

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



“Propuesta para la introducción de la mecanización del ordeño, recolección y almacenaje de la leche, para mejorar la eficiencia en el proceso y mantener la calidad en la finca Santa Cristina, del municipio de San Antonio, Suchitepéquez”.

Trabajo de graduación presentado por
Ruben Enrique Tacam Barillas
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en
Tecnología Agrícola y Pecuaria.

Guatemala
2014

“Propuesta para la introducción de la mecanización del ordeño, recolección y almacenaje de la leche, para mejorar la eficiencia en el proceso y mantener la calidad en la finca Santa Cristina, del municipio de San Antonio, Suchitepéquez”.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



“Propuesta para la introducción de la mecanización del ordeño, recolección y almacenaje de la leche, para mejorar la eficiencia en el proceso y mantener la calidad en la finca Santa Cristina, del municipio de San Antonio, Suchitepéquez”.

Trabajo de graduación presentado por
Ruben Enrique Tacam Barillas
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en
Tecnología Agrícola y Pecuaria.

Guatemala
2014

Vo. Bo.

(f)



Lic. Zoot. Jaime Vicente Herrera Ramírez.

Tribunal Examinador:

(f)



Lic. Zoot. Jaime Vicente Herrera Ramírez.

(f)



Inga. Vilma Elizabeth Porres.

(f)



Inga. Julia Antonieta Blanco Ruíz.

Fecha de aprobación: Guatemala, 28 de enero de 2014.

PREFACIO

Este trabajo de graduación fue desarrollado para todos aquellos productores de leche interesados en realizar cambios en los sistema de producción, generando así nuevas oportunidades de negocio con la industria láctea nacional y el desarrollo de este importante sector en Guatemala. En colaboración con el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), Cámara de Productores de Leche de Guatemala, laboratorios para análisis de leche y agua, industria láctea nacional.

Agradezco al Lic. Zoot. Jaime Vicente Herrera Ramírez por todo su apoyo como asesor para la elaboración de este trabajo, a Inga. Julia Blanco responsable de la coordinación y directora de la carrera en el Campus Sur. Agradezco también al M.V. Gunther Boy por toda su ayuda, Dr. Rodolfo Ocano, Lic. Javier Villatoro y todas las demás personas que estuvieron involucradas directa e indirectamente en el presente trabajo.

A Dios, a mis padres: Alfredo Tacam (QEPD), Edna Barillas. Hermanos: Ing. Agr. Juan David Tacam, Dr. Luis Alfredo Tacam y todos mis amigos por toda la motivación brindada durante toda la carrera.

ÍNDICE

	Página
Prefacio.....	iv
Lista de cuadros.....	vi
Lista de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	4
III. OBJETIVOS.....	5
IV. MARCO TEÓRICO.....	6
1. Localización.....	6
2. Caracterización.....	6
3. La ganadería.....	9
4. La leche y el ordeño.....	13
5. Instalaciones y equipo.....	15
6. Conservación de la leche.....	17
7. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA).....	18
8. Producción de leche en Guatemala.....	19
9. Análisis económico mensual de la producción de leche.....	21
V. METODOLOGÍA.....	25
VI. RESULTADOS.....	29
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
VIII. CONCLUSIONES.....	53
IX. RECOMENDACIONES.....	55
X. BIBLIOGRAFÍA.....	57
XI. ANEXOS.....	59

LISTA DE CUADROS

	Página
1. Cuadro No. 1. Ordeño manual.....	7
2. Cuadro No. 2. Ordeño mecánico.....	8
3. Cuadro No. 3. Componentes de la leche.....	13
4. Cuadro No. 4. Análisis económico ordeño manual.....	21
5. Cuadro No. 5. Análisis económico ordeño mecanizado.....	22
6. Cuadro No. 6. Resumen del análisis económico.....	24
7. Cuadro No. 7. Tiempo de ordeño promedio de un lote de 6 vacas.....	30
8. Cuadro No. 8. Características fisicoquímicas de la leche según norma COGUANOR NTG34 040:06 / Resultados fisicoquímicos de la leche del laboratorio de la industria láctea nacional.....	33
9. Cuadro No. 9. Clasificación microbiológica de la leche según MAGA y norma COGUANOR NTG34 040:06.....	33
10. Cuadro No. 10. Resultados microbiológicos de la leche del laboratorio INLASA.....	34
11. Cuadro No. 11. Valores para verificar la calidad microbiológica del agua según norma COGUANOR 29001.....	34
12. Cuadro No. 12. Resultados microbiológicos del agua del laboratorio INLASA.....	35
13. Cuadro No. 13. Requerimientos previos a introducir la mecanización del ordeño.....	56

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Figura No. 1. Distribución de la producción de leche en Guatemala.....	19
2. Figura No. 2. Clasificación de los productores de leche en Guatemala con base al volumen de producción.....	20
3. Figura No. 3. La ganadería en Guatemala.....	20
4. Figura No. 4. Equipo de ordeño transportable.....	39
5. Figura No. 5. Tanque de enfriamiento.....	40
6. Figura No. 6. Municipio de San Antonio, Suchitepéquez.....	59
7. Figura No. 7. Equipo y utensilios para muestreo de leche.....	59
8. Figura No. 8. Resultados microbiológicos de leche Fca. Santa Cristina.....	60
9. Figura No. 9. Resultados microbiológicos del agua Fca. Santa Cristina.....	61
10. Figura No. 10. Investigación de los precios de la leche.....	62
11. Figura No. 11. Cotización de la empresa para equipo de ordeño.....	63
12. Figura No. 12. Cotización de la empresa para tanque de enfriamiento.....	64

RESUMEN

Los sistemas tradicionales de producción de leche con bovinos doble propósito en Guatemala limitan la productividad y competitividad del sector agropecuario debido a que no se desarrollan plenamente por la escasa utilización de alternativas tecnológicas, provocando el desplazamiento de las unidades productivas y el cierre de operaciones de otras. Las principales características de este tipo de producciones son ordeños manuales, contaminación de la leche por microorganismos patógenos debido a que las personas que ordeñan generalmente desconocen que puede existir una contaminación cruzada por las manos, afectando la calidad e inocuidad del producto. Los principales resultados de esta investigación fue la evaluación de la calidad microbiológica de la leche de la Finca Santa Cristina, obteniendo un conteo aerobio total de 1,200,000 UFC/mL, lo cual limita considerablemente la comercialización a los mercados industriales. Es de importancia controlar las enfermedades zoonóticas que se transmiten al ser humano y afectan a los bovinos como: Tuberculosis (*Mycobacterium bovis*) y Brucelosis (*Brucella abortus*), las principales formas de transmisión de estas enfermedades se da por el consumo de leche sin pasteurizar, la Organización Panamericana de la Salud las considera importantes en Guatemala, es necesario un programa de salud animal para estas enfermedades. Con la propuesta para la introducción de la mecanización del ordeño, recolección y almacenaje de la leche, para mejorar la eficiencia en el proceso, se asegura un producto de calidad debido a que la leche no estará expuesta al ambiente, manos del ordeñador, en cumplimiento con las Buenas Prácticas de Ordeño. Se establecen precios ofertados por la industria láctea nacional con nuevas oportunidades para la comercialización, en un mercado estable, generando confianza en la inversión y crecimiento de la unidad productiva.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es una de las actividades agropecuarias de importancia a nivel nacional, se compone de una cantidad determinada de bovinos destinados a la producción de leche. A través del tiempo la leche ha sido parte importante dentro de la dieta del ser humano por su alto valor nutricional, con una población en constante crecimiento es necesaria la producción de este alimento en mayor cantidad y calidad. Los sistemas de ganado bovino de doble propósito producen conjuntamente carne y leche; esto se logra generalmente con la cruce de ganado cebú (*Bos indicus*) y razas lecheras (*Bos taurus*).

La ganadería de doble propósito en Guatemala es una de las actividades productivas que se encuentran diseminadas en el área rural siendo los departamentos de Petén, Izabal, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Retalhuleu y Suchitepéquez los que cuentan con mayor cantidad de cabezas de ganado bovino (INE, 2003). Los sistemas tradicionales de producción, representan un 76.5% de la producción nacional (Cámara de Productores de leche, 2011), generando economías de subsistencia que han llevado a que en los últimos años se reduzcan considerablemente las unidades de producción por la expansión de cultivos como la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*), Hule (*Hevea brasiliensis*), Palma Africana (*Elaeis guineensis*), entre otros, el arrendamiento y cambios en el uso de la tierra.

Debido a esta situación es necesario realizar cambios importantes en el manejo, con la introducción de tecnología en el establecimiento y desarrollo de los sistemas de producción bovina para lograr el objetivo de hacerlos más productivos y competitivos en el mercado, para satisfacer la demanda que tiene la industria láctea nacional de un producto inocuo, sin materias, sabores y olores extraños, con la aplicación de Buenas Prácticas de Ordeño y que cumpla con los estándares de calidad requeridos. Es necesario recordar que la leche es un alimento nutritivo que será ingerido por niños, jóvenes, ancianos primordialmente por lo que se debe tener un estricto control en su obtención. Dentro de los cambios necesarios se puede mencionar la propuesta para la introducción de la mecanización del ordeño, recolección y almacenaje de la leche en una finca productora, por lo que se debe recurrir a una inversión de capital e infraestructura.

La producción primaria de la leche es uno de los eslabones más importantes de la cadena láctea, debido a que es un proceso delicado y la contaminación por microorganismos es uno de los factores que todo productor debe evitar. Según la Cámara de Productores de Leche (2011), la producción nacional es de un millón cuatrocientos mil litros diarios, siendo insuficientes para satisfacer la demanda que tiene la industria debido a que el setenta por ciento de la producción va al mercado artesanal, el veinte por ciento para la industria y el diez por ciento para autoconsumo. Existe la oportunidad para que los productores de leche incrementen la producción y mejoren su calidad, introduciendo nuevas tecnologías a los sistemas que utilizan actualmente, o para establecer nuevas explotaciones lecheras y así integrarse a la cadena productiva del sector aumentando la oferta de leche para ser utilizada en la industria nacional.

Las lecherías en el área rural, actualmente constituyen una fuente importante de ingresos y empleos directos e indirectos, además generan nuevas fuentes de trabajo, mejoran el nivel de vida de las personas, brindan oportunidad de crecimiento promoviendo de esta forma el desarrollo agropecuario del país. No sólo en lo que se refiere a la producción lechera en fincas, sino también en el resto de procesos que se llevan a cabo, tales como: Transporte, transformación, distribución y comercialización. La finca productora de leche donde se realizó la propuesta cuenta con tecnologías que a través del tiempo se han logrado implementar, tales como: La selección adecuada de la genética de los bovinos con el propósito de obtener una composición racial con mayor capacidad de producción de leche, bovinos que no necesitan el apoyo del ternero para el ordeño, pastos mejorados, forrajes de corte, ensilaje para la época seca. Según análisis realizado por un grupo de expertos de la FAO y la Federación Internacional de Lechería en el año 2006, la producción de leche a base de pastos tendrá el mayor éxito en las condiciones actuales, mientras los sistemas basados en dietas de cereales y granos estarán altamente limitados por la disponibilidad y altos precios. Los países de la región, cuyas principales áreas ganaderas se encuentran en climas y condiciones tropicales y la producción lechera se basa en los pastos y forrajes obtendrán mejores beneficios. Es importante continuar con los avances y mejorar la calidad del producto obtenido, por lo que se hace necesario tecnificar el ordeño de la unidad productora de leche, ubicada en el municipio de San Antonio departamento de Suchitepéquez, en la zona existe un potencial de producción y es importante generar cambios positivos que sean de beneficio para el sector agropecuario.

Los cambios más importantes consiste en instalaciones básicas, sala de ordeño, piso de cemento, paredes lisas y techo, que puedan ser lavados y desinfectados en condiciones adecuadas de ventilación e iluminación, además se deben implementar Buenas Prácticas de Ordeño, uñas recortadas y manos limpias, uniforme para el personal de ordeño como parte de la bioseguridad del sistema para evitar la contaminación del producto, limpieza y desinfección de utensilios, manejo higiénico durante el ordeño, equipo mecánico tipo cubeta, método de conservación de la leche en tanque de enfriamiento a una temperatura de 4.4 °C (40 °F), programas de sanidad del ganado en ordeño, para obtener el certificado de hato en control y/o libre de brucelosis y tuberculosis. Luego con todo el componente bien manejado obtener la licencia de funcionamiento de sala de ordeño ambos emitidos por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.

Con la introducción de toda esta tecnología se obtendrán mayores oportunidades de comercializar la leche por su calidad, inocuidad, temperatura, alcanzando la aceptación por parte de la industria nacional y demás consumidores, creando una mayor eficiencia en el recurso humano y económico, generando estabilidad en la venta, lo que permitirá continuar con la producción, mejorar la calidad, reducir el tiempo de ordeño, un ambiente tranquilo, favorable y automatizado tanto para el operario como para el ganado, lo que redundará en una mayor eficiencia en la producción de leche y de todo el componente finca en general.

II. JUSTIFICACIÓN

La producción actual de la lechería en Guatemala es aproximadamente de un millón cuatrocientos mil litros de leche diarios, de los cuales los pequeños y medianos productores representan el 76.5 por ciento del total producido. (Fuente Cámara de Productores de leche de Guatemala 2011). Para este tipo de producciones se realizó este trabajo de investigación, donde puedan tener nuevas alternativas con la introducción de la mecanización en el ordeño, para producir leche con calidad e inocuidad y así poder incorporar su producción al sector formal industrial, ser más eficientes maximizando los recursos económicos y humanos. El ordeño mecanizado consiste en la obtención de leche por medio de máquinas especializadas, se considera una alternativa favorable para la producción, ya que ofrece: Una mayor eficiencia en la mano de obra, incrementa la productividad al ordeñar más vacas por unidad de tiempo en comparación con un ordeño manual. Ayuda a mejorar las condiciones de higiene, evitando el contacto de la leche con las manos del ordeñador y medio ambiente, se minimizan los riesgos de contaminación siempre que se sigan los protocolos de limpieza y desinfección de los equipos recomendados por el fabricante. Mantiene la calidad del producto obtenido, por el tipo de manejo. El productor obtendrá mayores beneficios en la comercialización porque cumple con los requerimientos de la industria nacional, obteniendo un precio por calidad, mejorando sus ingresos y estimulando al crecimiento de las explotaciones bovinas.

Otra situación que está afectando a las fincas lecheras actualmente es la dependencia y escasez de la mano de obra debido a que en ciertas épocas como la zafra las personas trabajan en otro campo y afecta directamente la producción de leche por la carencia de personal calificado con experiencia en el manejo de lechería. Los días de asueto nacional, incremento en los costos de producción por la necesidad de tener mayor cantidad de ordeñadores, también se descuidan otras actividades dentro de la finca, minimizando los ingresos por estas razones se hace necesaria la tecnificación del sistema de ordeño. Se eligió el municipio de San Antonio. Suchitepéquez, para desarrollar este trabajo, debido a que la zona sur occidental del país cuenta con un potencial de producción y una ubicación estratégica, que la pueden convertir en una excelente cuenca lechera. En la cual podría mejorarse la eficiencia e incrementar su cantidad de producción, al generalizarse la utilización de esta tecnología.

III. OBJETIVOS

1. General:

Proponer la introducción de la mecanización del ordeño, recolección y almacenaje de la leche, para mejorar la eficiencia en el proceso y mantener la calidad.

2. Específicos:

- Poder establecer las ventajas de la introducción de esta tecnología en el proceso del ordeño, recolección y almacenaje.
- Poder establecer los beneficios de la introducción de este proceso en la cadena de producción a nivel de finca.
- Generar información de la introducción de esta tecnología al momento de la comercialización del producto y obtener los beneficios del pago por calidad.
- Estar preparado para cumplir con la normativa vigente del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Certificado de hato en control o libre de brucelosis y tuberculosis; Licencia para funcionamiento de sala de ordeño.

IV. MARCO TEÓRICO

1. Localización:

El municipio de San Antonio, Suchitepéquez se encuentra ubicado, a una distancia de la Ciudad de Guatemala de 150 Km el acceso es por la Carretera al Pacífico (CA-2), en la región sur-occidente del país. A una distancia de 11 kilómetros de Mazatenango la cabecera departamental de Suchitepéquez. Posee una extensión territorial de 64 kilómetros cuadrados, sus límites territoriales son: Al Norte con los municipios de Santo Tomás la Unión y San Pablo Jocopilas; al Este con los municipios de San Miguel Panán y Chicacao; al Sur con los municipios de San José el Ídolo y Santo Domingo; al Oeste con los municipios de San Bernardino y Samayac. Todos los municipios pertenecen al departamento de Suchitepéquez.

1.1 Información de la finca. La finca donde se realizará la propuesta se llama Santa Cristina, ubicada en el municipio de San Antonio, Suchitepéquez, tiene una extensión para ganadería de 15 Manzanas. Se encuentra localizada dentro de la zona de vida. Bosque muy húmedo sub-tropical cálido, (bmh-Sc). Según Holdrige. Se encuentra a una altura de 399 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 28 °C. Sus coordenadas son Latitud: 14° 32' 18" N, Longitud: 91° 24' 58" O. (INE, 2003).

2. Caracterización:

Del porcentaje de la producción de leche en el municipio de San Antonio, Suchitepéquez.

*Precio de venta del Litro de leche (Promedio) es variable en la época seca aumenta y en la época lluviosa baja ocasionando un desbalance en el precio, además no le reciben mayor cantidad de leche, es decir es nula la oportunidad de crecimiento de la producción.

Cuadro No. 1. Ordeño manual.

Descripción	Ordeño manual		
	Finca No.1 *	Finca No. 2 **	Finca No. 3 ***
Vacas en ordeño	25	22	25
Razas (encaste)	Jersey, F1 Brown, Holstein, Gyr.	F1 Cebú, Brown, Holstein	F1 Gyr, Jersey, Brown
Área para ganadería (manzanas)	15 Mz	13 Mz	20 Mz
Disponibilidad de agua en la producción	Sí	Sí	Sí
Posee energía eléctrica	Sí	Sí	Sí
Distancia a San Antonio	6 Km	8 Km	4 Km
Distancia del punto o venta de leche. Ida-vuelta	18 Km.	22 Km	12 Km
Producción de leche/día	300 Litros	150 Litros	225 Litros
Sala de ordeño	Sí	Sí	Sí
Piso de cemento	Sí	Sí	Sí
Tiene techo y material	Sí, lámina	Sí, lámina	Si, lámina
Limpieza de pezones	Sí	Sí	Sí
Tarros especiales para trasportar la leche	Sí	Sí	Sí
Cantidad de ordeñadores	4	4	5
Apoyo de ternero	No	Sí	No
Medición de la leche	Sí	Sí	Sí
Limpieza y desinfección de materiales	Sí	Deficiente	Deficiente
Limpieza de manos y uñas de los ordeñadores	Sí	Deficiente	Deficiente
Comercializa la leche caliente o fría	Caliente	Caliente	Caliente
Forma en la que se entrega la leche al comprador	Tarros lecheros plásticos	Tarros lecheros plásticos	Tarros lecheros plásticos
Precio de venta del Litro de leche (promedio)	Q 3.65	Q 3.80	Q 3.70
Forma y mecánica de pago	Efectivo/semana	Efectivo/semana	Efectivo/semana
Modo de compra de leche	Volumen / litro	Volumen / litro	Volumen / litro
Comprador	Artesanal	Artesanal	Artesanal

Fuente: Resultado de la investigación.

Finca No. 1 *

Sta. Cristina (Propuesta).

Finca No. 2 **

Ruta a San Miguel Panán.

Finca No. 3 ***

Ixtacapa.

Cuadro No. 2. Ordeño mecánico.

Descripción	Ordeño mecánico		Ordeño mecánico-enfriamiento	
	Finca No. 4 *	Finca No. 5 **	Finca No. 6 ***	Finca No. 7****
Vacas en ordeño	50	25	36	80
Razas (encaste)	Jersey F1	Jersey F1	Jersey, F1 Gyr.	F1 Gyr, Holstein, Brown, Jersey
Área para Ganadería (manzanas)	30 Mz	25 Mz	23 Mz	64 Mz
Disponibilidad de agua en la producción	Sí	Sí	Sí	Sí
Posee energía eléctrica	Sí	Sí	Sí	Sí
Distancia a San Antonio	6 Km CA-2	5 Km CA-2	10 Km CA-2	4 Km CA-2
Distancia del punto o venta de leche. Ida-vuelta	20 Km	24 Km	96 Km	110 Km
Producción de leche/día	500 Litros	250 Litros	220 Litros	1,100 Litros
Sala de ordeño y equipo	Sí, cubeta	Sí, cubeta	Si, cubeta	Sí, línea Directa
Piso de cemento	Sí	Sí	Sí	Sí
Tiene techo y material	Sí, lámina	Sí, lámina	Sí, lámina	Sí, lámina
Limpieza de pezones	Sí	Sí	Sí	Sí
Tarros especiales para trasportar la leche	Sí	Sí	Tanque de transporte.	Tanque de transporte
Cantidad de ordeñadores	2	2	2	3
Apoyo de ternero	No	No	No	No
Medición de la leche	Sí	Sí	Sí	Sí
Limpieza y desinfección de materiales, equipo	Sí	Sí	Sí	Sí
Limpieza de manos y uñas de los ordeñadores	Sí	Sí	Sí	Sí
Comercializa la leche caliente o fría	Caliente	Caliente	Fría	Fría
Forma en la que se entrega la leche al comprador	Tarros lecheros plásticos	Tarros lecheros plásticos	Tanque isotérmico	Tanque isotérmico
Precio de venta del Litro de leche	Q 3.50	Q 4.00	Q 4.00 + incentivos (IVA incluido)	Q 4.00 + incentivos (IVA incluido)
Forma y mecánica de Pago	Efectivo /semana	Efectivo /semana	Cheque, factura / quincena	Cheque, factura / quincena
Modo de compra de leche	Volumen / litro	Volumen / litro	Por calidad	Por calidad
Comprador	Artesanal	Artesanal	Industria	Industria

Fuente: Resultado de la investigación.

Finca No. 4* Las Palmas.
 Finca No. 5** Valle Verde.
 Finca No. 6*** Santa Isabel.
 Finca No. 7**** Lorena.

El precio del litro de leche por parte de los artesanales es por época del año. En la época lluviosa bajan los precios porque existe mayor producción y oferta de leche, no existe estabilidad de compra en los días de asueto nacional generalmente no la reciben rechazando el producto, asignan un porcentaje en específico de la cantidad de litros de leche a recibir no más de lo que ellos establecen. Debido a esto no pueden crecer las unidades de producción. Los productores se afectan debido a que los artesanales no tienen la capacidad de proceso instalada, poseen un límite en las entregas del producto. El sistema de compra de la leche que establecen los artesanales es por volumen/litro no por la calidad. Lo que se espera en las producciones con ordeño es poder tecnificar el sistema y producir con calidad, de esta manera los productores puedan almacenar, enfriar y entregar la leche a la industria nacional. Evitando las pérdidas por rechazo de leche en días de asueto nacional, entre otras situaciones que puedan generar crisis y el cierre de operaciones en la finca, además existe la posibilidad de mejorar los ingresos por incentivos que paga la industria nacional.

3. La ganadería:

La actividad humana encargada del ganado es la ganadería, que consiste en la crianza de animales para su aprovechamiento. Dependiendo de la especie ganadera, se obtienen diversos productos derivados, como la carne, la leche, los cueros, entre otros. Los hatos más importantes en número a nivel mundial son los relacionados con la ganadería bovina. La ganadería está muy relacionada con la agricultura. Debido a que en una finca ambas pueden estar relacionadas. La principal importancia de los bovinos es su aporte a la alimentación, aproximadamente cerca de las dos terceras partes de los alimentos usados por el ganado no son aptos para el consumo humano, a esta categoría pertenecen los pastos y forrajes, algunos sub-productos de molienda, los alimentos deteriorados, y los desperdicios se convierten en carne y leche. (Mairena, 2002)

3.1 Raza. Es un grupo de animales con características comunes que se transmiten sin variación de una generación a otra. Las razas de ganado bovino se clasifican en dos grupos: 1. Grupo Europeo o *Bos taurus*. 2. Grupo Indo-paquistano o *Bos indicus*. Las razas del grupo europeo son numerosas y se distinguen claramente dos grupos la de orientación cárnica y la de orientación lechera; además, son las más productivas del mundo, resultado esto de la mayor aplicación de ciencia y técnica en su

crianza aunado al clima favorable en que se desarrollan y desde luego a una mejor alimentación y manejo. La raza del grupo Bos indicus ha tenido notable auge en países del área latinoamericana y al menos dos razas sintéticas se han gestado con cruces de este grupo: a) La Brahmán, y b) La Indobrasil. En las extensas regiones tropicales de América Latina, el Bos indicus o Cebú es el ganado predominante, ya que el trópico es su ambiente natural y su adaptación ha sido fácil. En general son razas estupendas, sin compararse en rendimiento con las europeas. Con el avance tecnológico estas razas muestran una productividad asombrosa. (Mairena, 2002)

3.2 Razas lecheras. Una raza lechera se define como un grupo de animales con antepasados comunes, desarrollados para la producción de leche y que presentan características similares. A continuación se detallan algunas razas del Grupo Europeo o Bos taurus.

3.2.1 Holstein. La vaca frisona, es una raza procedente de la región friso sajona (Holanda del Norte, en los Países Bajos y Alemania), destaca por su alta producción de leche, carne y su buena adaptabilidad. Estas características hicieron que fuera adoptada en ganaderías de numerosos países, siendo actualmente la raza más común en todo el mundo en granjas para la producción de leche. Al cruzarla con una raza Cebú se puede obtener resistencia para las condiciones del trópico. En cada país se ha procurado adaptar la raza a las condiciones locales, orientando la crianza hacia diferentes objetivos. Así han surgido sub-razas y tipos "criollos" que difieren del estándar en tamaño y requerimientos, lo que repercute en los rendimientos promedio de producción de leche y carne. (Mairena, 2002)

3.2.2 Jersey. La raza Jersey se originó en la Isla de Jersey, localizada en el canal de la Mancha entre Inglaterra y Francia, es una de las razas lecheras más antiguas. Son parte muy importante de la industria láctea en todo el mundo. La Jersey es la más eficiente productora de leche en el mundo, produciendo más kilogramos de leche por kilogramos de peso corporal que cualquier otra raza. La leche de la Jersey contiene más sólidos totales que la de otras razas lecheras y su sabor es suave, con un porcentaje más alto de proteína, calcio y otros nutrientes. Se pueden realizar cruces para que pueda adaptarse a condiciones del trópico. Las Jersey alcanzan la madurez más pronto que las otras razas lecheras y son las más eficientes reproductoras con

vidas productivas más largas. La Jersey se adapta más fácilmente a diferentes condiciones climatológicas y geográficas. (Mairena, 2002)

3.2.3 Brown Swiss o Pardo Suizo. Es la tercera raza en producción de leche, al ser cruzados con cebú beneficiarán al ganadero pues transmiten capacidad para producir altos volúmenes de leche, con lo que las explotaciones de doble propósito aumentan su eficiencia. Por su rusticidad es fácilmente adaptable especialmente como raza lechera para el trópico. El ganado se cría como raza de doble propósito, para producir leche y carne. Un buen rendimiento de leche, capacidad muscular, una excelente aptitud al engorde en cualquier edad. El ganado lechero especializado de razas europeas requiere de altos niveles de alimentación y confort que no es posible brindarle en las regiones tropicales de América, de esa cuenta existió la necesidad de realizar cruzamientos con distintas razas para obtener características necesarias de adaptabilidad y resistencia. Las razas nativas o criollas, aunque bien adaptadas a estas condiciones tropicales, muestran poca precocidad y baja producción de leche, lo que las hace ser poco productivas. Pero constituyen un valioso material genético para la formación de hatos lecheros para el trópico americano.

Desde el punto de vista zootécnico, el ganado doble propósito tiene su origen de la cruce de *Bos taurus* con *Bos indicus*. Entre las cuales podemos mencionar las siguientes: Brahmán, Guzerat, Gyr y razas lecheras europeas tales como la Holstein, Jersey, Pardo Suizo. Los resultados obtenidos en varios países tropicales tienden a señalar que la vaca con 50% de genes de ganado Holstein y 50% de Cebú alcanza niveles de producción de leche que fácilmente se ubica sobre los 2.500 litros por lactancia. (Mairena, 2002)

3.3 Razas para generar doble propósito: A continuación se detallan algunas razas del Grupo Indo-Paquistano o *Bos indicus* de importancia.

3.3.1 Brahman. Fue desarrollado a finales del siglo XIX y principios del siglo XX por ganaderos americanos que buscaban un tipo de ganado que pudiera resistir el calor, la humedad, los insectos y las enfermedades prevalentes a lo largo de la costa del Golfo de México. Fueron cuatro las razas que contribuyeron a la fundación del Brahmán Americano; Guzerat, Nelore, Gyr y Krishna Valley.

Estos animales fueron cuidadosamente cruzados, estrictamente seleccionados y rigurosamente desechados para formar una nueva raza de carne con características que se adaptara bien a los climas tropicales y subtropicales más hostiles del mundo. La selección rígida y cuidadosa desde un comienzo, se basó en la raza productora de carne más eficiente para la mayoría de los climas. (Mairena, 2002)

3.3.2 Gyr. Proviene de la península de Kathiawar en la India, región de clima muy cálido, suelos muy pobres y secos. Esta raza participó activamente en la formación de la raza Brahmán Rojo e Indobrasil. Son animales de tamaño mediano, cuerpo bien proporcionado de líneas nítidas y constitución robusta. El promedio de peso de las hembras adultas es de 450 Kg. y de los machos de 800 Kg. Esta raza se caracteriza por presentar una cabeza prominente, frente larga; los cuernos son gruesos, algunas veces retorcidos. Las orejas son muy largas pendulosas y encartuchadas. Esta raza de gran potencial lechero tiene la habilidad para sobrevivir, crecer y reproducirse eficientemente en nuestro clima medio, resistiendo altas temperaturas, forrajes de baja calidad y enfermedades.

Las vacas Gyr lechero pueden llegar a producir hasta 4,500 Kg. de leche / año. Sus principales cruces han sido con razas lecheras europeas como la Holstein, Jersey y Pardo Suizo, para producir ejemplares F1 con habilidad para adaptarse y producir leche con mayor eficiencia en el trópico. (Mairena, 2002)

3.4 Programas de vigilancia de salud del Hato. Deben aplicarse medidas de gestión adecuadas para prevenir el ingreso de las enfermedades en los animales. En particular, las medidas orientadas a:

- Solo adquirir animales provenientes de fincas certificadas libres de Brucelosis (*Mycobacterium bovis*), Tuberculosis (*Brucella abortus*), y otras enfermedades. Otra alternativa es realizar los exámenes previos a comprarlos. Evitar el riesgo de transmisión de estas enfermedades zoonóticas.
- Es recomendable contar con un programa de bioseguridad en finca y de ser necesario el ingreso de personas y vehículos deberán ser sometidos a un sistema de desinfección.

- Utilizar un sistema de identificación que permita tener identificados individualmente a los animales, desde su nacimiento.
- Llevar controles productivos y reproductivos de todos los animales de la explotación.

4. La leche y el ordeño:

4.1 La Leche. La leche, sin otra denominación es el producto íntegro y fresco del ordeño completo, en condiciones de higiene, de vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con los caracteres físicos y bacteriológicos que se establecen. (MAGA, 2005).

4.1.1 Componentes de la leche. La leche contiene agua y elementos sólidos, los principales componentes nutritivos en los elementos sólidos son: Grasa, proteína, azúcares (lactosa) y minerales. Cuando los sólidos totales se les excluye la grasa se denominan: Sólidos no grasos. Los componentes de la leche pueden variar por influencia de la alimentación, manejo, genética y raza del animal. El estado de la lactancia, condición corporal o situaciones de stress, son aspectos importantes a considerarse para obtener leche de calidad y composición química. En términos generales, la composición de la leche es la siguiente (Saavedra, 2009).

Cuadro No. 3. Componentes de la leche.

Componente	Valor
Grasa	3.4 %
Proteína	3.2 %
Lactosa	4.7 %
Contenidos minerales	0.7 %
Sólidos totales	12.0 %
Agua	88.0 %
Sólidos no grasos	8.6 %

Fuente: Saavedra, 2009.

El agua es el componente más abundante y es en ella donde encontramos los otros componentes en estados diferentes. Las proteínas de la leche están conformadas

por tres grupos: La caseína, la lactoalbúmina, la lactoglobulina, se encuentran presentes más de veinte aminoácidos dentro de los cuales están todos los esenciales. La materia grasa está compuesta de una mezcla de triglicéridos y ácidos grasos. La lactosa es uno de los componentes más abundantes entre los sólidos de la leche, es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa. Los minerales de la leche se determinan en sus cenizas, los más importantes son el calcio, fósforo, sodio, potasio; en pequeñas cantidades se encuentra el hierro entre otros. Las vitaminas presentes en la leche están las liposolubles A, D, E y K; el complejo B y la vitamina C. (Magariños, 2000).

4.1.2 Contaminación microbiana de la leche cruda. La leche constituye un excelente medio de cultivo para determinados organismos, sobre todo las bacterias mesófilas y dentro de estas la patógenas, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura. (Magariños, 2000).

4.2 Buenas Prácticas de Ordeño. Las Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) son el conjunto de pasos o lineamientos donde interactúan la vaca, el ordeñador y el productor para obtener una leche de buena calidad y cantidad, se deben aplicar durante todo el proceso de producción de la leche; antes, durante y después del ordeño. Los principales requisitos es tener instalaciones apropiadas para el ordeño en la finca, piso cementado, paredes con un mínimo de altura de 1.5 M pintadas de color claro (pintura grado alimenticio), techos con materiales que facilite su limpieza, condiciones adecuadas de ventilación e iluminación, lavamanos en sala de ordeño y sanitarios. Respecto al personal de ordeño, realizar una adecuada limpieza y desinfección de manos, tener uniforme de trabajo para proteger a los ordeñadores y principalmente para que esto no represente un foco de contaminación para la leche, practicar buenos hábitos de higiene como el baño diario, lavado de uñas, cabello y barba recortadas, cepillado de dientes. Botas de hule solo para ser utilizadas en la sala de ordeño de preferencia color blanco para ver su grado de limpieza. Capacitaciones al personal para alcanzar un ordeño eficiente e higiénico en el manejo y lavado de los utensilios, disponer de personal calificado en las actividades que desempeña. El personal de ordeño debe estar saludable y esto es verificable mediante la tarjeta de salud emitida por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, garantizando así que el producto final está siendo manipulado por personal sano y que no posee enfermedades infectocontagiosas. (MAGA, 2005).

4.3 Tipos de ordeño:

4.3.1 Ordeño manual. Es el tipo de ordeño tradicional, el ordeñador realiza presión con sus manos sobre los pezones para forzar la salida de la leche. Una de sus desventajas radica en el hecho de que las manos del ordeñador pueden convertirse en vectores mecánicos de patógenos que afectan la calidad, inocuidad y son causantes de mastitis. (OIRSA, 2007)

4.3.2 Ordeño mecánico. Es el tipo de ordeño que surge debido a la necesidad de obtener leche de una forma más productiva, efectiva e higiénica. Debido a que reemplaza el ordeño manual por sistemas de máquinas, las cuales son capaces de realizar esta tarea tan importante, para reducir el tiempo de ordeño, favorecer la tranquilidad de las vacas, mejorar la higiene y favorecer la comercialización porque se obtiene leche de calidad. (OIRSA, 2007).

5. Instalaciones y equipo:

5.1 Sala de ordeño. La sala de ordeño es parte de las instalaciones, deberá cumplir con las siguientes características:

- Mantenerse libre de animales de otras especies, tales como cerdos, gatos, perros, aves, y otros, cuya presencia podría traer como consecuencia la contaminación de la leche.
- Libre de plagas, tales como roedores e insectos.
- Los pisos y paredes deben ser de materiales de fácil limpieza y estar en buenas condiciones, piso de cemento, debe facilitar el drenaje adecuado y ser antideslizantes.
- Los techos deben estar en buenas condiciones estructurales e higiénicas.
- Ser bien ventiladas, con luz adecuada y suficiente.

Los tipos de salas de ordeño es según la posición de las vacas durante el ordeño, la forma en la que se realiza la entrada y salida de la instalación.

- A nivel de piso. Es uno de los más utilizados en Guatemala, una de sus ventajas es su bajo costo de construcción en relación a otros diseños, es el recomendado para hatos pequeños.

- Brete pasante. De los más utilizados para ganaderías de doble propósito, ya que permiten que el ternero este al lado de la vaca a la hora del ordeño estimulando la bajada de la leche, entre sus ventajas es que facilitan la salida de las vacas hacia el frente, mejorando con ello la eficiencia del ordeño. Es recomendable para hatos pequeños. (Saavedra, 2009).

5.2 Disponibilidad de agua. Es necesario asegurarse de que los suministros de agua para los animales sean de buena calidad, bajo sombra y sobre todo que en los lugares donde se deposite la misma estén limpios y exista un recambio de agua cada cierto tiempo. Debe contarse con suficiente agua potable para la limpieza del pezón, lavado del equipo de ordeño y de almacenamiento de la leche, para la higiene del personal y los procesos de desinfección. El agua potable debe cumplir con las características especificadas en la legislación nacional vigente. Norma COGUANOR 29001:2010 (OIRSA, 2007).

5.3 Cuarto para el almacenamiento de la leche. Deben estar diseñados y fabricados con material sanitario de manera que puedan limpiarse, desinfectarse y mantenerse en forma ordenada y que evite la posible contaminación. Independiente de otras áreas y ser de uso exclusivo (no almacenar alimentos, químicos, entre otros) para este fin y el almacenamiento de equipos y utensilios utilizados para el ordeño. Protegido contra insectos, roedores y aves. (OIRSA, 2007).

5.4 Componentes del equipo de ordeño:

5.4.1 Ciclos de Recepción de Leche. Existen dos tipos de recepción de la leche denominados:

- Ciclo abierto. La producción de leche proveniente del ordeño es almacenada en tarros o cubetas de aluminio, acero inoxidable y plástico, las cuales tienen incorporada en la tapadera el pulsador.
- Ciclo cerrado o de unidad final. En este sistema la leche ordeñada de todas las vacas no tienen ningún contacto con el ordeñador ya que la misma pasa por la línea de leche hasta llegar a la unidad final o depósito de leche. Los componentes difieren según el ciclo que se trabaje, pero generalmente cuenta con:

- Bomba y Regulador de Vacío,
- Indicador de vacío (manómetro).
- Pulsador.
- Válvula de vacío.
- Unidad de ordeño.
- Cubeta o tarro.

5.5 Tanque de enfriamiento. Su función es mantener la leche a una temperatura menor de 4.4 °C, es importante que toda la leche ordeñada baje a esta temperatura, es accionado cuando por lo menos haya producción de leche de unas 10 vacas. Con el propósito de no permitir el crecimiento bacteriano que pueden dañar la leche, dentro de tanque debe contener una paleta conocida como agitador la cual homogeniza la leche para su enfriamiento. En el mercado existen una serie de modelos y de capacidades, cada productor debe asesorarse del tamaño del tanque deseado el cual tiene que ser acorde a la producción diaria y al tiempo de almacenaje, que se debe contemplar como máximo de 48 horas, lo que quiere decir que si una explotación ordeña dos veces al día, y si se va almacenar la leche de 4 ordeños, en base a ese cálculo se puede escoger el tanque de enfriamiento. (Saavedra, 2009).

6. Conservación de la leche:

6.1 Enfriamiento de la leche. Además el equipo utilizado para enfriar y almacenar leche debe estar diseñado de modo que se alcancen la temperatura que se requieren con la rapidez necesaria para asegurar la calidad higiénica de la misma, y se mantenga con eficacia. Este equipo debe tener también un diseño que permita vigilar, controlar y registra las temperaturas. El enfriamiento es el único método permitido para conservar la leche. Cuando la leche destinada a procesamiento no se recoge, ni se utiliza dentro de las dos horas que siguen al ordeño, la misma deberá enfriarse a una temperatura igual o inferior a 4.4 °C si se recoge diariamente, igual si no se recoge diariamente. Temperaturas diferentes de las mencionadas puede ser aceptables si tales desviaciones no determinan un riesgo mayor de peligros microbiológicos, han sido aceptadas por el procesador que recibe la leche. (OIRSA, 2007).

6.2 Calidad de la leche. La producción de leche se realiza para proporcionar un alimento de valor nutritivo para el ser humano. Son reconocidas las cualidades de este producto en la alimentación de niños, adultos y ancianos. Pero para que la leche cumpla con esas expectativas nutricionales debe reunir una serie de requisitos que definen su calidad, su composición fisicoquímica, cualidades organolépticas, calidad sanitaria (libre de enfermedades zoonóticas) y número de microorganismos presentes. Después de que la leche sale de la ubre de la vaca ya no se puede cambiar su composición fisicoquímica a no ser en algunos ajustes permitidos para mejorar su aspecto (Homogenizar), disminuir algunos de sus componentes para hacerla más atractiva para algún consumidor especial (deslactosar, descremar), todo ello mediante tecnologías permitidas y declaradas. Pero en la cadena de producción de este preciado producto desde la finca productora de leche hasta la planta procesadora es necesario cuidar todos aquellos factores que si no se manejan adecuadamente van a provocar deterioro del producto con pérdidas para el productor y disminución de volúmenes para el comprador. (Revilla, 2000).

6.3 Transporte de leche. Después de tener la leche en las condiciones adecuadas de enfriamiento y almacenamiento, la leche debe recolectarse, transportarse y entregarse sin retrasos injustificados y de tal forma que se evite la introducción de contaminantes y se reduzcan al mínimo la proliferación de microorganismos en el producto. Los vehículos serán exclusivos para el transporte de la misma. Se debe transportar en vehículos identificados con la leyenda “Exclusivo para transporte de leche cruda”. De preferencia en tanques isotérmicos. (OIRSA, 2007).

7. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA):

Que de conformidad con lo establecido en la Constitución Política de la República, corresponde al estado promover el desarrollo económico de la nación, estimulando la iniciativa en actividades agropecuarias, entre otras. Que todos los habitantes tienen derecho a consumir alimentos inocuos, nutritivos y de calidad, lo cual debe ser garantizado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, en el ámbito de su competencia, a través de acciones de control, prevención y promoción, mejorando la competitividad en el mercado nacional e internacional coadyuvando con

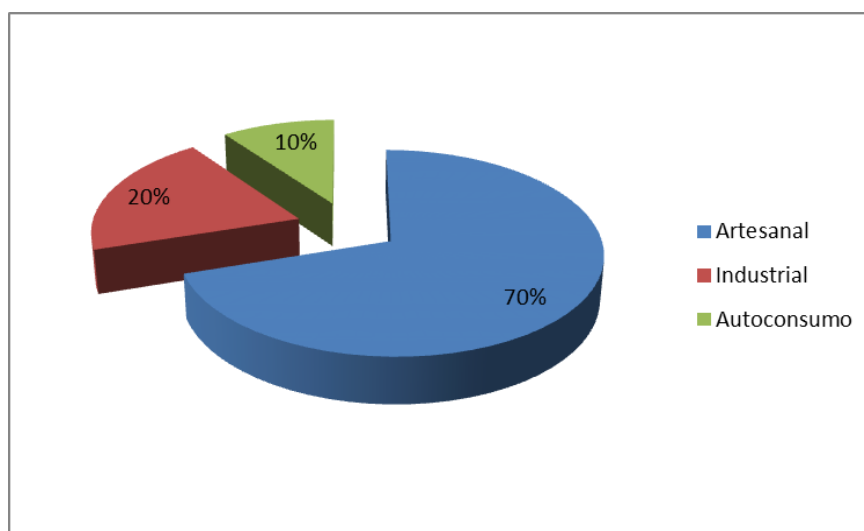
ello a resolver la problemática de la población en el marco de la seguridad alimentaria. Se pueden obtener al cumplir con ciertos requisitos y revisiones los siguientes documentos: (MAGA 2005)

- Certificado de hato en control o libre de Brucelosis y Tuberculosis.
- Licencia para funcionamiento de sala de ordeño.

8. Producción de leche en Guatemala:

La producción nacional de leche actualmente es de aproximadamente de un millón cuatrocientos mil (1,400,000) litros de leche diarios de los cuales se destina el 70% de la producción al mercado artesanal, el 20 % para la industria y el 10 % para autoconsumo.

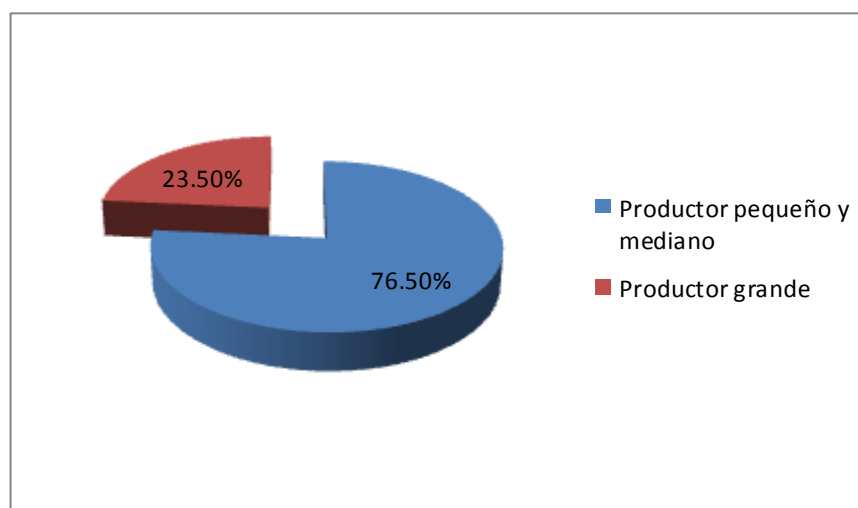
Figura No. 1. Distribución de la producción de leche en Guatemala.



Fuente: Cámara de Productores de leche, 2011.

La producción de leche en Guatemala está formada por un 76.5% de productores pequeños y medianos; siendo un 23.5% los productores grandes.

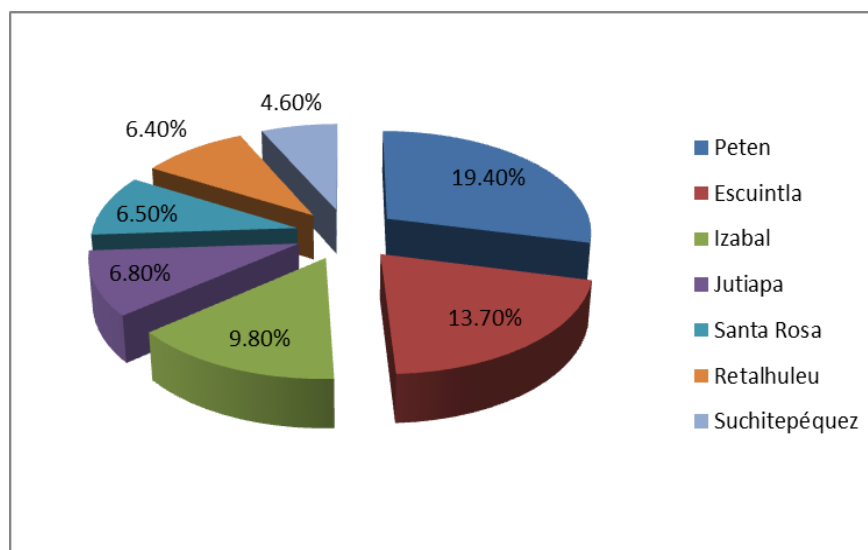
Figura No. 2. Clasificación de los productores de leche en Guatemala con base al volumen de producción.



Fuente: Cámara de Productores de leche, 2011.

La ganadería en Guatemala, según el IV Censo Nacional Agropecuario realizado en el año 2003 por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Existe un total de 1,775,831 cabezas de ganado bovino; los departamentos que, respecto al total del país presentan las mayores existencias son: Peten con 19.4 %, Escuintla con 13.7%, Izabal con 9.8%, Jutiapa con 6.8%, Santa Rosa con 6.5%, Retalhuleu con 6.4% y Suchitepéquez con 4.6%

Figura No. 3. La ganadería en Guatemala.



Fuente: INE, 2003.

8.1 Consumo nacional de leche. En la actualidad Guatemala presenta índices bajos de consumo de leche de vaca *per cápita* en comparación con el resto de países de Centroamérica, llegando solamente a consumir un aproximado de 56 litros por persona al año (Fuente Cámara de Productores de Leche de Guatemala 2010). Esto debido a que no existen estrategias agresivas para posicionar el producto en el mercado que le den a conocer al consumidor la calidad nutricional de este importante alimento, todas sus bondades y beneficios necesarios para el crecimiento y desarrollo de los niños principalmente. Lo anterior se traduce en problemas de desnutrición en la población de niños, adultos y ancianos. Se debe apoyar fuertemente la producción nacional, mejorando los sistemas de producción.

9. Análisis económico mensual de la producción de leche.

Cuadro No. 4. Análisis económico ordeño manual

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unidad / Q	Total / Q
COSTOS FIJOS				
Mano de obra				
Ordeñadores	Salario/Mes	4	2,276.00	9,104.00
Personal / varios	Salario/Mes	2	2,276.00	4,552.00
Pasivos laborales	--	6	474.16	2,844.96
Total costos fijos				16,500.96
COSTOS VARIABLES				
Alimento para ganado	--	--	--	13,000.00
Productos veterinarios	--	--	--	500.00
Energía eléctrica	--	--	--	400.00
Agroquímicos / fertilizantes	--	--	--	500.00
Gastos varios	--	--	--	500.00
Total costos variables				14,900.00
TOTAL DE COSTOS				31,400.96
Ingresos netos pagos del artesanal	1 Litro	9,000 L	Q 3.65	32,850.00
Utilidad				1,449.04
Rentabilidad				4.61 %
Costo beneficio				1.04

Fuente: Resultados de la investigación (Datos proporcionados por la finca).

Análisis económico mensual de la producción de leche con la introducción de la propuesta de tecnificación del ordeño.

Cuadro No. 5. Análisis económico ordeño mecanizado.

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unidad / Q	Total / Q
COSTOS FIJOS				
Mano de obra				
Ordeñadores	Salario/Mes	2	2,276.00	4,552.00
Personal / varios	Salario/Mes	1	2,276.00	2,276.00
Pasivos laborales	--	3	474.16	1,422.48
Maquinaria y equipo				
Otros (Mantenimiento)	1	Servicio	500.00	500.00
Total costos fijos				8,750.48
COSTOS VARIABLES				
Alimento para ganado	--	--	--	13,000.00
Productos veterinarios	--	--	--	500.00
Productos de limpieza y desinfección	--	--	--	300.00
Energía eléctrica	--	--	--	1,000.00
Agroquímicos / fertilizantes	--	--	--	500.00
Gastos varios	--	--	--	500.00
Total costos variables				15,800.00
TOTAL DE COSTOS				24,550.48
Ingresos con IVA incluido pago por calidad	1 Litro	9,000 L	Q 4.50 con Incentivos	40,500.00
Utilidad				15,949.52
Rentabilidad				64.96 %
Costo beneficio				1.64

Fuente: Resultados de la investigación (Datos proporcionados por la finca).

Inversión a realizar:

*El valor total de la cubeta de ordeño móvil es de Q 19,000.00

*El valor del tanque de enfriamiento usado es de Q 33,000.00

El monto total de la inversión inicial es de Q 52,000.00

El precio proyectado de Q 4.50 por litro de leche, es el resultado de la investigación del pago por calidad que tiene actualmente la industria láctea nacional, cumpliendo con los requisitos mínimos de componentes físico-químicos y resultados microbiológicos de la leche. Debido a que la propuesta para la introducción de la mecanización del ordeño ayuda a preservar la calidad, al evitar la contaminación por las manos del ordeñador, el contacto con el medio ambiente, el enfriamiento inmediato evita el incremento de los conteos microbiológicos mejorando todo el proceso de la obtención de la leche.

Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI): Es el tiempo que se tarda en recuperar la inversión en un determinado proyecto, es utilizado para medir la viabilidad. Es decir, que si un proyecto tiene un costo total y por su implementación se espera obtener un ingreso futuro, identifica el tiempo total en que se recuperará la inversión inicial. Cuanto más corto sea el periodo de recuperación de la inversión mejor será el proyecto, o la decisión de invertir se toma comparando este período de recuperación con algún estándar predeterminado. (Sullivan, 2004).

Los cálculos del PRI. Se realizaran utilizando los datos del Cuadro No. 2 y con la metodología de la fórmula siguiente:

$$\text{PRI} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Ingresos} - \text{Egresos (Utilidad)}}$$

El periodo más corto para retornar la inversión es amortizando el 100% de las utilidades:

$$\text{PRI} = \frac{\text{Q } 52,000.00}{\text{Q } 40,500.00 - \text{Q } 24,550.48} = \frac{\text{Q } 52,000.00}{\text{Q } 15,949.52}$$

PRI = 3.26 meses para recuperar la inversión.

El dato amortizando el 50 % de la utilidades aplicando la fórmula del PRI= 6.52 meses.

El dato amortizando el 30 % de la utilidades aplicando la fórmula del PRI= 10.86 meses.

Cuadro No. 6. Resumen del análisis económico.

Ordeño manual		Propuesta ordeño mecanizado	
Costos fijos	Q 16,500.96	Costos fijos	Q 8,750.48
Costos variables	Q 14,900.00	Costos variables	Q 15,800.00
Total de costos	Q 31,400.96	Total de costos	Q 24,550.48
Ingresos / venta de leche	Q 32,850.00	Ingresos / venta de leche	Q 40,500.00
Utilidad	Q 1,449.04	Utilidad	Q 15,949.52
Rentabilidad	4.61 %	Rentabilidad	64.96 %
Costo beneficio	1.046	Costo beneficio	1.649

Fuente: Resultados de la investigación.

V. METODOLOGÍA

Al introducir la mecanización del ordeño se mantiene la calidad minimizando los riesgos de contaminación de la leche por microorganismos y se mejora la eficiencia en el proceso de la finca lechera. Se establecen las ventajas de la introducción de esta tecnología al proceso del ordeño, recolección y almacenaje de la leche. Se genera información para la comercialización del producto obteniendo los beneficios del pago por calidad. El seguimiento es presentar la propuesta del plan de inversión al productor.

- Instalaciones básicas de la sala de ordeño, piso cementado, paredes, techos en condiciones adecuadas de ventilación e iluminación.
- Buenas Prácticas de Ordeño.
- Manejo higiénico durante el ordeño.
- Uniforme para el personal de ordeño, botas de hule (Estos deberán ser de uso exclusivo para el momento del ordeño y no para hacer las demás tareas internas de la finca).
- Limpieza de manos y uñas recortadas.
- Limpieza y desinfección de utensilios, y de las instalaciones.
- Equipo de ordeño mecanizado tipo cubeta.
- Método de conservación y almacenaje de la leche en tanque de enfriamiento a una temperatura de 4.4 °C (40 °F).
- Muestreo de la leche para conocer sus características físico-químicas y Microbiológicas.
- Programas de sanidad del ganado en ordeño, para obtener Certificado de hatos en control y/o libre de Brucelosis y Tuberculosis.
- Licencia para funcionamiento de sala de ordeño emitida por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.
- Llegando finalmente con el sector industrial a solicitar apoyo e incentivos para el productor.

Asesoría técnica por estudiante de Ingeniería en Tecnología Agrícola y Pecuaria de la Universidad del Valle de Guatemala, Campus Sur; para poder lograr los objetivos del Trabajo de Graduación.

El presente trabajo se realizó mediante los siguientes pasos:

- Programa de entrevistas. Proveedores de equipo de ordeño, materiales e insumos. Cámara de Productores de Leche. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Industria Láctea Nacional que compra la leche.
- Reuniones de trabajo. Propietario, trabajadores de la finca, para poder asesorarlos y capacitarlos sobre las Buenas Prácticas de Ordeño.
- Procedimientos de muestreo de leche. Análisis de las muestras por laboratorio.
- Calidad del agua disponible en la finca. Mediante resultados de laboratorio.

1. Identificación de responsabilidades en el trabajo:

1.1 Directas. Se identificó a todas aquellas personas que participaron de forma directa en el transcurso de la presente investigación para las decisiones, así como para realizar la propuesta:

- Propietario / administración de la finca.
- Supervisores de campo.
- Trabajadores / ordeñadores.
- Universidad del Valle de Guatemala, Campus Sur.
- Asesor del trabajo de graduación Lic. Zoot. Jaime Herrera.
- Estudiante de Ingeniería en Tecnología Agrícola y Pecuaria.

1.2 Indirectas. Se identificó a todas aquellas empresas, organizaciones y personas que participaron de forma indirecta en el transcurso de la presente investigación:

- Empresa o industria láctea que comprará la leche.
- Proveedor de equipo mecanizado, cubetas de ordeño transportables, tanque de enfriamiento, productos para limpieza y desinfección.
- Laboratorios responsables para el análisis de las muestras, leche y agua.
- Cámara de Productores de Leche de Guatemala.
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA).

2. Recursos necesarios para realizar el trabajo:

- Vehículo y combustible.
- Computadora.
- Agenda.
- Lapicero.
- Información bibliográfica.
- Equipo y utensilios de muestreo de leche. Cucharon de acero inoxidable, pichel de acero inoxidable, agitador de acero inoxidable, termómetro, bolsas estériles para muestras, hielera, sustituto de hielo, test de concentración de cloro, papel desechable, mascarilla y guantes de látex.

3. Procedimientos de muestreo de leche. A continuación se describe el procedimiento que se utilizó para el muestreo de leche. (MAGA, 2005).

3.1 Desinfección de los utensilios para el muestreo: Esta actividad es necesaria realizarla antes y después del muestreo de leche.

- Se limpiaron los utensilios (termómetro, cucharon, pichel y agitador de acero inoxidable) con agua.
- Se preparó solución desinfectante a base de cloro en una cubeta plástica a una concentración de 200 ppm.
- Se sumergieron los utensilios en la solución desinfectante durante un tiempo de 30 segundos.
- Se enjuagaron con agua potable y se secaron con papel desechable.

Al finalizar el muestreo. Se deben colocar los utensilios en bolsas plásticas y almacenarlos en un lugar limpio y seco.

3.2 Descripción del procedimiento. Finalizando el ordeño de la finca se procede al muestreo de leche.

- Se identificó la bolsa estéril con nombre de la finca, fecha del muestreo, temperatura de la leche.
- Lavado y secado de manos.

- Colocación de guantes de látex y mascarilla para evitar fuentes de contaminación.
- Se agito la leche de cada recipiente con el agitador de acero inoxidable dándole 30 vueltas verticales.
- Se midió y anoto la temperatura de la leche.
- Se realizó el muestreo de leche representativo del total de la producción (aprox. 40 mL) de cada recipiente mezclándola en pichel de acero inoxidable, posteriormente fue colocada en bolsa estéril.
- Se almacenó la muestra en hielera, con suficiente sustituto de hielo. Las muestras deben mantenerse en parámetro de temperatura de 2 a 4 °C sin congelarlas.
- La muestra fue transportada el mismo día del muestreo a los laboratorios de referencia INLASA e Industria Láctea Nacional.

Seguidamente se procedió a realizar los siguientes análisis en laboratorios de referencia:

- Análisis fisicoquímico (componentes de la leche). El análisis fisicoquímico realizado a la muestra de leche fue: Materia grasa, proteína, solidos totales, solidos no grasos. Estos análisis se realizaron en laboratorio de referencia de la Industria Láctea Nacional.
- Análisis microbiológico. El análisis microbiológico realizado a la muestra de leche fue: E. Coli, Coliformes totales, Recuento aerobio total. Estos análisis se realizaron en laboratorio INLASA.

• **Calidad del agua.** Se realizó un muestreo del agua para conocer si cumple con la Normas Coguanor 29001 para agua potable. La fuente de agua de la finca es pozo. Los procedimientos fueron dejar drenar el agua durante un periodo de 2 minutos de un chorro de la sala de ordeño, posteriormente medir la temperatura y almacenar 120 mL de agua en una bolsa estéril, se transportó al laboratorio INLASA el mismo día del muestreo.

• **Análisis de resultados.** Selección de Información, reuniones de trabajo y conclusiones de la información.

VI. RESULTADOS

1. Situación inicial. A continuación se enumeran una serie de detalles de la situación actual de la Finca Santa Cristina, ubicada en el municipio de San Antonio, Suchitepéquez. La finca cuenta con un área total de 40 manzanas de las cuales únicamente se destinan 15 manzanas para la ganadería debido a que no se cuenta con un buen desarrollo de la unidad productiva.

1.1 Hato. La finca cuenta con un total de 25 vacas conformado de las razas Jersey, F1 Brown Swiss, Holstein, Gyr, para el ordeño con un promedio de 12 Litros diarios las cuales producen un total de 300 Litros al día los cuales son vendidos a un precio de Q 4.00 (Época seca) con bajas de Q 0.75 por litro de leche en la época lluviosa quedando establecido el precio de Q 3.25 sin la posibilidad de recibirle mayor cantidad de leche por parte del comprador artesanal. El número de trabajadores de la finca es de 5 personas de las cuales 4 personas se dedican directamente a las actividades de ordeño.

1.1.1 Inventario del hato. El total de bovinos incluyendo vacas en ordeño es de: 60 animales a continuación se realiza el detalle:

- Vacas en ordeño 25
- Vacas secas 5
- Novillas 4
- Terneras 14
- Terneros 11
- Toros 1

1.2 Instalaciones. Las instalaciones básicas de la finca son: Sala de ordeño, cuarto para almacenar leche, ambos cuentan con piso cementado, paredes, techos en condiciones adecuadas de ventilación e iluminación, no habrá mayor inversión a realizar en este aspecto. La finca cuenta con energía eléctrica, disponibilidad de agua, vías de acceso terrestres en condiciones aceptables con una parte de terracería.

1.3 Ordeño. El tipo de ordeño que se tiene en la finca es manual, debido a que se utilizan las manos de los ordeñadores para poder extraer la leche de las ubres de las vacas, con la aplicación mínima de procedimientos que garanticen la inocuidad y calidad de la leche. Además se tiene la desventaja que la leche está expuesta a peligros físicos, químicos y microbiológicos por estar expuesta al ambiente. La leche es enviada después del ordeño a temperatura ambiente con el comprador artesanal para la elaboración principalmente de productos lácteos no pasteurizados, principalmente quesos frescos y crema. Prácticamente no existe ningún otro comprador de leche que se interese por el producto debido a que no cumple con los requerimientos que tiene la industria láctea nacional de un producto con calidad.

1.3.1 Determinación del tiempo utilizado por vaca ordeñada manualmente. Se ha logrado medir el tiempo de ordeño por vaca promedio en la finca y se han establecido una muestra de 6 vacas con su respectiva duración en el ordeño manual.

Cuadro No. 7. Tiempo de ordeño promedio de un lote de 6 vacas.

No. De Vaca	Nombre de la vaca	No. de lactancia	Tiempo de ordeño minutos
1	Campana	2	17
2	Finita	3	16
3	Campanita	4	15
4	Overa	2	18
5	Muquita	3	19
6	Vaquita	2	20
Totales	Σ 6 vacas	promedio 2.66	Σ 105 minutos

Fuente: Resultado de la investigación.

Tiempo de ordeño: 105 minutos / 6 vacas

Tiempo de ordeño: 17.50 minutos / vaca

Con esta información determinamos el tiempo de ordeño promedio por vaca de un grupo de 6 vacas que tiene cada ordeñador en la finca, teniendo un ordeñador una vaca más en su grupo.

A continuación establecemos el tiempo total de ordeño de las 25 vacas:

Tiempo total de ordeño: 17.50 minutos / vaca * 25 vacas

Tiempo total de ordeño: 437.5 minutos

El tiempo determinado fue sin incluir traslapes entre vacas, es decir entrada y salida de las vacas, preparación previo al ordeño, actividades post-ordeño; al tener el tiempo total del ordeño lo dividimos en el total de ordeñadores para obtener la duración total del ordeño:

Duración del ordeño: 437.5 minutos / 4 ordeñadores

Duración del ordeño: 109.37 minutos (1 hora con 50 minutos). Para razones de medir la eficiencia lo dejamos en decimales 1.82 horas.

1.3.2 Medición de la eficiencia del proceso de ordeño manual. La eficiencia de un proceso de ordeño se realiza evaluando el número de litros de leche colectado por persona por hora de trabajo. Ese cálculo es una de las maneras de aumentar la productividad de un sistema de producción. A continuación se establecen el procedimiento para poder calcularlo.

- Litros de leche / hora = $\frac{\text{Total de litros de leche por día}}{\text{Número de horas de ordeño}}$

Después se determina la cantidad de litros de leche / ordeñador / hora.

- Litros de leche / ordeñador / hora = $\frac{\text{Litros de leche / ordeñador / hora}}{\text{Número total de ordeñadores}}$

Aplicación y medición de la eficiencia del proceso de ordeño manual:

- Litros de leche / hora = $\frac{\text{Total de litros de leche por día}}{\text{Número de horas de ordeño}}$
 = $\frac{300 \text{ L}}{1.82 \text{ Horas}}$ = 164.83 L / Hora

- Litros de leche / ordeñador / hora = $\frac{\text{Litros de leche / ordeñador / hora}}{\text{Número total de ordeñadores}}$
 = $\frac{164.83 \text{ L / Hora}}{4 \text{ ordeñadores}}$
 = 41.20 L / ordeñador / hora.

Con la introducción de la mecanización se espera mejorar a un aprox. de 120 L / ordeñador / hora.

1.4 Evaluando la calidad de leche y agua de la finca. Para evaluar la calidad de la leche existen laboratorios especializados para este tipo de análisis. Debido a la forma de comercialización actual, generalmente los productores de leche o ganaderos no se interesan por conocer las características de la leche que están produciendo. Actualmente se da a conocer los principales laboratorios a los que pueden acudir los productores para poder realizar los análisis correspondientes:

- Laboratorio de la Cámara de Productores de Leche de Guatemala, únicamente realizan análisis fisicoquímicos (grasa, proteína, sólidos totales, sólidos no grasos, densidad).
- Laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), análisis microbiológicos y fisicoquímicos.
- Laboratorio de Investigación, análisis, servicio y asesoría (INLASA) con resultados microbiológicos y análisis de agua.

Los parámetros evaluados para conocer la calidad de la leche se describen a continuación:

1.4.1 Resultados de los parámetros físico-químicos de la leche.

Entre los factores que influyen en la composición físico-química de la Leche, se tienen los asociados con el animal, entre ellos la raza, producción, periodo de lactancia, edad, y estado sanitario. Los que dependen de las condiciones de manejo, es decir alimentación, ordeño, y alojamiento; asimismo de los factores relacionados con el ambiente, estación del año y clima (Magariños, 2000). La Comisión Guatemalteca de Normas del Ministerio de Economía, en su Norma Técnica Guatemalteca NTG34 040:06 “Leche de vaca sin pasteurizar” establecen las características fisicoquímicas, que deberá cumplir con los requisitos especificados a continuación:

Cuadro No. 8. Características fisicoquímicas de la leche según norma COGUANOR NTG34 040:06. / Resultados fisicoquímicos de la leche del laboratorio de la industria láctea nacional.

Norma / finca	Materia grasa (%)	Sólidos totales (%)	Sólidos no grasos (%)	Proteína (%)
COGUANOR NTG34 040:06 *	3.00	11.20	8.20	3.00
Santa Cristina **	4.10	12.75	8.65	3.25

Fuente: COGUANOR NTG34 040:06. **Resultados de laboratorio de la industria láctea nacional, 2013.

1.4.2 Resultados microbiológicos de la leche. En relación a la calidad es importante indicar que las normas nacionales según Acuerdo Gubernativo 147-2002 de la Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA). La Comisión Guatemalteca de Normas del Ministerio de Economía, en su Norma Técnica Guatemalteca NTG34 040:06 “Leche de vaca sin pasteurizar” establecen una clasificación de calidades de leche de acuerdo a las condiciones por recuento microbiológico de la leche fluida.

Cuadro No. 9. Clasificación microbiológica según el MAGA y norma COGUANOR NTG34 040:06.

Clasificación de la leche	Parámetros MAGA	Parámetros norma COGUANOR NTG34 040:06
Leche grado “A”	Menor que 400,000 *UFC/mL.	5,000 a 100,000 *UFC/mL.
Leche grado “B”	Mayor que 400,000 pero Menor que 1,000,000 *UFC/mL.	100,001 a 200,000 *UFC/mL.
Leche grado “C”	Mayor que 1,000,000 pero Menor que 3,000,000 *UFC/mL.	200,001 a 500,000 *UFC/mL.
Leche grado “D”	Mayor que 3,000,000 *UFC/mL.	500,001 a 1,000,000 UFC/mL.

Fuente: Acuerdo Gubernativo 147-2002, MAGA. / COGUANOR NTG34 040:06

*UFC/mL (Unidades Formadoras de Colonia por mililitro).

Los resultados microbiológicos de la leche según el Laboratorio INLASA, se detalla a continuación:

Cuadro No. 10. Resultados microbiológicos de la leche del laboratorio INLASA

Nombre de la finca	E. Coli (*UFC/mL)	Coliformes totales (*UFC/mL)	Recuento aerobio total (*UFC/mL)
Santa Cristina	150	1,600	1,200,000

Fuente: Resultados de Laboratorio INLASA, 2013.

*UFC/mL (Unidades Formadoras de Colonia por mililitro).

1.4.3 Resultados microbiológicos del agua. En relación a la calidad del agua es importante indicar que las normas nacionales según: La Comisión Guatemalteca de Normas del Ministerio de Economía, en su Norma Técnica Guatemalteca NTG 29001 “Agua para consumo humano” establecen las características microbiológicas en el inciso No. 6.

Cuadro No. 11. Valores para verificar la calidad microbiológica del agua según norma COGUANOR NTG 29001.

Microorganismos	Límite máximo permisible
Agua para consumo directo coliformes totales y e. coli	No deben ser detectables en 100mL de agua
Agua tratada que entra al sistema de distribución coliformes totales y e. coli	No deben ser detectables en 100mL de agua
Agua tratada en el sistema de distribución coliformes totales y e. coli	No deben ser detectables en 100mL de agua

Fuente: COGUANOR NTG 29001.

Los resultados microbiológicos según el Laboratorio INLASA, se detalla a continuación:

Cuadro No. 12. Resultados microbiológicos del agua del laboratorio INLASA.

Nombre de la finca	E. Coli (UFC/100mL)	Coliformes (UFC/100mL)	Coliformes fecales (UFC/100mL)	Recuento aerobio total (UFC/mL)
Santa Cristina	Negativo	<1 UFC/100mL	<1 UFC/100mL	<1 UFC/mL

Fuente: Resultados de Laboratorio INLASA, 2013.

1.5 Aspectos instituciones y legales. Es importante mencionar cuáles y como son las condiciones legales que rigen la importancia de este proyecto.

Según la Constitución Política de la República de Guatemala, Título II Derechos Humanos, Capítulo II Derechos Sociales, en la Sección Décima Régimen Económico y Social, Artículo 119 Obligaciones del Estado inciso a) Promover el desarrollo económico de la nación, estimulando la iniciativa en actividades agrícolas, pecuarias, y de otra naturaleza.

Según la Constitución Política de la República de Guatemala, Título II Derechos Humanos, Capítulo II Derechos Sociales, en la Sección Séptima: Salud, Seguridad y Asistencia Social, Artículo 99 Alimentación y Nutrición: El Estado velará porque la alimentación y nutrición de la población reúna los requisitos mínimos de salud. Las instituciones especializadas del Estado deberán coordinar sus acciones entre sí o con organismos internacionales dedicados a la salud, para lograr un sistema alimentario nacional efectivo.

El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación según Acuerdo Ministerial No. 427 - 2005, Edificio Monja Blanca: 25 de julio de 2005. Acuerda: Las normas para la obtención de Licencia Sanitaria de Funcionamiento de sala de ordeño, previo a esto deberá contar con Certificado de hato en control o libre de Brucelosis y Tuberculosis.

El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación según Acuerdo Gubernativo No. 147 - 2002, Unidad de normas y regulaciones. Acuerda: El artículo No. 7 Sistema de pago inciso b) Calidad higiénica con parámetros de clasificación de la leche según los resultados microbiológicos.

La Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR del Ministerio de Economía, en su Norma Técnica Guatemalteca NTG 34 040:06 Leche de vaca sin pasteurizar en el inciso 5.3 establece las características microbiológicas, clasificando la leche según el recuento total de bacterias aerobias expresadas en unidades formadoras de colonia por mililitro (UFC/mL).

1.6 Desventajas y limitantes del proceso de ordeño manual. El proceso de ordeño manual presenta varias desventajas y limitantes que hacen que únicamente sea aplicable con un número pequeño del hato en ordeño; a medida que se incrementa la cantidad de vacas en ordeño, mejorando la genética, se cuenta con las instalaciones básicas para sala de ordeño y cuarto para almacenar la leche, podrá existir la necesidad de una mecanización del ordeño, recolección y almacenaje de la leche, para mejorar la eficiencia en el proceso y mantener la calidad. Para poder introducir estas tecnologías en el proceso adecuadamente estas deben superarse o minimizarse.

1.6.1 Desventajas:

- **Calidad higiénica.** La calidad higiénica es deficiente debido a que la leche se expone a las manos del ordeñador y el medio ambiente, con mayores riesgos de contaminación física, química y microbiológica.
- **Menor eficiencia en mano de obra.** Se obtiene menor cantidad de leche por hombre al año y se ordeñan menos vacas por hombre por unidad de tiempo.
- **Más costos en la producción.** Se requiere mayor cantidad de mano de obra en comparación con un ordeño mecanizado.
- **Condiciones y ambiente de trabajo.** Presenta condiciones y ambiente menos favorable que el ordeño mecanizado.
- **Absentismo laboral.** Existe una dependencia de la mano de obra y al ausentarse algún operario ocasiona problemas serios debido a que el personal no es fácilmente sustituible por el tipo de trabajo.
- **Daños por ordeñador.** El ordeñador puede producir lesiones en los pezones de la ubre, si no tiene los cuidados necesarios al momento del ordeño o infecciones por algún tipo de contaminación cruzada.
- **Leche al ambiente.** Debido al manejo que se le da a la leche se encuentra a temperatura ambiente, ideal para el incremento de los conteos microbiológicos afectando directamente la calidad de la leche.

1.6.2 Limitantes:

- **Deficiente control en las operaciones.** Las condiciones en las que se lleva a cabo el proceso no permite llevar un control estricto en todos los procedimientos de ordeño, registros, cadena de enfriamiento y procedimientos de limpieza.
- **Deficiencias sanitarias.** No se puede garantizar la inocuidad de la leche obtenida en la finca debido a que no cuenta con respaldos que está en control o libre de las principales enfermedades zoonóticas como la Brucelosis y Tuberculosis.
- **Instalaciones y materiales improvisados.** Generalmente cuando se produce leche con un ordeño manual, las instalaciones en las que se realiza el proceso no cumple con los requerimientos básicos, provocando una contaminación al producto, carencia de limpieza y desinfección de los materiales que tienen contacto con la leche.

2. Propuesta para la introducción de la mecanización del ordeño, recolección y almacenaje de la leche. La formulación de esta propuesta busca unificar esfuerzos de todas las personas involucradas en el ordeño de la finca, manejo de la leche desde su obtención hasta su comercialización. El inicio de la propuesta se da por el cambio de un ordeño manual por la introducción de la mecanización del ordeño, este sistema vendrá a sustituir procesos que durante años se vienen realizando en muchas de las ganaderías de Guatemala; se definirá un estándar para cualquier unidad de producción que necesite realizar estos cambios dentro de sus procesos en la finca. Se incluye la compra de equipo como cubetas de ordeño y tanque de enfriamiento.

2.1 Instalaciones. Las instalaciones de la finca según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación MAGA, Acuerdo Ministerial No. 427-2005, Artículo 9. Requisitos específicos para las salas de ordeño de leche cruda: Deben contar con condiciones higiénico-sanitarias, estructura y equipo que permitan garantizar la inocuidad de la leche y además cumplir con lo siguiente:

- Los corrales de espera y las salas de ordeño deben tener piso cementado de fácil limpieza con un desnivel no más del uno por ciento (1%) hacia el drenaje que permita evacuar excrementos y aguas de lavado.
- Las salas de ordeño deben contar con paredes con un mínimo de altura de un metro y medio (1.50 metros) de color claro y cuando se utilice pintura, esta deberá

ser de grado alimentario aprobada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Los techos, construidos de material que permita su limpieza y que garantice la inocuidad de la leche. Deberán contar con condiciones adecuadas de ventilación e iluminación.

- Contar con agua potable o fuente de agua apta para consumo humano, para realizar actividades de lavado y desinfección.
- Contar con servicios sanitarios y duchas para el personal, los cuales deberán estar separados de la sala de ordeño.
- Contar con lavamanos en el servicio sanitario y en la sala de ordeño.
- Mantener un control de limpieza y desinfección del equipo de ordeño, herramientas, utensilios y de protección personal.
- Mantener un programa de control de plagas.
- Los recipientes y maquinaria utilizados en la recolección, enfriamiento, filtración y almacenamiento de leche, deben ser de acero inoxidable.

El área de almacenamiento de leche cruda o cuarto de leche debe cumplir con lo siguiente:

- Independencia de otras áreas y uso exclusivo para este fin, piso cementado de fácil limpieza con un desnivel máximo del uno por ciento (1%) hacia el drenaje para evacuar agua de limpieza y residuos de leche.
- Paredes y techos construidos de material que permita su limpieza y no sea fuente de contaminación de la leche, así como las condiciones adecuadas de ventilación e iluminación.

2.2 Maquinaria, equipo e insumos. Se identificaron las siguientes empresas proveedoras de equipos y servicios, a continuación se detalla la información:

- Tecnomilk Guatemala: Venta de equipos de ordeño.
- Tecnología pecuaria (Tecnopec): Venta de equipos de ordeño y tanques de enfriamiento.
- Equipos para la industria láctea carpaz: Venta de equipos de ordeño y tanques de enfriamiento.
- Empresa agrilácteos – ganatec: Venta de equipos de ordeño y tanques de enfriamiento.

Se presenta el plan de inversión principalmente para maquinaria y equipo debido a que las instalaciones cumplen con los requerimientos básicos y necesarios para poder funcionar. El equipo cotizado consiste en dos ordeñadoras tipo cubeta transportables, un tanque de enfriamiento con una capacidad de 1,000 litros (usado), detergentes para limpieza y desinfección del equipo de ordeño.

2.2.1 Cubetas de ordeño Transportables. A continuación se describen las características de la cubeta de ordeño transportable cotizada en la empresa: Equipos para la industria láctea carpaz:

- Marca Flaco Modelo África.
- Con dos cubetas de ordeño.
- Acero inoxidable o transparente.
- Incluye: colector, pulsador,
- neumático alterno súper plus,
- manguera de pulsación doble,
- pezoneras y casquillos.
- con motor eléctrico de 3/4 HP de 1,700 Rpm
- 110 voltios monofásicos.
- a un precio de Q 19,000.00

Figura No. 4. Equipo de ordeño transportable.



Fuente: Cotización a la empresa equipo para la industria láctea carpaz. Julio 2013.

2.2.2 Tanque de enfriamiento. A continuación se describen las características de un tanque de enfriamiento de leche, cotizado en la empresa: Equipos para la industria láctea carpaz:

- Capacidad de 264 galones (1,000 litros).
- Acero inoxidable reacondicionado.
- Con 1 unidad nueva condensadora de 4 hp.
- Marca Miller 220 monofásica.
- Temperatura media, refrigerante R-22.
- Con todos los controles, termostato, termómetro.
- Válvulas, contactores, armaflex y demás accesorios nuevos.
- Con compresor marca Coopeland hermético.
- Reciprocante tipo aire acondicionado.

Los Tanques Incluyen. Tapaderas grandes y pequeñas, Motor Agitador, Aspa, Llave de Salida. Todos los accesorios son de acero inoxidable. A un precio de Q 33,000.00

Figura No. 5. Tanque de enfriamiento.



Fuente: Cotización a la empresa equipo para la industria láctea carpaz. Julio 2013.

2.2.3 Detergentes y desinfectantes para la limpieza de equipos de acero inoxidable, preselladores y selladores. Existen diferentes tipos de empresas que proveen estos insumos, a continuación se describen los diferentes detergentes y desinfectantes que se utilizarán para la limpieza y desinfección del equipo de acero inoxidable.

- Detergente alcalino. Líquido para limpieza de suciedades orgánicas de equipo de ordeño por recirculación o manual. Concentración de uso dependiendo del nivel de suciedad, dureza de agua y el tipo de sistema.
- Detergente ácido. Líquido para limpieza y eliminación de piedra de leche para limpieza de equipo de ordeño por recirculación o manual. Concentración de uso dependiendo del nivel de suciedad, dureza de agua y el tipo de sistema.
- Desinfectante. Líquido a base de hipoclorito de sodio. De gran espectro económico en uso por recirculación o manual en equipos de ordeño mecánico.
- Pre-selladores de pezones a base de Yodo.
- Selladores a base de yodo, glicerina para las diluciones de sellado de pezones.

2.3 Buenas prácticas de ordeño. Al tener un sistema de ordeño mecanizado, se procede a realizar las directrices para el cumplimiento de las buenas prácticas de ordeño (BPO) se deben aplicar durante todo el proceso de producción de la leche, esta actividad implica un manejo antes, durante y después del ordeño, garantizando un adecuado manejo del sistema propuesto: (OIRSA, 2007).

2.3.1 El manejo antes del ordeño:

- Ambiente tranquilo para las vacas. El proceso de producción de leche es coordinado por hormonas como la oxitocina, por lo que cualquier disturbio o alteración en el estado mental o emocional del animal, durante el manejo que reciben previo al ordeño, altera significativamente la producción de leche. Las vacas deben permanecer en corral de descanso o de espera con sombra por lo menos 30 minutos antes de entrar a la sala de ordeño, lo que permitirá que el animal tome agua, orine, defaque y se tranquilice antes de pasar al ordeño.
- Uniforme de trabajo para el personal de ordeño. Los ordeñadores deben bañarse a diario, vestir un uniforme de trabajo que garantice la inocuidad de la leche que debe incluir camisa, pantalón, gabacha u overol de tela fuerte, gorra, botas de

hule, preferiblemente el color del uniforme debe ser de color claro (blanco o beige).

- Revisión de los utensilios de ordeño. Es necesario verificar las condiciones de limpieza antes de empezar a utilizarlos, aplica para las cubetas de ordeño mecanizado, filtros. Deben estar libre de residuos, suciedad acumulada y malos olores.
- Preparación de la solución desinfectante. La solución desinfectante se puede elaborar con cualquier producto encontrado en el mercado a base de yodo siempre y cuando se sigan las recomendaciones del fabricante.
- Ingreso de las vacas a sala de ordeño. Las vacas que se van a ordeñar, deben pasar por el pediluvio ubicado en la entrada de la sala de ordeño, de esta forma se podrán limpiar el lodo, estiércol o residuos de pasto que generalmente se acumulan en los casco y patas. Reduciendo los riesgos de contaminación de la leche ordeñada y facilitando la limpieza de la sala de ordeño. Es importante mencionar que el agua del pediluvio deben cambiarla después de cada ordeño.

2.3.2 El manejo durante el ordeño. Es importante mencionar que el ordeñador siempre se tiene que lavar y desinfectar las manos hasta el antebrazo con una jabón antibacterial frotándolas durante 20 segundos y secarlas con papel (no debe utilizar tela, de preferencia que sea papel desechable), generalmente los focos de contaminación proceden de las manos de los ordeñadores, es recomendable utilizar cepillo para las uñas.

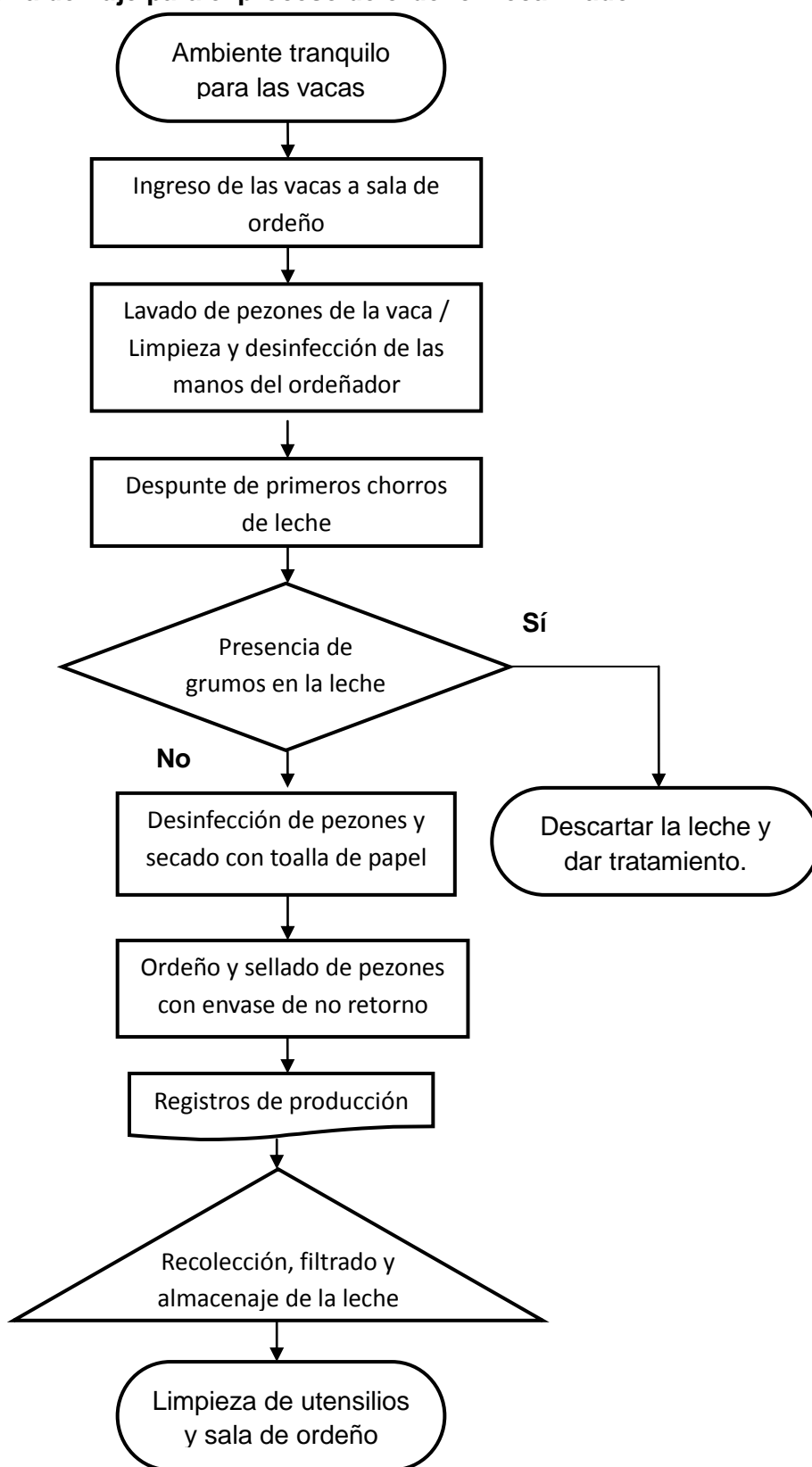
- Lavado de pezones. El lavado de los pezones de la vaca se debe realizar siempre que se va a ordeñar, se debe asegurar que el agua sea limpia y que cumpla con las características de agua potable.
- Despunte de primeros chorros de leche. Se realiza sobre un jarrón de fondo oscuro que sirve para analizar la leche y determinar presencia de grumos, además sirve como estímulo para la vaca.
- Desinfección de pezones. La desinfección de pezones se hace con la solución de yodo en un envase de no retorno cumpliendo con un tiempo mínimo para el contacto de 20 segundo para que se realice correctamente la actividad, es necesario secar con una toalla de papel, un pedazo para cada pezón.

- Ordeño. Se procede a la colocación de pezoneras, es necesario cerrar el vacío en el colector para ir colocándolas en forma recta evitando la entrada de aire.
- Sellado de pezones. Se debe verificar la finalización del ordeño, al terminar se debe realizar el sellado de pezones, introduciendo cada uno de los pezones de la vaca en la solución del sellador en un envase de no retorno.

2.3.3 El manejo después del ordeño:

- Registros de la producción de leche. Es necesario que el productor elabore un registro de la producción diaria de leche de cada una de las vacas.
- Recolección de la leche. Al momento de terminar de ordeñar dos vacas promedio se procede a trasladar la leche al área de filtrado y almacenaje en cuarto de leche.
- Filtrado o higienización de la leche. Es necesario filtrar la leche para evitar la presencia de partículas extrañas (tierra, pasto) existen filtros especiales, previo al almacenaje en el tanque de enfriamiento.
- Almacenaje de la leche. La leche deberá ser almacenada dentro de un tanque de enfriamiento y mantener una temperatura promedio de 4°C de esta forma se mantiene la calidad microbiológica de la leche, deteniendo el crecimiento de los microorganismos o bacterias evitando la descomposición del producto o el rechazo del mismo por acidez.
- Limpieza y almacenamiento de los utensilios de ordeño. Los recipientes, cubetas y filtros se deben lavar con esponjas y cepillos además de agua y detergentes siguiendo los procedimientos recomendados por el fabricante. El lavado profundo de los utensilios de ordeño se debe efectuar por dentro y por fuera, revisando las uniones de las paredes, el fondo de los recipientes, empaques, pezoneras asegurándose que no se almacenen residuos de leche. Estos se deben almacenar en un lugar seguro, ventilado y protegido de plagas.
- Limpieza de la sala de ordeño. El piso y las paredes de la sala de ordeño, se deben limpiar todos los días con agua, cepillo y jabón de tal forma que no quede ningún residuo de estiércol, tierra, leche, alimentos o basura que puedan contaminar el lugar y no represente un foco de contaminación para la leche principalmente.

2.4 Diagrama de flujo para el proceso de ordeño mecanizado:



Fuente: Resultado de la investigación.

2.5 Requisitos para la obtención de licencia sanitaria para funcionamiento de sala de ordeño / certificado de hato en control o libre de Brucelosis y Tuberculosis. Se realizó la investigación de los requisitos para cada uno de los documentos en el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones. Dirección de Inocuidad de los Alimentos: 7ª. Avenida 12-90 zona 13, Guatemala.

2.5.1 Licencia para Funcionamiento de Sala de Ordeño. En cumplimiento con el Acuerdo Ministerial 427-2005 “Normas para la obtención de licencia sanitaria de funcionamiento de salas de ordeño”.

• Si la empresa es sociedad:

- Llenar formulario de solicitud de licencia sanitaria de funcionamiento para salas de ordeño y centros de acopio de leche fluida cruda, proporcionado por el MAGA a través de la oficina de servicio al usuario.
- Fotocopia de la escritura pública de la constitución de la sociedad.
- Fotocopia nombramiento del representante legal.
- Fotocopia patente de comercio.

• Si es persona individual:

- Llenar formulario de solicitud de licencia sanitaria de funcionamiento para salas de ordeño y centros de acopio de leche fluida cruda.
- Fotocopia de DPI.

DESPUÉS DE IDENTIFICAR LO ANTERIOR, SE LE DA SEGUIMIENTO A:

- Contar con certificado de hato en control o libre de brucelosis o tuberculosis. Indispensable para optar a licencia. Deben contar con tarjeta de salud todos los trabajadores involucrados en el proceso de ordeño.
- El interesado deberá abocarse con el analista receptor en la oficina de servicio al usuario ubicado en la 7ª Avenida 12-90, Zona 13, anexo al edificio monja blanca; donde le entregarán la solicitud de licencia sanitaria de funcionamiento para salas de ordeño.

- Llenar el formulario de solicitud de licencia sanitaria de funcionamiento para salas de ordeño, proporcionado por la oficina de servicio al usuario, y adjuntar los documentos correspondientes descritos según sea el caso opción sociedad / opción persona individual.
- Realizar el pago equivalente en quetzales para sala de ordeño, depositado a la cuenta del MAGA No. 3013-04051-7 en el banco de desarrollo rural, BANRURAL, la cantidad de \$12.50, las tarifas se rigen según acuerdo ministerial 137-2007.
- Con pago realizado, documentos, entregar papelería a oficina del servicio al usuario con el analista receptor.
- La inspección higiénico-sanitaria se programará según las actividades del componente lácteo las cuales se planificará semanalmente en el informe y/o planificación de actividades la inspección se realiza sin previo aviso a la empresa, propietario o empleado y la llevará a cabo el inspector / auditor del componente lácteo.

2.5.2 Certificado de Hato en Control o Libre de Brucelosis y Tuberculosis. El programa se realizará sin ningún costo, las pruebas de laboratorio provenientes de la extracción de una muestra de sangre de animales mayores de 6 meses para detección de brucelosis y la tuberculización para diagnóstico de tuberculosis a los ejemplares bovinos de productores que tengan menos de 30 animales. Aquellos propietarios que cuenten con más de treinta animales, deberán contratar a un médico veterinario colegiado activo en el ejercicio profesional privado, para realizar las pruebas en su hato y posteriormente remitir los resultados a la oficina de la dirección de sanidad animal del VISAR. Al ingresar al programa se extenderá al productor un certificado de hato en control de brucelosis y tuberculosis, el hato muestreado tendrá el estatus de “hato en Control” hasta que se realicen dos muestreos con resultados negativos de manera consecutiva, al confirmar que todos los animales están negativos a brucelosis y tuberculosis mediante los dos muestreos consecutivos se le confiere al hato el estatus de “hato libre” que se hace constar por medio del “certificado de hato libre de brucelosis y tuberculosis”. Ficha de Registro ganadero debidamente llena con los datos del catastro ganadero de la finca. (Actividad llevada a cabo por el epidemiólogo de la dirección de sanidad animal del área o el veterinario particular).

- Georeferenciación de la finca a ser trabajada. (Actividad llevada a cabo por el epidemiólogo de la dirección de sanidad animal del área o el veterinario particular).
- Protocolo de resultados de los animales para brucelosis emitido por el laboratorio de diagnóstico autorizado, incluir historial de vacunación.
- Protocolo de tuberculización de los animales o bien la certificación del médico veterinario colegiado activo de la realización de la prueba de tuberculosis, debidamente firmado, sellado y timbrado por el profesional.

2.6 Comercialización de la leche. Con el cumplimiento del plan de la propuesta se finaliza detallando lo investigando en la comercialización de la leche que prácticamente cumple con los requerimientos que tiene la industria láctea nacional, se identificaron diferentes empresas que compran leche en el medio nacional y se detallan a continuación:

- Helados Sarita.
- Industrias lácteas trébol (Trebolac).
- Impulsora lechera guatemalteca (ILGUA).
- LALA de Centroamérica.
- Lácteos Pasajinak.
- Alimentos Hass.
- Lácteos Superior.
- Lácteos Chivolac
- Lácteos Parma.
- Lácteos La Italia.
- Pasteurizadora La Palma.

Generalmente la mayoría de empresas tienen un precio basado por calidad de leche, específicamente en los componentes físico-químicos de la leche (sólidos totales) y bonos por microbiología si cumplen con los parámetros deseados. Se detalla a continuación un precio precios promedios actual ofrecido de parte de la industria láctea nacional.

2.6.1 Promedio de los precios que tienen la industria láctea nacional. Tiene un precio promedio de Q 4.50 por litro de leche puesto en finca cumpliendo con parámetros mínimos de grasa de 3.2%, proteína de 3.0 %, sólidos totales de 12.0 %, bono de microbiología incluido no debe exceder de un recuento microbiológico total de 100,000 UFC/ mL.

VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Situación inicial. La finca Santa Cristina por su escaso nivel tecnológico en el ordeño no cumple con los estándares de la industria, y solo pueden acceder al mercado artesanal, que es menos exigente respecto a calidad por ende el pago para el productor no es justo, además el desestimulo que trae al limitar el crecimiento de su producción, debido a que no les reciben el excedente de producción de leche principalmente en la época lluviosa. No existe formalidad con las normativas de pago, la reducción de precios se da según la época del año y a conveniencia del intermediario, todas estas situaciones no favorecen la inversión de capital, creando una influencia negativa sobre el estímulo al crecimiento.

1.1 Determinación del tiempo utilizado por vaca ordeñada manualmente. El tiempo promedio aproximado de ordeño por vaca es de 17.50 minutos, al multiplicarlo por el total de vacas en ordeño (25 vacas) se obtuvieron 437.5 minutos; al tener el tiempo total del ordeño se divide en el número de ordeñadores (4 ordeñadores) para obtener la duración total del ordeño que fue de 109.37 minutos (1 hora con 50 minutos). Siendo demasiado el tiempo de ordeño por vaca y una actividad costosa por la cantidad de personal requerido.

1.2 Medición de la eficiencia del proceso de ordeño manual. La eficiencia del ordeño manual es de 41.20 L / ordeñador / hora. Existiendo una baja eficiencia en el proceso, estos resultados pueden mejorarse con la introducción de la mecanización del ordeño.

La duración promedio del ordeño de una vaca con equipo mecanizado es aprox. de 6 minutos pero esto es dependiente de la cantidad de producción (Téllez, 2010). En este caso se utilizó el tiempo de 6 minutos por vaca y reduciendo la cantidad de ordeñadores a 2 y aplicando las fórmulas para medir la eficiencia del proceso y se obtiene que con la introducción de la mecanización en el ordeño se espera mejorar a un aprox. de 120 L / ordeñador / hora.

1.3 De la evaluación de la calidad de leche y agua.

1.3.1 Resultados fisicoquímicos de la leche:

- Grasa. El resultado de grasa es de 4.10%, la norma COGUANOR establece que el mínimo para “leche de vaca sin pasteurizar” es del 3%. La mayoría de industrias lácteas nacionales también establecen parámetros mínimos similares a la norma.
- Sólidos totales. El resultado de sólidos totales es de 12.75%, la norma COGUANOR establece que el mínimo para “leche de vaca sin pasteurizar” es de 11.2%.
- Sólidos no grasos. El resultado de sólidos no grasos es de: 8.65%, la norma COGUANOR establece que el mínimo para “leche de vaca sin pasteurizar” es de 8.2%.
- Proteína. El resultado de proteína es de 3.25%, la norma COGUANOR establece que el mínimo para “leche de vaca sin pasteurizar” es de 3%.

En los cuatro resultados fisicoquímicos evaluados se cumple con la norma establecida. Generalmente las industrias lácteas nacionales tienen un sistema de pago en base a sólidos totales y otras industrias basan su sistema de pago en base al porcentaje de grasa y proteína.

1.3.2 Resultados microbiológicos de la leche:

- Escherichia coli. Actualmente en las normativas del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) y la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) no existe un parámetro definido para indicar la clasificación de la leche por este resultado, cada Industria procesadora establece los límites máximos aceptables.
- Coliformes totales. Al igual que los resultados por E. Coli, actualmente en las normativas del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) y la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) no existe un parámetro definido para indicar la clasificación de la leche por este resultado, cada Industria procesadora establece los límites máximos aceptables.

- Recuento aerobio total. Según la clasificación de las leche descrito en el cuadro No.6 la leche de la finca se encuentra en la clasificación: Leche grado “C” según los parámetros del MAGA debido a que la finca realiza un ordeño manual y la leche está en contacto directo con las manos del ordeñador, ambiente, estiércol, tierra principalmente. Según los parámetros Coguanor sobrepasa la clasificación de leche grado “D”, pero se podría establecer dentro de esta clasificación.
- Los procedimientos del muestreo de la leche se realizaron según MAGA, 2005. Encontrándose un alto resultado microbiológico de 1,200,000 UFC/mL debido a que transcurre aproximadamente 1 hora con 50 minutos hasta que finaliza el ordeño para poder realizar una muestra representativa del total de la producción, factores asociados a la limpieza y desinfección de manos, utensilios, leche expuesta al ambiente influenciaron directamente los resultados obtenidos.

1.3.3 Resultados microbiológicos del agua:

- El agua de la finca cumple con las normas Coguanor 29001, siendo apta para consumo humano y para el proceso productivo dentro de las actividades de ordeño, no constituye una fuente de contaminación para la leche.

2. Propuesta para la introducción de la mecanización del ordeño, recolección y almacenaje de la leche. Al disponer de adecuadas instalaciones que cumplan con los requisitos mínimos, cambio del método de ordeño manual a un ordeño mecanizado, la inversión requerida para los equipos es de Q 52,000.00 con dos cubetas de ordeño transportables y un tanque de enfriamiento de 1,000 litros de capacidad. Reduciendo los costos de producción de cuatro ordeñadores a dos ordeñadores y siendo eficiente en el proceso. Abriendo la oportunidad de nuevos canales de comercialización con la industria láctea favoreciendo al crecimiento de la producción debido a que se tiene un mercado estable, entonces al aumentar la producción se podrán tener mayor cantidad de vacas en ordeño y la necesidad de más cubetas de ordeño por lo tanto mayor cantidad de ordeñadores, generando bienestar de las personas y ambiente favorable para el trabajo.

Las buenas prácticas de ordeño al aplicarlas correctamente garantizan la calidad de inocuidad de la leche pudiendo obtener resultados de leche grado “A” por lo tanto asegura un mercado fijo en el sector industrial. La obtención de licencias sanitaria para funcionamiento de sala de ordeño / certificado de hato en control o libre de brucelosis y tuberculosis, emitidos por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) garantizan la calidad sanitaria de la leche, por lo tanto no representa un riesgo para la salud del consumidor. Se identificaron un total de once empresas de la industria láctea nacional, para la comercialización de la leche, con mejores precios y oportunidad de crecimiento de la producción en cualquier época del año sin restricciones en la cantidad de leche a entregar.

VIII. CONCLUSIONES

- Con la introducción de la mecanización del ordeño, recolección, y enfriamiento en el almacenaje, más la aplicación de las buenas prácticas de manejo durante todo el proceso, se podrá evitar la contaminación y el incremento de los microorganismos, debido a que la leche no se encuentra expuesta a las manos del ordeñador y al ambiente. Además se podrá mejorar la eficiencia, ordeñando mayor cantidad de vacas por unidad de tiempo, obteniendo así, mayor cantidad de litros de leche / ordeñador / hora.
- Al introducir esta tecnología en el proceso del ordeño, se podrá obtener un alimento sano, inocuo, con altos estándares de calidad, por lo que tendrá una excelente aceptación tanto por la industria láctea nacional, como por cualquier otra entidad que desee comercializar con este producto. De esta forma se podrían ampliar los mercados de la leche, todo esto redundará en una efectiva comercialización y mejoras en el ingreso económico para los productores.
- Los beneficios que se obtienen de la introducción de este proceso en la cadena de producción es evitar el cierre de las operaciones de las fincas productoras de leche, por el contrario se tiene la oportunidad de crecimiento debido a la confianza que genera la comercialización con la industria láctea nacional.
- Los resultados microbiológicos con un ordeño manual, y comercialización de leche caliente no son atractivos para toda la industria, limitan la comercialización debido a que únicamente pueden acceder a mercados de bajos precios, de compra de leche por volumen y no por calidad, además limitan el crecimiento de la producción y en algunos casos puede llegar a provocar el cierre de operaciones de las explotaciones lecheras, por la reducción de los precios en los picos más altos de producción, pagos atrasados y toda la informalidad que rodea a este negocio en la actualidad.
- La calidad del agua en la finca cumple con las normas nacionales vigentes para agua potable, COGUANOR 29001.

- Las industrias lácteas nacionales, generalmente basan su sistema de pago por calidad con un precio determinado por los sólidos totales de la leche, algunas industrias por el porcentaje de grasa y proteína. Complementado por una bonificación por tener leche con bajos recuentos microbiológicos y temperatura de 4 °C. Esta es la ventana de oportunidad que se le presentaría a la finca Santa Cristina.

IX. RECOMENDACIONES

- Al introducir la mecanización del ordeño, recolección y almacenaje es importante contar con las instalaciones mínimas necesarias, además de implementar buenas prácticas de manejo en todo el sistema, para obtener los resultados deseados.
- Es importante tener buena genética que garantice una buena producción de leche, además la cantidad mínima es de diez vacas por cubeta de ordeño.
- El componente nutricional es de importancia, es vital tener una buena alimentación en cantidad y calidad para que el ganado bovino exprese todo su potencial productivo y reproductivo.
- Es recomendable que los productores conozcan los componentes de la leche y calidad microbiológica para determinar si la leche cumple con las normas actuales vigentes de Guatemala y los requerimientos de la industria láctea nacional.
- Realizar una evaluación previa, en cada una de las fincas interesadas en adoptar el paquete tecnológico. Para conocer el monto de la inversión que necesitaran hacer, y conocer los cambios en la infraestructura que se deben realizar, de ser necesarios.
- Que las fincas productoras del área que están preparadas para la adopción de estas tecnologías y anuentes a la introducción de las buenas prácticas de manejo de todo el sistema. Adopten el paquete tecnológico y así, puedan ampliar los canales de comercialización de la leche y se mejore la situación del sector agropecuario de la región.
- Obtener constancias del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación para sala de ordeño y certificados de hatos en control o libre de brucelosis y tuberculosis.

- La presente propuesta es la base para la introducción de la tecnología en el proceso del ordeño, por medio de la cual el productor mejorará su higiene y asegurará el manejo inocuo del producto. Ante esta situación se abre la posibilidad de darle acompañamiento al productor en la implementación de la propuesta por medio de un segundo trabajo de graduación.
- Antes de introducir la mecanización del ordeño, es importante disponer de algunos requerimientos mínimos, que deberán cumplirse, para tener éxito con la implementación del ordeño mecanizado. La unidad de producción deberá contar con algunas características básicas para intentar el establecimiento de esta tecnología.

Cuadro No. 13. Requerimientos previos a introducir la mecanización del ordeño.

Requerimientos	Características
Sala de ordeño	Piso de cemento, que facilite el drenaje y antideslizante. Paredes, techo, ventilación e iluminación, sanitarios
Instalaciones adicionales	Sala de espera, cuarto para almacenamiento de la leche.
Buenas prácticas de ordeño	Implementarlas, así como las Buenas prácticas de manejo en instalaciones, equipo y en toda la unidad de producción.
Energía eléctrica	Disponibilidad.
Agua potable	Disponibilidad.
Vacas en ordeño	Mínimo de diez vacas por cubeta de ordeño.
Encaste racial de las vacas	Debe ser con un nivel de producción promedio de 10 litros por vaca.
Temperamento de las vacas	Este deberá ser bastante dócil, para evitar en lo posible que dañen el equipo y soporte el ordeño mecanizado, y en la medida de lo posible sería mejor que estas den la leche sin apoyo del ternero.
Nutrición y alimentación	Implementar un buen manejo en la nutrición, alimentación y en la suplementación para mantener el ganado en óptimas condiciones.
Acceso	Adecuadas vías terrestres.

Fuente: Resultados de la investigación.

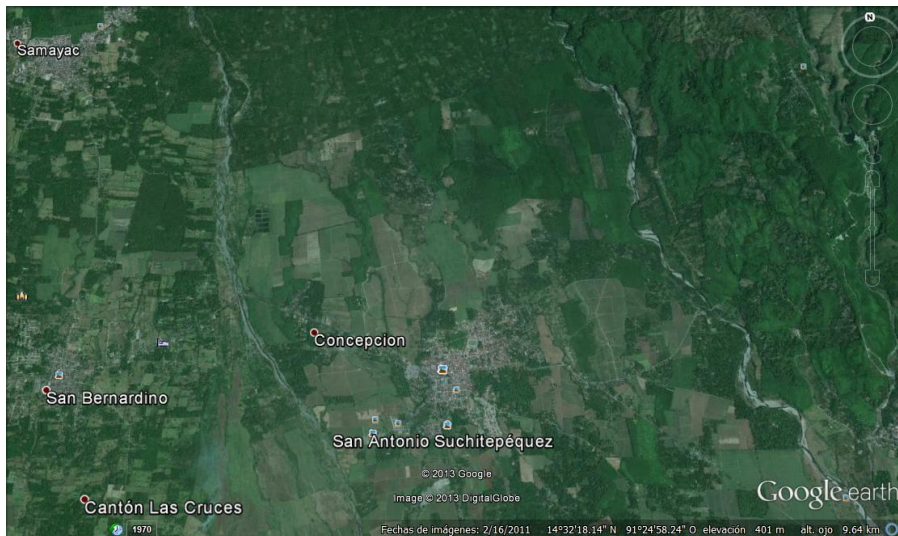
X. BILIOGRAFÍA

1. Cámara de Productores de leche de Guatemala. (2012) Información disponible sobre la producción y consumo de leche en Guatemala.
2. Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR. (2006). Norma Técnica Guatemalteca *Leche de vaca sin pasteurizar* NTG34 040:06. Guatemala: Ministerio de Economía, 8 Pag.
3. Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR. (2010). Norma Técnica Guatemalteca NTG 29001 *Agua potable*. Guatemala: Ministerio de Economía, 12 Pag.
4. González, Javier. 2011. *Transferencia de Tecnología y Conocimiento*. España, 115. Pág.
5. Magariños, Haroldo. 2000. *Producción Higiénica de la leche Cruda*, Guatemala, 93 Pag.
6. Mairena, Carlos. 2002. *Ganadería Bovina*. Managua, Nicaragua, 80 Pág.
7. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2002). Acuerdo Gubernativo No. 147-2002. Guatemala: Unidad de Normas y Regulaciones.
8. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2005). Acuerdo Ministerial No. 427-2005. Guatemala: Unidad de Normas y Regulaciones.
9. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria OIRSA (2007). *Manual Buenas Prácticas en Explotaciones lecheras para Centroamérica, Panamá y Belice*, 35 Pag.
10. Reyes, Juan. 2010. *Manejo sanitario y ordeño para mejorar la calidad de la leche*. México, 17 Pag.

11. Saavedra, Carlos. 2009. *Explotaciones Lecheras: Aspectos Técnicos para un ordeño higiénico*. Guatemala, Centro América. 84. Pág.
12. Sullivan, William. 2004. *Ingeniería Económica*. Pearson Educación México, 458 Pag.
13. Revilla, Aurelio. 2000. *Tecnología de la leche*. Zamorano, Honduras. 310 Pag
14. Téllez, Salvador. 2010. *Producción de Ganado Lechero*. Zootecnia UNAM, México. 74 Pag.

XI. ANEXOS

Figura No. 6. Municipio de San Antonio, Suchitepéquez.



Fuente: Google Earth 2,013.

Latitud: 14° 32' 18" N; Longitud: 91° 24' 58" O

Figura No. 7. Equipo y utensilios para muestreo de leche.



Fuente: Resultados de la investigación.

Figura No. 9. Resultados microbiológicos del agua Fca. Santa Cristina.



INLASA, S.A.
29 calle 19-11 Zona 12
Telefonos: 24761795, 24760337 Fax: 24769349
E-Mail: servicioalcliente@inlasa.com
www.inlasa.com

INFORME DE RESULTADOS

Número:
2-2013
Hoja 1 de 1

Cliente: (2127) Finca Santa Cristina
Dirección: San Antonio, Suchitepequez

Fecha de ingreso: 19/Sep/2013
Hora de ingreso: 12:44
Orden de Ingreso: 2013004949
Responsable de muestreo:

Fecha de Emisión: 23/09/2013
Hora de Emisión: 11:25

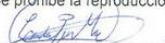
Muestra: (75953) Agua de Lavado Finca Santa Cristina
Descripción:

ANÁLISIS	RESULTADO	LIMITE DE DETECCIÓN	METODOLOGIA	FECHA DE ANÁLISIS
E.coli en agua	Negativo UFC/100mL	NA UFC/100mL	Standard Methods 22ed 2012 9223	19/09/2013
Norma: Agua tratada que entra al sis. de distribución NTG 29001:2010 (CT, EC) AUSENTE/100ml. Cumple				
Recuento Coliformes en Agua	<1 UFC/100mL	<1 UFC/100mL	Standard Methods 22ed 2012 9223	19/09/2013
Norma: Agua tratada que entra al sis. de distribución NTG 29001:2010 (CT, EC) AUSENTE/100ml. Cumple				
Recuento Coliformes Fecales en Agua	<1 UFC/100mL	<1 UFC/100mL	Standard Methods 22ed 2012 9223	19/09/2013
Recuento Aerobico Total en Agua	<1 UFC/mL	<1 UFC/mL	Standard Methods 22ed 2012 9215	19/09/2013
Norma: Agua de Consumo Humano (RT) 100UFC/ml, Norma RD 140/2003 BOE 21/02/03. Cumple				

Observaciones:

Ultima Linea **

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del Laboratorio.
Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Director Técnico.


Lic. Raúl Paniagua Piloña
Químico Biólogo, Colegiado 1347
Director Técnico INLASA, S.A.

Supervisado por: C. R. M.



Fuente: Laboratorio INLASA, 2013.

Figura No. 10. Investigación de precios de la leche

**Por departamento:**

Guatemala	Q4.42
Chimaltenango	Q4.21
Sacatepéquez	Q3.35

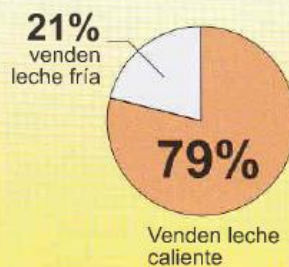
Sololá	Q3.75
Suchitepequez	Q3.80
Retalhuleu	Q4.40

Petén	Q1.50
Izabal	Q3.67
Alta Verapaz	Q2.25
Baja Verapaz	Q3.50

Zacapa	Q3.13
El Progreso	Q3.88
Chiquimula	Q4.25
Jutiapa	Q3.42
Jalapa	Q3.18

Huehuetenango	Q4.42
San Marcos	Q3.50
Quetzaltenango	Q3.10
Quiché	Q7.50

Escuintla	Q3.00
Santa Rosa	Q2.95

¿Vende leche fría o caliente?**¿Dónde la venden?**

Fuente: Revista Notileche, Cámara de productores de leche, 2012.

Figura No. 11. Cotización de la empresa para equipo de ordeño.



Cotización No. 0013-001-123

Guatemala 13 de Agosto 2013.

Señor Finca Santa Cristina
San Antonio Suchitepéquez
Presente.

Por medio de la presente tengo el agrado de dirigirme a usted, para saludarle y desearle éxitos en sus labores, en relación a su solicitud y requerimiento envío la siguiente cotización.

Equipo de Ordeño Maquina Transportable

- 1 Maquina Transportable
Marca Flaco Modelo África
Con 2 cubetas de ordeño
Acero Inoxidable
Incluye: colector, Pulsador
neumático alterno Súper Plus,
manguera de pulsación doble,
pezoneras y casquillos.
con motor eléctrico de 3/4 HP de 1,700 Rpm
110 voltios monofásica **Q 19,000.00**

• Ref. 24030



DE TODO PARA LA PRODUCCION Y PROCESAMIENTO DE LA LECHE

Fuente: Cotización Carpaz, 2013.

Figura No. 12. Cotización de la empresa para tanque de enfriamiento.



Tanque de Enfriamiento

- 1 Tanque de enfriamiento de Leche
 Capacidad de 264 galones (1,000 litros)
 Acero Inoxidable Reacondicionado
 Con 1 Unidad Nueva Condensadora de 4 HP
 marca Miller 220 monofasica
 Temperatura media, refrigerante R-22
 con Todos los Controles, Termostato, Termómetro
 Válvulas, Contactores, Armaflex y demás Accesorios Nuevos
 Con compresor Marca Coopeland Hermético
 Reciprocante Tipo Aire Acondicionado
- Q 33,000.00**

Los Tanques Incluyen:

Tapaderas grandes y pequeñas, Motor Agitador, Aspa, Llave de Salida
 TODOS LOS ACCESORIOS SON DE ACERO INOXIDABLE

Total Q 52,000.00



Ofrecemos:

- * Instalado en Finca
- * Puesto en Marcha
- * 1 Año de Garantía

*aplican restricciones.

Atentamente

DE TODO PARA LA PRODUCCION Y PROCESAMIENTO DE LA LECHE

Fuente: Cotización Carpaz, 2013.