis de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación) para obtener la concordancia entre lo teórico esperado y lo observado en campo (Reyes, 1990). Posteriormente se realizó su procesamiento en el paquete estadístico SPSS.

5ta. etapa. Recolección y procesamiento de información económica

Se diseñó un formato para captar la información económica proporcionada por los propietarios de cada una de las unidades, con el objetivo de obtener información acerca de los desembolsos efectuados en cada unidad de producción del CAITSA para la obtención de cada una de las variables productivas (anexo 4). Éste se aplicó de forma mensual en cada una de las unidades que conforman la muestra.

7.6. Parámetros económicos

Las variables consideradas para la estimación de la productividad y rentabilidad en las unidades de producción, fueron obtenidas de los datos generados a partir del cuestionario aplicado a los ganaderos del CAITSA. De acuerdo a la teoría de costos, se consideró el capital total invertido en las unidades (equipo, instalaciones y ganado), los costos fijos y variables, producción mensual y venta de leche. Así, las variables consideradas para el presente estudio fueron evaluadas de forma mensual y son las siguientes:

1. *Costos fijos.* Se consideraron los costos por concepto de agotamiento animal (incluyendo el costo inicial y el precio final al rastro), mano de obra (considerando la mano de obra familiar, asignándoles un sueldo promedio), arena para camas, servicios al equipo de ordeña, asistencia veterinaria, mantenimiento en general de las instalaciones, pago de impuestos y/o seguro ganadero, gastos financieros (administración y otros), renta del establo (en su caso), cuota a la administración del complejo por servicios generales, depreciación del equipo con motor y el cálculo del costo de oportunidad de los costos fijos. Debido a que las construcciones del CAITSA cumplen 30 años de antigüedad, se consideró que su valor de recuperación es nulo.
2. *Costos fijos totales.* Se obtuvieron al sumar todos los desembolsos efectuados por el uso de los factores fijos. Las erogaciones en el mediano plazo estuvieron representadas por la depreciación de los bienes.
3. *Costos fijos promedio por litro de leche producida.* Con cada uno de los costos fijos anteriormente considerados, se calculó el costo promedio por litro de leche producida. Estos valores se obtuvieron dividiendo el costo fijo mensual entre la producción mensual de leche.
4. *Costos variables.* Se incluyeron los costos de alimentación del ganado, reemplazos, medicamentos, servicios telefónicos, gastos en sanidad, inseminación artificial, mantenimiento de equipo y vehículos, consumo de energía eléctrica, agua potable y gas, productos de limpieza, detergentes y selladores, combustibles y lubricantes, y el costo de oportunidad de los costos variables.
5. *Costos variables promedio por litro de leche producida.* Se obtuvieron los costos variables promedio por litro de leche producida. El cálculo se realizó dividiendo cada uno de los costos variables mensuales entre la producción mensual de leche.
6. *Costos totales.* Estos costos fueron calculados como los egresos mensuales promedio realizados en cada una de las unidades.
7. *Ingresos totales brutos.* Fueron el resultado de la suma de los ingresos obtenidos en el establo por concepto de venta mensual de la leche.
8. *Utilidad neta por litro de leche.* Se calculó restando al precio de venta por litro de leche producida el valor del costo de producción por litro.
9. *Utilidad económica.* Se estableció como el producto obtenido al multiplicar la utilidad neta por litro de leche y la producción mensual de leche.
10. *Utilidad económica por vaca.* Este parámetro se estimó dividiendo la utilidad económica entre el número total de animales en el hato.

11. *Producción por lactancia.* Se calculó el promedio de producción de leche en kilogramos por lactancia a los 305 días por vaca.
12. *Rentabilidad.* Se estableció como la generación de utilidades (económica y económica por vaca) y su relación que guarda con la inversión utilizada para generarlas.
13. *Punto de equilibrio.* Para la obtención de este punto se empleó la siguiente expresión matemática (Medina, 1994; Meléndez y Loza, 2002; Trueta, 2004).

$$Q = \frac{CFT}{1 - \left(\frac{CVT}{IBT} \right)}$$

donde,

$$\begin{aligned} Q &= \text{Punto de equilibrio} \\ CFT &= \text{Costos fijos totales} \\ CVT &= \text{Costos variables} \\ &\quad \text{totales} \\ IBT &= \text{Ingresos brutos} \\ &\quad \text{totales} \end{aligned}$$

14. *Punto de equilibrio en producción.* Este punto utilizó los ingresos brutos totales y una fórmula que calcula el equilibrio en unidades producidas; a partir de esta información se pasó al desglose, hasta llegar a la fórmula:

$$\text{Ingresos brutos totales (IBT)} = \text{Costos totales (CT)}.$$

Los CT son iguales a los costos fijos totales (CFT), más los costos variables totales (CVT); por lo tanto:

$$IBT = CFT + CVT$$

Los IBT se calculan multiplicando el precio unitario del litro de leche producido (LLP) por la cantidad del lácteo producido y vendido (Q), entonces:

$$LLP(Q) = CFT + CVT$$

Los costos variables totales son iguales al costo variable unitario (CVU), por el número de unidades producidas (Q), teniéndose:

$$LLP(Q) = CFT + CVU(Q)$$

A continuación se coloca el número de unidades producidas y vendidas (Q) en el mismo lado de la ecuación, por lo tanto:

$$LLP(Q) - CVU(Q) = CFT$$

Resolviendo la ecuación para Q y factorizando, de tal manera que:

$$Q(LLP - CVU) = CFT$$

Finalmente, se iguala la ecuación para Q:

$$Q = \frac{CFT}{LLP - CVU}$$

Donde Q son las unidades que la empresa productora de leche requiere producir y vender para lograr su equilibrio, es decir, el punto en que los ingresos totales brutos son iguales a los costos totales (modificado de Medina, 1994).

Punto de equilibrio en ventas. Se calcula el punto en que los CT son iguales a los ITB o ventas totales e indica el volumen de ventas que permite cubrir los CT. Para su obtención se requiere de los valores en ventas totales (VT), CFT y CVT. Se parte de que el punto de equilibrio en ventas es (modificado de Medina, 1994):

$$VT = CT$$

Los CT son iguales a los costos fijos totales (CFT), más los costos variables totales (CVT); por lo tanto:

$$VT = CFT + CVT$$

Puesto que se supone que las VT y los CVT son constantes en el análisis del punto de equilibrio, la razón CTV entre VT es también constante. Por lo tanto, los CVT son un porcentaje de las VT:

$$VT = CFT + \frac{CVT}{VT}$$

Igualando la ecuación con los CFT, se tiene:

$$CFT = \frac{VT(1 - CVT)}{VT}$$

Finalmente se reestructura la ecuación igualando para VT, por lo tanto:

$$VT = \frac{CFT}{1 - \left(\frac{CVU}{PPL}\right)}$$

Donde VT son las ventas que la empresa productora debe realizar para lograr su equilibrio (modificado de Medina, 1994).

15. Relación beneficio costo. Para la obtención de esta relación, se estimó el cociente entre los valores actuales de los beneficios obtenidos en la empresa y los costos totales invertidos en la misma. La RBC fue considerada como un indicador de la rentabilidad en cada uno de los establos que integran al CAITSA. Una RBC igual a la unidad indica una equivalencia entre los beneficios y los costos, un valor mayor a uno expresa la generación de utilidades, y una cifra menor a uno indica pérdidas económicas en los establos. La fórmula matemática que expresó este indicador fue la siguiente:

$$RBC = \frac{IBT}{CT}$$

donde,

$$\begin{aligned} IBT &= \text{Ingresos brutos totales} \\ CT &= \text{Costos totales} \end{aligned}$$

7.7 Procesamiento de datos

Se consideró de acuerdo al tamaño de la muestra calculado un universo de 14 unidades de producción láctea con un total de 4,290 animales. Los datos recabados se procesaron para evaluar globalmente el comportamiento del CAITSA en cuanto a los parámetros productivos y de calidad. En concordancia con la estratificación realizada de acuerdo al número de animales en cada unidad, se procedió a evaluar en cada uno de los estratos mencionados, los parámetros considerados para este trabajo.

Finalmente, los datos fueron evaluados para cada una de las unidades en particular. Con este procedimiento se pretendió buscar una relación entre el número de animales y el comportamiento productivo relacionado con la calidad.

Una vez registrados todos los datos de calidad, productivos y económicos, se vaciaron en hojas electrónicas de Excel para su procesamiento.

Para el análisis estadístico pertinente se utilizó el programa computacional SPSS 12.0 para obtener las medidas de tendencia central como el promedio y los valores mínimo y máximo, además de un análisis de dispersión con la desviación estándar, coeficiente de variación, intervalo de confianza y la prueba *t*.

6a. etapa. Análisis integrado de la información.

Con la información obtenida se realizó un análisis para determinar la calidad de leche y su correlación con los costos generados para determinar finalmente la rentabilidad y alternativas de desarrollo de las unidades de producción.

8. RESULTADOS

8.1 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y PRODUCTIVAS DE LOS PRODUCTORES DEL CAITSA.

Con base en los resultados de la encuesta aplicada a productores de leche del CAITSA, se obtuvo en primer lugar que la mayor parte de los propietarios (43%) tiene una edad entre 41 y 50 años y tan sólo el 7% registra una edad menor a 40 años (cuadro 4).

Cuadro 4. Edad de los propietarios

Edad	Porcentaje
<40	7%
41-50	43%
51-60	29%
> 60	21%

Fuente: elaboración propia

La mayoría de los productores se dedica exclusivamente a la ganadería (79%), mientras que el 21% restante se dedica además de la ganadería a otras actividades económicas. Este último grupo coincide con los ganaderos que tienen una profesión (cuadro 5).

Cuadro 5. Profesión del propietario

Profesión	Porcentaje
Ganadero	79%
Profesionista	21%

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, la mayoría de las unidades de producción del CAITSA poseen más de 25 años de funcionamiento (cuadro 6).

Cuadro 6. Años de funcionamiento de las unidades de producción

Años	Porcentaje
< 15	14%
15 a 20	7%
21 a 25	36%
> 25	43%

Fuente: elaboración propia

También se constató que todas las unidades productivas estudiadas obtienen, aparte de la leche, otros productos como son vaquillas de reemplazo, sementales y becerros, entre otros (cuadro 7).

Cuadro 7. Productos obtenidos del ganado

Otros productos	Porcentaje
Reemplazos	35%
Sementales	6%
Venta de becerros	29%
Sólo la leche	24%
Semen	6%

Fuente: elaboración propia

En cuanto al tipo de ganado que se adquiere en el Complejo, destaca que la raza Holstein es predominante, aunque de igual forma se identificó la adquisición de semovientes de otras razas como son Suizo y criollo (cuadro 8).

Cuadro 8. Raza del ganado

Raza	Porcentaje
Holstein	58%
Suizo	21%
Criollo	4%
Otras	17%

Fuente: elaboración propia

Poco más de la mitad de los productores recurre a la reposición de su ganado por medio de la recría, sin embargo, otra parte importante de los productores se inclinan por la compra de vaquillas (Cuadro 9).

Cuadro 9. Método de reposición del ganado

Método de reposición	Porcentaje
Compra de vaquillas	47%
Recría	53%

Fuente: elaboración propia

En cuanto a la adquisición de alfalfa, en el 93% de las unidades se adquiere a través de proveedores y la parte restante es por medio de autoabastecimiento (cuadro 10).

Cuadro 10. Adquisición de alfalfa

Origen	Porcentaje
Autoabastecimiento	7%
Proveedores	93%

Fuente: elaboración propia

En lo que respecta al método de reproducción, en las 14 unidades de producción estudiadas, se realiza por medio de inseminación artificial. En el 81% de estos casos se utiliza semen importado, el cual es principalmente de la raza Holstein (cuadro 11).

Cuadro 11. Prácticas reproductivas

Método reproductivo	Porcentaje
Inseminación Artificial	100%
Origen del semen	Porcentaje
Importado	81%
Nacional	19%
Raza del semen adquirido	Porcentaje
Holstein	82%
Suizo	9%
Otro	9%

Fuente: elaboración propia

En otro sentido, destaca que la totalidad de las unidades cuentan con asistencia técnica. Ésta se orienta a diversas áreas técnicas como alimentación, reproducción, sanidad y manejo entre otras, la cual generalmente es, proporcionada por el CAITSA.

En lo que concierne al ordeño, se identificó que éste se realiza principalmente dos veces al día en la mayor parte de las unidades. Resalta que 29% de las unidades realiza tres ordeñas al día (cuadro 12).

Como era de esperarse a lo largo del año se presentan diferencias en cuanto al volumen de producción.

Cuadro 12. Método de ordeño y diferencias en producción

Ordeños al día	Porcentaje
Dos	71%
Tres	29%
Diferencias de producción durante el año	Porcentaje
Sí	79%
No	21%

Fuente: elaboración propia

Es muy importante destacar que la leche producida en el CAITSA se destina principalmente a diferentes empresas transformadoras. Sólo el 7% de los ganaderos venden la leche a productores tradicionales de queso (cuadro 13).

Cuadro 13. Destino del producto

Destino de la leche producida	Porcentaje
Venta a empresas transformadoras	93%
Venta a queseros	7%

Fuente: elaboración propia

En cuanto al tipo de manejo zootécnico, en gran parte de las unidades se llevan a cabo diferentes métodos de desinfección antes, durante y después de la ordeña (cuadro 14), sin embargo, donde se detectan fallas es en lo concerniente a las medidas de higiene llevadas a cabo por parte del personal que labora en dichas unidades (cuadro 15).

Cuadro 14. Prácticas de desinfección y limpieza en la ordeña

Método	Porcentaje
Presello	93%
Limpieza en general	86%
Desinfección	36%
Sellador	100%
Detergente ácido	21%
Detergente básico	21%
Despunte	36%
Yodo	36%

Fuente: elaboración propia

Cuadro15. Medidas de higiene adoptadas por el personal y presencia de mastitis

Medidas de higiene	Porcentaje
Guantes	43%
Máscara	7%
Botas	100%
Mandiles	43%
Lavado de manos	15%
Overoles	36%
Problemas de mastitis	Porcentaje
Si	69%
No	31%

Fuente: elaboración propia

De igual forma, la higiene de los animales es deficiente debido a que en gran parte de las unidades de producción se baña al ganado cada seis meses y en algunos sencillamente no realizan dicha actividad.

En cuanto al mantenimiento del equipo de ordeño, el 50% de las unidades de estudio lo realizan cada seis meses (cuadro 16).

Cuadro 16. Higiene del ganado y mantenimiento del equipo de ordeño

Frecuencia con que se baña al ganado	Porcentaje
Diario	10%
Quincenal	10%
Mensual	10%
Semestral	40%
Nunca	30%
Frecuencia de mantenimiento al equipo	Porcentaje
Semanal	10%
Mensual	40%
Semestral	50%

Fuente: elaboración propia

En lo que compete a la organización y administración de las unidades, se cuestionó sobre los principales elementos que integran los costos, siendo la alimentación el elemento más significativo en un 32% del total de las 14 unidades (cuadro 17).

Cuadro 17. Principales elementos que integran los costos

Elementos	Porcentaje
Alimentación	32%
Sueldos	27%
Medicamentos	20%
Mantenimiento de Infraestructura	11%
Administración	7%
Reposición	3%

Fuente: elaboración propia

De la misma forma, el 50% de las unidades cuentan con la existencia de programas computacionales para el adecuado control en el manejo reproductivo y económico de dichas unidades (cuadro 18).

Cuadro 18. Existencia de programas computacionales

Utiliza algún programa computacional en la unidad de producción	Porcentaje
Sí	50%
No	50%

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, en el cuadro 19, se observa el medio por el cual los propietarios cubren las inversiones realizadas: el 60% con inversión propia, el 35% por medio de créditos bancarios y el 5% a través de sus utilidades.

Cuadro 19. Forma de cubrir las inversiones realizadas

Con que se cubren las inversiones en el establo	Porcentaje
Inversión propia	60%
Crédito	35%
Utilidades	5%

Fuente: elaboración propia

Finalmente, se investigó acerca de la mayor problemática existente en el CAITSA y la mayoría de los propietarios y trabajadores opinaron sobre la forma en que se lleva a cabo la administración del Complejo, aunque también prevalecen otros problemas de suma importancia como el precio de venta de leche, aumento en el precio de los insumos, la gran cantidad de estiércol acumulado, disponibilidad de agua, entre otros (cuadro 20).

Cuadro 20. Principales problemas existentes en el CAITSA

Principales problemas	Porcentaje
Precio de venta de la leche	23%
Administración del CAITSA	26%
Endeudamiento	3%
Aumento de insumos	11%
Costo del ganado	6%
Trabajadores	3%
Robo de materiales	3%
Estiércol	11%
Agua	6%
Comercialización	8%

Fuente: elaboración propia

8.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

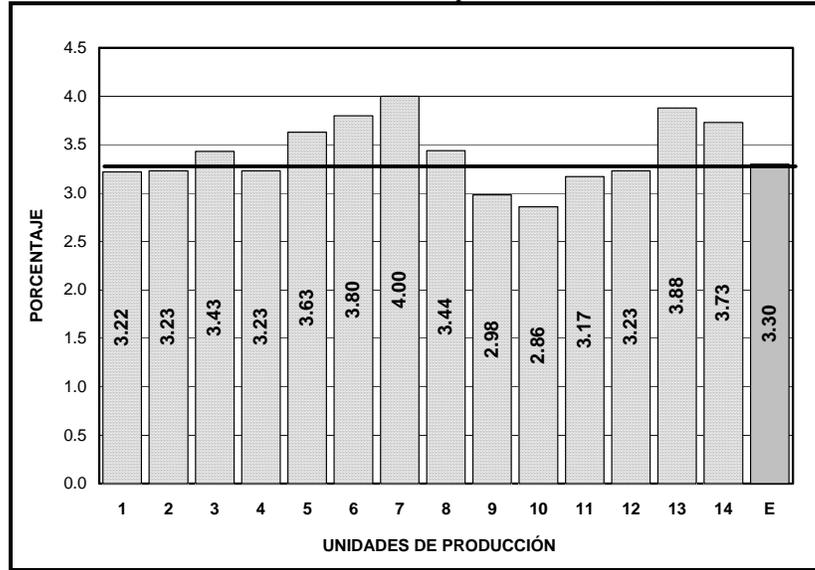
En este apartado se exponen los datos de calidad de leche, en lo concerniente a sus principales características físicas y químicas, que comprende siete parámetros seleccionados por su importancia en la salud y nutrición de los consumidores.

➤ Grasa y proteína

Referente al contenido de grasa y proteína en la leche y en base al mínimo requerido en cada uno de dichos parámetros por parte de la empresa transformadora, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para el parámetro de grasa, la empresa requiere de un 3.3% como valor mínimo, por lo tanto, de las catorce unidades de producción, el 50% presentó un contenido superior al valor requerido, mientras que la parte restante no (gráfica 2).

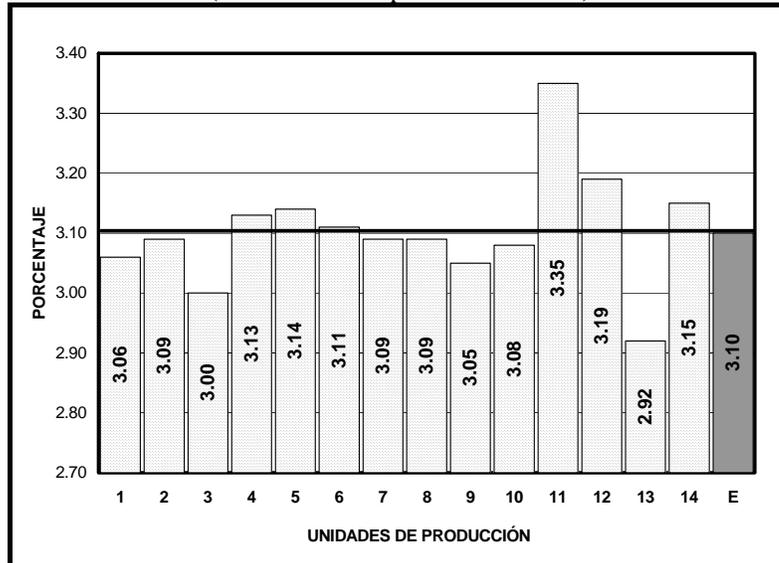
Gráfica 2. Contenido de grasa presente en la leche.
(Valor mínimo permisible: 3.3%)



Fuente: elaboración propia

En el caso de la proteína, para la cual se establece un 3.1% como mínimo, el 43% de las unidades se encuentra por arriba del valor permisible, y el 57% no cumple con dicha exigencia (gráfica 3).

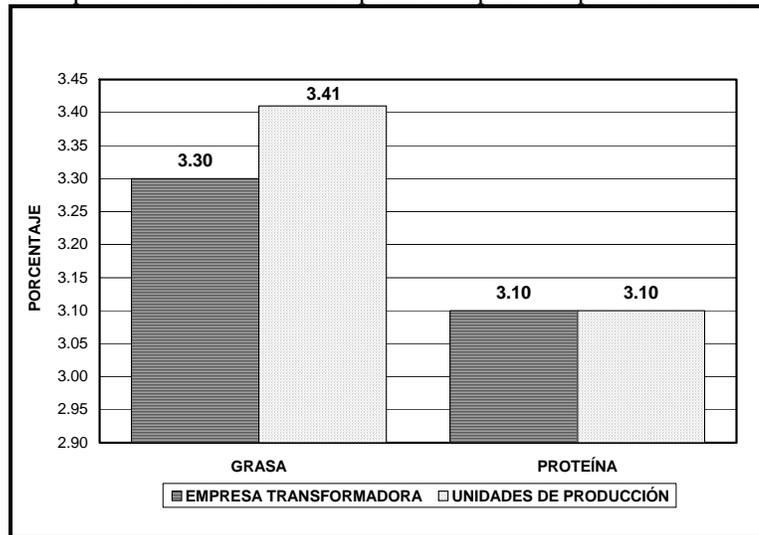
Gráfica 3. Contenido de proteína presente en la leche
(Valor mínimo permisible: 3.1%)



Fuente: elaboración propia

Sin embargo, debido a que una parte de las unidades de producción rebasan los valores mínimos requeridos, tanto en grasa como en proteína, las medias de todas las unidades en conjunto son de 3.41% y 3.10% respectivamente (gráfica 4).

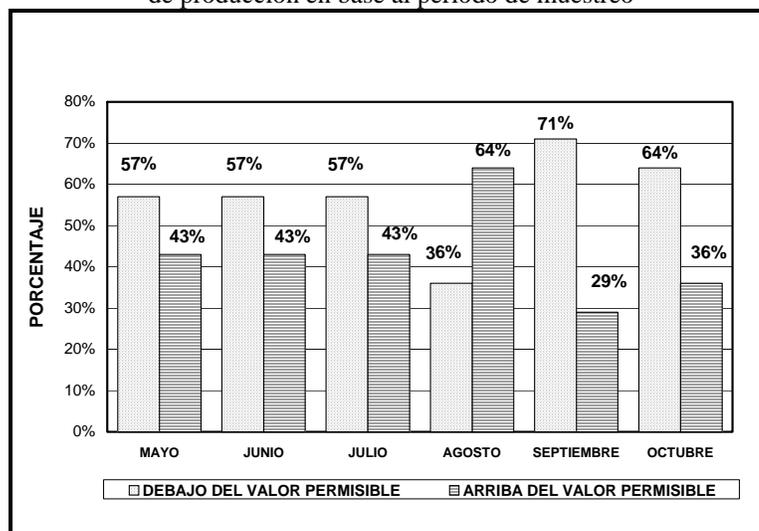
Gráfica 4. Comparación del porcentaje de grasa y proteína de las 14 unidades de producción con el mínimo permisible por la empresa transformadora



Fuente: elaboración propia

En cuanto al periodo de muestreo, todas las unidades de producción se encontraron por debajo del mínimo permitido en el parámetro de grasa, excepto durante el mes de agosto donde la mayoría superó el valor aceptado (gráfica 5).

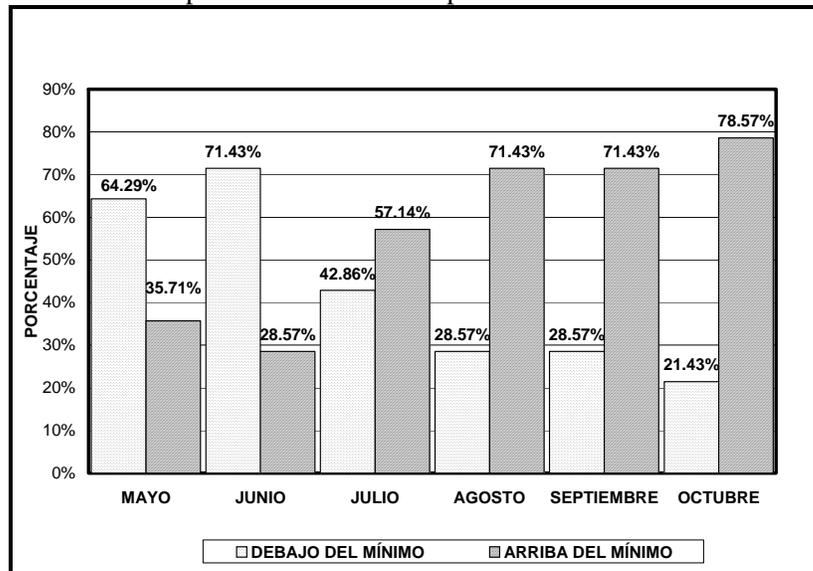
Gráfica 5. Comportamiento en el contenido de grasa de las unidades de producción en base al periodo de muestreo



Fuente: elaboración propia

Sin embargo, el contenido de proteína, durante la mayoría de los meses se mantuvo por arriba del mínimo establecido, excepto en los meses de mayo y junio donde los valores son inferiores (gráfica 6).

Gráfica 6. Comportamiento en el contenido de proteína de las unidades de producción en base al periodo de muestreo

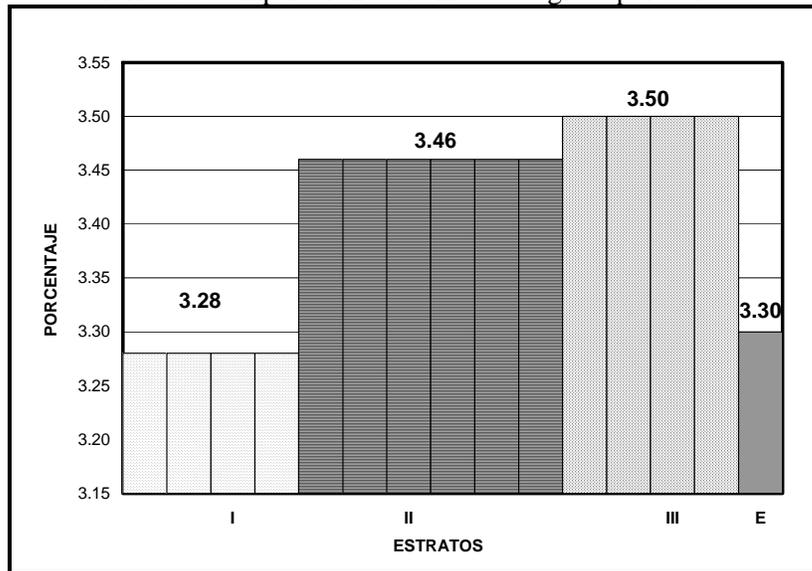


Fuente: elaboración propia

Por otro lado, de acuerdo a la estratificación de las unidades, se obtuvo la media de dichos parámetros para cada uno de los tres estratos, donde se observó que en lo referente al porcentaje de grasa, los estratos II y III muestran un comportamiento adecuado, mientras que el estrato I se encuentra por debajo del nivel requerido (gráfica 7).

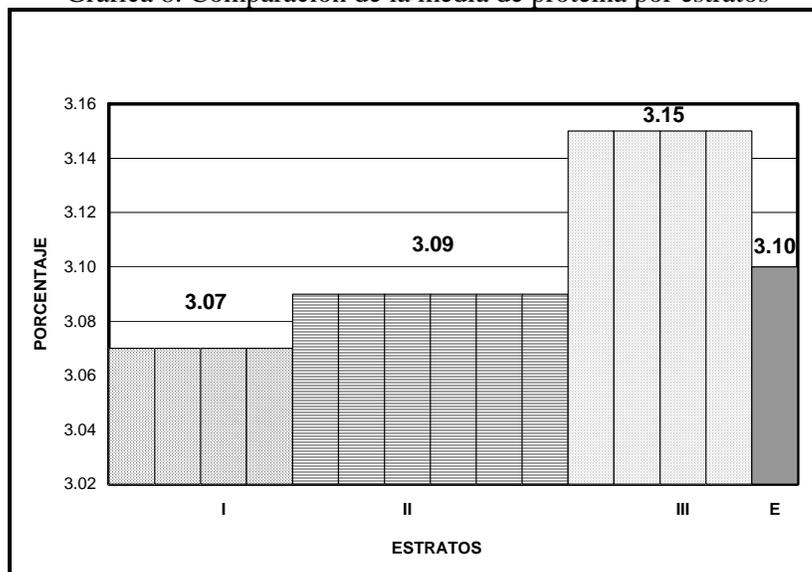
En cuanto al porcentaje de proteína, el estrato III es el único que se encuentra por arriba del porcentaje requerido por la empresa compradora, mientras que los estratos I y II presentan un valor inferior al establecido (gráfica 8).

Gráfica 7. Comparación de la media de grasa por estratos



Fuente: elaboración propia

Gráfica 8. Comparación de la media de proteína por estratos



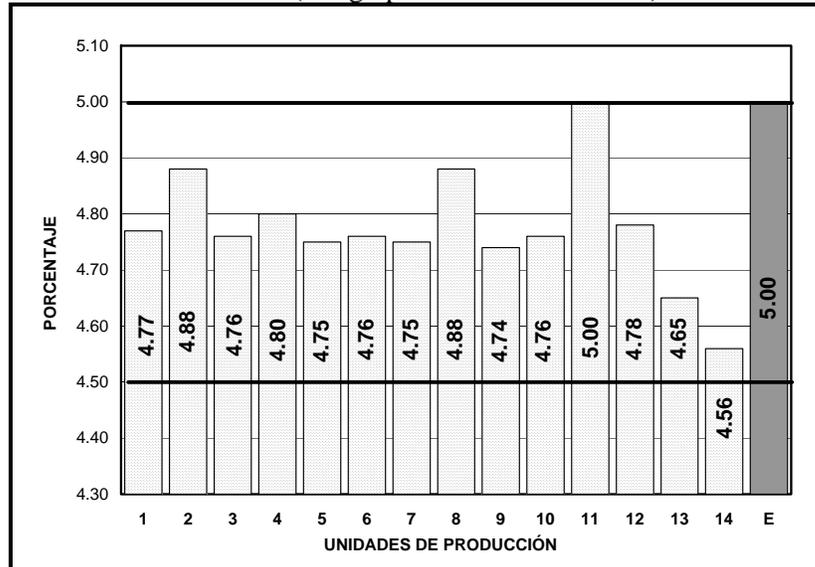
Fuente: elaboración propia

➤ Lactosa

En lo referente al contenido de lactosa en la leche y de acuerdo al rango establecido (4.5%-5%), de las catorce unidades de producción, el 100% se encuentra dentro del valor solicitado, cumpliendo favorablemente con lo requerido por parte de la empresa transformadora (gráfica 9).

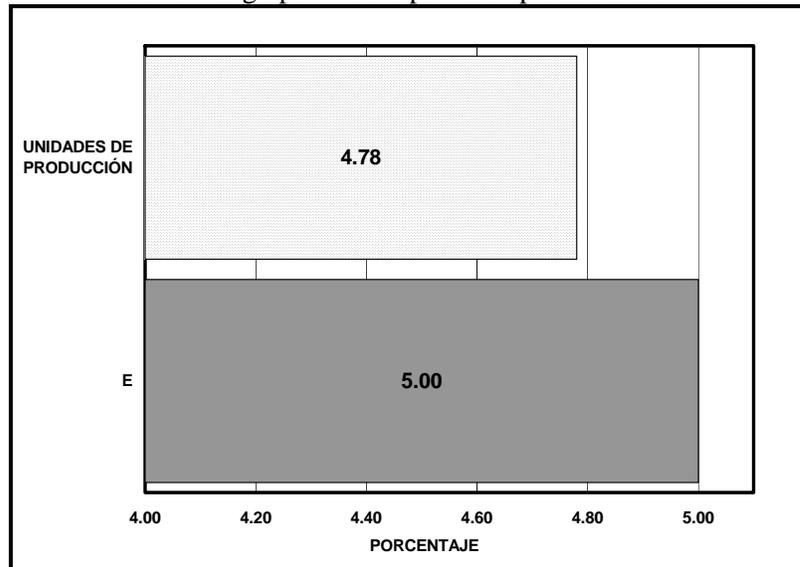
Por lo mismo, la media de todas las unidades integradas es de 4.78% encontrándose dentro del rango solicitado (gráfica 10).

Gráfica 9. Contenido de lactosa presente en la leche
(Rango permisible: 4.5 – 5.0%)



Fuente: elaboración propia

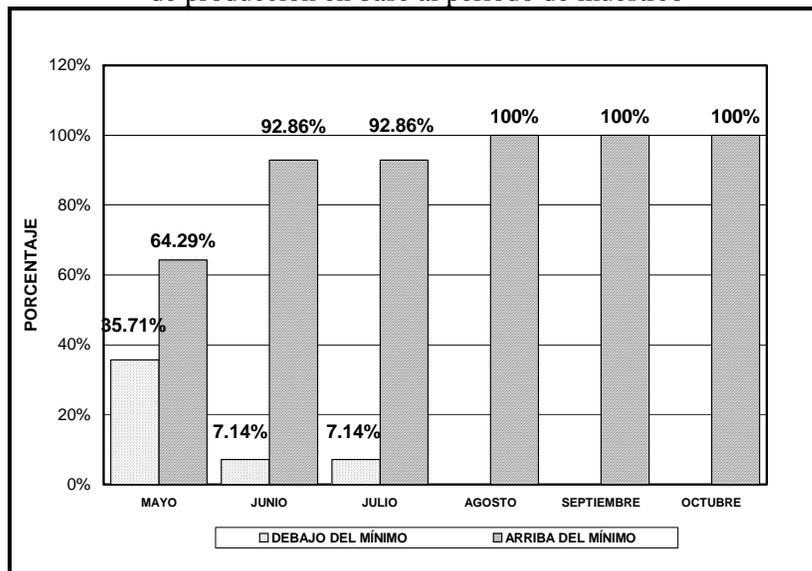
Gráfica 10. Comparación del porcentaje de lactosa de las 14 unidades con el rango permisible por la empresa transformadora



Fuente: elaboración propia

Asimismo, se observa que la época del año fue un factor que repercutió levemente en el porcentaje de dicho componente, ya que durante la mayor parte de los meses en que se realizó el muestreo se mantuvo relativamente constante (gráfica 11).

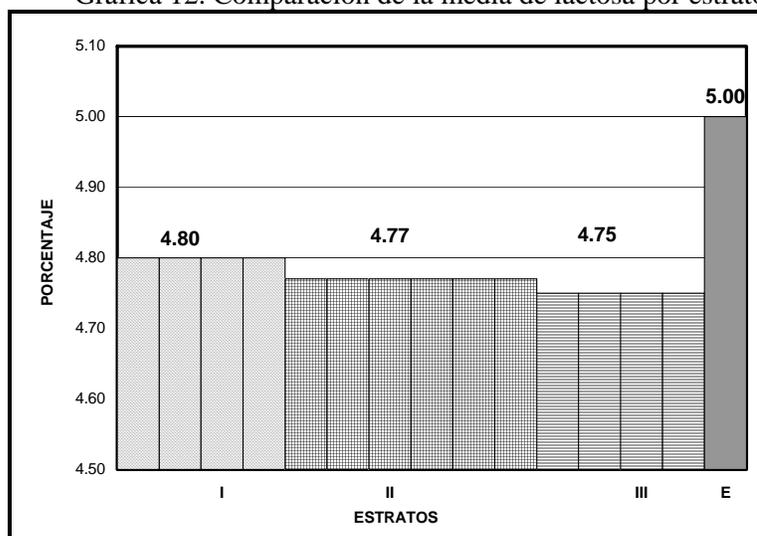
Gráfica 11. Comportamiento en el contenido de lactosa de las unidades de producción en base al periodo de muestreo



Fuente: elaboración propia

Por otro lado, al realizar la estratificación de las unidades de producción, se obtuvo la media de dicho parámetro para cada uno de los estratos, donde se observó que los tres estratos presentaron una media en el período de observación superior al valor mínimo permitido mostrando un adecuado comportamiento (gráfica 12).

Gráfica 12. Comparación de la media de lactosa por estratos



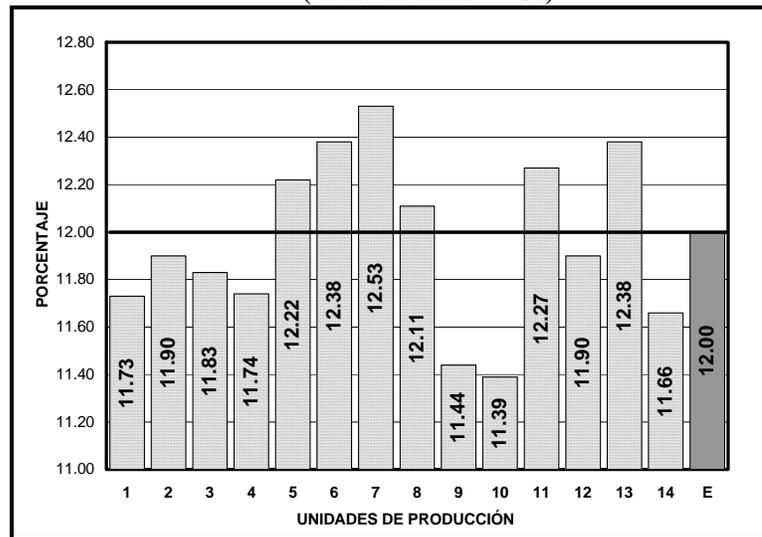
Fuente: elaboración propia

➤ Sólidos Totales y sólidos no grasos

En lo concerniente a la presencia de sólidos totales en la leche –que prácticamente representa una síntesis de los tres parámetros antes revisados- y de acuerdo al valor mínimo permisible (12%), se obtuvo que solo el 43% de las unidades de producción mostró un porcentaje superior al mínimo establecido (gráfica 13).

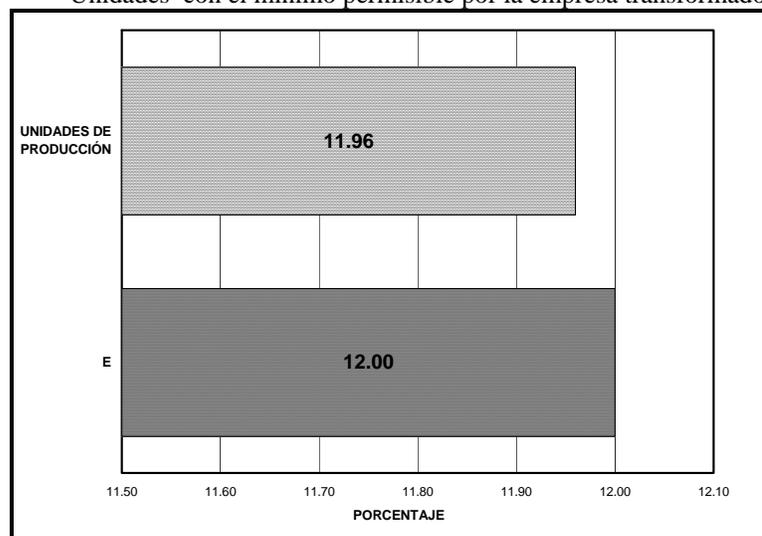
El promedio de todas las unidades integradas fue de 11.96% expresando un valor levemente inferior al solicitado (gráfica 14).

Gráfica 13. Contenido de sólidos totales presentes en la leche
(Valor mínimo: 12%)



Fuente: elaboración propia

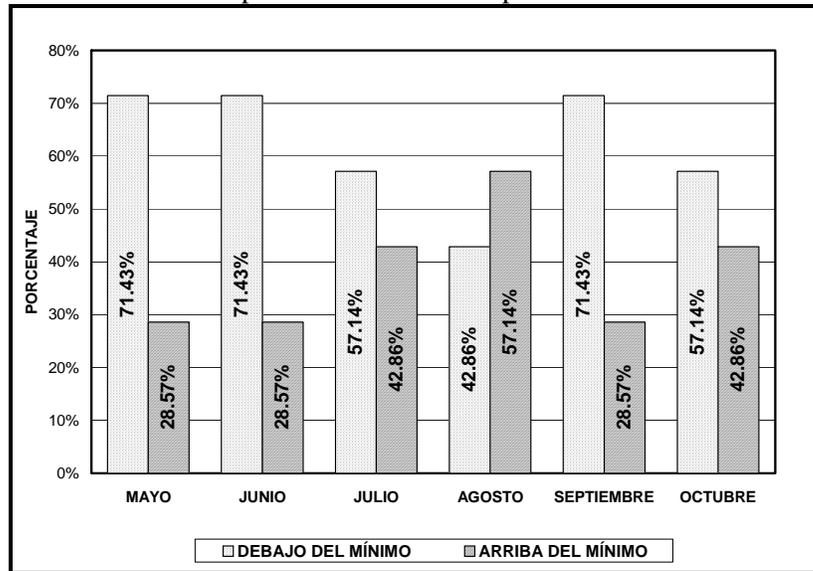
Gráfica 14. Comparación del porcentaje de sólidos totales de las 14 Unidades con el mínimo permisible por la empresa transformadora



Fuente: elaboración propia

Durante el periodo de muestreo, los resultados son negativos ya que durante la mayor parte de los meses las unidades de producción presentan un contenido de sólidos totales inferior al mínimo permitido, excepto en el mes de agosto donde la mayor parte se encuentra en un valor superior al requerido (gráfica 15).

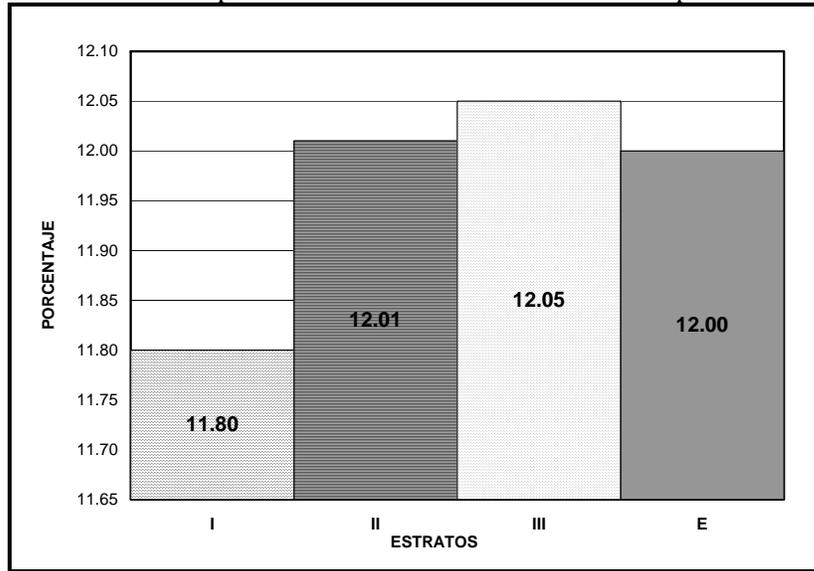
Gráfica 15. Comportamiento en el contenido de sólidos totales de las unidades de producción en base al periodo de muestreo



Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la estratificación de las unidades, se obtuvo la media del contenido de sólidos totales para cada uno de los estratos, y se observó que los estratos II y III presentan un adecuado comportamiento, superior al nivel requerido, mientras que la media del estrato I se encuentra por debajo del nivel permitido por la empresa transformadora (gráfica 16), con lo que se confirma el desempeño menos eficiente del primer estrato.

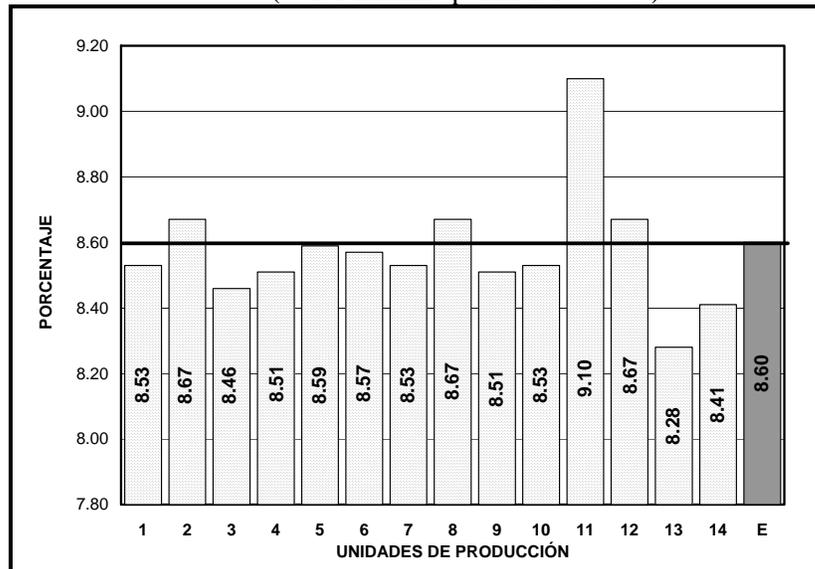
Gráfica 16. Comparación de la media de sólidos totales por estratos



Fuente: elaboración propia

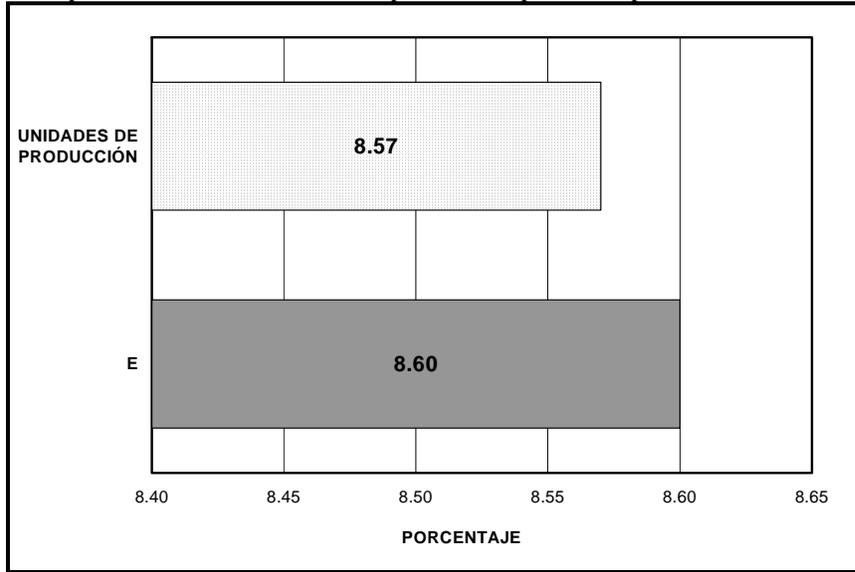
De acuerdo al porcentaje de sólidos no grasos (SNG), el 71% de las catorce unidades de producción, presenta un contenido menor del valor mínimo requerido (gráfica 17), ya que las unidades en conjunto presentan una media de 8.57%, ligeramente inferior al demandado por la industria (gráfica 18).

Gráfica 17. Contenido de sólidos no grasos presentes en la leche.
(Valor mínimo permisible: 8.6%)



Fuente: elaboración propia

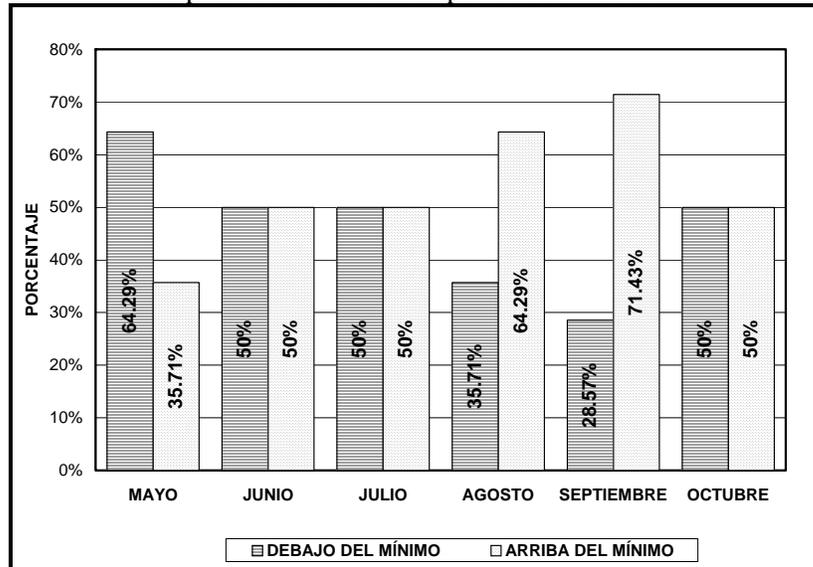
Gráfica 18. Comparación del porcentaje de SNG de las 14 unidades de producción con el mínimo permisible por la empresa transformadora



Fuente: elaboración propia

En cuanto al periodo de muestreo, en el mes de mayo el mayor porcentaje de establos se encuentra debajo del mínimo; durante junio, julio y octubre esa proporción es de 50%. Durante los meses de agosto y septiembre las unidades presentan un el mejor desempeño del período estudiado (gráfica 19).

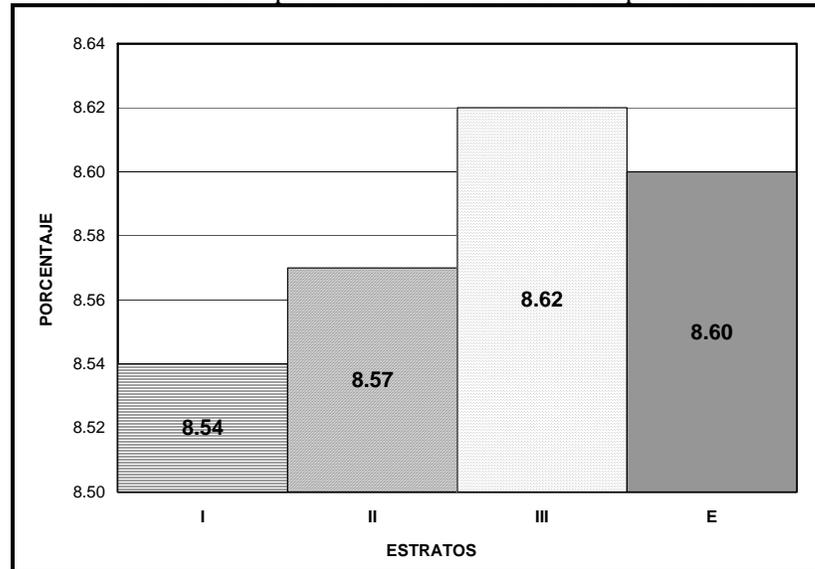
Gráfica 19. Comportamiento en el contenido de SNG de las unidades de producción en base al periodo de muestreo



Fuente: elaboración propia

Al realizar la estratificación también se obtuvo la media de dicho parámetro para cada uno de los estratos, y se observó que el estrato I y II no cumplen con lo requerido, teniendo una media de 8.54% y 8.57% respectivamente, de forma contraria, el estrato III presenta una media de 8.62% mostrando un comportamiento adecuado (gráfica 20), mostrando una tendencia casi idéntica a la registrada en el análisis de proteína.

Gráfica 20. Comparación de la media de SNG por estratos



Fuente: elaboración propia

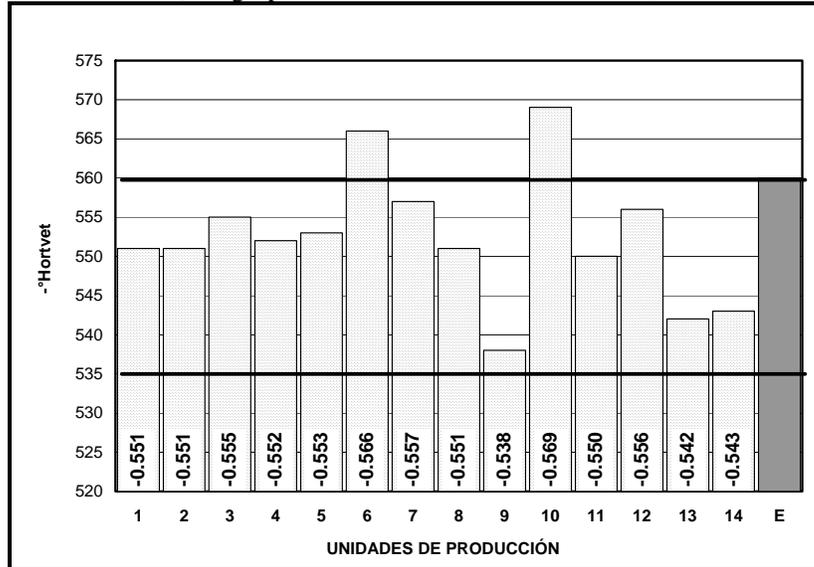
➤ Punto crioscópico

En el caso del punto crioscópico¹ se observa que el 86% de las unidades se encuentra entre el rango establecido por la empresa (gráfica 21). Existen dos unidades que manifiestan valores superiores a -0.560°C , es decir, la leche posee poca cantidad de agua y, por tanto, alto contenido de sólidos totales.

No obstante, debido a que la mayoría de dichas unidades se encuentran dentro de la condición establecida, la media general para las unidades en estudio fue de -0.552°H (gráfica 22).

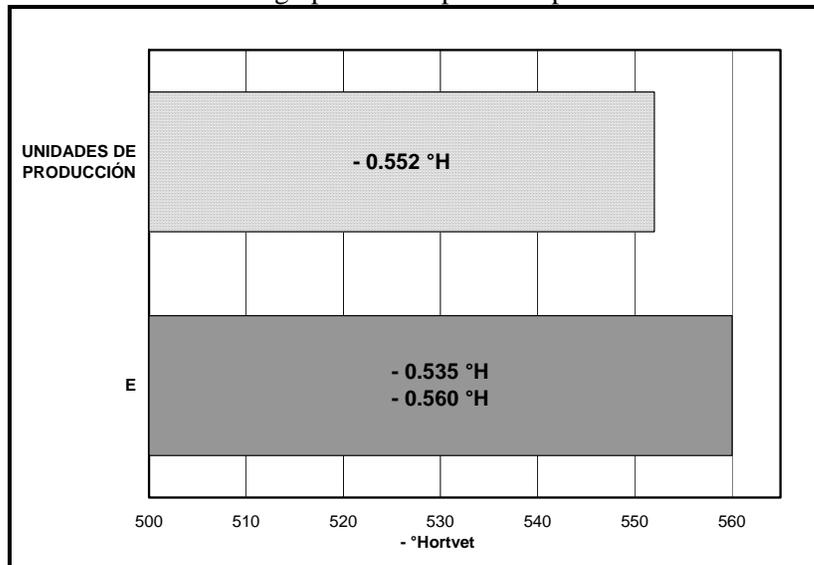
¹ Se reitera que este criterio se refiere al punto de congelación de la leche y refleja el contenido de agua que recibe la industria.

Gráfica 21. Punto crioscópico de la leche
(Rango permisible: -0.535°H a -0.560°H)



Fuente: elaboración propia

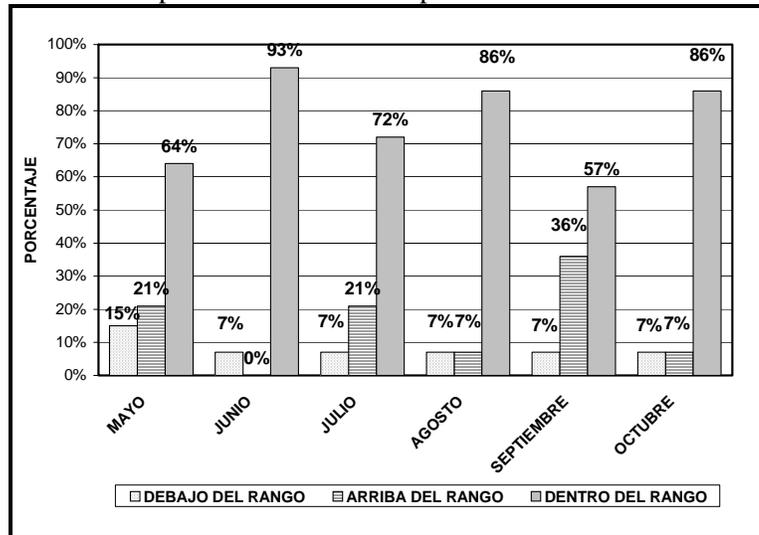
Gráfica 22. Comparación del punto crioscópico de las 14 unidades con el rango permisible por la empresa transformadora



Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos nos indican que las unidades de producción en conjunto no presentan un problema grave de adulteración, aunque como se observó previamente varias de las unidades se encuentran en el rango fijado por la empresa. En cada uno de los meses de muestreo, la mayoría de las unidades de producción manifestaron un comportamiento apropiado, cumpliendo con lo establecido por la empresa transformadora (gráfica 23).

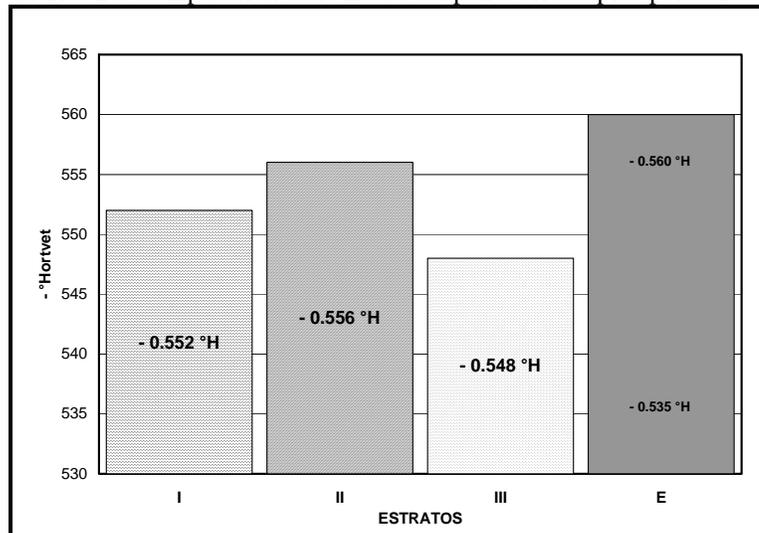
Gráfica 23. Comportamiento del punto crioscópico de las unidades de producción en base al periodo de muestreo



Fuente: elaboración propia

En base a la estratificación, los estratos I y II son los que muestran mejores resultados y el estrato III es el que presenta un valor inferior, sin embargo todos se encuentran dentro del rango establecido (gráfica 24).

Gráfica 24. Comparación de la media del punto crioscópico por estratos

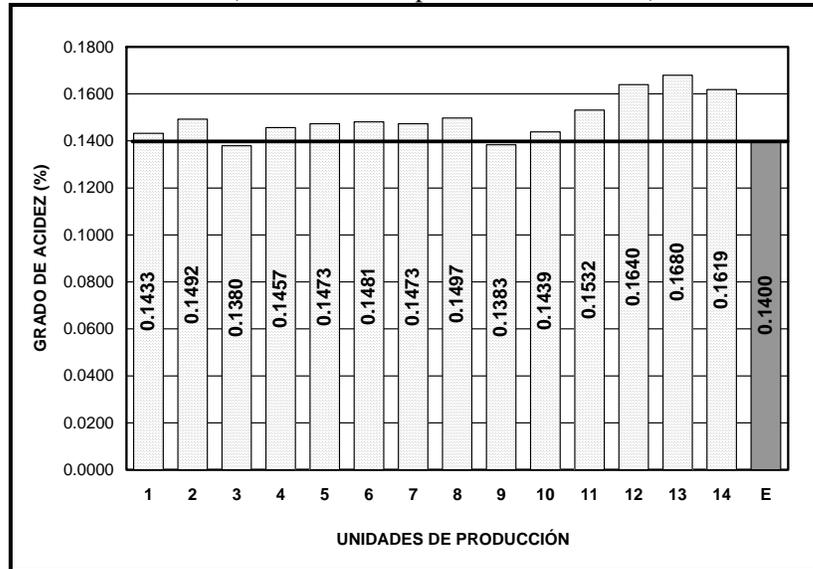


Fuente: elaboración propia

➤ Acidez

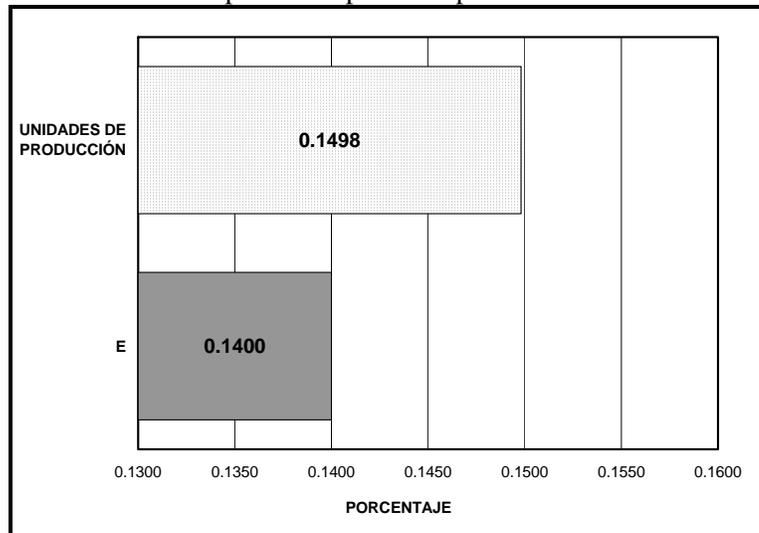
Al determinar el grado de acidez de las catorce unidades, sólo el 14% se encuentra por debajo del valor máximo permitido. El 86% sobrepasa dicha condición (gráfica 25), debido a esto, el valor promedio de todas las unidades en conjunto es de 0.1498% encontrándose en un nivel superior al límite máximo permitido (gráfica 26).

Gráfica 25. Grado de acidez presente en la leche
(Valor máximo permitido: 0.1400%)



Fuente: elaboración propia

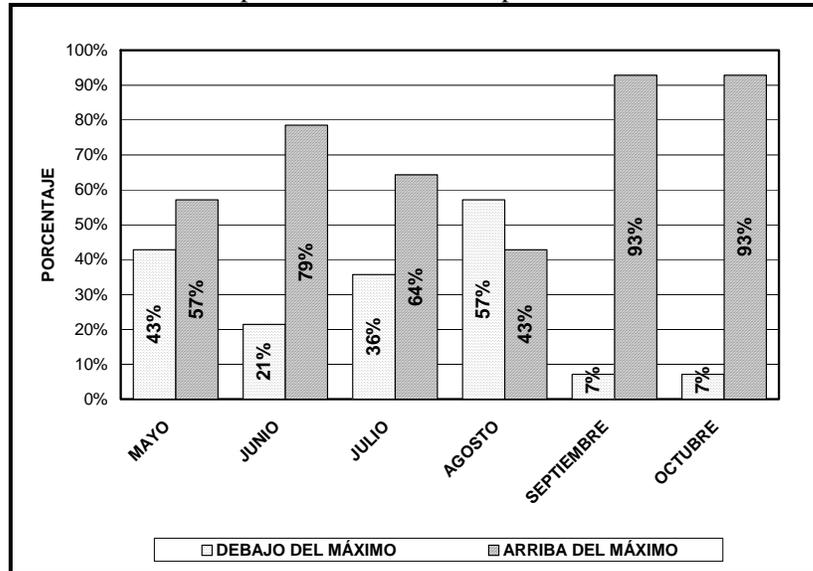
Gráfica 26. Comparación del grado de acidez de las 14 unidades con el máximo permitido por la empresa transformadora



Fuente: elaboración propia

Durante el periodo de muestreo se observó que en la mayor parte de los meses las unidades presentaron un porcentaje superior al valor máximo permitido, sobre todo en septiembre y octubre cuando el 93% está por encima del valor aceptado, únicamente durante el mes de agosto es donde se puede observar una disminución con un 43% del total, sin embargo, continúa superando el máximo establecido (gráfica 27).

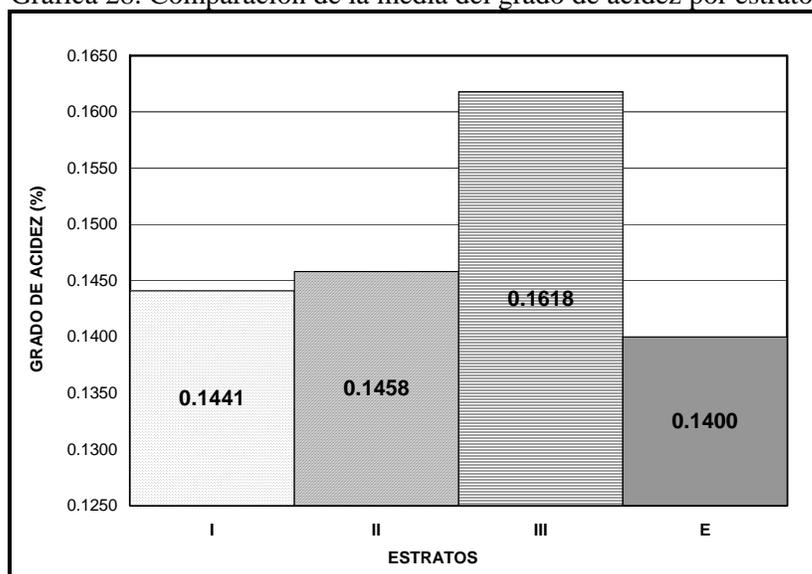
Gráfica 27. Comportamiento en el grado de acidez de las unidades de producción en base al periodo de muestreo



Fuente: elaboración propia

Por consiguiente, al observar las medias por estratos, se constata que los tres se encuentran en un nivel superior al límite máximo establecido, siendo por segunda vez el estrato III el que muestra el peor comportamiento (gráfica 28), lo que se atribuye principalmente al descontrol de la temperatura de los tanques de almacenamiento y a la alta prevalencia de mastitis.

Gráfica 28. Comparación de la media del grado de acidez por estratos



Fuente: elaboración propia

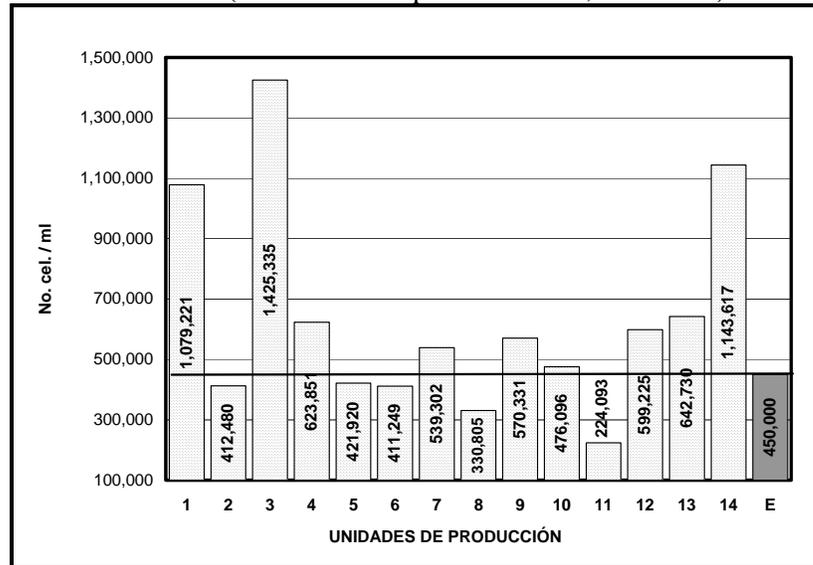
8.3 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

En este apartado se analiza la presencia de células somáticas y de bacterias mesofílicas en la leche, dado que afectan sensiblemente su calidad.

➤ Células somáticas

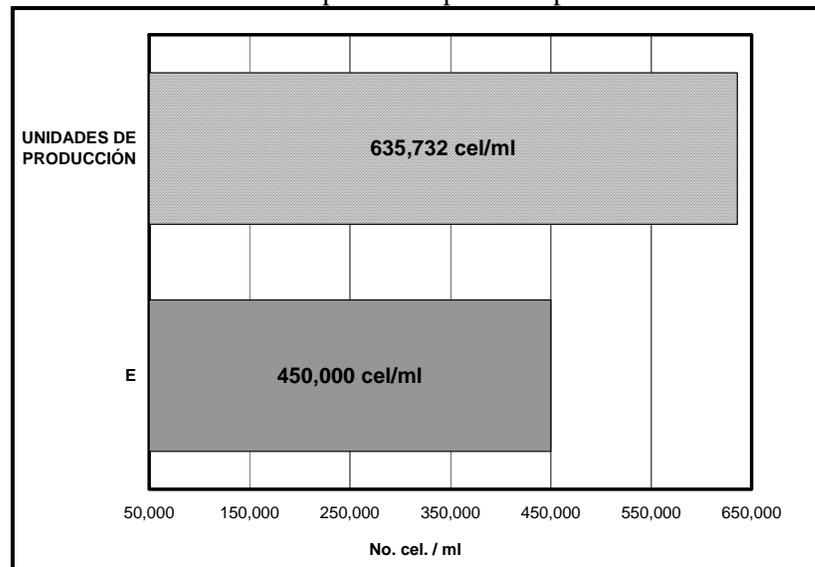
Al analizar los datos obtenidos de este parámetro se observó que únicamente el 36% de las unidades se ubicaron en un nivel inferior al límite máximo determinado (450,000 cel/ml) (gráfica 29), por lo consiguiente este se distingue como el principal problema analizado, ya que al obtener el promedio de todas las unidades integradas, fue de 635,732 cel/ml (gráfica 30).

Gráfica 29. Contenido de células somáticas presentes en la leche
(Valor máximo permitido: 450,000 cel/ml)



Fuente: elaboración propia

Gráfica 30. Comparación del número de células somáticas de las 14 unidades con el máximo permitido por la empresa transformadora

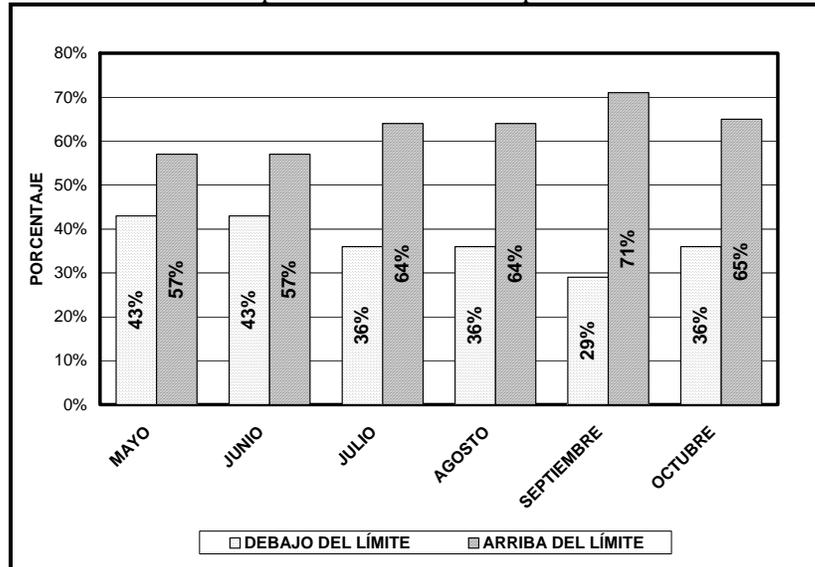


Fuente: elaboración propia

En base al periodo de muestreo, durante todos los meses el comportamiento es deficiente, ya que más del 50% de todas las unidades presentan valores superiores al máximo establecido (gráfica 31).

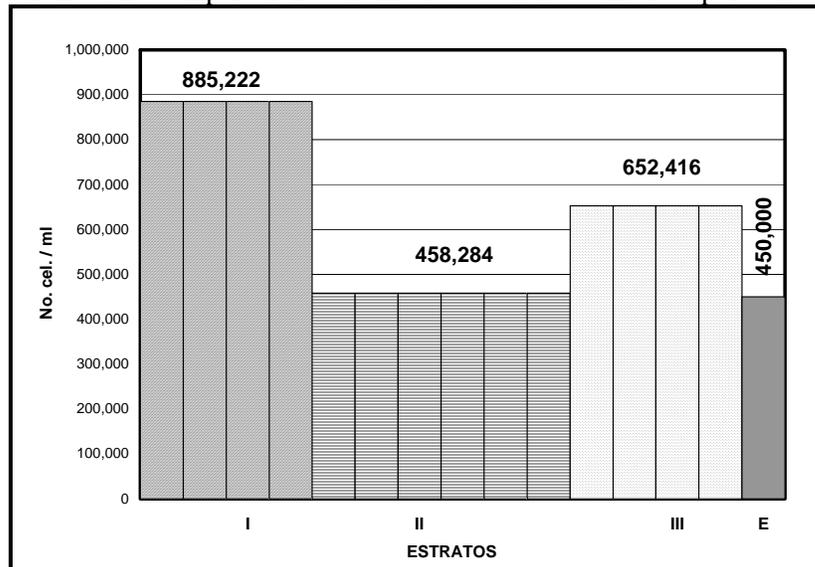
De la misma forma, de acuerdo a la estratificación, los tres estratos sobrepasan el límite señalado, siendo el estrato I el que presenta un nivel mayor de células somáticas (gráfica 32).

Gráfica 31. Comportamiento en el contenido de células somáticas de las unidades de producción en base al periodo de muestreo



Fuente: elaboración propia

Gráfica 32. Comparación de la media de células somáticas por estrato

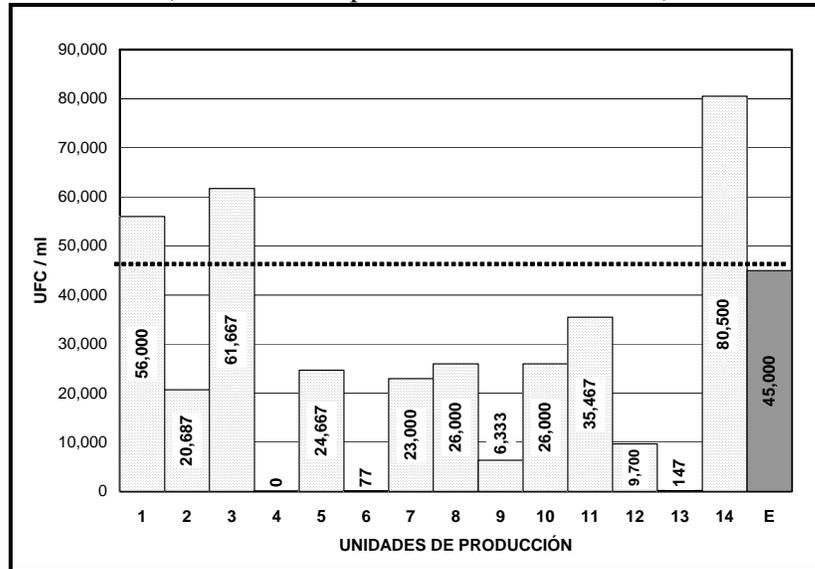


Fuente: elaboración propia

➤ Bacterias mesófilas

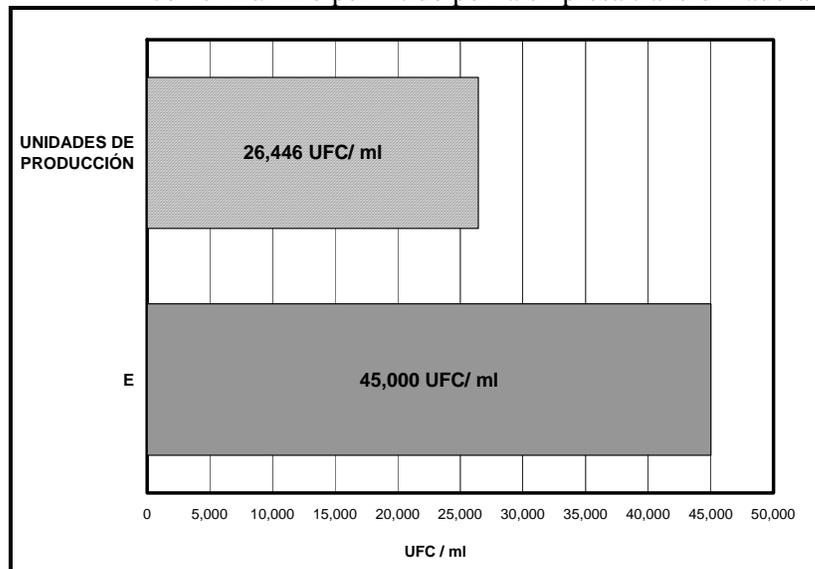
En lo que corresponde a la cuenta de mesófilos aerobios, se observa que solo el 21% de las unidades sobrepasa el límite máximo permitido (hasta 45,000 UFC/ml) (gráfica 33), obteniendo una media de 26, 446 UFC/ml (gráfica 34).

Gráfica 33. Contenido de UFC/ml en la leche
(Valor máximo permitido: 45,000 UFC/ml)



Fuente: elaboración propia

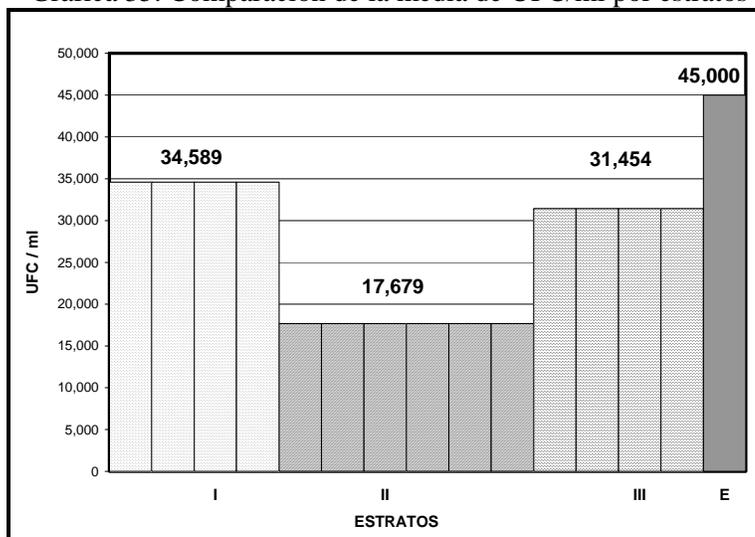
Gráfica 34. Comparación del número de UFC/ml de las 14 unidades con el máximo permitido por la empresa transformadora



Fuente: elaboración propia

Al realizar las comparaciones por estratos, se observa que el estrato II es el que muestra mejor comportamiento, seguido del estrato III y I respectivamente (gráfica 35).

Gráfica 35. Comparación de la media de UFC/ml por estratos



Fuente: elaboración propia

8.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Finalmente, se efectuó el análisis estadístico respectivo para cada uno de los parámetros fisicoquímicos mencionados anteriormente, obteniendo los siguientes resultados expresados en el cuadro 21.

Cuadro 21. Análisis estadístico de parámetros fisicoquímicos

Parámetro	Media de las 14 unidades	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Prueba <i>t</i>
Grasa	3.41%	2.86%	4.00%	0.6156	18.0177	2.461
Proteína	3.10%	2.92%	3.35%	0.1560	5.0204	0.741
Lactosa	4.78%	4.56%	5.00%	0.18019	3.7718	-16.026
Sólidos totales	11.96%	11.39%	12.53%	0.6263	5.2337	-0.671
Sólidos no grasos	8.57%	8.28%	9.10%	0.3146	3.6676	-0.883
Punto crioscópico	-0.552°H	-0.538°H	-0.569°H	8.4006°H	3.2614	7.763
Grado de acidez	0.1498%	0.1383%	0.1680%	0.0250%	16.7473	3.614

Estadísticamente, la cantidad de grasa presente en la leche producida en el CAITSA, cumple satisfactoriamente con el valor mínimo permitido por la empresa transformadora e incluso lo supera. En cuanto a la cantidad de proteína se observa que sí cumple con lo establecido, y esto se refuerza con la prueba estadística *t* lo cual nos indica que no existe una diferencia entre medias. Referente al contenido de lactosa se pudo comprobar que cumple favorablemente con lo requerido por la empresa e incluso supera el valor mínimo establecido.

En los sólidos totales y sólidos no grasos se observa que no existe diferencia entre medias, sin embargo, no cumplen con el valor mínimo exigido, encontrándose por debajo del límite permitido. Esto se refuerza con la prueba estadística *t* la cual a su vez nos indica que no existe diferencia entre medias.

A su vez, en el punto crioscópico, se observa que existe una diferencia muy marcada entre medias, sin embargo, la cantidad de agua presente en la leche producida en el CAITSA, si cumple con el rango permitido por la empresa transformadora. Finalmente, en lo que concierne al grado de acidez, se advierte que existe diferencia entre medias y a su vez no cumple con el valor solicitado por la empresa transformadora.

Cuadro 22. Análisis estadístico de parámetros bacteriológicos

Parámetro	Media de las 14 unidades	Valor mínimo	Valor máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Prueba <i>t</i>
Células somáticas	635,732 cel/ ml	224,093 cel/ ml	1,425,335 cel/ ml	423´588.910 cel/ ml	63.6300	4. 019
Bacterias mesofílicas	26,446 UFC/ml	0 UFC/ml	80,500 UFC/ml	24,261.092 UFC/ml	91.7382	-4.047

Fuente: elaboración propia

Para el análisis bacteriológico se obtuvieron los siguientes resultados (cuadro 29): Estadísticamente se observa que no solo hay una diferencia significativa entre medias sino que el contenido de células somáticas en la leche de las unidades se encuentra muy por arriba del valor permitido, este dato se refuerza con la prueba *t*.

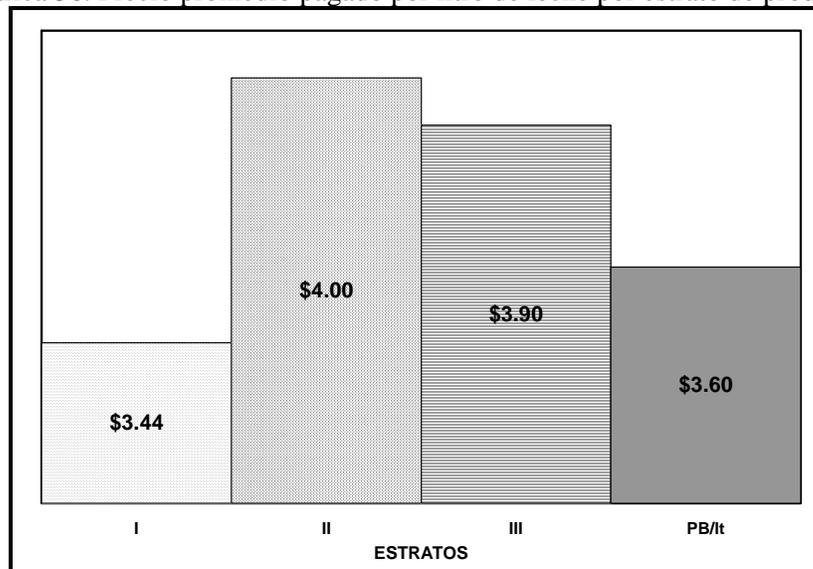
Por último, para las bacterias mesofílicas se aprecia que existe una diferencia significativa entre medias, sin embargo, las unidades de producción del CAITSA en general, cumplen con lo establecido por la empresa transformadora

8.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para la determinación de los resultados económicos se tomaron en cuenta los indicadores de pago por calidad empleados por la empresa transformadora. Los indicadores específicos son: contenido de grasa, recuento de bacterias mesófilas aerobias y conteo celular somático.

En primer término es importante señalar que el precio base pagado por litro de leche en las unidades de producción en estudio es de \$3.60, que representa el promedio estimado en función de los datos proporcionados por los productores. Posteriormente, se tomaron en cuenta las primas y penalizaciones aplicadas por la empresa transformadora (Cuadro 23), a partir de los cuales se calculó el precio final. Los resultados son: los productores de los estratos II y III presentan una retribución promedio superior al precio base pagado por litro de leche, indicando que se han beneficiado de premios por calidad. Mientras que los ganaderos del estrato I se encuentran en un nivel inferior (gráfica 36), ya que han experimentado castigos económicos, por no cumplir con los estándares de calidad.

Gráfica 36. Precio promedio pagado por litro de leche por estrato de productor



Fuente: elaboración propia

Cuadro 23. Primas y penalizaciones por parte de la empresa transformadora	
INDICADORES DE PAGO	PRIMAS/PENALIZACIONES
Grasa	Se retribuye con \$0.02 por cada gramo extra.
	Se penaliza con \$0.02 por cada gramo inferior al nivel mínimo permitido.
Conteo celular somático	Menor a 100,000 cel/ml= +\$0.15
	Menor a 200,000 cel/ml= +\$0.10
	Menor a 300,000 cel/ml= +\$0.05
	Mayor a 400,000 cel/m= -\$0.02
	Mayor a 600,000 cel/ml= -\$0.04
	Mayor a 700,000 cel/ml= -\$0.06 ²
Cuenta estándar (Bacterias mesofílicas)	Menor a 5,000 UFC/ml= +\$0.20
	Menor a 20,000 UFC/ml= +\$0.10
	Mayor a 25,000 UFC/ml= -\$0.03
	Mayor a 30,000 UFC/ml= -\$0.06
	Mayor a 45,000 UFC/ml= Suspensión

Fuente: Empresa transformadora, 2005

En base a lo anterior, la estructura de las inversiones para las unidades de producción lechera del CAITSA se presenta en el cuadro 24. En este caso, el valor de los animales es el principal componente del capital invertido en los tres estratos, alcanzando un 41% (estrato I), 46% (estrato II) y un 58% (estrato III), siendo éste último el que presenta una mayor inversión debido al número de animales existentes en sus unidades.

² En determinados periodos del año, la leche que presenta un contenido mayor a 700,000 cel/ml se considera merecedora de suspensión por parte de la empresa. Sin embargo, esto puede ser variable debido a la demanda del producto que exista en el momento.

La inversión en terreno y construcción se muestra similar debido a que las dimensiones de cada una de las unidades productivas son equivalentes así como las construcciones e instalaciones.

Cuadro 24. Capital invertido			
ESTRATO	ANIMALES (\$)	TERRENO Y CONSTRUCCIÓN (\$)	EQUIPO DE MOTOR, EQUIPO DE ORDEÑO, TANQUE ENFRIADOR (\$)
I	3,025,000	3,000,000	1,425,000
II	4,000,000	3,000,000	1,700,000
III	6,525,000	3,000,000	1,775,000

Fuente: elaboración propia

El análisis de los estados de resultados de cada unidad lechera permitió obtener la participación porcentual de los costos variables totales (C.V.T.) y costos fijos totales (C.F.T.).

En el cuadro 25 se puede observar que para el estrato I, los costos variables totales tienen una participación del 76% mientras que los costos fijos del 24%, en el caso del estrato II (cuadro 26), los costos variables cubren un 82% y los costos fijos un 18%. Finalmente, para el último estrato, los costos variables representan un 75% y los costos fijos un 25% (cuadro 27).

Se puede apreciar que dentro de los costos variables, la alimentación es el principal componente con más del 50% de participación. Para los costos fijos, la mano de obra representa el mayor valor con un 12% para el estrato I y III y un 7% para el estrato II.

Cuadro 25. Participación promedio mensual de costos variables totales y costos fijos totales					
ESTRATO I					
Insumos	C.V.T. (\$)	%	Insumos	C.F.T. (\$)	%
Alimentación	241,781	62.81	Agotamiento animal	11,618	3.02
Medicamentos	4,750	1.23	Mano de obra	44,500	11.56
Teléfono	1,500	0.39	Arena para camas	4,125	1.07
Sanidad	3,500	0.91	Servicios equipo de ordeño	2,000	0.52
Inseminación artificial	4,000	1.04	Servicios veterinarios	3,930	1.02
Mantenimiento vehículos	1,950	0.51	Mantenimiento general	2,000	0.52
Energía eléctrica	2,900	0.75	Impuestos	3,750	0.97
Consumo de agua	875	0.23	Seguro ganadero	1,750	0.45
Consumo de gas	963	0.25	Gastos financieros	625	0.16
Productos de limpieza	4,800	1.25	Renta	0	0.00
Detergentes y selladores	3,825	0.99	Cuota CAITSA	1,885	0.49
Combustibles y lubricantes	1,875	0.49	Depreciación de equipo con motor	12,083	3.14
C.O. de los C.V	2,203	0.57	Depreciación de equipo sin motor	50	0.01
			C.O. de los C.F.	662	0.17
TOTAL	274,922	76	TOTAL	88,978	24

Fuente: elaboración propia

Cuadro 26. Participación promedio mensual de costos variables totales y costos fijos totales					
ESTRATO II					
Insumos	C.V.T. (\$)	%	Insumos	C.F.T. (\$)	%
Alimentación	447,856	70.66	Agotamiento animal	22,719	3.58
Medicamentos	8,417	1.33	Mano de obra	41,513	6.55
Teléfono	2,550	0.40	Arena para camas	8,467	1.34
Sanidad	3,667	0.58	Servicios equipo de ordeño	2,600	0.41
Inseminación artificial	5,583	0.88	Servicios veterinarios	5,083	0.80
Mantenimiento vehículos	1,917	0.30	Mantenimiento general	1,600	0.25
Energía eléctrica	4,333	0.68	Impuestos	3,703	0.58
Consumo de agua	1,217	0.19	Seguro ganadero	500	0.08
Consumo de gas	833	0.13	Gastos financieros	667	0.11
Productos de limpieza	3,500	0.55	Renta	1,767	0.28
Detergentes y selladores	4,167	0.66	Cuota CAITSA	3,380	0.53
Combustibles y lubricantes	3,250	0.51	Depreciación de equipo con motor	15,833	2.50
C.O. de los C.V	3,910	0.62	Depreciación de equipo sin motor	58	0.01
			C.O. de los C.F.	809	0.13
TOTAL	491,199	82	TOTAL	108,698	18

Fuente: elaboración propia

Cuadro 27. Participación promedio mensual de costos variables totales y costos fijos totales					
ESTRATO III					
Insumos	C.V.T. (\$)	%	Insumos	C.F.T. (\$)	%
Alimentación	512,762	64.22	Agotamiento animal	28,891	3.62
Medicamentos	9,625	1.21	Mano de obra	95,350	11.94
Teléfono	2,125	0.27	Arena para camas	12,000	1.50
Sanidad	6,260	0.78	Servicios equipo de ordeño	4,953	0.62
Inseminación artificial	5,100	0.64	Servicios veterinarios	4,795	0.60
Mantenimiento vehículos	2,125	0.27	Mantenimiento general	5,500	0.69
Energía eléctrica	5,875	0.74	Impuestos	5,071	0.64
Consumo de agua	1,200	0.15	Seguro ganadero	2,000	0.25
Consumo de gas	2,328	0.29	Gastos financieros	1,250	0.16
Productos de limpieza	3,250	0.41	Renta	0	0.00
Detergentes y selladores	5,000	0.63	Cuota CAITSA	5,379	0.67
Combustibles y lubricantes	4,000	0.50	Depreciación de equipo con motor	20,417	2.56
C.O. de los C.V	4,552	0.57	Depreciación de equipo sin motor	67	0.01
			C.O. de los C.F.	1,392	0.17
TOTAL	564,201	75	TOTAL	187,064	25

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, en el cuadro 28 se presenta la estimación de la producción mensual de cada una de las unidades productivas, así como el costo de producción/litro y los egresos mensuales correspondientes. En este caso, los egresos son mayores para el estrato III debido a que la producción mensual es superior en comparación con los estratos I y II. Como resultado de lo anterior, el estrato III obtiene ingresos brutos mayores a diferencia de los estratos I y II (cuadro 29).

Cuadro 28. Egresos obtenidos por estrato

Estrato	Producción promedio mensual/unidad de producción	Costo de producción promedio/litro de leche (\$)	Egresos totales/unidad de producción
I	108,740	3.54	384,925
II	180,685	3.51	633,841
III	226,376	3.53	798,423

Fuente: elaboración propia

Cuadro 29. Ingresos obtenidos por la venta de leche por estrato

Estrato	Pagos recibidos /litro de leche	Ingreso bruto promedio/ unidad de producción
I	3.44	374,064
II	4.00	722,741
III	3.90	882,867

Fuente: elaboración propia

Posteriormente se presenta la estimación de la utilidad neta mensual, utilidad/litro, utilidad/vaca para cada uno de los estratos (cuadro 30). La utilidad neta mensual es superior para los estratos II y III, comparada con la obtenida por el estrato I.

Cuadro 30. Utilidad neta mensual por estrato

Estrato	Egresos (\$)	Ingresos (\$)	Utilidad/litro (\$)	Utilidad/vaca (\$)	Utilidad neta mensual (\$)
I	384,925	374,064	-0.0999	-\$54.30	-10,861
II	633,841	722,741	0.4920	\$290.68	88,900
III	798,423	882,867	0.3730	\$204.09	84,444

Fuente: elaboración propia

8.5.1 Relación beneficio costo, rentabilidad y punto de equilibrio

La estimación del indicador de rentabilidad económica se presenta en el cuadro 31. El estrato II muestra una RBC (relación beneficio costo) superior comparada con los otros estratos.

Cuadro 31. Indicador económico por estrato

Estrato	Relación Beneficio Costo
I	0.9718
II	1.1403
III	1.1058

Fuente: elaboración propia

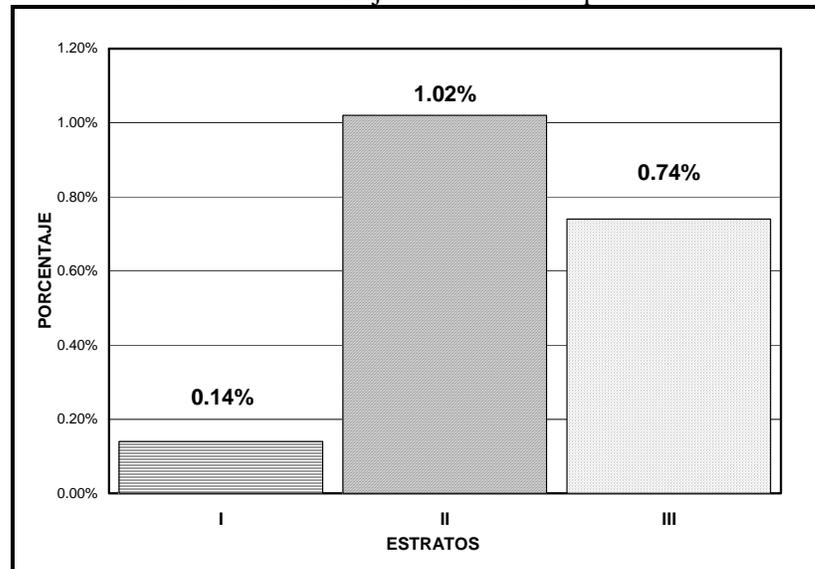
En el cuadro 32 se presentan los resultados de la rentabilidad, los cuales son de 0.14% para el estrato I, 1.02% para el estrato II, y 0.74% para el estrato III (gráfica 37).

Cuadro 32. Rentabilidad y punto de equilibrio por estrato

Estrato	Rentabilidad	Porcentaje	Punto de equilibrio
I	0.0014	0.14 %	3.92
II	0.0102	1.02 %	2.20
III	0.0074	0.74 %	2.69

Fuente: elaboración propia

Gráfica 37. Porcentaje de rentabilidad por estrato



Fuente: elaboración propia

De esta forma, en los cuadros 33 y 34 se observa el promedio de cada una de las variables mencionadas anteriormente tomando en cuenta los tres estratos en conjunto, reflejando la situación general que presenta el CAITSA.

Cuadro 33. Promedio de la utilidad neta mensual de los tres estratos

Producción mensual (litros)	Costo de producción/ (\$)	Egresos (\$)	Ingresos (\$)	Utilidad/l (\$)	Utilidad/vaca (\$)	Utilidad neta mensual
171,934	3.53	605,730	659,890	0.2550	146.82	54,161

Fuente: elaboración propia

Cuadro 34. Promedio de la RBC, rentabilidad y punto de equilibrio de los tres estratos

Relación Beneficio Costo	Rentabilidad	Punto de equilibrio
1.0726	0.63 %	2.94

Fuente: elaboración propia

8.5.2 Correlación entre las variables fisicoquímicas y bacteriológicas con los diferentes indicadores económicos

Los resultados obtenidos nos indican que la cantidad de grasa, células somáticas y mesofílicos aerobios, que son los indicadores de pago por calidad, no influyen directamente en la utilidad mensual, utilidad/ litro, utilidad/ vaca y en la relación beneficio costo, ya que los datos derivados no son significativos (cuadro 35).

Cuadro 35. Correlación de las diferentes variables estudiadas

		Grasa	CCS	Mesofílicos	Utilidad mensual	Utilidad por litro	Utilidad por vaca	RBC
Grasa	Correlación de Pearson	1	-.012	-.202	.225	.267	.200	.192
	Sig. (bilateral)		.917	.489	.439	.356	.494	.511
	N	168	84	14	14	14	14	14
CCS	Correlación de Pearson	-.012	1	-.056	.132	.184	.236	.190
	Sig. (bilateral)	.917		.849	.653	.528	.417	.516
	N	84	84	14	14	14	14	14
Mesofílicos	Correlación de Pearson	-.202	-.056	1	-.391	-.448	-.406	-.439
	Sig. (bilateral)	.489	.849		.166	.108	.150	.116

	N	14	14	14	14	14	14	14
Utilidad mensual	Correlación de Pearson	.225	.132	-.391	1	.976(**)	.964(**)	.991(**)
	Sig. (bilateral)	.439	.653	.166		.000	.000	.000
	N	14	14	14	14	14	14	14
Utilidad por litro	Correlación de Pearson	.267	.184	-.448	.976(**)	1	.975(**)	.991(**)
	Sig. (bilateral)	.356	.528	.108	.000		.000	.000
	N	14	14	14	14	14	14	14
Utilidad por vaca	Correlación de Pearson	.200	.236	-.406	.964(**)	.975(**)	1	.981(**)
	Sig. (bilateral)	.494	.417	.150	.000	.000		.000
	N	14	14	14	14	14	14	14
RBC	Correlación de Pearson	.192	.190	-.439	.991(**)	.991(**)	.981(**)	1
	Sig. (bilateral)	.511	.516	.116	.000	.000	.000	
	N	14	14	14	14	14	14	14

Fuente: elaboración propia

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1 Características socioeconómicas y productivas del CAITSA

Entre los aspectos de mayor relevancia de las variables económicas y productivas del CAITSA, cabe mencionar, en primer lugar, que la compra de vaquillas representa una opción que se revela riesgosa, por la escasez que existe de estas en el país y, en consecuencia, por su costo más elevado, por lo cual es importante reforzar la opción de la cría para que esta cobre mayor importancia.

Por otro lado, de acuerdo con, Kumar, en el 2003, las diferencias en cuanto al volumen de producción, se debe a diversos factores, entre los que destacan el aumento en el precio de los alimentos, enfermedades del ganado (mastitis principalmente) y condiciones climáticas (alta humedad), entre otros.

En otro sentido, destaca que la totalidad de las unidades cuentan con asistencia técnica. Sin embargo, en ningún caso se registró asesoría en cuestiones de calidad de la leche, lo que contribuye a explicar gran parte de los problemas detectados. Otro problema es en referencia a la adquisición del alimento, ya que los productores reflejan una alta interacción con los proveedores de forraje lo que dificulta el control de calidad del mismo.

En lo que concierne al ordeño, se denota un avance tecnológico significativo al identificar que éste se realiza principalmente dos veces al día en la mayor parte de las unidades y en algunas se realiza tres veces al día.

En aspectos de comercialización, el hecho de que algunos productores destinen su producto a queseros se debe a que por este canal obtienen mejores precios y, a la vez, la leche no es sometida a medidas de control de calidad. Los productores que venden a agroindustrias realizan pruebas de calidad bacteriológicas y fisicoquímicas requeridas tanto por el CAITSA como por las propias empresas compradoras de su producto.

En base a lo mencionado por Henry, (2003), en cuanto al tipo de manejo zootécnico, las principales fallas provenientes del personal que labora en las unidades productivas, se encuentra afectando directamente en la calidad bacteriológica de la leche y por lo mismo se presentan graves problemas de mastitis (69%) y otras enfermedades ocasionadas por diversas bacterias.

9.2 Análisis fisicoquímico

En lo concerniente a los parámetros de grasa y proteína, el conjunto de productores cumple con lo establecido por la empresa transformadora, lo que en gran medida explica que las relaciones contractuales entre empresa y ganaderos se mantengan, incluso sin sanciones significativas.

El comportamiento por estratos, refleja que el tamaño de las unidades productivas influye en los contenidos de grasa y proteína, siendo las del estrato III las más eficientes. Esto se deriva de la diferente gestión de las unidades, especialmente en lo referido a alimentación y a las medidas para atenuar los efectos de las variaciones de la estación del año.

Existen diversos factores que se toman en cuenta para entender las variaciones de estos componentes, sin embargo, en este caso se estudiaron solamente las variables que tuvieron estrecha relación con este estudio como la alimentación, manejo del ganado y variación estacional.

De acuerdo a lo mencionado por Strandberg y Lundberg, 1991 y Durr *et al.*, 2000, las variaciones en la cantidad de grasa y proteína de algunas de las unidades de producción puede ser resultado de ciertos factores como la raza, donde se distingue la Holstein con niveles de sólidos más bajos si se compara con otras razas como la Jersey, que registra la mayor composición (Anexo 5). Este factor se considera importante puesto que la grasa y proteína lácteas son caracteres genéticos con alta heredabilidad (Imagawa *et al.*, 1994).

La heredabilidad estimada para la producción de leche es relativamente baja, según Mercier y Vilotte, 1993, sin embargo la heredabilidad estimada para la composición de la leche es bastante alta.

Por otro lado, de acuerdo con Calvinho, 1995; Smith, 1996 y Rajala-Schultz *et al.*, 1999, otro factor relevante respecto a los niveles de grasa y proteína reside en la presencia de altos contenidos de células somáticas. Cuando se presentan niveles altos de células somáticas, como en este estudio se estimó para la mayoría de las unidades de producción estudiadas del CAITSA, que presentan un promedio de 635,732 cel/ml, ocurre una reducción en el contenido de grasa y proteína y un aumento en el contenido de suero de leche (Anexo 6).

Otro elemento relevante y el cual repercute de forma significativa sobre los porcentajes de estos componentes es la época del año. En este caso, el periodo de muestreo influye significativamente y de acuerdo con De Lima *et al.*, 2001, los porcentajes de grasa y de proteína son más altos durante el invierno y más bajos durante el verano, temporada en la que se llevó a cabo el muestreo en cada una de las unidades de producción.

Esta variación está relacionada con cambios en la disponibilidad y calidad de los alimentos y las condiciones climáticas. Durante el verano los pastos son bajos en fibra y se deprimen de forma importante los niveles de grasa en la leche. Además la alta temperatura y la humedad relativa, disminuyen los niveles de consumo de los animales, dando como resultados variaciones significativas en la producción y composición de la leche. Asimismo, hay que tomar en cuenta la influencia que tiene la alimentación que se proporciona a los animales en cada una de las unidades, pese a que en todas las analizadas se sigue un patrón de alimentación similar (Anexo 7), existen diferencias en cuanto a la

cantidad suministrada y la calidad de los alimentos.

Además cabe mencionar que en algunas de las unidades proporcionan otra clase de alimentos como semilla de algodón, maíz quebrado y silo de maíz, con el fin de controlar costos y mantener o elevar rendimientos.

Esto se relaciona con lo referido por Freeden, 1996 y Mackle *et al.*, 1999, quienes mencionan que del conjunto de alteraciones en las características físicoquímicas de la leche, la concentración de grasa es la que resulta más sensible a cambios nutricionales y puede variar casi en un 3%, asimismo, la proteína se altera aunque en menor grado con un 0.6%.

Por otra parte, según Palmquist, 1993, las vacas con bajos niveles de alimentación reducen la producción de leche, sin embargo se producen aumentos en el porcentaje de grasa láctea.

Por regla general, cualquier ración que aumenta la producción de leche reduce generalmente el porcentaje de grasa en la leche. Asimismo, el uso de forraje verde de buena calidad en la alimentación trae como resultado un incremento en la producción de leche y en los rendimientos en grasa y proteína lácteas (Juárez *et al.*, 1999; Pérez, 2001 y White *et al.*, 2002).

El empleo de concentrados a base de cereales utilizados en todas las unidades productivas provoca un incremento en la producción de leche y en el rendimiento de grasa y proteína, sin embargo, si el uso de concentrados es elevado y constituye más del 60% de la misma se produce cierta depresión en el porcentaje de la grasa láctea. Esta última situación se presentó en cinco de las unidades de producción siendo éstas las que no cumplen con lo requerido por la empresa transformadora (Ponce *et al.*, 2000).

Cuando las vacas consumen pasturas con mayor cantidad de fibra, al avanzar la primavera, se recuperan los porcentajes de grasa en la leche, pero a costa de una menor producción de leche, obteniéndose menores producciones de grasa diaria. El menor consumo de energía de las vacas sobre pasturas maduras se refleja también, en menores porcentajes de proteína de la leche lo que unido a una menor producción, provoca importantes disminuciones en la producción diaria de proteína (Mackle *et al.*, 1999).

Lo anterior refleja que el tamaño de las unidades productivas influye en los contenidos de grasa y proteína, siendo las del estrato III las más eficientes. Esto que deriva de la diferente gestión de las unidades, especialmente en lo referido a alimentación y a las medidas para atenuar los efectos de las variaciones de la estación del año.

Por otra parte, en cuanto al contenido de lactosa, como se expuso anteriormente, es resultado de la menor calidad del forraje en los meses de mayor temperatura y humedad relativa.

En investigaciones realizadas por Freeden, 1996 y Mackle *et al.*, 1999, sobre ganado Holstein en sistema intensivo, se ha demostrado que las concentraciones de lactosa no responden previsiblemente a ajustes en la dieta.

Las vacas con bajos niveles de alimentación reducen la producción de leche y el porcentaje de lactosa solo dentro de ciertos límites sensiblemente inferiores. La subalimentación es el único régimen nutricional que altera la lactosa donde el porcentaje de la misma solo se reduce insignificadamente (Oldham, 1991). Por lo tanto, de acuerdo a lo anterior y debido al tipo de alimentación proporcionada a los animales en cada una de las unidades de producción, no se presentan alteraciones de dicho parámetro.

Asimismo, de acuerdo con lo mencionado por Chombo, 1998, el contenido de los sólidos totales es resultado de programas de alimentación deficientes y poco consistentes.

Según lo mencionado por Yamandú, 2003, el contenido de sólidos totales en la leche es resultado de diversos factores, principalmente la alimentación, aunque también influyen la genética, etapa de lactancia, la edad del animal, el estado sanitario y el ambiente.

De acuerdo con la literatura, de un 55 a 60% en la variación de dichos componentes es debida a factores genéticos y un 40 a 45% puede ser originada por factores ambientales, donde la alimentación y el manejo son los dominantes.

Así, la relación proteína/grasa inferiores a 0.8% en ganado Holstein o inferiores a 0.7% en Jersey indican problemas de depresión en el contenido proteico. Las relaciones superiores a 1.0% en Hostein o 0.9% en Jersey son indicadoras de problemas de déficit de grasa, generalmente causados por irregularidades de alimentación. Por lo tanto los contenidos de grasa, proteínas y lactosa resultan una importante herramienta de diagnóstico del manejo de la alimentación de esos animales.

En cuanto al punto crioscópico, los datos obtenidos nos indican que las unidades de producción en conjunto no presentan un problema grave de adulteración, aunque como se observó previamente varias de las unidades se encuentran en el rango fijado por la empresa.

En referencia al grado de acidez, y de acuerdo a lo que menciona Wattiaux, 2003, los altos porcentajes encontrados en la mayor parte de las unidades puede deberse a factores como la sobrealimentación con concentrados como ocurre en cuatro de los establos en estudio ya que este alimento, en contraste con los forrajes, no estimulan la rumia, fermentan más rápidamente que los forrajes en el rumen y aumentan la acidez del rumen lo cual interfiere con la fermentación normal de la fibra.

Algunas investigaciones han demostrado que una acidez superior al 0.1500% puede ser causada por la presencia de mastitis, dados los altos niveles de células somáticas, como es el caso en nueve de las unidades de producción del complejo.

Otros factores adicionales se refieren al aguado de la leche, alteración provocada con

algún producto alcalinizante o por la acción de contaminantes microbiológicos.

De acuerdo con Garrido, 2004, sobre el grado de acidez en leche en ganado Holstein, otro factor que repercute es la temperatura en los tanques de almacenamiento y por consiguiente la proliferación de bacterias. La acidez aumenta por la transformación de lactosa en ácido láctico, lo cual se debe principalmente a la presencia de *Streptococcus lactis*.

En este caso, se observó que en la mayor parte de las unidades no mantienen el mismo nivel de enfriamiento, el cual tiende a variar entre 3°C y 7°C, aún cuando el óptimo es de menos de 4°C.

9.3 Análisis bacteriológico

Diversos autores mencionan que la incidencia de mastitis varía de un 50% a 70% en las vacas en producción, dependiendo de las diferentes regiones del país, tipo de sistema de producción y época del año (Trejo, 1994). Una prevalencia elevada del 64% como se observa en el caso del CAITSA, puede atribuirse a deficiencias en el manejo de los animales y de las unidades técnica de ordeño inapropiada, factores genéticos y ambientales, equipos y utensilios en mal estado, falta de higiene, enfermedades e instalaciones inadecuadas (Hogan y col. 2000).

En las unidades de producción en estudio la principal problemática se detectó en la higiene de los animales y las unidades, así como por parte de los mismos empleados que tienen contacto directo con los animales, es decir, las prácticas de desinfección y limpieza son llevadas a cabo de forma deficiente.

Otro grave problema que persiste en la zona es la gran cantidad de estiércol acumulado ya que esto representa una importante fuente de contaminación debido a la presencia de diversos microorganismos patógenos causantes de diversas enfermedades, entre éstas la mastitis.

De la misma forma, y de acuerdo a los estudios realizados por Henry, 2003, la leche constituye un excelente medio de cultivo para las bacterias mesófilas, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura y de la presencia de otros microorganismos competitivos. A lo anterior, debe sumarse la contaminación producida durante el manejo en el ordeño, así como en transporte y elaboración, etapas en las cuales la leche pasa por muchas personas y elementos.

Las bacterias de la leche no son la única fuente posible de contaminación, también lo son las que se encuentran en los equipos, utensilios, en el aire, el polvo, el heno, etc. Muchas de las bacterias presentes en la leche cruda pueden multiplicarse en forma exponencial, salvo que el producto se congele, pero a 4.4 °C e incluso a temperatura más baja, su crecimiento continúa (Henry, 2003).

9.4 Análisis económico

De acuerdo con Silva, 1997 y Hausdorf, 1992, el capital de una empresa lechera está compuesto principalmente por el terreno, el ganado, la construcción, la maquinaria y equipo. En base a lo anterior, la inversión en equipo y maquinaria se encuentra relacionada con la cantidad de animales presentes en las unidades productivas.

Por otro lado, los ingresos inferiores registrados por el estrato I, se explica fundamentalmente por su elevado costo de producción/litro, ya que de los tres estratos es el que se encuentra en un nivel superior, por lo tanto, la utilidad/litro y la utilidad/vaca es menor para este estrato. Otra causa fundamental de esta diferencia en la utilidad neta mensual radica en los pagos recibidos por parte de la empresa transformadora.

Relación beneficio costo, rentabilidad y punto de equilibrio

De acuerdo con Martínez, 1998, la RBC superior en el caso del estrato II, se explica principalmente por el grado de inversión que poseen en cuanto a maquinaria y equipo, construcciones y animales. Por otro lado repercute el precio de venta de leche, el costo de producción por litro y la utilidad por litro.

Correlación entre las variables fisicoquímicas y bacteriológicas con los diferentes indicadores económicos

Finalmente, al realizar la correlación entre las variables fisicoquímicas y bacteriológicas con los diferentes indicadores económicos, los resultados obtenidos nos indican que la cantidad de grasa, células somáticas y mesofílicos aerobios, que son los indicadores de pago por calidad, no influyen directamente en la utilidad mensual, utilidad/ litro, utilidad/vaca y en la relación beneficio costo, ya que los datos derivados no son significativos.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente en este trabajo, el alto contenido de células somáticas y la presencia de bacterias mesofílicas influyen en la calidad y composición de la leche principalmente en el contenido de grasa presentándose un descenso de éste componente y un incremento en el contenido de suero de leche, lo cual repercute directamente en el pago a los productores, ya que el bajo contenido de este parámetro es motivo de sanción por parte de la empresa transformadora.

10. CONCLUSIONES

La producción de leche en México se ha enfrentado a retos crecientes, derivados del proceso de globalización en marcha y, más concretamente de la interacción casi permanente que ha establecido con la agroindustria. En efecto, el productor de leche ha pasado a jugar un papel de proveedor de materia prima para la industria y, en consecuencia, tiene que negociar con éstas y responder a sus necesidades. Entre los criterios que regulan esta relación ha destacado el precio y, desde los años 1990, la calidad ha sido otro de notable importancia. De hecho, estos dos criterios se han asociado, ya que las características del producto repercuten en el precio que recibe el ganadero, de tal forma que la calidad es consecuencia del proceso productivo y determinante de la eficiencia financiera de la empresa lechera.

En esta tendencia se han visto involucrados los ganaderos del CAITSA, dado que tienen alto nivel de integración vertical con la agroindustria y, además, porque producen en régimen intensivo, donde el reto de controlar la calidad es mayor que en los sistemas tradicionales.

Como se ha concebido en este trabajo, la calidad se divide en dos grandes rubros, el físico químico y el bacteriológico. En cuanto al primero se identificaron resultados satisfactorios en niveles de grasa, proteína, lactosa y agua. Es de resaltar que de estos últimos sólo el contenido de grasa es considerado dentro de la construcción del precio, por lo que su cumplimiento tiene beneficios concretos para los productores. Con valores fuera de la norma se detectaron los sólidos totales y sólidos no grasos, aunque vale reiterar que las diferencias no son significativas estadísticamente. Por último, el grado de acidez registró valores superiores de los requeridos por la agroindustria, lo que aún no ha sido motivo de sanciones ni rechazos de la materia prima pero, afectan el rendimiento industrial de la leche y si a futuro prevalece este incumplimiento de la norma representaría un riesgo para los ganaderos, ya que puede transformarse en una barrera a la entrada al mercado.

Al analizar los datos antes expuestos por estrato de productor se detecta una relación directa entre la calidad y el tamaño del establo, ya que los del III tienen valores más satisfactorios en contraste con los del I, que reportan los más bajos.

Entre las principales causas que determinan la composición físicoquímica de la leche en el CAITSA se encuentran, por un lado, la cantidad y calidad de la alimentación del ganado. Por otro, la época o meses del año, porque en la temporada de lluvias se deteriora la calidad de los alimentos y proliferan enfermedades, principalmente la mastitis.

En lo que se refiere a la calidad bacteriológica, los dos parámetros analizados reflejan una tendencia contrastante, ya que en cuanto al contenido de células somáticas en la leche se identifican serios problemas, que afectan sensiblemente el precio que perciben los ganaderos. Inversamente, la cuenta total de bacterias mesofílicas no rebasa los límites

establecidos por la industria y, por tanto, no implica reducciones en el precio.

El comportamiento de estas variables por estrato de productor muestra que los del II son los más eficientes, lo que no les impide ser sancionados por los altos contenidos de células somáticas, al igual que los otros dos. En lo que corresponde a cuenta total de bacterias mesofílicas los ganaderos del estrato II son los únicos que acceden a primas en el precio recibido.

A pesar de lo anterior, al realizar la correlación estadística de la cantidad de grasa, células somáticas y bacterias mesofílicas con utilidad mensual, utilidad/ litro, utilidad/ vaca y en la relación beneficio costo, se estimó que ésta no son significativos con un nivel de confianza del 95%.

Retomando el contenido de células somáticas, destaca que es el factor más importante que afecta la calidad de leche producida en el CAITSA, lo que en buena medida se atribuye a la compra de hembras de reemplazo que tienen mastitis y, de todas son incorporadas a los establos, por la escasez de este tipo de animales. También se acepta este tipo de ganado, debido a su bajo precio, aunque más adelante va a repercutir en menores precios por litro de leche. Por tanto, en el CAITSA, el 50% del ganado se encuentra afectado por esta enfermedad, que se agrava por otros factores como la baja eficiencia en la higiene de la ordeña, así como el estrés a que son sometidas las vacas para obtener mayores volúmenes de leche en lactancias más largas que lo recomendado y al poco control en el tiempo del ordeño mecánico.

Los productores han mostrado conocimiento y conciencia de los problemas de la calidad de su producto, sin embargo, esto no se ha traducido en medidas correctivas, por la falta de incentivos –principalmente en el precio-, lo cual se agudiza por la forma colectiva de comercializar la leche, sin diferenciar el origen de la misma. Por tanto, en la actualidad primas y castigos se socializan entre todos los socios, sin surtir el efecto incitador a la mejora individual de la producción de leche. Finalmente, se debe considerar que ni la organización a nivel del CAITSA ni las estrategias de la agroindustria, coadyuvan a solucionar esta situación

Ante el panorama antes expuesto, se imponen medidas urgentes, consistentes en:

El establecimiento de un pago diferenciado por establo en función de los parámetros de calidad que registre cada uno de ellos. Mayor diferenciación en premios y penalizaciones, para que los incentivos tengan el efecto motivador sobre los productores, para que mejoren la calidad y, en consecuencia, sus ingresos.

En colaboración con la agroindustria, incidir en programas de capacitación y seguimiento en cuestiones sanitarias, higiénicas y en general de mayor control del todos los procesos como alimentación, número y tiempo de ordeña.

Los programas de control deben contemplar una adecuada capacitación del personal relacionado con la producción láctea; propietarios, ordeñadores, profesionales, etc., con el objeto de dar a conocer la importancia de las medidas y normas a seguir. Cualquier programa de control debe contemplar en su planificación y ejecución un análisis de costo, teniendo en cuenta que para que tenga éxito debe retornar con creces las inversiones realizadas. Posiblemente, estableciendo un adecuado programa de vigilancia en el CAITSA, el diagnóstico de esta enfermedad se realizaría de forma eficiente para que, en concordancia con los resultados, se concentre la acción mediante campañas de control en aquellas unidades de producción que presenten mayores problemas.

Para que estas medidas tengan mayor viabilidad de realizarse, sería básico avanzar en el nivel organizativo del CAITSA, para estimular a los socios a que mejoren sus procesos productivos y, por otra parte, para elevar la capacidad de negociación de los productores con la agroindustria e, incluso, con los diferentes niveles de gobierno, para obtener apoyos que les permitan cumplir sus objetivos. En ese marco es vital que los ganaderos organizados desplieguen estrategias cooperativas (ganar-ganar) con sus diferentes interlocutores, en especial con sus proveedores (especialmente de alimentos para el ganado) así como con la industria. En esa medida, los ganaderos pueden elevar la viabilidad económica de sus empresas, mantenerse en el mercado y, atender con mayor eficiencia otros retos, como el abastecimiento de agua, tratamiento de desechos líquidos y sólidos y, en última instancia, adoptar una estrategia de desarrollo integral, sustentable e incluyente.

Por otra parte, a nivel del CAITSA, los ganaderos no han logrado consolidarse en una estructura organizativa, que coadyuve en la adopción de prácticas productivas y tecnológicas, en la perspectiva de aumentar colectivamente producción y productividad, así como la calidad de leche. En esa medida, la capacidad de negociación de los ganaderos en forma organizada, frente a la agroindustria, es reducida. Esto repercute en entregas de leche irregulares, en cuanto a volumen y calidad, por lo que los productores son objeto de múltiples sanciones en las relaciones contractuales, que obviamente se traducen en mecanismos de coordinación inestables y, a menudo, antagónicos.

No obstante, debido a la gran demanda del producto que existe en la actualidad, los productores consiguen vender su producto, sin embargo, no están recibiendo los incentivos correspondientes por los parámetros de calidad requeridos por parte de la empresa

11. LITERATURA CITADA

1. Advanced Instruments, Inc. 1993. Milk Cryoscopy News, Massachussets, USA.
2. Aguado Solis, J.A., 2002. Relación de equipos de ordeño con mastitis. Memorias del XXVI Congreso Nacional de Buiatría. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A.C.; Acapulco, Gro., México, pp. 54-55.
3. Ahmed, M.M.; Sotohy, S.A. 2003. Sanitary conditions of milking environment in assiut dairy farms and the quality of their produced milk. Assiut Vet. Med. , Vol 49 No. 97, p.p 88- 112.
4. Albenzio, M.; Taibi, L. 2002. Prevalence and etiology of subclinical mastitis in intensively managed flocks and related changes in the yield and quality of ewe milk. Small Ruminant Research, 43: 219-226.
5. Allore, H.G., Oltenacu, P.A., 1997. Effects of season, herd size, and geographic region on the composition and quality of milk in the Northeast. Journal of Dairy Science. 80: 3040- 3049.
6. Alonso, P.F., 1994. Teoría de costos, metodología para calcular costos de producción y punto de equilibrio en empresas productoras de vaquillas a primer parto. En: Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. Uteha-Noriega Editores. México, D.F. pp. 238-306.
7. Anderson, D.R.; Sweeney, D.J. & Williams, T.A. 1999. Estadística para administración y economía. Séptima edición. Thomson Learning Editors. México. pp. 14-16.
8. Berenson, M.L. & Levine, D.M. 2000. Estadística Básica en Administración. Conceptos y Aplicaciones. Novena Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana. México.
9. Calvino, L. 1995. La mastitis y su impacto en la calidad de la leche. Informe Técnico INTA. No. 1:1-14.
10. Castañeda, A. R. 2002. El pago de la leche por calidad como herramienta para la mejora de la competitividad de la cadena agroalimentaria de la leche. Situación de la ganadería lechera en México. Acontecer lechero. Vol. 2 (8).pp. 49-55 y 70-71.
11. Castañeda, G.E., Moro, M.J., Ruiz, L.F., y Reyes, R.A.G.; 2000. Análisis de la producción de componentes de leche en vacas Holstein en control de producción en México. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Buiatría. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A.C. pp. 173-175.

12. Campos, M.A., Beck, V.A., y Hausdorf, R., 1995. Análisis Económico de la Producción Lechera en Predios de la Zona Central de Chile. *Agricultura Técnica*. 55 (2). pp.140-146
13. Centro de Estudios Agropecuarios, 2001. *Diversos Productos Lácteos*. Editorial Iberoamericana. pp. 20, 27-42.
14. Cervantes, E.F.; Álvarez, A.M; Santoyo, C.H., 2001. *Lechería Familiar. Factores de éxito para el negocio*. Plaza y Valdés Editores, pp. 168- 171.
15. Cervantes E. F.; Santoyo C. H. y Álvarez M.A.; 2001. Gestión de la calidad y desarrollo desigual en la cadena de lácteos en Los Altos de Jalisco. En: *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*. UNAM Instituto de Investigaciones Bibliográficas. Vol. 32 (127) Octubre/ Diciembre. pp. 163-187.
16. Chombo M.P. 1998. Los aspectos tecnológicos en la calidad de la leche. En: *Los rejugos de poder. Globalización y cadenas agroindustriales en Occidente*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Editorial CIESAS. pp. 159- 222.
17. Colón, M.L.; Morales, J.1998. *Manual de Microbiología de Alimentos*. Instituto Nacional de la Nutrición. Subdirección de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos. Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. México. pp. 15-19 .
18. Cruz, Q.V. 2004. *Caracterización de Productores Lecheros Integrados a Cadenas Agroindustriales: Estudio de Caso en Zumpango, Estado de México*. Maestría en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 4-25.
19. Dairy Federation, 1990. *Milk. Determination of milk fat, protein and lactose content. Guide for the operation of Mid- Infrared Instruments*. FIL- IDF 141 A: 1990. Brussels, Belgium.
20. De Lima, Helenice; Fischer, Vivian; Ribeiro, Maria; Medina, C.; Schrram, Renata y Stump, W.2001. Variacao da composicao do leite nos meses do ano sobre qualidade do leite. *Arch. Latinoam. Prod. Animal*. Vol.9, suplemento 1.
21. Ducoing W., A. y Lecumberri L., J. 2004. *Elementos de Estadística y Probabilidad aplicados a Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 19-25.

22. Durr, J.W.; Fontaneli, R. S. y Burchard, J. F. 2000. Fatores que afetam a composicao do leite. In: Curso de sistemas de producao para gado de leite baseado em pastagens sob plantio direto. Passo Fundo. Anais EMBRAPA – Trigo.
23. EMM, 2004. Enciclopedia de los Municipios de México. Tizayuca, Estado de Hidalgo. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de Hidalgo. En: <http://www.e-local.gob.mx/enciclo/hidalgo/municipios/13069a.htm>
24. Fredeen, A. H. 1996: Considerations in the milk nutritional modification of milk composition. *Animal Feed Science Technology* 59:185-197.
25. Gallardo, N.J., 2004. Situación Actual de la Producción de Leche de Bovino en México. pp. 1-5.
26. Garrido, F.G., 2004. Valoración de dos pruebas para la determinación de la acidez titulable de la leche. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. pp. 2-19.
27. González H. M. y Salcedo B. I. 1994. Producción y Comercialización de Lácteos. El estado y la Ganadería de Leche: El Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca. Universidad Autónoma de Chapingo. Imprenta Universitaria de la UACH. pp. 54.
28. Hausdorf, S. 1992. Estudio económico de casos prediales de producción lechera en la zona central. 98 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
29. Helouani, R. 1999. Manual de los costos de la calidad. Ediciones Macchi. Buenos Aires, Argentina. pp.1- 58.
30. Henry, T.,2003. Sanitary conditions of milking environment in assiut dairy factors and the quality of their produced milk. *J. Dairy Sci.* pp. 3-5.
31. Hogan and Smith (2000) Troubleshooting Mastitis Problems. National mastitis Council Regional Meeting, Cleveland Ohio. Proceedings.
32. Imagawa, W.; Yang, J.; Guzman, R. y Nandi, S. 1994. Control of mammary gland development. Ch. 56 in *The Physiology of Lactation*, 2nd edition, Eds. Knobil, K, Neill, J., et al., Raven Press, NY, pp. 1033.
33. INEGI, 2004. Instituto de Estadística, Geografía e Informática. Información Geográfica. Carta Topográfica, 1:50000. Disponible en: <http://www.inegi.com.mx>

34. International Dairy Federation, 2002. The World Dairy Situation. Producer Prices. Bulletin of the International Dairy Federation No. 378. pp.14.
35. Juarez, F. I. ; Fox, D. G.; Blake R. W. y Pell, A. N. 1999. Evaluation of Tropical Grasses for Milk Production by Dual-Purpose Cows in Tropical Mexico. J. Dairy Sci. 82:2136-2145.
36. Kaipainen, T.; Pohjanvirta, T., 2002. Virulence factors of *Escherichia coli* isolated from bovine clinical mastitis. Veterinary Microbiology, 85: 37-46.
37. Krijger A. 2002. International Milk Price Comparison. The implications of policy changes for the world dairy industry. Bulletin of the International Dairy Federation. No. 376. pp. 37-38.
38. Kumar, G.B. 2003. Cost of milk production in the milk shed area of Tamil Nadu. Indian Journal of Animal Sciences 73 (8):920-923.
39. Mackle, T. R.; Bryant, A. M., Petch, S. F., Hill, J. P. y Auldist, M. J. 1999. Nutritional Influences on the Composition of Milk from Cows of Different Protein phenotypes in New Zealand J. Dairy Sci. 82:172-180.
40. Madrid V., A. 1996. Curso de Industrias Lácteas. Primera edición. AMV Ediciones Mundi-Prensa. pp. 17- 18.
41. Makovec, J.A., 2003. Results of milk samples submitted for microbiological examination in Wisconsin from 1994 to 2001. J. Dairy Sci. 86: 3466- 3472.
42. Martínez, O. 1998. Evaluación técnico económica de la situación actual de la lechería del predio Las Mariposas y propuesta de un proyecto de explotación lechera. 145 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Adventista de Chile, Facultad de Agronomía, Chillán, Chile.
43. Meléndez G., J.R. y Loza A., C.V. 2002. Capítulo V. Control. En: Administración Pecuaria. Bovinos. UNAM. FMVZ. División Sistema Universidad Abierta y Educación a Distancia. pp. 115-214.
44. Mercier, J-C. y Vilotte, J-L. 1993. Structure and function of milk protein genes. J. Dairy Sci. 76:3079-3098.
45. Oldham. J.D. 1991. Magnitud and implication of changes in milk composition through manipulation of nutrition, management and physiology. International Dairy Congress, pp. 714-721.

46. Palmquist, D.L.; Beaulieu, A.D. y Barbano, D.M. 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 76:1753-1771.
47. Perez, J.R. 2001: O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
48. Persson, W.; Westermarck, T, 2003. Milk Leakage- An Increased Risk in Automatic. Milking Systems. *Journal of Dairy Science.* 86: 3488- 3497.
49. Pinto, C.M. ; Pérez, F.N.; y Vega, S. 1996. Métodos de Análisis de la Leche y Derivados. Garantía de Calidad. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. pp.1, 87-89.
50. Ponce, P. ; Hernández, R. ; Capdevila, J.; Zaldivar, Victoria y Figueredo, J. 2000: Diagnóstico y corrección de alteraciones en el contenido de sólidos en la leche asociados a trastornos metabólicos – ruminales de la vaca lechera. Informe Final de Proyecto. CENSA.
51. Rajala-Schultz, P. J.y Gröhn, Y. T.; Mcculloch, C. E. y Guard, C. L. 1999. Effects of Clinical Mastitis on Milk Yield in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 82:1213-1220.
52. Reyes C., P. 1990. Bioestadística Aplicada. Editorial Trillas, México, D.F. pp. 13-
53. Ruegg, P.L., Tabone, T.J., 2000. The relationship between antibiotic residue violations and somatic cell counts in Wisconsin dairy herds. *Journal of Dairy Science,* 83: 2805- 2809.
54. Ruiz, S.H., 2002. Interpretación de la cuenta de células somáticas en la leche de bovinos. Memorias del XXVI Congreso Nacional de Buiatría. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A.C.; Acapulco, Gro., México. pp. 43- 51.
55. Sayed, S.M., 2003. Occurrence of E.coli 0157: H7 in apparently healthy dairy cattle and retail milk. *Assiut Vet. Med.* Vol. 49, No. 97, pp. 211-221.
56. Schreiner, D.A., 2003. Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science.* 86: 3460- 3465.
57. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Hidalgo. Los Municipios de Hidalgo. Colección Enciclopédica de los Municipios de México. 1ª edición. México, D.F. 1981. pp. 6-8.

58. SIEA, 2005. Resumen Nacional de la Producción Pecuaria. Avance acumulado.
59. Silva, R. 1997. Estudio de rentabilidad de sistemas mixtos con predominancia lechera de la VII Región. 47 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Talca, Chile.
60. Smith, K.L. 1996. El consejo Nacional de Mastitis y el futuro del control de mastitis y la producción de leche de calidad. Memorias del Congreso Regional del Consejo Nacional de Mastitis de Estados Unidos de América. Orlando, Colorado.
61. Spreer, E., 1991, Lactología Industrial, 2da. Edición, Editorial Acribia. pp. 175-183, 230-254.
62. Strandberg E. y Lundberg C. 1991. A note on the estimation of environmental effects on lactation curves. Anim. Prod., 53, 399-402.
63. Subsistema de información pecuaria del sistema agropecuario de consulta. SIACON. SAGARPA., 2004
64. Trejo, GE (1994) Prevalencia de mastitis subclínica bovina, identificación de microorganismos presentes e implementación de un programa de control en tres hatos del municipio del centro, Tabasco. Maestría en Ciencias de la Producción de la Salud Animal. Tesis licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
65. Villarreal RG y Vázquez MMS. 2000. Determinación de la calidad de leche cruda producida en tres establos del Valle del Guadiana, Dgo. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Buiatría. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, A.C. p.p.235-237
66. Wattiaux, M.A., 2003. Alimentos para vacas lecheras. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Esenciales Lecheras. Universidad de Wisconsin-Madison.
67. White, S.L.; Benson , G.A.; Washburn, S.P. y Green, J.T. 2002. Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. J Dairy Sci .85 (1):95-104.
68. Zarco, L.A., 2001. Imagen Veterinaria. Universidad Nacional Autónoma de México, 1 (3): 1.

ANEXOS

Anexo 1. Características de la empresa transformadora

Todos los días los piperos toman una muestra de leche de los tanques que es analizada en el laboratorio de control de calidad. El reporte que se genera lo reciben los ganaderos cada semana y cada mes. Otro muestreo lo realizan esporádicamente o cuando existe algún problema personal del departamento de control de calidad. Esta muestra es analizada por parámetros específicos que permiten hacer un diagnóstico del problema si es que lo hay y tomar las acciones correctivas de inmediato (Empresa transformadora, 2005).

Formatos que reciben los ganaderos por parte de la empresa transformadora

LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE CALIDAD					
Socio: _____			Fecha de muestreo: _____		
Rancho: _____					
Parámetros	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3	Tanque 4	Tanque 5
Cuenta estándar					
Cuenta en leche pasteurizada					
Coliformes					
<i>Streptococcus agalactiae</i>					
<i>Staphylococcus aureus</i>					
<i>Mycoplasma</i>					
Células somáticas					

CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LA LECHE POR PARTE DE LA EMPRESA TRANSFORMADORA					
Parámetros	Excelente	Muy buena	Buena	Fuera de norma	Suspensión
Cuenta estándar	Menor a 1000	Menor a 5,000	Menor a 10,000	Menor a 50,000	Mayor a 100,000
Cuenta en leche pasteurizada	Menor a 10	Menor a 100	Menor a 200	----- --	
Coliformes	Menor a 10	Menor a 50	Menor a 100	----- --	
<i>Streptococcus agalactiae</i>	No aislamiento	-----	-----	----- --	
<i>Staphylococcus aureus</i>	No aislamiento	-----	-----	----- --	
<i>Mycoplasma</i>	No aislamiento	-----	-----	----- --	
Células somáticas	Menor a 100,000	Menor a 200,000	Menor a 300,000	Menor a 500,000	Mayor a 700,000

Anexo 2. Censo proporcionado por parte del CAITSA

Unidad de producción	Número de animales	Unidad de producción	Número de animales
101	285	141	0
102	0	142	196
103	19	143	175
104	54	144	259
105	159	145	0
106	430	146	128
107	151	147	63
108	385	148	168
109	82	149	270
110	193	150	346
111	188	151	369
112	0	152	115
113	162	153	211
114	71	154	358
115	564	155	302
116	409	156	120
117	280	157	109
118	334	158	233
119	289	159	192
120	0	160	0
121	178	161	156
122	260	162	194
123	0	163	161
124	204	164	167
125	280	165	177
126	0	166	115
127	175	167	186
128	114	168	83
129	72	169	161
130	149	170	105
131	104	171	153
132	72	172	243
133	271	173	177
134	324	174	180
135	0	175	244
136	160	176	83
137	133	177	83
138	119	178	0
139	190	179	374
140	231	180	414
181	264	191	92

182	305	192	281
183	360	193	148
184	120	194	310
185	193	195	263
186	253	196	358
187	169	197	310
188	191	198	308
189	280	199	91
190	56	200	396
201	272	207	380
202	444	208	135
203	253	209	155
204	236	210	235
205	342	211	66
206	461	212	493
213	278	220	121
214	300	221	168
215	383	222	0
216	363	223	89
217	104	230	192
218	343	231	0
219	305	232	163
233	224		

Fuente: elaboración propia

Anexo 3. Cuestionario dirigido a los productores lecheros del CAITSA

Objetivo. Obtener información acerca de la situación general de los establos, calidad de la leche producida, instalaciones, condición del ganado en cuanto a alimentación, manejo y reproducción; así como asistencia técnica y administración en el CAITSA.

I. DATOS GENERALES

1. Número de establo _____
2. Nombre del propietario _____
3. Edad del propietario _____
4. Profesión del propietario _____
5. Otras ocupaciones aparte del establo _____
6. Años de funcionamiento del establo _____
7. ¿Es usted el primero de su familia en dedicarse a la producción de leche?
Si _____ No _____
8. ¿Quiénes viven en su casa y a qué se dedican?

Parentesco									
Sexo									
Edad									
Trabaja en el rancho									
Trabaja fuera del rancho									
Aporta dinero al establo									

9. Nombre del administrador y profesión _____
10. Posesión del establo
 - a) Propio _____
 - b) Renta _____
 - c) Otro (especificar) _____

11. ¿Además de leche, que otros productos obtiene del ganado?

- a) Reemplazos ()
- b) Sementales ()
- c) Otros (especificar) ()

II. DATOS DEL ESTABLO

1. Raza del ganado

	Holstein	Suizo	Criollas	Otras (especificar)
Vacas				
Toros				
Semen para I.A.				

2. Número de vacas

- a) En hato _____
- b) En línea (producción) _____
- c) Secas _____
- d) Becerras _____
- e) Sementales _____

3. ¿Las vacas son todas de usted o tiene alguna sociedad con alguien?

Si _____ No _____

4. ¿Existe algún tipo de convenio para la posesión del ganado?

- a) Verbal _____
- b) Escrito _____
- c) Ninguno _____

5. ¿Actualmente aprovecha toda la superficie del establo?

- a) Si _____
- b) No (especificar el motivo) _____

6. Forma de reposición usada en el establo.

a) Compra de vaquillas

i. Precio al parto _____

ii. Lugar de origen _____

b) Recría

7. Origen del forraje

a) Autoabastecimiento _____%

b) Proveedores _____%

8. ¿Cuenta con asistencia técnica?

a) Si _____

b) No _____ (Pase a la pregunta 11)

9. Asesoría técnica

Institución	Área de asesoría	Costo

10. Método utilizado para la reproducción de sus animales

Método	Origen	Raza	Precio
Inseminación artificial			
Monta natural			
Otros (especificar)			

11. ¿Qué vacunas suministra al ganado y con qué frecuencia?

Vacunas	Etapa del animal	Frecuencia

12. ¿Qué desparasitantes externos suministra al ganado y con qué frecuencia?

Desparasitante	Etapa del animal	Frecuencia

13. ¿Qué desparasitantes internos suministra al ganado y con qué frecuencia?

Desparasitante	Etapa del animal	Frecuencia

14. ¿Qué otros servicios de sanidad recibe el ganado y con qué frecuencia?

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____

15. Instalaciones con las que cuenta el establo

Infraestructura / Equipo	Si	No
Planta de luz		
Agua		
Bomba para extraer agua		
Ordeñadora		
Sala de ordeña		
Tanque enfriador		
Parideros		
Sala para baño del ganado		
Bodega de alimento		
Oficina		
Teléfono		
Termo para semen		
Camioneta		
Tractores recolectores de estiércol		
Becerreras		
Bodega de usos múltiples		
Tapete sanitario		
Accesorios para limpieza y desinfección (instalaciones)		
Área para manejo del animal (Curaciones, I.A., etc.)		
Comederos y bebederos		
Área de reposo		
Corrales con techos		
Otros		

16. ¿Con qué frecuencia da mantenimiento a sus instalaciones?

Instalaciones	Frecuencia de mantenimiento
Sala de ordeña	
Ordeñadora	
Parideros	
Tanque enfriador	
Camioneta	
Tractor	
Corrales	
Sala para baño	

Becerreras	
Bodega de alimento	
Bodega de usos múltiples	
Comederos y bebederos	

III. PRODUCCIÓN DE LECHE

1. ¿Cuántas veces ordeña al día?
 - a) Una ()
 - b) Dos ()
 - c) Tres ()

2. ¿Cuál es la producción total de leche al día?

3. ¿Tiene diferencias de producción a lo largo del año?
 - a) Si () ¿En qué cantidad? _____
 - b) No ()

4. ¿Cuál es el destino principal de la leche que produce?
 - a) Consumo familiar _____
 - b) Venta de leche bronca en su localidad _____
 - c) Vende a empresa (s) transformadoras (cuál) _____
 - d) La transforma usted mismo _____
 - e) Otros _____

5. ¿Existe algún tipo de convenio con su comprador principal?
 - a) Si ()
 - i. Escrito _____
 - ii. Verbal _____
 - b) No ()

6. ¿Cuál es el precio base o promedio que le pagan por litro de leche vendido?

7. ¿Cuál es la forma de pago?

8.- ¿Con qué frecuencia le pagan?

9. ¿Existen primas o penalizaciones por la calidad de la leche que produce?

a) Si (especificar) _____

b) No _____

10. ¿Existen condiciones impuestas por el comprador en cuanto a la alimentación, sanidad, ordeña y almacenamiento de la leche que produce?

a) Si (especificar) _____

b) No _____

11. ¿Realiza pruebas de calidad para la leche que produce?

a) Si (especificar cuáles) _____

b) No _____

12. ¿Cambia de comprador en alguna época del año?

a) Si (Cuando) _____

Especificar motivos _____

b) No _____

IV. MANEJO ZOOTÉCNICO.

1. ¿Qué prácticas de desinfección y limpieza lleva a cabo antes, durante y después de la ordeña?

2. ¿Qué métodos de desinfección utilizan para la ubre y tetas?

a.

b.

c.

3. ¿Con qué frecuencia se limpian y desinfectan paredes y superficies donde habita el ganado?

4. ¿Qué medidas de higiene adopta el personal encargado de la ordeña?

5. ¿Qué tipo de materiales, medicamentos y utensilios utilizan para las labores de limpieza y desinfección? (especificar cada uno de ellos)

6. ¿Con qué frecuencia se baña al ganado?

7. ¿Qué medidas de higiene y salud se toman posterior al parto?

8. ¿Qué tipo de mantenimiento dan al equipo?

9. ¿Con qué frecuencia dan mantenimiento al equipo?

10. ¿El ganado presenta problemas de mastitis?

Si _____

No _____

11. ¿Cuál es la incidencia de esta enfermedad?

12. ¿Con qué frecuencia se presenta este problema?

13. ¿Qué métodos de control utilizan para el problema de mastitis?

14. ¿Qué tipo de pruebas de laboratorio se realizan para la detección de bacterias?

V. ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL ESTABLO

1. ¿Cuáles son los principales elementos que integran sus costos?

Elementos (en orden jerárquico)	Porcentaje de participación

2. ¿En qué porcentaje se han incrementado los costos de producción en los últimos cinco años? (Estimar media anual). _____%
3. ¿En qué porcentaje se ha incrementado el precio de venta de la leche en los últimos cinco años? _____%
4. Costos e inversiones

Concepto	Valor aproximado (\$)
Total de animales	
Producción mensual (l)	
Producción diaria (l)	
Producción /vaca/día (l)	
Precio de venta	
Gastos mensuales del establo	
Alimentación	
Medicamentos	
Mantenimiento de vehículos	
Energía eléctrica	
Productos de limpieza	
Reemplazos	
Sanidad en general	
Planta de luz	
Teléfono	
Agua	
Gas	

Mantenimiento de vehículos	
Combustibles y lubricantes	
Detergentes y selladores	
Inseminación artificial	
Equipo de inseminación	
Mano de obra	
Prestaciones	
Camas	
Mantenimiento equipo de ordeña	
Tanque de enfriamiento	
Honorarios MVZ	
Renta (en su caso)	
Impuestos	
Seguro Social	
Mantenimiento en general	
Precio de venta de la leche	
Ingresos totales	
Utilidad por litro	
Ganancia total mensual	
Costo por litro de leche	
Costo de recría	
Inversión total	

5. Personal que labora en el establo

Puesto	Número de personas	Sueldo promedio mensual
Profesionistas		
Encargado		
Vaqueros		
Pastureros		
Tractorista		
Ordeñadores		
Otros		

6. ¿Con qué prestaciones cuentan los trabajadores?

7. ¿Qué criterios se toman en cuenta para la asignación de sueldos?

8. ¿En qué ha invertido en los últimos cinco años?

Tipo de activo	Año	Monto	Apoyo Gobierno (%)	Nombre del programa

9. ¿Con qué se cubren las inversiones en el establo?

- a) Inversión propia ()
- b) Crédito ()
- c) Subsidio ()
- d) Utilidades (porcentaje) () _____
- e) Otros (especificar) () _____

10. Utiliza algún programa computacional en el manejo del establo?

- a) Si _____ (especifique)
- b) No _____

11. Cuenta con programas de capacitación en:

Área	Si	No
Ordeña		
Inseminación artificial		
Alimentación		
Otros (especificar)		

12. ¿Pertenece a alguna organización ganadera?

- a) Si (especifique) _____
- b) No _____

13. ¿En qué le beneficia pertenecer a dicha organización?

14. ¿De qué forma le han afectado las políticas del gobierno para la lechería?

15. ¿Se encuentra actualmente bajo crédito?

- a) Si _____
- b) No _____

16. ¿Para qué destinó el préstamo?

17. ¿Se encuentra en cartera vencida?

- a) Si _____ cantidad \$ _____
- b) No _____

18. ¿Cuáles creen que sean los principales problemas para la producción lechera en el CAITSA?

Anexo 4. Formato para captura de información financiera

	Fecha	Establo	Costo
Número de socios			
Número de empleados			
Energía eléctrica			
Agua			
Teléfono			
Gas			
Servicio equipo ordeño			
Mantenimiento vehículos			
Combustibles-lubricantes			
Inseminación artificial			
Medicamentos			
Vacuna (Brucela)			
Vacuna (IBR)			
Vacuna (Leptospira)			
Vacuna (DVB)			
Vacuna (Clostridium)			
Vacuna (Tuberculosis)			
Vacuna ()			
Vacuna ()			
Desparasitantes			
Antigarrapaticida			
Fumigación			
Laboratorio (análisis)			
Vacuna ()			
Vacuna ()			
Mano de obra			
Productos de limpieza			
Mantenimiento general			
Renta			
Honorarios MVZ			
Arena para camas			
Alimentación			
Alfalfa fresca			

Concentrado			
Calostro			
Sustituto de leche			
Iniciador			
Silo de maíz			
Sales minerales			
Avena			
Vitaminas			
Rastrojo de maíz			
Maíz rolado			
Canola			
Grasa de sobrepaso			
Otros			
Otros			
Otros			
Costo inicial por animal			
Capital invertido en equipos de motor			
Impuestos			
Seguro social			
Préstamos personales			
Caja de ahorro			
Aguinaldos			
Otros			
Otros			
Reemplazos			
Sanidad			
Asesoría en nutrición			

Asesoría en reproducción			
Asesoría en producción			
Asesoría en clínica			
Asesoría en inseminación			
Asesoría en Finanzas			
Detergentes y selladores			
Total de gastos			
Vacas en producción			
Becerras			
Desechos			
Mortalidad			
Número total de animales			
Producción diaria			
Precio de venta de leche			

Fuente: elaboración propia

Anexo 5. Composición media de la leche en las principales razas lecheras

Razas	Porcentaje			
	Grasa (%)	Proteína Total (%)	Proteína Verdadera (%)	Sólidos Totales (%)
Ayrshire	3.88	3.31	3.12	12.69
Brown Swiss	3.98	3.52	3.33	12.64
Guernsey	4.46	3.47	3.28	13.76
Holstein	3.64	3.16	2.97	12.24
Jersey	4.64	3.73	3.54	14.04
Shorthorn Lechero	3.59	3.26	3.07	12.46

Fuente: Durr *et al.*, 2000

Anexo 6. Cambios en la composición de la leche asociados a elevados conteos de células somáticas.

Componente	Leche normal	Leche con elevado CCS
Grasa	3.5 %	3.2 %
Proteína	3.61 %	3.2 %

Fuente: Rajala- Schultz *et al.*, 1999

Anexo 7. Alimentos suministrados en los establos del CAITSA

Tipo de alimento suministrado	Cantidad de establos que suministran el alimento	Porcentaje de establos que suministran el alimento
Alfalfa fresca	14	100
Concentrado	14	100
Sales minerales	14	100
Calostro	14	100
Sustituto de leche	12	86
Iniciador	9	64
Silo de maíz	6	43
Avena	3	22
Vitaminas	2	14
Rastrojo de maíz	1	7
Maíz rolado	1	7
Canola	1	7
Grasa de sobrepaso	1	7

Fuente: elaboración propia

Además de los alimentos mencionados anteriormente, en la mayor parte de las unidades de producción suministran diversas vitaminas entre las cuales se mencionan: Vigantol, A, D, E, Complejo B y extracto de hígado. La cantidad proporcionada de éstas es variable.