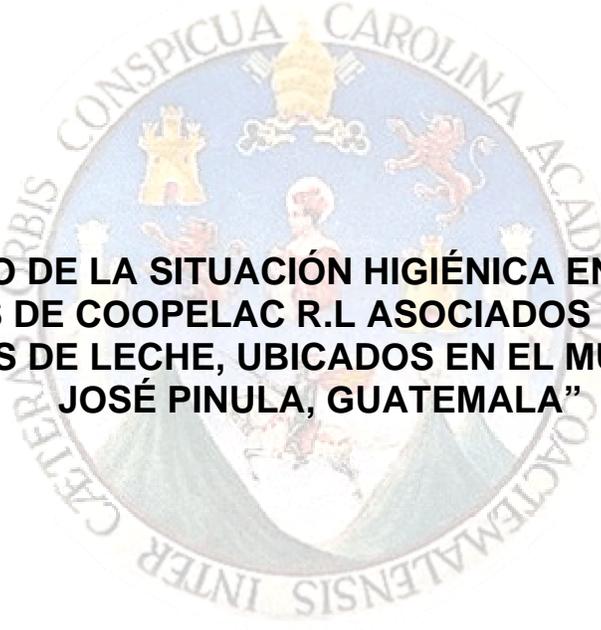


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA



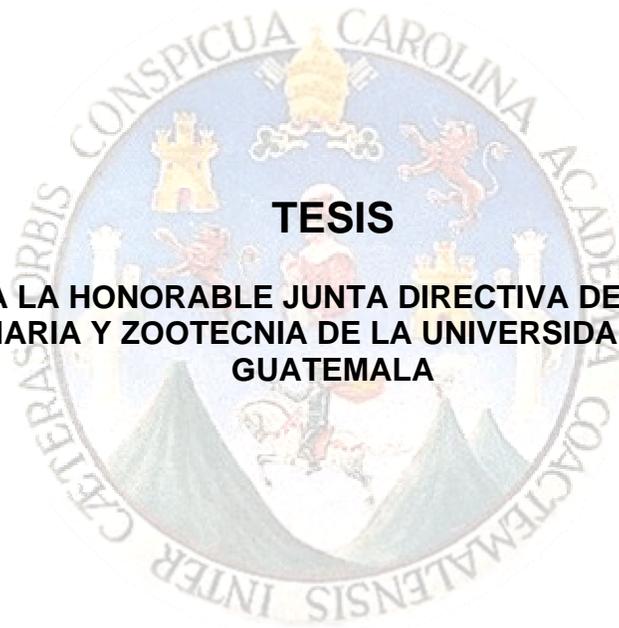
“DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN HIGIÉNICA EN LECHERÍAS DE PRODUCTORES DE COPELAC R.L ASOCIADOS A LA CÁMARA DE PRODUCTORES DE LECHE, UBICADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA”

MELINA SUSANA LINARES OROZCO

GUATEMALA, MAYO DEL 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

**“DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN HIGIÉNICA EN LECHERÍAS DE
PRODUCTORES DE COPELAC R.L ASOCIADOS A LA CÁMARA DE
PRODUCTORES DE LECHE, UBICADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN
JOSÉ PINULA, GUATEMALA”**



**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

POR

MELINA SUSANA LINARES OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE:

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, MAYO DEL 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque

SECRETARIO: Lic. M.V. Marco Vinicio García Urbina

VOCAL I: M.A. M.V. Yeri Edgardo Véliz Porras

VOCAL II: Msc. M.V. Fredy Rolando González Guerrero

VOCAL III: Lic. M.V. Mario Antonio Motta González

VOCAL IV: Br. José Abraham Ramírez Chang

VOCAL V: Br. José Antonio Motta Fuentes

ASESORES

Lic. Zoot. Carlos Enrique Saavedra

Licda. Zoot. Silvia María Zea

Lic. Zoot. Hugo Sebastián Peñate

Lic. Zoot. Raúl Antonio Villeda

TESIS QUE DEDICO:

- A DIOS:** Todopoderoso, que me ha permitido llegar a realizar todas las cosas en la vida.
- A MI ESPOSO:** Diego, que me ha dado su apoyo y amor incondicional en todo momento, me ha motivado e incentivado a seguir adelante.
- A MIS PADRES:** Efraín y Anita, por darme la oportunidad de estudiar y confiar en mí, por sus esfuerzos, sacrificios y apoyo a lo largo de la carrera y de mi vida, que contribuyeron a llegar a éste día.
- A MIS HERMANOS:** Jean, Debby y Marcela, por motivarme y ser mi ayuda desde pequeña y enseñarme cosas que no se aprenden en la Universidad.
- A MI ABUELITA:** Mama Amelia, por querer tanto a todos sus nietos.
- A MIS PRIMOS Y PRIMAS:** En especial a Karen, Cindy y Andrea que me han ayudado y han demostrado su amistad y apoyo incondicional a través de los años.
- A MIS TÍOS Y TÍAS:** Por su apoyo brindado y cariño demostrado.
- A MIS AMIGAS DEL COLE:** Un quinteto sin igual que me han dado su amistad hasta el día de hoy.
- A MIS AMIGAS DE LA U:** Sylvanna y Lesly, que sin ellas los cinco años de carrera no hubieran sido lo mismo, las alegrías, las tristezas y momentos de desesperación.
- A LA PROMO '05:** Por los momentos compartidos y la amistad brindada.
-

AGRADECIMIENTOS

- A:** Dios Todopoderoso, porque de Tí viene la sabiduría, por Tu ayuda y bendiciones en todo momento y permitirme la vida hasta el presente.
- A:** Mi esposo y a mis padres por su ayuda, consideración y comprensión.
- A:** LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA – FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA – ESCUELA DE ZOOTECNIA – Por ser mi casa de estudios.
- A:** Mis asesores, Lic. Zoot. Carlos Saavedra, Licda. Zoot. Silvia Zea, Lic. Zoot. Hugo Peñate, Lic. Zoot. Raúl Villeda, por su valiosa colaboración.
- A:** Lic. Zoot. Roberto Morales, Lic. Zoot. Edgar García Pimentel, Lic. Zoot. Enrique Corzantes y Lic. Zoot. Miguel Rodenas por sus conocimientos aportados y apoyo.
- A:** Los productores de leche que participaron en el estudio, que muy amablemente brindaron su colaboración.
- A:** La Cámara de Productores de Leche de Guatemala, por su valioso apoyo.

Y a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron a éste logro.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1.	Antecedentes de calidad higiénica de la leche en Guatemala	4
3.2.	Bacteriología de la leche	4
3.2.1.	Recuento de bacterias totales	5
3.2.2.	Recuento de bacterias de la ubre	5
3.2.3.	Recuento de bacterias coliformes	6
3.3.	Buenas prácticas de ordeño	7
3.3.1.	Producción higiénica de leche	7
3.3.2.	Higiene del medio	7
3.3.3.	Zonas y locales destinados a la producción de leche	8
3.3.4.	Control de plagas	8
3.3.5.	Higiene del ordeño	8
3.3.5.1.	Condiciones para el ordeño	8
3.3.5.2.	Manejo de un ordeño higiénico	9
3.3.6.	Salud e higiene de los ordeñadores	10
3.3.7.	Contaminación ambiental	10
3.3.8.	Diseño del equipo de ordeño	11
3.3.9.	Equipo de almacenamiento	11
3.4.0.	Limpieza y desinfección del equipo de ordeño	11
3.4.1.	Manipulación, almacenamiento y transporte de la leche	12
3.4.2.	Documentación y registros	12
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1.	Localización y descripción del área	13
4.2.	Duración del estudio	13
4.3.	Materiales y equipo	13
4.4.	Manejo del estudio	14

4.4.1.	Elaboración de la boleta	14
4.4.2.	Toma de muestras	14
4.4.2.1.	Limpieza de utensilios para la toma de muestras de leche ...	14
4.4.2.2.	Procedimiento de toma de muestra de leche	15
4.4.2.3.	Procedimiento de toma de muestra de agua	15
4.4.3.	Análisis Microbiológico	16
4.4.3.1.	Leche	16
4.4.3.2.	Agua	16
4.4.4.	Análisis Estadístico	18
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1.	RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA ENCUESTA	19
5.1.1.	Tipo de ordeño	19
5.1.2.	Instalaciones exteriores	19
5.1.3.	Instalaciones interiores	21
5.1.4.	Métodos de limpieza	21
5.1.5.	Ordeñadores	22
5.1.6.	Rutina de ordeño	23
5.1.7.	Ordeño mecánico	24
5.1.8.	Manejo post-ordeño	25
5.1.9.	Tiempos en el ordeño	26
5.1.10.	Análisis químico del agua	27
5.1.11.	Temperatura del agua y la leche	28
5.2.	RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LA LECHE Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	29
5.2.1.	Bacterias totales	29
5.2.2.	Coliformes totales	30
5.2.3.	<i>Escherichia coli</i>	31
5.2.4.	<i>Staphylococcus aureus</i>	31
5.2.5.	Células somáticas	32
VI.	CONCLUSIONES	33

VII. RECOMENDACIONES	34
A. De acuerdo al nivel tecnológico	34
B. De acuerdo a la rutina de ordeño	34
C. De acuerdo a la calidad de la leche	35
D. Recomendaciones generales	35
VIII. RESUMEN	36
SUMMARY	38
IX. BIBLIOGRAFÍA	40
X. ANEXOS	44
I. Boleta de inspección de lugares de ordeño	45
II. Gráficas de resultados de análisis microbiológicos de leche	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Límite máximo aceptable y permisible de elementos en el agua	17
Tabla No. 2 Límites máximos microbiológicos aceptados en leche cruda en diferentes entidades	18
Tabla No. 3 Tiempos de rutina de ordeño	26
Tabla No. 4 Resultados de dureza total, cloro y pH del agua de cada lechería	27
Tabla No. 5 Temperatura de agua y leche en la toma de muestras	28
Tabla No. 6 Resultados microbiológicos de cada lechería	29

I. INTRODUCCIÓN

En las regiones rurales de nuestro país, la desnutrición es el factor principal de la mortalidad infantil, como también el causante del retraso en el crecimiento y el desarrollo. La leche se considera como uno de los alimentos que satisface los requerimientos nutricionales principalmente de los niños. Por tal motivo, la leche que consume la población debe ser de alta calidad, libre de microorganismos patógenos que pongan en riesgo la salud humana.

Es necesario que se pongan en práctica las normas que garantizan la inocuidad de la leche, así como realizar programas educativos que garanticen la competitividad de la actividad lechera en Guatemala. Desafortunadamente, muchas lecherías prestan muy poca atención a la importancia que representa las buenas prácticas de ordeño (BPO), lo que resulta en una leche de baja calidad higiénica. (13,19)

Las plantas procesadoras de leche han implementado requisitos de calidad para el pago de la misma, variando las bonificaciones por litro, que oscilan entre Q.0.40 la premium y Q.0.10 la tipo C, también habiendo penalizaciones, amonestaciones y hasta el rechazo de la leche si excede los límites máximos microbiológicos establecidos para el ingreso en planta.

La Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), lanzó el acuerdo ministerial No. 427-2005 “Normas para la Obtención de Licencia Sanitarias de Funcionamiento de Salas de Ordeño, Centros de Acopio y Medios de Transporte de Leche Cruda”, donde obliga a los responsables de las explotaciones lecheras a obtener la licencia sanitaria de funcionamiento en salas de ordeño, indicando que toda persona individual o jurídica que opere en salas de ordeño deberá obtenerla. El interesado en participar en la producción de leche cruda debe contar con instalaciones y equipo adecuado al igual que contar con buenas prácticas de ordeño.

El siguiente trabajo diagnosticó la situación actual de un grupo de productores de leche de la Cooperativa Integral de Productos Lácteos RLTD (COOPELAC R.L), sobre las prácticas de ordeño, limpieza de instalaciones y equipo, así como la calidad de la leche producida.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Generar información sobre la situación higiénica en lecherías de San José Pinula.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las condiciones higiénicas en el proceso de obtención de leche de diferentes lecherías de productores de COOPELAC R.L.
- Caracterizar el nivel tecnológico y limpieza de instalaciones y equipo para el proceso de obtención de leche de diferentes lecherías de productores de COOPELAC R.L.
- Determinar la calidad bacteriológica de la leche en términos de bacterias totales (UFC/mL), coliformes totales (UFC/mL), *Escherichia coli* (UFC/mL), *Staphylococcus aureus* (UFC/mL) y células somáticas (cel/mL)

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Antecedentes de calidad higiénica de la leche en Guatemala

En un estudio se determinó por medio de análisis microbiológicos que la mayoría de productos lácteos muestran un alto grado de contaminación microbiana con índices altos de contaminación fecal y *Staphylococcus aureus*. Las condiciones de higiene y manipulación de la leche cruda son deficientes. El problema de la falta de higiene en el ordeño y manejo de la leche incide también en la calidad del producto terminado. (21)

Evaluaciones de diferentes fincas en San José Pinula presentaron un alto porcentaje de acidez (promedio 0.29%), en comparación con parámetros propuestos por COGUANOR (0.18%), resultado de varios factores como la falta de enfriamiento o refrigeración, tiempo prolongado entre ordeño y proceso de la leche. El 94.2% presentó contaminación por bacterias coliformes y el 22.8% presentó contaminación por *E. coli*. Según Wohlers un 19% de productores de Alta Verapaz y Baja Verapaz presentó leche tipo A, el 5% presentó leche tipo B y el 76% restante presentó leche fuera de clasificación. (16, 32)

3.2. Bacteriología de la leche

Recuentos bacterianos muy altos en leche cruda son indicativos de alta contaminación durante las operaciones de ordeño, manipulación o almacenamiento, o bien de conservación a temperatura de refrigeración insuficientes para retardar el crecimiento microbiano.

Los métodos comúnmente utilizados para el recuento total de microorganismos en la leche y sus productos son el macroscópico en placas de agar y el microscópico directo. (27)

3.2.1. Recuento de bacterias totales

El recuento de bacterias se expresa como unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL); en relación al acuerdo gubernativo No. 147-2002, establece las normas para la inocuidad de la leche, mencionando en el Artículo 7 inciso b), La calidad higiénica: tipo de leche según la siguiente escala de análisis microbiológico:

- Leche grado "A" menor a 400,000 (UFC/mL)
- Leche grado "B" mayor de 400,000 pero menor a 1,000,000 (UFC/mL)
- Leche grado "C" mayor de 1,000,000 pero menor a 3,000,000 (UFC/mL)
- Leche grado "D" mayor de 3,000,000 (UFC/mL). (23, 25)

3.2.2. Recuento de bacterias de la ubre

La infección de la glándula mamaria por cualquier tipo de microorganismos necesariamente aumentará la cantidad de bacterias en la leche que luego del ordeño actuarán como alteradores de la misma. La presencia de infecciones por *Streptococcus* y *Staphylococcus* están relacionadas con un recuento de células somáticas mayor de 250,000 UFC/ mL. (10)

La industria procesadora de lácteos bonifica la leche que tiene menos de 300,000 UFC/mL de células somáticas. Otros autores recomiendan que el recuento de células somáticas sea menor o igual a 200,000 UFC/mL. (6, 23)

Recuentos de *Streptococcus* ambiental y *Staphylococcus aureus* por encima de 1,000 UFC/mL son indicadores de poca higiene durante la limpieza del equipo de ordeño, durante el ordeño, entre cada ordeño, etc. El límite máximo recomendado de *S. aureus* es de 100,000 UFC/mL. (10, 23, 32)

3.2.3. Recuento de bacterias coliformes

La leche cruda se contamina comúnmente con bacterias coliformes, éste grupo de microorganismos crece entre 15 y 45 ° C y es habitante normal de las heces de los animales y del humano (coliformes fecales). Ésta contaminación puede provenir además del estiércol, del polvo, suelo, alimentos del ganado, agua, insectos (especialmente moscas) o del contacto con residuos lácteos que quedan en los utensilios de ordeño y tanques de transporte o almacenamiento, mal lavados y desinfectados, donde esas bacterias suelen desarrollarse con gran facilidad (coliformes totales); por estas razones, es sumamente difícil producir leche cruda libre de coliformes. (10,27)

El valor ideal para este indicador es de 80 UFC/mL, esto se obtiene cuando se ordeñan vacas con pezones limpios, desinfectados y secos, en equipos perfectamente lavados y desinfectados y donde se haya enfriado la leche en forma inmediata y correcta. En los ordeños manuales esto es posible siempre y cuando las manos del ordeñador se mantengan limpias al igual que las cubetas y bidones. Valores entre 100 y 400 UFC/mL se consideran moderados y a medida que aumenta es un indicador de higiene inadecuada. El recuento de coliformes es el mejor indicador de la calidad higiénica bajo la cual se practicó el ordeño. (10, 23, 32)

En Guatemala el máximo permitido de *Escherichia coli* en leche para ingresar a planta es de 500 UFC/mL y para coliformes totales 1000 UFC/mL, si supera el límite indicado pierde bono incentivo en el pago de la misma.

3.3. Buenas prácticas de ordeño

Según el Código de Prácticas de Higiene para la Leche y los Productos Lácteos (CODEX CAC/RCP 57-2004), para la obtención de resultados aceptables desde el punto de vista de la inocuidad alimentaria se debe cumplir con la aplicación de una o varias medidas validadas de control, ya que existe una relación estrecha entre las condiciones higiénicas de la producción primaria y la inocuidad de los productos lácteos elaborados. (4)

Los siguientes principios constituyen una declaración de la meta u objetivo que ha de lograrse y se ajustan a los requerimientos del Acuerdo Ministerial 427-2005:

3.3.1. Producción higiénica de leche

- En el momento en que se presenta a los consumidores, la leche no debe contener ningún contaminante que ponga en peligro la salud pública.
- Durante la producción primaria debe reducirse al mínimo la contaminación de la leche cruda, procedente de los animales o del medio ambiente.
- La carga microbiana de la leche debe ser tan baja como pueda lograrse utilizando las buenas prácticas de producción de la leche, tomando en cuenta los requisitos tecnológicos para la elaboración posterior. (4)

3.3.2. Higiene del medio

- El agua y otros elementos del medio deben manipularse de tal manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de transmisión directa o indirecta de contaminantes a la leche.
- El agua utilizada en las operaciones de producción primaria debe ser apta para el uso al que está destinada y no debe contribuir a la introducción de peligros en la leche. (Cumpliendo con la norma COGUANOR NGO 29 001:99)
(4)

3.3.3. Zonas y locales destinados a la producción de leche

El diseño, la ubicación, el mantenimiento y, en la medida de lo posible, la utilización de las zonas y locales destinados a la producción de leche deben ser tales que, se reduzca al mínimo la introducción de contaminantes en la leche. (4)

3.3.4. Control de plagas

Deben combatirse las plagas, de forma tal que se evite la presencia de animales como roedores, pájaros, insectos, etc. que pueden contaminar áreas, equipo, personal y la propia leche. (4)

3.3.5. Higiene del ordeño

El ordeño debe llevarse a cabo de forma que se reduzca al mínimo la contaminación de la leche producida lo cual incluye:

- Adecuada higiene personal de quienes realizan el ordeño.
- Limpieza de las ubres y pezones.
- Empleo de recipientes/equipos de ordeño limpios y desinfectados.
- Evitar cualquier daño al tejido del pezón/ubre. (4)

3.3.5.1. Condiciones para el ordeño

- Realizar siempre la misma rutina.
- Las vacas no deben ser asustadas o golpeadas antes, durante, ni después del ordeño, esta tensión puede afectar la bajada de la leche.
- Evitar la presencia de perros y de otros animales, ya que éstos asustan a las vacas y contaminan el ambiente y la leche.
- Separar aquellas vacas que estén enfermas o bajo la acción de un medicamento, ordeñar de último y desechar la leche. (22)

3.3.5.2. Manejo de un ordeño higiénico

- Lavarse bien las manos con agua y jabón desinfectante durante 20 segundos.
- Estimular la bajada de la leche durante unos 25 y 30 segundos por cada vaca.
- Escurrir el pezón, desechar los primeros 4 chorros de leche de cada cuarto y observar en un tazón de fondo oscuro, en busca de presencia de grumos, si éste fuera el caso, apartar la vaca y ordeñar de último. Realizar prueba de California Mastitis Test (CMT).
- Al lavar los pezones, utilizar únicamente la cantidad de agua necesaria y jabón. También se puede recurrir al pre-sellado, que consiste en sumergir los pezones completamente en una copa especial de no retorno con solución yodada, dejándolo actuar por un tiempo mínimo de 30 segundos. Para la preparación de un galón de solución yodada para pre-sellar se necesita mezclar 300 mL al 40% de yodo comercial + 3450 mL de agua.
- Secar los pezones completamente. Usar un papel desechable para cada pezón. (ya que, el ordeño con pezones húmedos aumenta la incidencia de mastitis y además las gotas de agua que caen a la leche la contaminan).
- Colocar las pezoneras durante el primer minuto, a minuto y medio luego de haber empezado la estimulación del flujo.*
- Alinear bien las pezoneras una vez en la ubre.*
- Remover pezoneras cerrando la válvula que controla el vacío.*
- Ordeñar con movimientos suaves y continuos.
- Sellar los pezones de la vaca, esto se realiza sumergiendo los pezones en solución yodada post-ordeño, utilizando el aplicador hasta cubrir todo el pezón, dejándolo actuar por un tiempo mínimo de 30 segundos. Para la preparación de un galón de solución yodada para sellar se necesita mezclar: 300 mL al 40% de yodo comercial + 150 mL de glicerina + 3300 mL de agua.
- Proceder con el lavado de la máquina de ordeño y/o utensilios de ordeño y desinfección del equipo después de cada ordeño con los productos indicados, detergente ácido para eliminar los residuos calcáreos y detergente alcalino para eliminar la grasa de la leche.* (24)

(* Si el ordeño es mecánico)

3.3.6. Salud e higiene de los ordeñadores

- El personal de ordeño debe hallarse en buen estado de salud y contar con tarjeta de salud y tarjeta de pulmones. Las personas de las que se sabe o se sospecha que sufren o son portadoras de una enfermedad con probabilidades de transmitirse a la leche no deben entrar en las zonas de manipulación de leche si existe la probabilidad de que la contaminen. Quienes manipulan la leche deben someterse a examen médico si así lo aconsejan motivos clínicos o epidemiológicos.
- Es necesario lavarse las manos y antebrazos (hasta el codo) con frecuencia, y en todos los casos antes de iniciar las operaciones de ordeño o manipulación de leche.
- Las personas con heridas en las manos o antebrazos no deben realizar el ordeño.
- Cualquier lesión en las manos o antebrazos ha de cubrirse con un vendaje impermeable.
- Durante el ordeño debe usarse ropa protectora (uniforme preferiblemente: overol, botas, redecilla, gabacha plástica; no ropa de calle), la cual debe estar limpia al inicio de cada ordeño. (4)

3.3.7. Contaminación ambiental

En las operaciones de ordeño se deberá reducir al mínimo la introducción de microorganismos patógenos transmitidos por los alimentos y de materia extraña de la piel y el entorno de ordeño, así como de residuos químicos de las operaciones de limpieza y desinfección. (4)

3.3.8. Diseño del equipo de ordeño

- El equipo y utensilios del ordeño, así como las cisternas, deben estar diseñados, contruidos y mantenidos de tal forma que puedan limpiarse adecuadamente y que no constituyan una fuente importante de contaminación de la leche.
- El equipo de ordeño deberá estar diseñado de tal forma que no dañe los pezones y ubres durante las operaciones normales de ordeño.
- El equipo debe estar diseñado e instalado de forma que, en la medida de lo posible, no haya conductos ciegos o espacios muertos en las tuberías por donde pasa la leche. (4)

3.3.9. Equipo de almacenamiento

El diseño, la construcción, el mantenimiento y la utilización de las cisternas y los recipientes de almacenamiento de la leche deben llevarse a cabo de manera que se evite la introducción de contaminantes en la leche y se reduzca al mínimo la proliferación de microorganismos en ella. (4)

3.4.0. Limpieza y desinfección del equipo de ordeño

- El equipo de ordeño y las cisternas (u otros recipientes) donde se almacena la leche deben limpiarse y desinfectarse completamente después de cada operación de ordeño, y secarse cuando proceda.
- El enjuague del equipo y las cisternas de almacenamiento después de la limpieza y desinfección debe eliminar todo residuo de detergente y desinfectante, salvo en caso de que las instrucciones del fabricante indiquen que el enjuague no es necesario.
- El agua utilizada para la limpieza y enjuague debe ser apropiada para tal fin, de tal manera que no contamine la leche.
- La única agua que puede entrar en contacto con el equipo de ordeño y otras superficies de contacto con la leche es el agua potable. (4)

3.4.1. Manipulación, almacenamiento y transporte de la leche

- La manipulación, almacenamiento y transporte de la leche deben llevarse a cabo de forma que se evite su contaminación y se reduzca al mínimo la posibilidad de aumentar su carga microbiana.
- La leche debe recolectarse, transportarse y entregarse sin retrasos injustificados y de tal forma que se evite la introducción de contaminantes y se reduzca al mínimo la proliferación de microorganismos en el producto.
- Desde la producción de leche hasta los productos finales, todos los productos deberán almacenarse a la temperatura apropiada y por el tiempo adecuado a fin de reducir al mínimo el crecimiento o desarrollo de peligros para la inocuidad alimentaria y evitar efectos negativos para la idoneidad de los alimentos en cuestión. (4)
- La temperatura de la leche recién salida de la vaca es en promedio de 37° C, pero debe ser enfriada rápidamente hasta los 4° C o menos, la aplicación del frío es indispensable para preservar la calidad higiénica de la leche. Los microorganismos se reproducen mejor a la temperatura del ambiente, en un rango de 15 a 40°C. (3, 21, 28, 31)

3.4.2. Documentación y registros

Deberán llevarse los registros necesarios para aumentar la capacidad de verificar la eficacia de los sistemas de control. (4)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización y descripción del área

El estudio se realizó en siete lecherías de productores que pertenecen a COOPELAC R.L, asociados a la Cámara de Productores de Leche de Guatemala, ubicadas en las aldeas El Colorado, El Zapote y El Sombrerito del municipio de San José Pinula, el cual se encuentra dentro de la zona de vida “Bosque húmedo subtropical (templado)” a una altitud promedio de 1175 msnm, con una temperatura que varía entre 20 y 26°C y una precipitación pluvial que oscila entre 1,100 a 1,349 mm/año. (8)

4.2. Duración del estudio

La visita a las lecherías y toma de muestras tuvo una duración de dos meses a nivel de campo, en los meses de Junio y Julio.

4.3. Materiales y equipo

- Boletas de encuesta
- Cucharón mango largo
- Bolsas Plásticas
- Bolsas herméticas
- Termómetro
- Hielera
- Fibra limpiadora
- Cubeta plástica con tapadera
- Bandas de calidad de agua
- Hielo
- Papel desechable
- Jabón lavaplatos
- Cloro
- Agua destilada
- Pipeta
- Alcohol
- Algodón

4.4. Manejo del estudio

4.4.1. Elaboración de la boleta

Se elaboró una boleta con el objetivo de captar información, tomando en cuenta aspectos que determinaron el estado de las instalaciones de la lechería y las prácticas de ordeño. La misma previo a proceder la toma de datos fue validada con lecherías del área para confirmar su viabilidad y entendimiento; una vez validada, se determinó que el momento adecuado para obtener dicha información fue durante el ordeño, permitiendo un mejor entendimiento de las respuestas por medio de la observación.

4.4.2. Toma de muestras

4.4.2.1. Limpieza de utensilios para la toma de muestras de leche

1. Se preparó agua clorada en cubeta plástica con una relación 0.7 mL cloro: 1 lt agua, para desinfectar los utensilios.
2. Se lavaron con jabón los utensilios para el muestreo y se enjuagaron con agua potable.
3. Se sumergieron los utensilios en el agua clorada.
4. Se enjuagó con agua destilada y se secó con papel desechable.
5. El termómetro se desinfectó con algodón y alcohol.

Esto se realizó antes y después de cada muestreo. Al finalizar el mismo, se colocaron los utensilios en bolsas plásticas para proteger de contaminantes.

4.4.2.2. Procedimiento de toma de muestra de leche:

Finalizado el ordeño se tomó una muestra de leche de todos los tambos, realizando el procedimiento siguiente:

- Identificación de la bolsa con nombre de la finca, hora y fecha de la toma de muestra
- Lavado de manos con agua y jabón y secado con papel desechable.
- Colocación de guantes desechables y desinfección en solución clorada, después se secó con papel desechable.
- Medición y anotación de temperatura de la leche presente en los tambos.
- Agitación de la leche de cada tambo con el cucharón de mango largo con movimientos circulares y verticales.
- Toma de muestra de leche (31 mL) de cada tambo y colocación en bolsa hermética.
- Enfriamiento inmediato de la muestra, en una hielera con 4 Kg. de hielo y agua el cual se conservó a una temperatura promedio de 3°C en el transporte.
- Entrega de muestras de leche al laboratorio de microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y al laboratorio de Trebolac S.A.
- Las muestras fueron entregadas el mismo día de la toma de muestra sin alterar la temperatura.

4.4.2.3. Procedimiento de toma de muestra de agua

Se identificó la bolsa debidamente con nombre de la finca, hora y fecha. Se tomó una muestra de agua utilizada en la lechería durante el ordeño y se tomó la temperatura, esto se realizó directamente de la fuente de agua a la bolsa hermética, la cual se envió al laboratorio de Trebolac S.A. el mismo día que se tomó la misma, el proceso de enfriamiento fue el mismo que el mencionado anteriormente con la leche.

4.4.3. Análisis Microbiológico

4.4.3.1. Leche

Los análisis que se realizaron a cada una de las muestras de leche fueron los siguientes: bacterias totales (UFC/mL), coliformes totales (UFC/mL), *Escherichia coli* (UFC/mL), *Staphylococcus aureus* (UFC/mL) y células somáticas (cel/mL). Esto con el fin de detectar el grado de contaminación de la leche y posible fuente de contaminación. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con excepción del análisis de *E. coli* (UFC/mL) y el análisis de células somáticas (cel/mL) que se realizaron en el laboratorio de Trebolac S.A. el mismo día de realizada la toma de muestra. La metodología utilizada en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala para bacterias totales fue de recuento en placa agar; para coliformes totales fue en medio líquido (caldo verde brillante bilis lactosa) y para *S. aureus* se utilizó el medio de cultivo agar Baird Parker. La metodología utilizada en el laboratorio de Trebolac S.A. para *E. coli* fue Petrifilm 3M y para células somáticas fue de microscopía directa.

4.4.3.2. Agua

En el examen microbiológico del agua se analizó coliformes totales (UFC/mL) y *Escherichia coli* (UFC/mL), con el fin de descartar que la misma sea posible medio de contaminación de la leche. Este análisis se llevó a cabo en el laboratorio de Trebolac S.A. Así mismo, se determinó dureza total del agua, pH y cloro libre; este examen se realizó por medio de bandas de papel especiales para dicho fin. Se utilizaron dos bandas por lechería para corroborar el resultado. El procedimiento fue el siguiente:

- Se introdujo la banda en el agua por un segundo.
- Se esperó por 15 segundos para darle lectura.
- Se observó los colores en los cuadros de la banda.
- Se comparó el resultado de la banda con los colores de base encontrados en el frasco para determinar el valor de cada una de las variables a medir en la banda.

Para la discusión de los resultados de calidad del agua, se tomó en cuenta los límites que se presentan en la Tabla No. 1 teniendo en cuenta los siguientes conceptos:

“Límite máximo aceptable (LMA): es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.” (7)

“Límite máximo permisible (LMP): es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba del cual, el agua no es adecuada para consumo humano.” (7)

Tabla No. 1 Límite máximo aceptable y permisible de elementos en el agua

Prueba	Límite máximo aceptable	Límite máximo permisible
Cloro residual libre (mg/lit)	0.5	1.0
Dureza total (mg/lit)	100	500
Ph	7-7.5	6.5-8.5

Fuente: (7)

4.4.4. Análisis Estadístico

Las variables de respuesta de la encuesta fueron analizadas a través de porcentajes de ocurrencia y estadística descriptiva. Los resultados de los análisis de laboratorio fueron analizados utilizando estadística descriptiva. Para la obtención de los resultados se utilizaron los programas de Excel e Infostat.

Para la discusión de los datos, los resultados se compararon con los valores que se presentan en la siguiente tabla donde se toman en cuenta algunas de las plantas de leche más importantes de Guatemala así como también normas que rigen la calidad dentro del país:

Tabla No. 2 Límites máximos microbiológicos aceptados en leche cruda en diferentes entidades

CLASIFICACIÓN	ENTIDAD					
	PLANTA A	PLANTA B	PLANTA C	COGUANOR *	MAGA **	Cotrino ***
Bacterias Totales (UFC/mL)						
Premium	100,000	ND	ND	50,000	ND	ND
Tipo A	300,000	ND	90,000	100,000	400,000	ND
Tipo B	1,000,000	ND	250,000	200,000	1,000,000	ND
Tipo C	>1,000,000	3,000,000	500,000	500,000	3,000,000	ND
Tipo D	ND	ND	ND	ND	>3,000,000	ND
Coliformes Totales (UFC/mL)	ND	1,000	ND	ND	ND	ND
Escherichia Coli (UFC/mL)	250	100	500	ND	ND	ND
Células Somáticas (cel/mL)	300,000	300,000	ND	ND	ND	ND
<i>Staphylococcus Aureus</i> (UFC/mL)	ND	ND	ND	ND	ND	100,000

Fuente: *(9), **(25), **(10)

ND= No Disponible

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS ESTADÍSTICOS DE LA ENCUESTA

5.1.1. Tipo de ordeño

Del total de lecherías en estudio se obtuvo que el 71% de éstas realizan ordeño manual, coincidiendo con Hurtarte y Wohlers en que la mayoría de productores realiza ordeño manual. El 29% restante realizan ordeño mecánico, del cual el 50% cuenta con equipo directo al tambo y el otro 50% equipo de línea cerrada. Los dos métodos de ordeño pueden ser igualmente higiénicos, una vez el ordeño se realice en condiciones higiénicas. (8, 19, 32)

5.1.2. Instalaciones exteriores

Al observar la limpieza y orden alrededor de la lechería se obtuvo que en un 71% de las lecherías no limpian ni ordenan, esto representa un alto porcentaje de las lecherías que presentan una situación no deseable, ya que la higiene del medio es importante debido a que hay que tener en cuenta las posibles fuentes de contaminación del medio ambiente. Es habitual encontrar máquinas de ordeño aún de reciente instalación en un lamentable estado de limpieza y conservación, donde el entorno donde se realiza el ordeño y los locales de almacenamiento de leche carecen en absoluto de las mínimas condiciones higiénico-sanitarias deseables, a pesar de que la máquina de ordeño cumpla con todas las exigencias y requerimientos a nivel técnico y de diseño. (5, 29)

El 14% de las lecherías cuentan con fosa para los desechos. Se puede observar que la mayoría no implementan un tratamiento para los desechos, el Acuerdo Ministerial 427-2005 menciona que el estiércol procedente de los corrales de espera y otras áreas de la sala de ordeño debe ser removido y evitar ser colocado en las cercanías de las instalaciones de la sala de ordeño. El sistema empleado para

el tratamiento y disposición del mismo, deberá hacerse mediante un método físico, biológico y en caso de utilizar químicos, deben ser aprobados y que no causen daño al medio ambiente. Esto con el fin de reducir en lo posible el riesgo microbiano, ya que la materia fecal constituye una importante fuente de microorganismos patógenos para el humano. (13)

El 57% de las lecherías en estudio cuentan con corral de espera, ninguna de éstas tiene piso cementado ni un lugar con sombra, solamente el 50% de las lecherías en estudio cuentan con bebederos en el corral de espera y el 14% de éstas cuentan con comederos en el corral de espera. Las instalaciones deben contar con un corral de espera ya que es importante que la construcción sea de tal forma que asegure que se reduzca al mínimo la contaminación y que tenga una disposición que permita una labor adecuada de mantenimiento, limpieza, desinfección y reduzca al mínimo la contaminación. La importancia de que el corral de espera cuente con sombra, comederos y bebederos es para darles un ambiente tranquilo y agradable a las vacas. El Acuerdo Ministerial 427-2005 menciona que 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. (5, 13)

Se pudo observar que ninguna de las lecherías aplica técnicas de bioseguridad. En el 71% de las lecherías en estudio había presencia de otros animales, entre éstos se encontraron mayormente perros y aves así como también asnos, caballos y gatos. Un plan de bioseguridad debe tratar los factores importantes relacionados con la salud animal, vacunación, nutrición, ventilación, cómo será regulado el movimiento de personas, animales y equipo y cómo los procedimientos de desinfección y limpieza serán usados para reducir los niveles de microorganismos patógenos. (12, 17)

5.1.3. Instalaciones interiores

Del total de lecherías encuestadas se obtuvo que el 86% de las lecherías cuentan con una construcción de materiales adecuados, cumpliendo con el Acuerdo Ministerial 427-2005 y así mismo con la norma COGUANOR, donde cita que las instalaciones deberán proyectarse y construirse de manera que asegure reducir al mínimo la contaminación, que sea duradero y fácil de mantener y limpiar. (5, 13)

Dentro de los requisitos que exige el Acuerdo ministerial 427-2005, se puede observar que el 100% de las lecherías en estudio cuentan con techo, el 86% de las lecherías cuentan con piso de cemento y pared, pero en cuanto al desnivel adecuado y drenaje únicamente el 29% de las lecherías en estudio cumplen con los requisitos. Ninguna de las lecherías poseen tanque de enfriamiento, lo cual puede ser una limitante del sistema de producción, ya que es importante reducir la temperatura de la leche para reducir al mínimo la proliferación de microorganismos en ella, por lo que la calidad de la leche puede ser afectada si el transporte de la leche se atrasa. (5, 8, 13)

5.1.4. Métodos de limpieza

Ninguna de las lecherías en estudio cuenta con un manual de procedimientos de limpieza, esta situación es contraria a lo ideal ya que el Acuerdo Ministerial 427-2005 dice que se debe mantener implementado un manual de buenas prácticas pecuarias y de ordeño. El 71% de las lecherías en estudio cuentan con un depósito de agua, pero ninguna de los encargados de las lecherías clora el agua. El Acuerdo Ministerial 427-2005 exige que se debe contar con agua potable o fuente de agua apta para consumo humano, para realizar actividades de lavado y desinfección; y un abastecimiento suficiente de agua potable, con instalaciones apropiadas para su almacenamiento, distribución y control de la temperatura, con el fin de asegurar la inocuidad de los alimentos, además de asegurar la disponibilidad del agua para las vacas y que en verano no disminuya la producción de leche. (5, 13)

El 100% de las lecherías en estudio utilizan jabón o detergente para lavar utensilios de leche, pero solamente el 43% de las lecherías cuentan con desinfectante aunque el uso del mismo no es el adecuado debido a que no se realiza con la relación cloro:agua necesaria. El 29% utiliza cloro para la desinfección de los utensilios para leche. Hay mejores resultados del cloro en una concentración de 50 a 100 ppm. El 14% de las lecherías en estudio cuenta con lavadero para los utensilios de leche, pero no cumple con los aspectos esperados, ya que no tienen un abastecimiento de agua potable caliente ni fría, ni es una construcción apropiada. (5, 19)

Ninguna de las lecherías en estudio cuenta con baño (duchas, lavamanos e inodoro) cerca de sala. El 43% de las lecherías cuenta con letrina a la par de la lechería y el 66% de éstas tenía una apariencia limpia. Este medio de higiene personal es deficiente en la mayoría de las lecherías y no cumplen con lo establecido en el Acuerdo Ministerial 427-2005, que menciona que todas las salas deberán contar con servicios sanitarios y duchas para el personal, los cuales deberán de estar separados de la sala de ordeño. La norma COGUANOR, menciona que deberá haber servicios de higiene adecuados para el personal, a fin de asegurar el mantenimiento de un grado apropiado de higiene personal y evitar el riesgo de contaminación de los alimentos. Las instalaciones deberán de disponer de lavamanos, retretes, agua caliente y fría y deberán de estar debidamente situados y señalados. (5,13)

5.1.5. Ordeñadores

Del total de lecherías encuestadas se obtuvo que el 86% de las lecherías no tienen a sus ordeñadores capacitados con buenas prácticas de ordeño, coincidiendo con Hurtarte y Wohlers, que en la mayoría de los casos los ordeñadores no cumplen con los requerimientos de higiene y salud adecuadas para la obtención de leche y no cumplen con las condiciones necesarias para realizar correctamente el ordeño ya que ninguno de los ordeñadores de las lecherías cuenta con tarjeta de pulmones ni

de salud. El acuerdo ministerial 427-2005 exige que las personas responsables de la operación de salas de ordeño cuenten con tarjeta de pulmones, vigente, extendida por el Patronato de Tuberculosis y tarjeta de salud vigente, extendida por el Ministerio de Salud Pública, ya que se debe velar por la higiene personal con el objetivo de asegurar que los alimentos no se contaminen. (5, 13, 19, 32)

5.1.6. Rutina de ordeño

En el 100% de las lecherías estudiadas ninguno de los ordeñadores se lavan las manos con jabón antes de ordeñar, opuesto a lo necesario para la obtención de leche higiénica, ya que el ordeñador debe tener estrictas medidas de higiene personal, entre ellas lavarse las manos con frecuencia durante el manejo de los animales en el ordeño y mantener las uñas recortadas. En el 57% de las lecherías estudiadas los ordeñadores realizan despunte a las vacas y el 43% restante despunta irregularmente; lo cual debe realizarse porque al rechazarse los primeros chorros de leche se eliminará una mayor cantidad de bacterias. Además, debe correrse la prueba de tazón de fondo oscuro, de hecho el 14% de las lecherías en estudio utilizan tazón de fondo oscuro y realizan pruebas de California Mastitis Test (CMT) pero no periódicamente. Solamente un 14% pre-sella con agua yodada, otro 14% lava con agua y jabón y el 72% restante solo lavan con agua. La mayoría de las lecherías en estudio presenta deficiencias en el lavado y secado de las ubres, ya que el 14% seca la ubre con un solo papel para los cuatro pezones y el 86% restante seca la ubre con un paño de tela utilizando el mismo para todas las vacas. Realizar el pre-sellado y secar los pezones con toallas desechables de papel evita la transmisión de infecciones mamarias de un animal a otro. (1, 19, 26)

En el 42% de las lecherías en estudio los ordeñadores realizan un ordeño manual adecuado, el 86% de las lecherías no cuenta con sellador y aplicador de sellador. Solamente el 14% de las lecherías realizan el sellado de pezones pero incompleto. Es necesario que al terminar el ordeño se efectúe un adecuado sellado de los pezones de la vaca; sumergiendo cada uno de ellos en un aplicador especial

con solución desinfectante de forma completa dentro del recipiente. El no darle a la superficie externa del pezón un buen manejo favorece la colonización por estafilococos que además, pueden utilizar la unidad de ordeño como vehículo transmisor. (1, 18, 29)

5.1.7. Ordeño mecánico

El 29% de las lecherías en estudio utilizan ordeño mecánico, de éstas ninguna revisa el equipo. El 100% cambia las pezoneras, pero solamente el 50% realiza un cambio antes del tiempo indicado. Es recomendable la sustitución de pezoneras con una periodicidad de cada 6 meses máximo, esto es necesario por dos aspectos importantes: la pérdida de vacío que puede ocurrir por agrietamiento o ruptura de la misma y el efecto en la calidad de la leche por recuentos bacterianos altos. Ninguna de las lecherías con ordeño mecánico retira las unidades de ordeño cortando previamente el vacío. Esto es uno de los efectos claramente perjudiciales referidos al manejo de la ordeñadora por parte de los ordeñadores. Los colectores deben disponer de un sistema de cierre para evitar efectos traumáticos sobre el pezón y fluctuaciones de vacío por entrada de aire en el conjunto de la instalación. El repaso manual de la ubre con las pezoneras abiertas provoca entradas de aire, reflujos de leche y aspiración de materiales como polvo potencialmente contaminantes que disminuyen la calidad bacteriológica de la leche. (29)

El 50% de las lecherías con ordeño mecánico desinfecta pezoneras entre vacas, realiza lavado detergente alcalino y detergente ácido con una duración de tiempo adecuado. El 50% restante lava el equipo de ordeño con detergente industrial. Díaz recomienda la desinfección entre pezoneras, la cual consiste en sumergir las pezoneras en una solución desinfectante después del ordeño de cada vaca con el fin de evitar la transmisión de bacterias entre vacas. Instituto Babcock, por otra parte, no lo recomienda debido a que el agua es un vector de importancia para la transmisión de bacterias. Con respecto al lavado del equipo de ordeño los detergentes alcalinos ayudan a remover la suciedad y residuos. Los detergentes son

más efectivos cuando se utilizan con agua caliente. Se necesitan enjuagues ácidos para remover el mineral que se acumula. (14, 20)

El 50% de las lecherías con ordeño mecánico cuenta con agua caliente. Es importante mencionar que los problemas por contaminación bacteriológica en leche suelen originarse muchas veces por no disponer en la instalación de agua caliente a la temperatura necesaria (inicialmente 70° C sin bajar de 45° C al final del ciclo de lavado), además de una rutina inadecuada de desinfección, no utilizando detergente ácido el cual es necesario para eliminar residuos minerales y proteicos (piedra de leche), el cual es el medio ideal para la proliferación de bacterias. (29)

5.1.8. Manejo post-ordeño

El 100% de las lecherías en estudio filtran la leche, pero solamente un 13% de las lecherías utilizan un filtro de papel, un 29% utiliza colador plástico, un 29% filtran con manta y el 29% restante filtran con manta y colador. Solamente el 14% de las lecherías en estudio lava la sala con agua y jabón y posteriormente desinfecta; el 86% restante al momento de limpiar no utiliza jabón ni desinfectante. El 43% de las lecherías le da un almacenamiento adecuado a los utensilios de leche y un escurrimiento completo. Se debe limpiar todos los días con abundante agua y detergente, de tal forma que no quede ningún residuo de estiércol, tierra, leche, alimentos o basura que puedan contaminar el lugar. Al terminar la limpieza de los utensilios de ordeño, éstos se deben guardar y colocar boca abajo, sobre una parrilla de metal en el local de utensilios, el cual debe ser un lugar limpio, ventilado e iluminado. La leche debe enfriarse a una temperatura igual o inferior a 4° C. (1, 5, 13)

5.1.9. Tiempos en el ordeño

Tabla No. 3 Tiempos de rutina de ordeño

Descripción	Resultados del estudio			Tiempo ideal
	Mínimo	Máximo	Promedio	
Tiempo promedio de preparación/ vaca	2 min	5 min	3 min	40 seg
Tiempo promedio de ordeño/vaca	3 min	15 min	8 min	5-8 min
Tiempo total de ordeño	1 hr	2 hr 30 min	1 hr 40 min	2 hrs
Tiempo que pasa la leche sin refrigeración	2 hrs	3 hrs	2 hrs 30 min	Inmediatamente después del ordeño

Fuente: (2, 30)

Como se puede observar en la tabla No. 3, el tiempo de preparación de la vaca tuvo un promedio de 3 minutos, un máximo de 5 minutos y un mínimo de 2 minutos. Éste debe variar en un rango entre 40 y 90 segundos, considerando un promedio ideal de 40 seg. Todas las lecherías en el estudio exceden del tiempo máximo de preparación de la vaca. La duración promedio de ordeño por vaca tuvo un promedio de 8 minutos, presentando como mínimo 3 minutos y como máximo 15 minutos. El tiempo de ordeño debe tomarse en relación a la producción y va desde 5 a 8 min. Se observa que el 43% de las lecherías evaluadas se encuentran dentro del rango permitido del tiempo de ordeño ya que en promedio, producen 5 lt de leche/vaca/día, mientras que el 57% restante está empleando un tiempo demasiado largo en la extracción de la leche con producciones promedio de 6 lt/vaca/día. (2)

La duración total del ordeño presentó un promedio de 1 hora 40 minutos, el mínimo presentado fue de 1 hora y el máximo de 2 horas y 30 minutos. El 43% de las lecherías exceden el tiempo recomendado de ordeño (2 hrs). Según el tiempo que pasa la leche sin refrigeración se tuvo un promedio de 2 horas y media, presentando un mínimo de 2 horas y un máximo de 3 horas. Ésta situación debe corregirse y la leche debe enfriarse inmediatamente.

5.1.10. Análisis químico del agua

Tabla No. 4 Resultados de dureza total, cloro y pH del agua de cada lechería

Prueba	Lechería No.							Media
	1	2	3	4	5	6	7	
Dureza total (mg/lit)	396.82	396.82	793.65	793.65	396.82	396.82	396.82	595.24
Cloro libre (mg/lit)	0	0	0	0	0	0	0	0
pH	6.2	6.2	6.2	7.2	6.2	6.8	6.2	6.4

En la tabla No. 4 se puede observar que la prueba química del agua según el cloro libre, dio como resultado 0 mg/lit en el 100% de las lecherías en estudio. Haciendo más evidente que las personas encargadas de las lecherías no cloran el agua, afectando así la calidad higiénica de la leche. Según la dureza total, se obtuvo que el 71% de las lecherías en estudio tienen aguas dentro del límite máximo permisible pero arriba del límite máximo aceptable (396.82 mg/lit). Sin embargo, todas las lecherías presentan aguas muy duras. El agua dura puede provocar depósitos de carbonatos en conducciones de la máquina de ordeño, es por eso que para diluir los carbonatos se debe aplicar un ácido débil. También disminuye la acción limpiadora de los detergentes y puede aumentar la carga microbiana en leche. Según el pH del agua, se obtuvo que, la mayoría de las lecherías cuentan con agua que se encuentra por debajo del límite máximo permisible inferior 6.2 y representa al

72% de las lecherías, tiende a ser un pH ácido. Debido a que la mayoría de lecherías cuenta con agua dura y pH ácido, se debe duplicar la cantidad de detergente utilizado para la limpieza. (15)

5.1.11. Temperatura del agua y la leche

Tabla No. 5 Temperatura de agua y leche en la toma de muestras

Muestra	Temperatura (° C)		
	Media	Mínimo	Máximo
Agua	18	12	28
Leche	32	30	34

Según la temperatura del agua se obtuvo un promedio de 18° C, un mínimo de 12° C y un máximo de 28° C. La temperatura de la leche al final del ordeño, tuvo un promedio de 32° C, un mínimo de 30° C y un máximo de 34° C. La temperatura de la leche recién salida de la vaca es en promedio de 37° C.

5.2. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LA LECHE Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla No. 6 Resultados microbiológicos de cada lechería

LECHERÍA No.	Bacterias totales (UFC/mL)	Coliformes totales (UFC/mL)	<i>E. coli</i> (UFC/mL)	<i>S. aureus</i> (UFC/mL)	Células somáticas (cél/mL)
1	100,000	140	80	1,900	551,712
2	530,000	800	140	1,800	285,708
3	240,000	790	0	3,000	369,450
4	150,000	150	100	1,200	236,448
5	470,000	1,800	20	5,000	236,448
6	40,000	1,500	10	1,200	226,596
7	60,000	1,700	0	400	221,670
	227,142.86	982.86	50	2,071.43	304,004.57
	+	+	+	+	+
	-	-	-	-	-
	198302.32	698.11	56.27	1,519.56	121,020.44
C.V %	87.30%	71.03%	112.55%	73.36%	39.81%

5.2.1. Bacterias totales

En la tabla No. 6, se aprecia que las bacterias totales en la leche analizada al final del ordeño de las siete lecherías varían de 40,000 UFC/mL (lechería No. 6) a 530,000 UFC/mL (lechería No. 2). El coeficiente de variación es de 87.30%, este resultado indica una alta variabilidad en los resultados obtenidos, producto de diferentes medidas sanitarias y de manejo. La leche de la lechería No.6 es considerada leche tipo premium según COGUANOR, entre sus características cuenta con un 47% de aspectos positivos (basureros en sala de ordeño, despuntan, ordeñan adecuadamente, filtran la leche, desinfectan los utensilios de leche y les dan

un almacenamiento adecuado). También se puede observar que la leche de la lechería No.2 supera los límites de clasificación tipo C, entre las características más sobresalientes es que cuentan con un 32% de los aspectos positivos. Sin embargo, no cuentan con basureros, no utilizan desinfectante ni solución yodada, los ordeñadores no utilizan botas de hule, despuntan irregularmente, no ordeñan adecuadamente y el filtrado es deficiente. (9)

5.2.2. Coliformes totales

Se puede observar en la tabla No.6 una alta variabilidad en los resultados obtenidos, ya que la leche de la lechería No.1 presentó un mínimo de 140 UFC/mL y la leche de la lechería No.5 tiene recuentos de 1,800 UFC/mL; esto puede deberse a que la lechería No. 1 cuenta con un 63% de aspectos positivos, se puede observar limpieza y orden en instalaciones, cuentan con drenaje y desnivel adecuado que llevan los desechos a fosas, el ordeñador tiene apariencia limpia y utiliza botas de hule y gabacha, realiza despunte, pre-sellan y sellan los pezones, el ordeño es mecánico y tiende a realizarse adecuadamente, filtran la leche adecuadamente, lavan la sala con agua y jabón, desinfectan con cloro y almacenan los utensilios de leche adecuadamente. Mientras que la lechería No. 5 cuenta con un 32% de aspectos positivos, esta lechería cuenta también con ordeño mecánico, pero no cumple con el manejo higiénico y adecuado para limpieza del equipo. Por lo tanto, afecta la calidad de la leche y la salud de la ubre. Presenta deficiencias en los métodos de limpieza, despuntan irregularmente, no ordeñan adecuadamente, no le dan un escurrimiento completo a los utensilios de leche ni un almacenamiento adecuado. Como se puede observar en la tabla No. 1 para una de las plantas tomadas en cuenta en estudio, el límite máximo en coliformes totales es de 1,000 UFC/mL, según este valor, el estudio refleja que el 57% de las lecherías están dentro del límite aceptable para el ingreso de leche en planta con bonificación.

5.2.3. *Escherichia coli*

De acuerdo a la tabla No.6 la presencia de *E. coli* en leche de algunas de las lecherías en estudio no representa un problema significativo de contaminación. Tomando en cuenta los valores aceptados por la industria en Guatemala ya que el 100% de las lecherías en estudio, en los resultados de la leche muestran conteos por debajo de 500 UFC/mL de *E. coli*, arriba de éste límite se penaliza con el descuento del bono de microbiología mayor que es de Q. 0.35 y se amonesta con Q.0.05 por litro. En otras plantas del país, los límites varían de 100 a 250 UFC/mL de *E. coli* y si superan esos límites se aplica penalización de Q.0.10 por litro. El 29% de las lecherías, no mostraron presencia de *E. coli* en el análisis de leche, mientras que el 42% de las lecherías en estudio mostró presencia de *E. coli* en leche en cantidades menores de 100 UFC/mL y el 29% restante mostró presencia de *E. coli* en leche con valores entre 100 y 140 UFC/mL.

5.2.4. *Staphylococcus aureus*

En la tabla No.6 se puede observar una variabilidad del 73.36%. Debido a que la leche de la lechería No.7 presenta un valor mínimo de 400 UFC/mL y la leche de la lechería No. 5 presenta un valor de 5,000 UFC/mL; un aspecto importante de ésta última lechería es que no retiran las unidades de ordeño cortando previamente el vacío, esto puede lesionar los pezones de la vaca haciéndolos más propensos a infecciones. Solamente la leche de la lechería No. 7 no presentó un valor mayor de 1,000 UFC/mL (indicador de poca higiene), esta lechería es la que presenta mejores aspectos en cuanto a las instalaciones interiores, cuenta con un 48% de los aspectos positivos, entre ellos que cuenta con drenaje y desnivel adecuado, el aspecto de la sala es limpio, realizan despunte y lavan las ubres con agua y jabón teniendo a una persona encargada únicamente para este fin, este hecho puede ser el que favorezca a disminuir la cantidad de células somáticas y de *S. aureus* en leche. Ninguna de las lecherías del estudio sobrepasa el límite máximo permisible de *S. aureus* (100,000 UFC/mL).

5.2.5. Células somáticas

Se puede observar en la tabla No.6 que de los análisis realizados a la leche es el que presenta menor variabilidad en los datos (39.81%) ya que leche como la lechería No. 7 presentó el valor mínimo de 221,670 cel/mL y leche como el de la lechería No.1 presentó el valor máximo de 551,712 cel/mL; se pudo observar en el estudio que ésta última lechería no aplicó adecuadamente algunas prácticas de manejo tales como: aplicar sellador incompletamente, secar los pezones con el mismo papel desechable, no retirar las pezoneras cortando previamente el vacío y la práctica de desinfectar las pezoneras con agua yodada durante el ordeño, es causante de elevar la cantidad de bacterias en la ubre provocando infecciones y elevando así la cantidad de células somáticas, según estudios realizados por el Instituto Babcock, concluyendo que éste manejo es un vector de contaminación más que de prevención. Únicamente las lecherías No.1 y No. 3 presentaron valores superiores al límite máximo (300,000 cel/mL), el resto se mantiene en un valor promedio de 240,000 cel/mL.

VI. CONCLUSIONES

1. Entre las condiciones higiénicas en el proceso de obtención de leche se obtuvo que el 71% de las lecherías cuentan con ordeño manual e instalaciones interiores adecuadas; solo el 14% de las lecherías cuenta con instalaciones exteriores adecuadas; ninguna de las lecherías cuentan con buenos métodos de limpieza; el 86% de los ordeñadores no han recibido capacitación de BPO; el 57% de las lecherías en estudio tienen una rutina de ordeño adecuada; el 50% de las lecherías con ordeño mecánico cumple con un manejo adecuado, solamente el 14% de las lecherías cumple con el manejo post-ordeño adecuado.
2. Según el nivel tecnológico y limpieza de instalaciones y equipo para el proceso de obtención de leche se encontró que el 71% de las lecherías cuentan con ordeño manual e instalaciones interiores adecuadas.
3. Se puede observar a lo largo del estudio que la relación entre el nivel tecnológico de la lechería y la cantidad de bacterias totales al final del ordeño dependen de la implementación de las buenas prácticas de ordeño.
4. El 14% de las lecherías cuentan con leche tipo premium, el 29% cuentan con leche tipo A, el 14% leche tipo B, el 29% leche tipo C y el 14% leche fuera de clasificación.
5. La calidad higiénica de la leche según coliformes totales (UFC/mL) indica que el 43% de las lecherías cuentan con deficiencias de higiene en el ordeño ya que supera el límite de 1000 UFC/mL. El 29% de las lecherías no muestran presencia de *E. coli* en leche; no obstante el 14% superó el límite de *E. coli* para ingreso con bono incentivo a una de las plantas que se utilizó como referencia en el estudio. Los resultados de *S. aureus* en leche indican que el 86% de las lecherías cuentan con deficiencias de higiene en el ordeño ya que supera el límite de 1000 UFC/mL. Con respecto a células somáticas el 29% de las lecherías en estudio presentaron valores superiores al límite máximo de 300,000 cel/mL.

VII. RECOMENDACIONES

El presente trabajo demostró algunas deficiencias en las buenas prácticas de ordeño, por lo que se presentan las siguientes recomendaciones:

A. De acuerdo al nivel tecnológico:

1. Mejorar las instalaciones de las lecherías cumpliendo con los requisitos necesarios del acuerdo ministerial 427-2005 para mejorar la calidad higiénica de la leche.

B. De acuerdo a la rutina de ordeño:

1. Reducir el tiempo en el corral de espera y el tiempo de duración del ordeño.
2. Realizar una limpieza rigurosa al equipo de ordeño, instalaciones y utensilios con detergentes y desinfectantes adecuados.
3. Obtener tarjeta de salud y de pulmones de todas las personas que laboren dentro de la lechería.
4. Realizar un ordeño higiénico según el manejo que se indica en la sección 3.3.5.2. del presente documento.
5. Utilizar botas de hule, redecilla, overol y/o gabacha y mantener limpieza diaria de los mismos.
6. Dar un escurrimiento completo y un almacenamiento adecuado a los utensilios destinados para la recolección de la leche.
7. En el ordeño mecánico, retirar las pezoneras cortando previamente el vacío y no desinfectar las pezoneras entre vacas con solución desinfectante.
8. Utilizar papel filtro especial para el filtrado de la leche y en caso se utilice manta y colador éstos deberán lavarse, desinfectarse y secarse adecuadamente.
9. Implementar el uso de basureros debidamente identificados, en la sala de ordeño.

10. Incentivar la capacitación constante en higiene personal, buenas prácticas de ordeño y buenas prácticas pecuarias a través de un proceso educativo para encargados y ordeñadores.
11. Que exista un encargado de supervisar que se estén llevando a cabo los procedimientos adecuados para obtener leche de buena calidad higiénica.

C. De acuerdo a la calidad de la leche:

1. Realizar exámenes microbiológicos a la leche y al agua periódicamente.
2. Realizar un estudio para evaluar si el agua es un contaminante de *E. coli* directo en leche.

D. Recomendaciones generales:

1. Clorar el agua a utilizar en la sala de ordeño.
2. Adquirir utensilios básicos tales como: aplicador de sellador, tazón de fondo oscuro y reactivo para la prueba de CMT.
3. El manual de buenas prácticas de ordeño debe difundirse a todos los lecheros a través de la Cámara de Productores de Leche de Guatemala (CPLG) y MAGA.
4. La CPLG debe elaborar un programa de capacitación sobre buenas prácticas de ordeño e higiene personal para los productores y ordeñadores involucrados en la producción de leche que estén asociados.
5. Desarrollar proyectos con participación activa por parte de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, MAGA y CPLG para fortalecer los programas de extensión para el sector lechero del país.

VIII. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Municipio de San José Pinula, Guatemala, en las aldeas de El Colorado, El Sombrerito y El Zapote, a productores de leche asociados a la Cámara de Productores de Leche de Guatemala, con el fin de caracterizar las condiciones higiénicas en el ordeño, nivel tecnológico y limpieza de instalaciones y equipo y determinar la calidad bacteriológica de la leche en términos de bacterias totales (UFC/mL), coliformes totales (UFC/mL), *Escherichia coli* (UFC/mL), *Staphylococcus aureus* (UFC/mL) y células somáticas (cel/mL). Esto es muy importante, ya que dentro de la legislación de nuestro país existe un Acuerdo Ministerial No. 427-2005 “Normas para la Obtención de Licencia Sanitarias de Funcionamiento de Salas de Ordeño, Centros de Acopio y Medios de Transporte de Leche Cruda” a cargo de la Unidad de Normas y Regulaciones del MAGA, donde obliga a los responsables de las explotaciones lecheras a obtener la licencia sanitaria de funcionamiento en salas de ordeño, indicando que toda persona individual o jurídica que opere en salas de ordeño deberá obtenerla. El interesado en participar en la producción de leche cruda debe contar con instalaciones y equipo adecuado al igual que contar con buenas prácticas de ordeño.

Los resultados del estudio demostraron lo siguiente: dentro de las condiciones higiénicas en el proceso de obtención de leche se obtuvo que el 71% de las lecherías cuentan con ordeño manual e instalaciones interiores adecuadas; el 14% de las lecherías cuenta con instalaciones exteriores adecuadas; ninguna de las lecherías cuentan con buenos métodos de limpieza; el 86% de los ordeñadores no han recibido capacitación de BPO; el 57% de las lecherías en estudio tienen una rutina de ordeño adecuada; el 50% de las lecherías con ordeño mecánico cumple con un manejo adecuado, el 14% de las lecherías cumple con manejo post-ordeño adecuado. Según el nivel tecnológico y limpieza de instalaciones y equipo para el proceso de obtención de leche se encontró que el 71% de las lecherías cuentan con ordeño manual e instalaciones interiores adecuadas.

La relación entre el nivel tecnológico de la lechería y la cantidad de bacterias totales al final del ordeño dependen de la implementación de las buenas prácticas de ordeño. Con respecto a la calidad higiénica de la leche se obtuvo que el 14% de las lecherías cuentan con leche tipo premium, el 29% cuentan con leche tipo A, el 14% leche tipo B, el 29% leche tipo C y el 14% leche fuera de clasificación. La calidad higiénica de la leche según coliformes totales (UFC/mL) indica que el 43% de las lecherías cuentan con deficiencias de higiene en el ordeño ya que supera el límite de 1000 UFC/mL. El 29% de las lecherías no mostró presencia de *E. coli* en leche; Los resultados de *S. aureus* en leche indican que el 86% de las lecherías cuentan con deficiencias de higiene en el ordeño. Con respecto a células somáticas el 29% de las lecherías en estudio presentaron valores superiores al límite máximo de 300,000 cel/mL en leche.

SUMMARY

This study was conducted in the municipality of San Jose Pinula, Guatemala. In the villages of El Colorado, El sombrero and El Zapote, with milk producers associated to the Cámara de Productores de Leche de Guatemala. In order to characterize the hygienic conditions in the milking, technological level and cleaning of facilities and equipment and determine the bacteriological quality of milk in terms of total bacteria (CFU / mL), total coliforms (CFU / mL), *Escherichia coli* (CFU / mL), *Staphylococcus aureus* (CFU / mL) and somatic cells (cells/mL). It is important because under the law of our country there is a Ministerial Agreement 427-2005 "Rules for Getting License Sanitary Operation Indoor Milking, Centers Collection and Transportation of Raw Milk" by the Unit Standards and Regulations of MAGA, which requires those responsible for dairy farms to obtain the sanitary license operating parlors, indicating that any individual or legal entity that operates in parlors must obtain it. The interested to participate in the production of raw milk must have adequate facilities and equipment as well as having good practice milking.

The survey results showed that: within the hygienic conditions in the milking process, 71% of the dairies have hand milking and facilities adequate internal; on 14% dairies have adequate outdoor facilities; none of the dairies have good cleaning methods; 86% milkers have not received training of good milking practice, the 57% of the dairies in the study have an adequate milking routine, 50% of the dairies with mechanical milking complies with proper management, 14% dairies comply with proper handling post-milking. According to the technological level and cleaning of facilities and equipment for the process of obtaining milk was found that 71% of the dairies have hand milking and facilities adequate interior.

The relationship between the technological level of the dairy and the amount of total bacteria at the end of milking depend on the implementation of good practice milking. Regarding to the hygienic quality of the obtained milk, 14% of the dairies have premium quality milk, 29% have milk quality type A, 14% have milk quality type B, 29% have milk quality type C and 14% of the dairies have milk outside classification. The hygienic quality of milk as total coliforms (CFU / mL) indicates that 43% of the dairies have deficiencies in hygiene in milking as it exceeds the limit of 1,000 CFU / mL. 29% dairies showed no presence of *E. Coli* in milk; The results of *S. aureus* in milk indicates that 86% of the dairies have deficiencies in hygiene at milking. Regarding to somatic cells count, 29% of the dairies in study showed higher ceiling 300,000 cells/mL in milk.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Alvarado, H. s.f. Manual de las buenas prácticas de ordeño. Proyecto de apoyo al sub-sector lácteo de Olancho PRO-MESAS / RDS-HN. Honduras (en línea). Consultado 05 jul. 2007. Disponible en http://paselo.rds.hn/document/manual_buenas_practicas_ordeno.pdf
- 2) Best, A; Muñoz, M. s.f. Tiempos de rutina de ordeño en planteles lecheros de la provincia de Bio-Bio. Universidad de Concepción, Facultad de Medicina Veterinaria. Chile (en línea). Consultado 06 sep. 2007. Disponible en http://www.chillan.udec.cl/leche/info/tiempos_ordeno.pdf
- 3) Cabrera, M; Villa, J; Murillo, G; Suárez, L. s.f. ¿Cómo Obtener Leche De Buena Calidad?. (en línea). Consultado 6 mar. 2006. Disponible en http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005113012633_C%C3%93MO_OBTENER_LECHE_DE_BUENA_CALIDAD.pdf
- 4) Código de Prácticas de Higiene para la Leche y los Productos Lácteos. Cac/Rcp 57-2004. 2006. p. 3, 7-10 (en línea). Consultado 14 mar. Disponible en http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/animal/pdf/CXC_057.pdf
- 5) COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas, GT). 1969. Código internacional de prácticas recomendado – Principios generales de higiene de los alimentos. Norma: CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003. Guatemala. Ministerio de Economía. p. 1-24.
- 6) _____. 1975. Quesos no madurados. Norma: NGO 34 197. Guatemala, Ministerio de Economía. s.p.
- 7) _____. 1985. Agua potable. Especificaciones. Norma: COGUANOR NGO 29 001:99 1ª Revisión. Guatemala, Ministerio de Economía. p. 1-3.
- 8) _____. 2004. Código de prácticas de higiene para la leche y los productos lácteos. Norma: CAC/RCP 57-2004. Guatemala, Ministerio de Economía. p. 1-35.

- 9) _____ . 2006. Leche de vaca sin pasteurizar. Norma: COGUANOR NTG 34 040:06 2ª. Revisión. Guatemala, Ministerio de Economía. p. 3.
- 10) Cotrino, V; Gaviria, B. 2003. Bacteriología de la leche cruda (en línea). Consultado 25 jul. 2006. Disponible en <http://lmvltda.com/programas/ar01.html#coliformes>
- 11) Cruz S, JR. de la. 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. p. 18
- 12) Cuneo, H. 2005. Bioseguridad: una forma de evitar el ingreso de enfermedades. Perú (en línea). Consultado 05 jul. 2007. Disponible en http://www.Minag.Gob.Pe/Dgpa1/Archivos/Maiz_Doc14.Pdf
- 13) Decretos, leyes, etc. (G.T). 2005. Normas para la obtención de licencia sanitaria de funcionamiento de salas de ordeño, centros de acopio y medios de transporte de leche cruda. Acuerdo Ministerial 427-2005. Publicado en Diario de C.A. el 31/08/05. Guatemala, MAGA. 277 (51):1-3
- 14) Díaz, R. s.f. Buenas prácticas al ordeño y calidad de leche. Dirección General de Promoción Agraria. Dirección de Crianzas. Perú. Ministerio de Agricultura (en línea). Consultado 30 jul. 2007. Disponible en <http://www.minag.gob.pe/dgpa1/ARCHIVOS/BPOrdeno.pdf>.
- 15) Dureza del agua. 2007. (en línea). Consultado 25 sep. 2007 Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Dureza_del_agua
- 16) García, D. 2000. Presencia de bacterias coliformes en quesos frescos de leche de vaca en diferentes fases de la producción elaborados artesanalmente en el Municipio de San José Pinula. *Tesis Lic. Med. Vet.* Guatemala, GT. USAC/FMVZ. p. 26-27.
- 17) Grooms, D. 2005. Bioseguridad para expositores ganaderos. Boletín de extensión - E-2841sp. Universidad Estatal de Michigan, Facultad de Medicina Veterinaria Ken Geuns, Departamento de Ciencia Animal (en línea). Consultado 05 jul. 2007. Disponible en <http://Web1.Msue.Msu.Edu/Emergency/Pubs/E2841sp.Pdf>

- 18) Hogan, J; Smith, K. s.f. Artículos técnicos: aspectos prácticos del uso de selladores. Centro de Investigación y Desarrollo de Agricultura de Ohio. Universidad Estatal de Ohio. Wooster, Ohio. ABS México, S.A. de C.V. (en línea). Consultado 11 jul. 2007. Disponible en <http://www.absmexico.com.mx/articulos/aspsella.pdf>
- 19) Hurtarte, J. 2002. Determinación de los principales factores que limitan la calidad y cantidad de leche de vaca producida en las fincas de los cooperativistas de Veralac R.L., Tactic, Alta Verapaz. *Tesis Lic. Med. Vet.* Guatemala, GT. USAC/FMVZ. p. 22-34, 41-43.
- 20) Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera. Guía técnica lechera: Lactancia y ordeño. 2006. (en línea). Consultado 30 sep. 2007. Disponible en <http://academicos.cualtos.udg.mx/DiplomadoCalidadLeche/data/tdg/SLAC/ch5.pdf>. p. 45-59.
- 21) León, L. de; Tartanac, F; Sánchez, C. s.f. Adaptación y Transferencia de Tecnología para Mejorar la Calidad Sanitaria del Queso Artesanal en Guatemala. INCAP, Guatemala (en línea). Consultado 27 feb. 2006. Disponible en http://www.condesan.org/e-foros/agroindustria_rural/air2florence.htm
- 22) Libros Electrónicos. Desarrollo Agropecuario Sostenible. ¿Cómo Producir Leche de Mejor Calidad?. s.f. Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. Departamento Técnico Administrativo, Medio Ambiente (en línea). Consultado 10 mar. 2006. Disponible en <http://www.turipana.org.co/leche.htm>
- 23) Loor, J; Jones, G. 1998. Prácticas de Ordeño Recomendadas para Asegurar la Producción de una Leche de Alta Calidad y Prevenir Mastitis (en línea). Consultado 10 mar. 2006. Disponible en <http://www.ext.vt.edu/pubs/dairy/404-227/404-227w.pdf>
- 24) Loor, J; Jones, G; Sumner, S. s.f. Analizando la Calidad de la Leche del Tanque de Almacenamiento. Virginia, Blacksburg (en línea). Consultado 25 jul. 2006. Disponible en [http://www.dasc.vt.edu/faculty/jones/TestingBulkTankMilk\(Spanish\).htm](http://www.dasc.vt.edu/faculty/jones/TestingBulkTankMilk(Spanish).htm)
- 25) MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2002. Acuerdo Gubernativo No. 147-2002. 15 mayo 2002. Número 14. s.p.

- 26) Manual Buenas Prácticas en Explotaciones Lecheras para Centro América, Panamá y Belice. 2007. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). p. 4,13. [Disponible en el MAGA, Unidad de Normas y Regulaciones].
- 27) Microbiología de la Leche I y II. 2003. Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Producción e Industria Animal. Maracaibo, Venezuela (en línea). Consultado 9 mayo 2006. Disponible en <http://www.unavarra.es/genmic/micalm/manual%20practicass%20micalimentos.pdf>
- 28) Morea, L. 1997. Lácteos (en línea). Consultado 6 mar. 2006. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos6/lacte/lacte.shtml#compo>
- 29) Ruiz-Labourdette, H. s.f. Influencia de la instalación de ordeño en calidad de leche de ovino y caprino. Grupanorcercampo, S.A. (en línea). Consultado 11 jul. 2007. Disponible en <http://www.capraispana.com/destacados/ordeno/ordeno.htm>
- 30) Saavedra Vélez, CE. 2006. Algunos puntos importantes para aumentar la eficiencia en el ordeño. La Revista. 20 (1) : 9.
- 31) Taverna, M. 2000. Calidad de leche. El Gusto Rancio de la Leche (en línea). Consultado 6 mar. 2006. Disponible en <http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/mL0602.htm>
- 32) Wohlers de la Cruz, ER. 2004. Calidad bacteriológica de la leche de vaca, recién obtenida en fincas localizadas en el área de influencia de Veralac, R.L. *Tesis Lic.* Zoot. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. p. 17-30.

X. ANEXOS

ANEXO I

BOLETA DE INSPECCIÓN DE LUGARES DE ORDEÑO

No. _____

Fecha de evaluación: _____

Hora inicio de ordeño: _____

Hora finalización de ordeño: _____

Información general:

Nombre de la finca: _____

Nombre del responsable: _____

Localización: _____

Teléfono: _____

Área de la finca (Ha): _____

No. Vacas en producción: _____

No. de ordeñadores: _____

Fuente de agua: _____

Fuente de energía: _____

Producción promedio de leche diaria (lt): _____

Precio de compra de leche (lt): _____

Número de ordeños por día: _____

DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
TIPO DE ORDEÑO			
Realiza ordeño manual			
Realiza ordeño mecánico			
Utiliza ternero en el ordeño			
TIPO DE SALA			
Es una sala estilo convencional			
Es una sala estilo no convencional			
INSTALACIONES EXTERIORES			
Hay limpieza y orden en alrededores			
Cuenta con pila o fosa para desechos			
Cuenta con corral de espera			
Cuenta con piso cementado el corral de espera			
Cuenta con sombra el corral de espera			
Cuenta con bebederos el corral de espera			
Aplica técnicas de bioseguridad			
Hay presencia de otros animales			

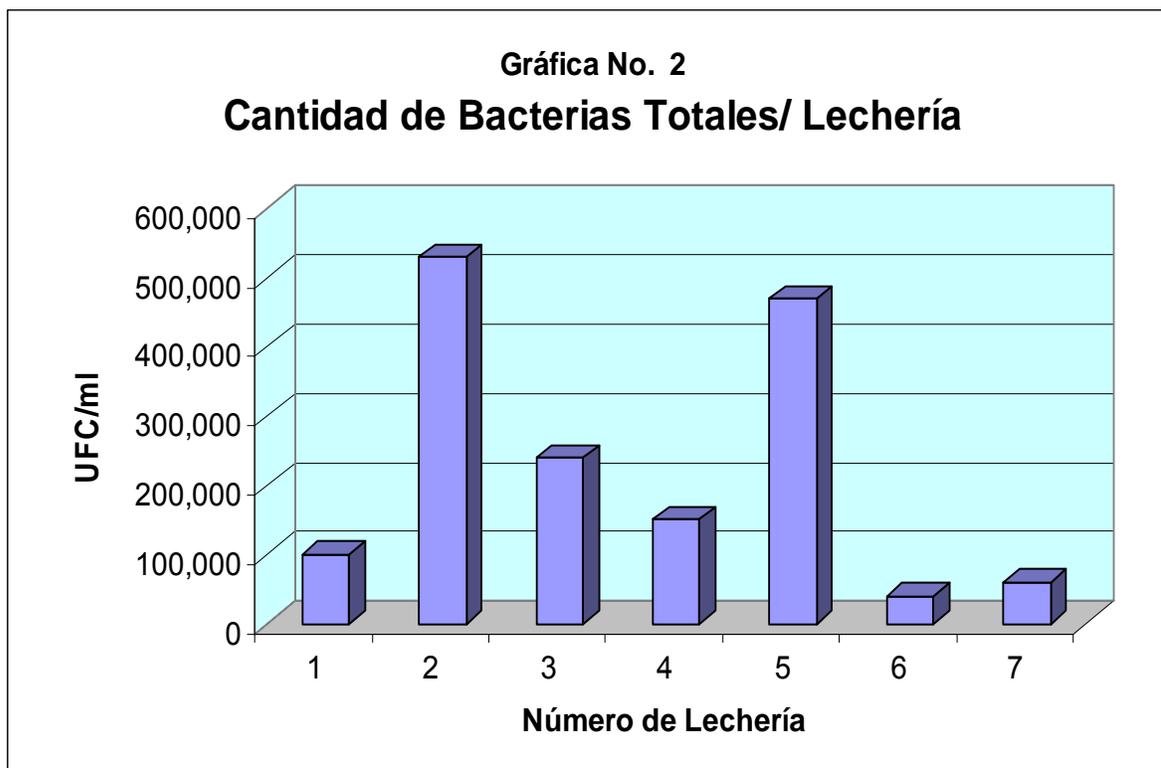
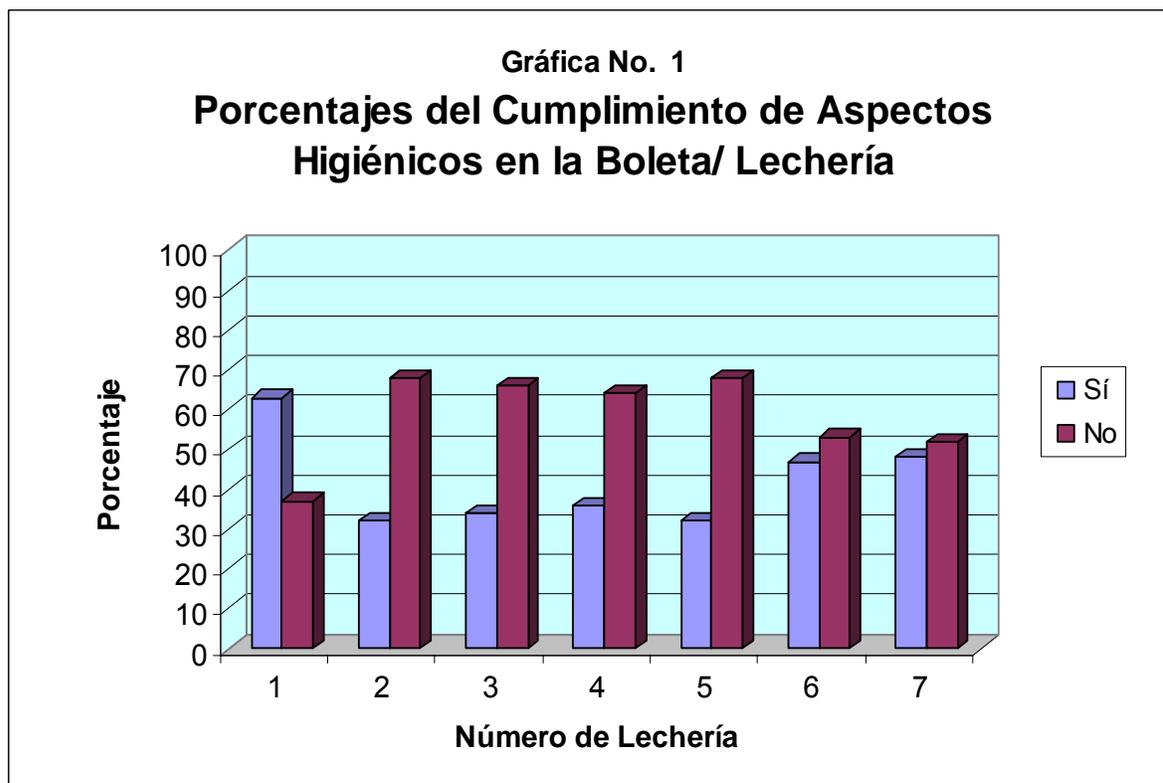
DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
INSTALACIONES INTERIORES			
La construcción es con materiales adecuados			
Cuenta con pediluvio			
Cuenta con techo			
Cuenta con pared			
Cuenta con piso cementado			
Cuenta con drenaje			
Cuenta con un desnivel adecuado			
Cuenta con ventilación adecuada			
Cuenta con iluminación			
Cuenta con comederos			
Cuenta con cuarto especial para leche			
Cuenta con tanque de enfriamiento de leche			
Cuenta con pila para enfriar leche			
Cuenta con bodega			
Le da un uso adecuado a la bodega			
Cuenta con tarimas para el alimento			
Le da un uso adecuado a las tarimas para alimento			
Cuenta con tarimas para la leche			
Le da un uso adecuado a las tarimas para leche			
MÉTODOS DE LIMPIEZA			
Cuenta con un manual de procedimientos de limpieza			
Realizan limpieza en sala			
Cuenta con basureros en sala			
Tienen depósito de agua en sala			
Realizan cloración de agua			
Utilizan agua caliente			
Realizan limpieza en bodega			
Realizan limpieza en cuarto de leche			
Tienen control de plagas			
Utilizan jabón o detergente para lavar			
Utilizan desinfectantes después de lavar			
Cuenta con lavadero			
Utilizan sellador			
Cuentan con aplicador de sellador			
Cuentan con baños los ordeñadores			
El baño cuenta con ducha			
El baño cuenta con inodoro			
Hay letrinas cerca de sala			
Cuentan con lavamanos en baño			
Cuentan con lavamanos dentro de sala			
El baño o letrina cuenta con papel higiénico			
Cuentan con jabón los lavamanos			
Realizan limpieza en baños			
Se encuentran en buen estado los utensilios para leche			
Disposición de desechos en corral es adecuada			
Disposición de desechos en sala es adecuada			

DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
ORDEÑADORES			
Han recibido capacitación de BPO			
Han recibido capacitación de higiene personal			
Cuentan con tarjeta de salud vigente			
Cuentan con tarjeta de pulmones vigente			
Tienen una apariencia limpia			
Utilizan botas de hule			
Utilizan overol o gabacha			
Utilizan gorra o redecilla			
Come, bebe o fuma dentro de la sala			
AMBIENTE DE VACA			
Ingresan tranquilas las vacas			
Los ordeñadores le dan un trato agradable a las vacas			
El espacio por vaca es adecuado			
El área de sala de ordeño es adecuada			
El área de corral de espera es adecuada			
RUTINA DE ORDEÑO			
Cumplen con una rutina de horarios			
Utiliza algún método para inmovilizar a las vacas			
Se lavan las manos con agua y jabón los ordeñadores antes de ordeñar			
Realizan despunte a las vacas			
Utilizan tazón de fondo oscuro			
Realizan pruebas de CMT			
Pre-sella o lava los pezones de la vaca			
Realiza masaje a la ubre			
Seca la ubre después del pre-sellado o lavado			
Seca la ubre con papel desechable			
Seca la ubre con tela			
El papel o tela del secado es para cada pezón			
El papel o tela del secado es para cada vaca			
El papel o tela del secado es para todas las vacas			
Ordeña adecuadamente			
Sella los pezones adecuadamente			
Qué desinfectante utiliza para sellar y/o presellar			
ORDEÑO MECÁNICO			
Pre-Ordeño			
Revisa equipo adecuadamente			
La temperatura del agua al inicio del ciclo de lavado es $\geq 70^{\circ}$ C			
Recambia las pezoneras			
Recambia las pezoneras adecuadamente			
Retira pezoneras adecuadamente			
Desinfectan las pezoneras entre vacas			

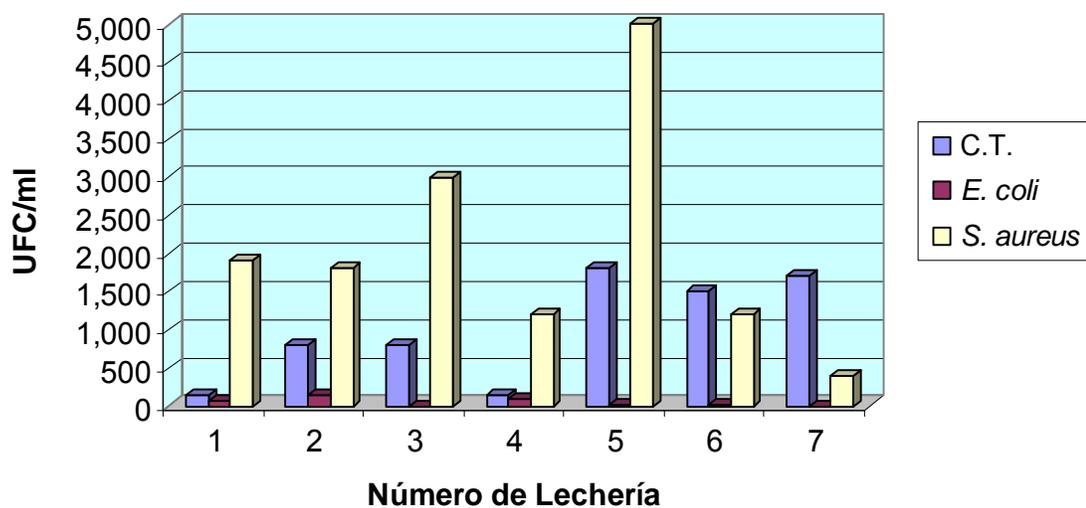
DESCRIPCIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
Post- Ordeño			
Realizan lavado alcalino			
La duración del lavado alcalino es el adecuado			
Realizan lavado ácido			
La duración del lavado ácido es el adecuado			
La temperatura del agua al final del ciclo de lavado es $\geq 45^{\circ} \text{C}$			
MANEJO POST- ORDEÑO			
Lleva registros de leche			
En cada ordeño			
Por cada vaca			
Lleva registros de temperatura			
Filtra la leche			
Filtra la leche con un utensilio adecuado			
Enfría la leche inmediatamente después del ordeño de cada vaca			
Lavan la sala después del ordeño con agua y jabón			
Desinfecta la sala			
Si desinfecta, con qué producto			
Realizan limpieza y desinfección de comederos diaria			
Realizan lavado con agua y jabón de utensilios de leche			
Almacenamiento de utensilios adecuado			
El lugar donde almacenan los utensilios es adecuado			
Le dan un escurrimiento completo a los utensilios de leche			

TIEMPOS	HORAS	MINUTOS
Tiempo de preparación de la vaca		
Duración promedio de ordeño por vaca		
Tiempo que pasa la vaca en el corral de espera		
Duración total del ordeño		
Tiempo que pasa la leche sin refrigeración		

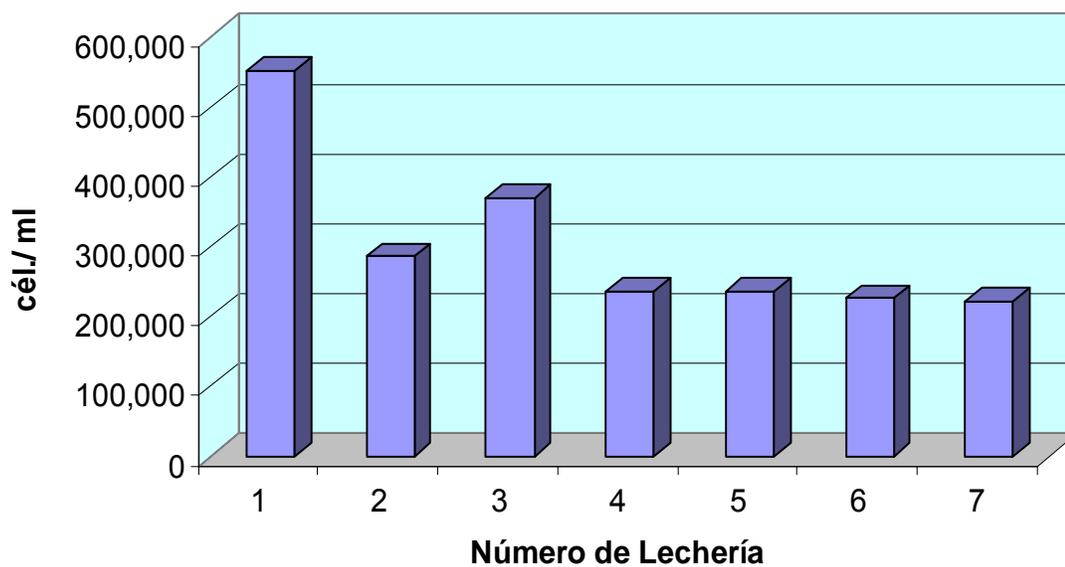
CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA				
Cloro total (ppm)	Cloro libre (ppm)	Dureza total (ppm)	Alcalinidad total (ppm)	pH

ANEXO II. Gráficas de resultados de análisis microbiológicos de leche

Gráfica No. 3
Cantidad de Coliformes totales, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*



Gráfica No. 4
Cantidad de Células Somáticas/ Lechería



BR. MELINA SUSANA LINARES OROZCO

LIC. ZOOT. CARLOS ENRIQUE SAAVEDRA

ASESOR

LICDA. ZOOT. SILVIA MARÍA ZEA

ASESOR

LIC. ZOOT. HUGO SEBASTIÁN PEÑATE

ASESOR

LIC. ZOOT. RAÚL ANTONIO VILLEDA

ASESOR

IMPRIMASE:

LIC. ZOOT. MARCO VINICIO DE LA ROSA
DECANO