

1 01674  
8



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA  
DE LA LECHE PRODUCIDA EN UNA REGIÓN TROPICAL CON GANADO  
BOVINO, CONSIDERANDO PRÁCTICAS DE ORDEÑO Y SALUD  
ANIMAL"**

**TESIS**

Que para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

*de la  
producción y salud animal*

Presentada por

**ABNER JOSUÉ GUTIÉRREZ CHÁVEZ, MVZ.**

204642

Tutor principal:  
MVZ, MSP. Carlos Julio Jaramillo Arango

Comité tutorial:  
MVZ, MSc. Salvador Avila Téllez  
Dr. Moisés Montaña Bermudez



México, D.F.

2001



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## DEDICATORIA

**La felicidad no llega cuando hacemos lo que nos gusta  
sino cuando nos gusta lo que hacemos**

En la vida existen cosas que sólo por el Poder, Amor y Misericordia de Dios uno puede disfrutar, al respecto me permito dedicar de esta forma tan sencilla, el contenido de esta obra.

a:

### **Mi familia**

Ma. Magdalena Chávez Mendoza

Abner Gutiérrez Ele

David E. Gutiérrez Chávez

Héctor A. Gutiérrez Chávez

Martha Y. Gutiérrez Chávez

Israel Lezama Gutiérrez

Anouck

### **Mis abuelos**

### **Mis Amigos**

*Que Dios les bendiga a todos*

## AGRADECIMIENTOS

Con mucha admiración, amistad y respeto a:

**Mis tutores**, MVZ, MSP Carlos J. Jaramillo Arango, MVZ, MSc. Salvador Avila Téllez y Dr. Moisés Montaña Bermudez, quienes que con mucha paciencia, profesionalismo y empeño dirigieron la investigación.

**Mi honorable jurado**, Presidente MVZ, MSc. Salvador Avila Téllez, Secretario Dr. Moisés Montaña Bermudez, Vocal Dr. José Juan Martínez Maya, Suplente MVZ, MC. José Fernando Nuñez Espinosa y Suplente MVZ, MSP. Carlos J. Jaramillo Arango, por sus acertados comentarios en la realización del trabajo.

**Mis asesores**, MVZ. José I. Sánchez Gómez, MVZ, MSc. Arturo Olguin y Bernal, MVZ, MVZ, MC. Miguel A. Quiroz Martínez, MVZ, MSc. Pedro Ochoa Galván y QFB. L. Mireya Nicoli Tolosa, por su confianza, amistad y apoyo total en desarrollo del trabajo.

**El Grupo de Productores de Leche "PURALAC" y a la Dirección General de Ganadería del estado de Morelos**, por la confianza, amistad, cooperación y participación en la realización de esta investigación.

**La Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco**, en especial al personal académico y técnico de los Laboratorios de Leptospirosis e Inmunología, por su amistad y apoyo incondicional para la realización del trabajo.

**La Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC.**, en especial al Dr. Jorge Avila García, por su apoyo incondicional tanto personal como institucional para la continuación del desarrollo de este trabajo.

**La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM**, en especial a todo su personal académico y administrativo por su amistad y compañerismo brindado durante mi desarrollo profesional.

**El Departamento de Producción Animal: Rumiante**s y a todo su personal académico, estudiantil y administrativo por la amistad e innumerables atenciones que han tenido durante todo este tiempo.

**Mis Amigos, Compañeros y Familiares**, en realidad no existe frase alguna para expresar el sentimiento de gratitud para ustedes.

Gracias

Abner J. Gutiérrez Chávez, MVZ.

## DECLARACIÓN

El autor da consentimiento a la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México para que esta tesis esté disponible para cualquier tipo de intercambio bibliotecario.

Abner J. Gutiérrez Chávez, MVZ

# CONTENIDO

	Página
<b>I. Resumen</b>	1
Summary	3
<b>II. Introducción</b>	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1 Instalaciones y manejo del hato	5
2.1.2. Calidad de leche	6
2.1.3. Contaminación de cubetas, bidones, manos y pezones	6
2.1.4. Estado general de salud animal	7
2.1.5. Justificación	11
2.2 Planteamiento del problema	11
2.3 Objetivo general	12
2.4 Objetivos específicos	12
<b>III. Material y métodos</b>	14
3.1. Localización y marco de referencia	14
3.2. Selección de las unidades de producción	14
3.3. Trabajo de campo	14
3.4. Calidad de leche	15
• Recolección y preparación de las muestras	15
• Pruebas fisicoquímicas	15
• Pruebas bacteriológicas	15
3.5. Contaminación de cubetas, bidones, manos y pezones	16
3.6. Estado general de salud	18
• Salud de ubre	18
• Brucelosis, leptospirosis y tuberculosis	18
• Toma y envío de muestras (brucelosis y leptospirosis)	18
• Procesamiento de las muestras	18
• Diagnóstico de tuberculosis por la prueba de tuberculina	19
3.7. Análisis estadístico	19
• Calidad de leche	19
• Contaminación de cubetas, bidones, manos y pezones	20
• Estado general de salud animal	20
<b>IV. Resultados</b>	22
4.1. Calidad de leche	22
• Pruebas fisicoquímicas	22
• Pruebas bacteriológicas	22
4.2. Contaminación de cubetas, bidones, manos y pezones	22
• Cubetas	22
• Bidones	22
• Manos del ordeñador	23

• Pezones de las vacas	23
4.3. Estado general de salud	23
• Salud de ubre	23
• Brucelosis bovina	24
• Leptospirosis bovina	24
• Tuberculosis bovina	25
<b>V. Discusión</b>	<b>27</b>
<b>VI. Conclusiones</b>	<b>35</b>
<b>VII. Referencias</b>	<b>37</b>
<b>VIII. Cuadros</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Características fisicoquímicas de la leche en tanque en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo-mayo del 2000.....	<b>43</b>
Cuadro 2	Unidades Formadoras de Colonias de MA y CT en leche en tanque, en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo-mayo del 2000.....	<b>43</b>
Cuadro 3	Unidades Formadoras de Colonias de MA y CT, encontradas en las cubetas y bidones en ocho unidades de producción en el periodo de marzo a mayo del 2000.....	<b>44</b>
Cuadro 4	Unidades Formadoras de Colonias de MA y CT encontradas en las manos del ordeñador y en los pezones de las vacas en ordeño en ocho unidades de producción en el periodo de marzo a mayo del 2000.....	<b>44</b>
Cuadro 5	Tasa de prevalencia de mastitis subclínica por vaca en ocho unidades de producción en la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.....	<b>45</b>
Cuadro 6	Tasa de incidencia acumulada de mastitis subclínica por vaca en ocho unidades de producción en la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.....	<b>45</b>
Cuadro 7	Tasa de prevalencia de mastitis clínica por vaca en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.....	<b>46</b>
Cuadro 8	Tasa de incidencia acumulada de mastitis clínica por vaca en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.....	<b>46</b>
Cuadro 9	Tasa de prevalencia de mastitis subclínica por glándula mamaria en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.....	<b>47</b>
Cuadro 10	Tasa de incidencia acumulada de mastitis subclínica por glándula mamaria, en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.....	<b>47</b>
Cuadro 11	Tasa de prevalencia de mastitis clínica por glándula mamaria en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.....	<b>48</b>



Cuadro 12	Tasa de incidencia acumulada de mastitis clínica por glándula mamaria en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.....	<b>48</b>
Cuadro 13	Tasa de prevalencia de brucelosis bovina en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. en marzo a mayo del 2000.....	<b>49</b>
Cuadro 14	Tasa de prevalencia de leptospirosis bovina en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. en marzo a mayo del 2000.....	<b>49</b>
Cuadro 15	Número de sueros positivos a las diferentes serovariedades de <i>L. interrogans</i> presentes en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. en marzo a mayo del 2000.....	<b>50</b>
Cuadro 16	Tasa de prevalencia de tuberculosis bovina en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. en marzo-mayo del 2000.....	<b>50</b>
Cuadro 17	Características fisicoquímicas de leche en tanque y su promedio por grupo de acuerdo a la carga bacteriana de MA determinada por la mediana general, durante marzo a mayo del 2000 y su relación con las características fisicoquímicas.....	<b>51</b>
Cuadro 18	Características fisicoquímicas de leche en tanque y su promedio por grupo de acuerdo a la carga bacteriana de CT determinada por la mediana general, durante marzo a mayo del 2000 y su relación con las características fisicoquímicas.....	<b>51</b>
Cuadro 19	Unidades Formadoras de Colonias de MA contaminantes presentes durante la práctica de ordeño con su respectivo porcentaje de participación, a partir de la suma total de las cuentas de las diferentes fuentes de contaminación.....	<b>52</b>
Cuadro 20	Unidades Formadoras de Colonias de CT contaminantes presentes durante la práctica de ordeño con su respectivo porcentaje de participación, a partir de la suma total de las cuentas de las diferentes fuentes de contaminación.....	<b>52</b>

## I. RESUMEN

Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica de la leche producida en una región tropical con ganado bovino, considerando prácticas de ordeño y salud animal. Presenta: Gutiérrez Chávez Abner Josué, MVZ. (Tutor principal: MVZ, MSP. Carlos J. Jaramillo Arango, Cotutores: MVZ, MSc. Salvador Avila Téllez y Dr. Moisés Montaña Bermudez).

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad sanitaria de la leche de tanque producida con ganado bovino bajo condiciones ambientales y de manejo del trópico, mediante el análisis fisicoquímico y bacteriológico; tomando en cuenta la higiene con que se realizan las diferentes actividades dentro de la práctica de ordeño como: limpieza de las cubetas, bidones, manos del ordeñador y los pezones de las vacas, la condición clínica de la glándula mamaria y el estado de salud de los animales, específicamente con enfermedades de carácter zoonótico como: brucelosis, leptospirosis y tuberculosis. Se realizó un estudio observacional descriptivo longitudinal por un periodo de 12 semanas, durante el cual se llevó a cabo la toma de información y los muestreos correspondientes en 8 unidades de producción pertenecientes a la cuenca lechera de Tehuixtla, Morelos, hatos que fueron seleccionados por la disposición y cooperación en la realización del estudio. El universo de trabajo fue de 202 vacas en ordeño manual. Los animales pertenecían a diferentes grupos genéticos (Holstein-Friesian, Pardo Suizo, Jersey y encastados con Cebú), edades, número de parto y días en leche. Para las características fisicoquímicas de la leche en tanque los promedios fueron: acidez  $1.50 \pm 0.05$  g/L, grasa  $3.29 \pm 0.43\%$ , proteína  $2.92 \pm 0.07\%$  y densidad  $1.029 \pm 0.0009$ . Con respecto a las características bacteriológicas, se observó que la mediana para microorganismos mesofílicos aerobios (MA) fue de 98,750 ufc/ml, destacando una variación desde 4,700 ufc/ml hasta 1,340,000 ufc/ml; mientras que para microorganismos coliformes totales (CT) la mediana fue de 11,025 ufc/ml, observándose una variación desde 110 ufc/ml hasta 127,500 ufc/ml. En cuanto a la higiene en la práctica de ordeño, resultó que la contaminación bacteriana con base en la mediana fue: cubetas 4,950 (0 a 328,000) ufc/ml de MA

y 850 (0 a 44,000) ufc/ml de CT; bidones 242,000 (900 a 5'600,000) ufc/ml de MA y 29,300 (0 a 5'600,000) ufc/ml de CT; manos del ordeñador 855 (0 a 110,000) ufc/ml de MA y 5 (0 a 4,000) ufc/ml de CT y por último, pezones de las vacas 28,500 (5,200 a 174,000) ufc/ml de MA y 2,450 (0 a 8,600) ufc/ml de CT. Las tasas de prevalencia de mastitis por animal tanto subclínica como clínica fueron del 50% (92/185) y del 3% (5/185), respectivamente, mientras que la tasa de incidencia acumulada en las vacas fue del 22% (40/185) y 3% (5/185) para mastitis subclínica y clínica, respectivamente. Las tasas de prevalencia para brucelosis y tuberculosis bovina fueron del 5.3% (9/170) y 2.4% (3/125), mientras que la frecuencia de seropositividad de leptospirosis fue del 42% (65/154). Con base en lo anterior, es importante señalar que de acuerdo a las características de producción en las diferentes unidades de estudio, la leche cruda que se produce, cumplió con parámetros preestablecidos en aspectos como grasa, acidez y densidad; en cuanto a la calidad microbiológica se encontró que las cuentas bacterianas fueron altas lo que disminuye su calidad sanitaria. Al respecto, la deficiente calidad dada por el alto contenido microbiológico, es resultado de las inadecuadas e incluso falta de prácticas de manejo y de medicina preventiva en las unidades de producción, lo que repercute en el estado de salud del hato. Por ello es necesario establecer, por un lado, programas de control de calidad de la leche a nivel de unidad de producción y por otro, programas de diagnóstico, prevención y control de las enfermedades de los animales, sobre todo de aquellas que inciden en la producción del hato y en las que tienen un impacto en la salud pública.

Palabras clave: Calidad de leche, trópico, mesofílicos y coliformes, prácticas de ordeño y salud animal.

## Summary

Evaluation of the physicochemical and bacteriological qualities of cattle milk produced in a tropical region, considering milking practices and animal health. Presented by: Abner J. Gutiérrez Chávez, MVZ. (Supervised by: MVZ, MSP. Carlos J. Jaramillo Arango. Co-tutors: MVZ, MSc. Salvador Avila Téllez and Dr. Moisés Montaña Bermudez).

The objective of the present study was to evaluate the sanitary quality of bulk tank cattle milk under tropical environmental and production conditions. This was achieved through the physical, chemical and bacteriological analysis of the milk. Also, all the factors involved with the sanitary quality of the milk were considered. The factors studied were the hygienic conditions of the milking process, such as cleanliness of buckets, milk cans, milker's hands, cow's teats, clinical conditions of the udder and animal health by evaluating zoonotic illnesses such as brucellosis, leptospirosis and tuberculosis. An observational descriptive longitudinal study was performed during a 12-week period using 8 herds from Tehuixtla, Morelos. The population consisted of 202 cows of different breed, age, calving number and production days. All of them had manual milking. The results of the physical and chemical characteristics of the bulk tank milk were: acidity  $1.50 \pm 0.05$  g/L, fat  $3.29 \pm 0.43\%$ , protein  $2.92 \pm 0.07\%$  and density  $1.029 \pm 0.0009$ . The mean values of the bacteriological characteristics were: mesophilic microorganisms 98,750 cfu/ml (4,700 to 1,340,000 cfu/ml) and coliform microorganisms 11,025 cfu/ml (110 to 127,500 cfu/ml). The bacteriological contamination on the milking equipment by mesophilic microorganisms was: buckets 4,950 (0 a 328,000) cfu/ml, milk cans 242,000 (900 a 5'600,000) cfu/ml, milker's hands 855 (0 a 110,000) cfu/ml and cow's teats 28,500 (5,200 a 174,000) cfu/ml. The total number of coliform microorganisms were: buckets 850 (0 a 44,000) cfu/ml, milk cans 29,300 (0 to 5'600,000) cfu/ml, milker's hands 5 (0 to 4,000) cfu/ml and cow's teats 2,450 (0 to 8,600) cfu/ml. On the other hand, the prevalence rates of subclinical mastitis was 61% (92/151) and 3% (5/167) for clinical mastitis. The accumulated mastitis incidence was 27% (40/150) and 3.35% (5/150), respectively. The prevalence rates of brucellosis and tuberculosis were 5.3% (9/170) and 2.4% (3/125),

respectively, while the frequency of leptospirosis by serum analysis was 42% (65/154). It is concluded that it will be necessary to continue with research directed to solve the present problems in milk production. Also, it will be necessary to establish diagnostic, control and prevention programs of the different diseases in cattle, specially those that lead to economical losses and have an important repercussion on public health.

**Keywords:** milk quality, tropical, mesophilic and coliform microorganisms, milking practices, animal health.

## II. INTRODUCCIÓN

### 2.1 Antecedentes

En el estado de Morelos los sistemas de producción que predominan son el de doble propósito con un 46.6%, el semiespecializado con un 31.2%; 16.8% el ganado destinado para abasto de carne y el porcentaje restante para pie de cría y no definidos,<sup>1,2,3</sup>

#### 2.1.1 Instalaciones y manejo del hato

El sistema de producción de doble propósito en el estado de Morelos, se desarrolla principalmente en regiones tropicales cuya población animal en las unidades de producción estudiadas esta conformada por diversos grupos genéticos como: cruza de Holstein-Friesian, Pardo Suizo (línea americana y europea), Jersey y Simmental con razas Cebuínas.<sup>1,4</sup>

El manejo de los animales se efectúa principalmente en forma extensiva, basando su alimentación en el pastoreo en potreros con grama nativa, suplementación mínima de concentrados al momento del ordeño y ocasionalmente emplean subproductos agrícolas. Las instalaciones para el alojamiento del ganado, ordeño y manejo de la leche, son adaptadas de acuerdo al grado de tecnificación, empleando para su construcción materiales de la región. El ordeño se realiza en forma manual con el becerro al lado de la vaca en la mayoría de las unidades, existiendo en algunos de éstas, equipos de ordeño mecánico portátiles.

En general, las prácticas de: medicina preventiva, reproducción, mejoramiento genético, manejo de los recursos forrajeros, manejo de desechos orgánicos y el manejo de la leche, tienen una gran posibilidad de ser mejorados en estos sistemas de producción.<sup>2,5</sup>

La leche constituye la principal fuente de ingresos en estas unidades de producción mediante la venta directa al consumidor o a empresas industrializadoras para la elaboración de quesos, crema y leches fermentadas; aunque paulatinamente se han ido organizando grupos de productores con el fin de industrializar y comercializar directamente la leche de sus hatos.<sup>1</sup>

El mercado para el productor local actualmente es poco atractivo por la inestabilidad de precios tanto de los insumos como de la leche, sin embargo, la producción es insuficiente para satisfacer las necesidades locales, requiriéndose de una mayor producción y establecimiento de campañas sanitarias y programas para el control de calidad de leche para la introducción al mercado de un producto de calidad y competitivo.<sup>4</sup>

### **2.1.2 Calidad de leche**

La calidad bacteriológica e inocuidad de la leche y sus derivados, son los principales aspectos a considerarse en la industria lechera.<sup>6</sup> Esta calidad, variará ampliamente de acuerdo al método de producción. Independientemente del sistema de producción, existen tres principales fuentes de contaminación de la leche: 1) del interior de la glándula mamaria por microorganismos, sustancias tóxicas o agentes quimioterapéuticos, 2) del exterior de la ubre con desechos orgánicos, microorganismos y antisépticos y 3) de la limpieza del equipo para ordeño y utensilios utilizados para el manejo de la leche.<sup>7,8</sup>

La higiene previa al ordeño, es un componente esencial en los programas de control de mastitis y calidad de leche, reduciendo de esta forma la población de microorganismos patógenos a la glándula mamaria y bacterias asociadas con el deterioro de la composición de la leche en sus características fisicoquímicas y en el incremento de las cuentas bacterianas de la leche en tanque.<sup>9,10</sup>

### **2.1.3 Contaminación de cubetas, bidones, manos y pezones**

Entre los factores que intervienen en la obtención de una leche de calidad, los procedimientos utilizados para lavar y desinfectar el material y equipo para ordeño, son de primordial importancia. Entre estos procedimientos se incluyen las prácticas de manejo aplicadas durante el ordeño tales como: a) preparación de la ubre y el pezón y b) un ordeño con los máximos cuidados higiénicos.<sup>10</sup>

El equipo que se utiliza en las diferentes actividades dentro del proceso de producción en el ordeño, incluye a las cubetas y bidones, material que sirve para la colección, contención y transporte de la leche. Mismos que deberán de estar

antes de cada ordeño, limpios, desinfectados y secos; acomodados en un lugar libre de sol y polvo, con el objeto de que al vertir la leche, ésta se contenga en buenas condiciones sanitarias.<sup>11</sup>

Es necesario establecer que en el ordeño intervienen cuatro aspectos que deben estar perfectamente interrelacionados:

- a) Vacas que provengan de un ambiente limpio y libres de estrés, con un buen estado de salud general
- b) Vacas que al llegar a la sala para ordeño tengan los pezones limpios y secos
- c) Material y equipo de ordeño limpio, desinfectado y seco
- d) Un ordeñador que realice buenas prácticas de higiene durante el ordeño, como el vigilar que los pezones lleguen limpios y secos, aplicar un desinfectante sobre los pezones previo al ordeño, seguido por la utilización de toallas desechables para retirar el resto de humedad, obtener los primeros chorros de leche para observar si existen alteraciones, ordeñar a la vaca, aplicando un método de extracción adecuado, sin descuidar la limpieza y desinfección de sus manos entre un animal y otro.<sup>10,11,12</sup>

#### **2.1.4 Estado general de salud animal**

Existen diversas enfermedades que afectan al ganado bovino, las cuales son consideradas como uno de los principales factores que limitan la producción de alimentos de origen animal. Estas enfermedades tienen un impacto negativo por causar pérdidas económicas a consecuencia de la disminución de la producción láctea, abortos e infertilidad; padecimientos entre los que encontramos a: mastitis, brucelosis, leptospirosis y tuberculosis bovina. Enfermedades que además afectan la salud pública.<sup>13,14,15,16,17,18,19</sup>

La mastitis es reconocida como una de las enfermedades más comunes y costosas de la industria lechera en América.<sup>20,21</sup> La falta de un control adecuado y permanente de la mastitis puede llegar a representar pérdidas en producción de leche que van desde un 9% hasta 45%.<sup>22,23</sup>



Según datos generados por los programas de Grupos de Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT) del estado de Morelos; del total de unidades de producción de leche, el 87% son en ordeño manual y sólo en el 45% de las unidades se realizan pruebas de diagnóstico de mastitis.<sup>24</sup> Al respecto, Cortés, (1988), encontró una prevalencia del 45% de mastitis subclínica en vacas de tres hatos bajo un modelo extensivo de producción en Puente de Ixtla, Mor.<sup>25</sup>

La brucelosis, también denominada fiebre ondulante, fiebre de Malta, enfermedad de Bang, fiebre mediterránea y fiebre de las cabras, es una enfermedad infectocontagiosa, de curso agudo o crónico que afecta a la mayoría de las especies de animales domésticos, silvestres y al hombre.<sup>26</sup>

El género *Brucella* está constituido por cocobacilos aerobios Gram negativos de 0.5 a 1.5  $\mu\text{m}$  de largo, no móvil y no esporulado, posee seis especies que pueden distinguirse por su capacidad oxidativa y por su sensibilidad a bacteriófagos, incluye diferentes especies importantes para la patología humana: *Brucella melitensis*, que afecta principalmente a cabras, pero puede también infectar a bovinos y cerdos; es el agente causal de la mayoría de los casos en humanos diagnosticados bacteriológicamente, se conoce como la especie más patógena e invasiva, cualidades que han permitido su gran persistencia y amplia distribución en nuestro país. *Brucella abortus*, es el principal agente causal de la brucelosis bovina, aunque se ha aislado también de otras especies animales; por ser menos patógenas se han relacionado con infecciones leves y con un alto porcentaje de casos asintomáticos, característicos de individuos profesionalmente expuestos. Otras especies conocidas, pero con poca frecuencia que producen la enfermedad son *B. suis* y *B. canis*, así como *B. Ovis*.<sup>27,28</sup>

De acuerdo con información oficial, las cifras hasta el cierre del año 2000 a nivel nacional, se habían realizado pruebas para detectar esta enfermedad en 2,708,691 cabezas de ganado (correspondientes a 55,612 unidades de producción), de las cuales se registraron como reactores positivos 16,137 (0.6%) cabezas en 2,213 unidades de producción. En cuanto al estado de Morelos, se diagnosticaron 17,745 cabezas de ganado (correspondientes a 880 unidades de

producción), de las cuales el 0.2% (34 animales) reaccionaron positivos a brucelosis. Además, se conoce que en el estado de Morelos, la seroprevalencia en la población humana es de 0.24%, mientras que el promedio nacional se estima en un 3.42%.<sup>29</sup>

La leptospirosis es una enfermedad de amplia distribución en México. La infección afecta a diferentes especies de animales domésticos, silvestres y al hombre. Actualmente la Secretaría de Salud ha considerado a la leptospirosis como una de las zoonosis más importantes, consecuentemente ahora existe gran inquietud por conocer su distribución y los efectos que ocasiona en la población humana.<sup>13,30,31,32</sup> Cuando afecta al humano, se le conoce también como enfermedad de Weil, enfermedad de los escardadores, enfermedad de los arrozales; como agua roja y aborto asintomático en los animales.<sup>33,34,35</sup>

En bovinos causa importantes pérdidas económicas a los productores debido a la presencia de abortos, mortinatos, infertilidad, disminución de la producción láctea y muerte de los animales. Numerosas son las serovariedades que pueden afectar al ganado. Sin embargo, se reconoce tanto a nivel mundial como nacional, que la serovariedad *hardjo* es la principal causa de problemas reproductivos en el ganado bovino.<sup>30</sup>

En diversas investigaciones en el país, Rojas y cols., (1994), realizaron el diagnóstico de leptospirosis en 4,413 bovinos provenientes de 24 estados de la república durante 1987 a 1993; en donde se encontró una seropositividad del 34%.<sup>36</sup> En el estado de Morelos, Córdova y cols., (1998), encontraron que la tasa de prevalencia fue del 22.1%.<sup>37</sup> Estas diferencias se pueden deber probablemente a situaciones tanto biológicas, tránsito y mercadeo de animales, así como por el uso de diferentes combinaciones de serovariedades en la elaboración de biológicos preventivos, entre otras causas. Es importante señalar que hace algunos años la leptospirosis era considerada como una enfermedad ocupacional relacionada con labores en las unidades de producción de animales domésticos, trabajadores de rastros, alcantarillado, agricultores de caña de azúcar y arroz, médicos veterinarios, entre otras. Sin embargo, recientemente y con base en

estudios efectuados en poblaciones abiertas, se concluye que esta enfermedad afecta a toda la población en general, incluyendo amas de casa y niños de edad escolar.<sup>30</sup>

La tuberculosis bovina es una enfermedad infecto-contagiosa de curso crónico progresivo, causada por *Mycobacterium bovis*, microorganismo resistente a una gran gama de desinfectantes y variaciones de pH identificados en los animales domésticos, afecta a casi todos los ungulados, lobos marinos, primates y al hombre.<sup>38</sup>

Hasta el cierre del año 2000 a nivel nacional, se habían realizado 3,548,432 pruebas de tuberculinización (correspondientes a 62,349 unidades de producción), de las cuales se registraron como positivos 26,630 (0.75%) en 2,841 unidades de producción. En Morelos se probaron 16,594 cabezas de ganado (correspondientes a 854 unidades de producción), de las cuales, el 2.4% (404 animales) fueron reactores positivos a la tuberculinización.<sup>29</sup>

La tuberculosis en el ganado bovino, causa importantes pérdidas a la ganadería debido a la disminución en la producción de carne y leche, y al sacrificio de animales infectados, además de constituir una barrera para la exportación de ganado en pie.<sup>39,40,41</sup> Se considera también una zoonosis, ya que *Mycobacterium bovis*, el microorganismo causante de esta enfermedad, puede infectar al hombre y se calcula que por lo menos un 8% de los casos de tuberculosis humana que ocurren en el país pueden ser atribuidos a dicho microorganismo.<sup>42</sup>

La presencia de esta enfermedad en hatos lecheros, constituye un riesgo potencial importante para la salud pública, tanto por el consumo de productos no pasteurizados, como por el contacto de los trabajadores en el campo y en el rastro con los animales infectados.<sup>42</sup>

La tuberculosis humana de origen bovino sigue considerándose por la Organización Mundial de la Salud (OMS) un grave problema sanitario que representa grandes retos. Ante dicha situación en México, se ha instrumentado una Campaña Nacional contra la Tuberculosis Bovina (*Mycobacterium bovis*), con fundamento en la respectiva Norma Oficial Mexicana.<sup>38</sup>

### **2.1.5 Justificación**

Con el fin de obtener leche cruda de calidad y lograr el procesamiento y elaboración de leche y diversos productos lácteos, respectivamente; el Grupo de Productores de Leche del Estado de Morelos, "PURALAC", identificó la necesidad de desarrollar una serie de actividades tendientes al establecimiento de prácticas de manejo en cada una de las unidades de producción comprometidas con el abastecimiento de leche cruda a la planta "PURALAC", así de esta forma, se entraría con un producto de características competitivas en un mercado de lácteos que día con día es más exigente.

Con base en lo anterior, la empresa "PURALAC" a través de la Dirección General de Ganadería, instancia oficial del Gobierno del Estado, solicitaron al Departamento de Producción Animal: Rumiantes, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M., el apoyo con el personal capacitado para implementar y desarrollar los programas sanitarios pertinentes necesarios para lograr la obtención de leche de calidad.

### **2.2 Planteamiento del problema**

Ante el déficit de leche presente en el estado de Morelos, actualmente existe en la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. una planta pasteurizadora, que tiene como propósito acopiar, procesar y abastecer de leche fluida pasteurizada y derivados lácteos a los habitantes de la región. Sin embargo, debido a deficiencias en el manejo del hato por parte de los productores en diferentes aspectos tales como: llevar a cabo registros individuales, prácticas de manejo y programas de medicina preventiva en los hatos, la producción así como la calidad sanitaria del producto que abastece a la planta no son adecuados.

Con relación al aspecto sanitario en estos sistemas de producción, es común que la calidad microbiológica en la leche sea pobre, originada por prácticas inadecuadas de higiene durante el proceso de ordeño y por la forma y tiempo de transportación de la leche a la planta. En consecuencia, las leches resultarán con cuentas bacterianas altas y pueden llegar a presentar grados de acidez elevados al momento de la entrega en el andén de recibo en la planta, repercutiendo en

forma negativa tanto al productor por el rechazo del producto, como a la empresa por la dificultad que representa el procesamiento de una leche con estas características y por la obtención de productos lácteos de baja calidad. Aunado a esto, la empresa no posee un registro confiable de las unidades de producción que la abastecen con respecto a la salud animal de sus hatos, específicamente con enfermedades que repercuten en la salud pública como: brucelosis, tuberculosis, leptospirosis y mastitis.

### **2.3 Objetivo general**

Evaluar la calidad sanitaria de la leche producida con ganado bovino bajo condiciones ambientales y de manejo propias del trópico, mediante el análisis fisicoquímico y bacteriológico; tomando en cuenta la higiene con que se realizan las diferentes actividades dentro de la práctica de ordeño como: limpieza de los pezones de las vacas, manos del ordeñador, cubetas y bidones; la condición clínica de la glándula mamaria y el estado de salud de los animales, específicamente con enfermedades de carácter zoonótico como: brucelosis, tuberculosis y leptospirosis.

### **2.4 Objetivos específicos**

En las 8 unidades de producción se busca:

- 2.4.1 Determinar las características fisicoquímicas de la leche en tanque, tomando en cuenta las siguientes variables: acidez, grasa, proteína y densidad.
- 2.4.2 Determinar las características bacteriológicas de la leche en tanque, mediante la cuenta de unidades formadoras de colonias (ufc/ml) de microorganismos mesofílicos aerobios (MA) y coliformes totales (CT) en placa.
- 2.4.3 Determinar la influencia de las características bacteriológicas de la leche en tanque, sobre las características fisicoquímicas de ésta.
- 2.4.4 Determinar el grado de contaminación bacteriana durante el ordeño en cubetas, bidones, manos del ordeñador y pezones de las vacas,

mediante la cuantificación del número ufc/ml de microorganismos MA y CT en placa.

- 2.4.5 Determinar la prevalencia e incidencia acumulada de mastitis bovina, mediante un examen físico y por la Prueba de California para Mastitis (CMT).
- 2.4.6 Determinar la prevalencia de leptospirosis, brucelosis y tuberculosis bovina, mediante el diagnóstico serológico, utilizando las pruebas de aglutinación microscópica, prueba de tarjeta y rivanol, y prueba de tuberculina simple anocaudal, según sea el caso.

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización y marco de referencia**

Se realizó un estudio observacional descriptivo y longitudinal por un periodo de 12 semanas, durante el cual se llevó a cabo la toma de información y los muestreos correspondientes en 8 unidades de producción que se encuentran en la cuenca lechera localizada en los Municipios de Jojutla y Puente de Ixtla, que comprende los poblados de Tehuixtla, Tlatenchi y Chiverías, en el estado de Morelos. La región está ubicada a 18°37' latitud Norte y a 99°11' de longitud Oeste, a una altura de 890 msnm, con una precipitación pluvial de 930 mm anuales. El clima está clasificado como cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw).<sup>43</sup>

#### **3.2 Selección de las unidades de producción**

La empresa "PURALAC" está constituida de 40 socios, de los cuales sólo 17 tienen ganado bovino, mismos que entregaban leche a la planta pasteurizadora; las 8 unidades de producción de este estudio fueron seleccionadas por la disposición y cooperación en la realización de la investigación.

El universo de trabajo comprendió un total de 202 vacas en ordeño manual. La población animal de las unidades de producción estaban compuestas por diferentes grupos genéticos tales como: Holstein-Friesian, Pardo Suizo, Jersey y en algunas unidades existían animales encastados con ganado Cebú. Las vacas tenían diferente edad, número de partos y días en leche.

#### **3.3 Trabajo de campo**

Se visitaron semanalmente durante el periodo de marzo a mayo del 2000 a 8 unidades de producción, con el propósito de obtener la información correspondiente a los objetivos específicos, para lo cual se contempló la visita a dos hatos por día de trabajo.

### **3.4 Calidad de leche**

#### **Recolección y preparación de la muestra**

Se tomaron semanalmente y durante 10 semanas, muestras de leche de tanque de cada una de las unidades de producción, utilizando un frasco de vidrio o de plástico esterilizado con capacidad de 250 ml, provisto de tapa de cierre hermético. Se transportó la muestra al Laboratorio de Control de Calidad de la Planta Pasteurizadora en una hielera para mantener una temperatura menor a 10°C.<sup>44</sup>

Antes de proceder al estudio fisicoquímico de la leche, se homogeneizó la muestra por agitación e inversión repetida del recipiente. En los casos en los que se observó la formación de grumos, se calentó la muestra en baño de agua a una temperatura aproximada de 38°C y se empleó una espátula para facilitar el desprendimiento de la crema adherida a la pared del frasco o del tapón.<sup>45</sup>

#### **Pruebas fisicoquímicas**

Determinación de acidez (titulación con hidróxido de sodio), de acuerdo al procedimiento descrito en la Norma Oficial Mexicana (NOM-F-420-S-1982).<sup>46,47</sup>

Determinación de proteína (titulación de formaldehído), descrita en el manual del Laboratorio Nacional de Salud Pública, en lo que se refiere al control fisicoquímico de la leche.<sup>47</sup>

Determinación de la grasa (Método de Gerber), de acuerdo al procedimiento descrito en la Norma Oficial Mexicana (NOM-F-387-1982).<sup>48</sup>

Determinación de la densidad (Método de Quenuvee), de acuerdo al procedimiento descrito en la Norma Oficial Mexicana (NOM-F-424-S-1982).<sup>49</sup>

#### **Pruebas bacteriológicas**

El procesamiento de las muestras de leche para el cultivo de MA y CT en placa, se realizó semanalmente a cada una de las 8 unidades de producción durante el periodo de estudio, de acuerdo a lo descrito en la NOM-110-SSA1-1994. Preparación y Dilución de Alimentos para su Análisis Microbiológico.<sup>44</sup>



El cultivo de MA de las muestras de leche de tanque, se realizó con base en el procedimiento descrito en la NOM-092-SSA1-1994.<sup>50</sup> Mientras que el cultivo de CT, se realizó de acuerdo a lo descrito en la NOM-113-SSA1-1994.<sup>51</sup>

### **3.5 Contaminación de cubetas, bidones, manos y pezones**

Para evaluar la higiene dentro de la práctica de ordeño, se consideraron 4 elementos como fueron: a) cubetas, b) bidones, utilizados para la colección, contención y transporte de la leche, c) manos del ordeñador y d) pezones de las vacas en ordeño. La higiene se calificó mediante la determinación del grado de contaminación bacteriana por medio de la cuantificación del número de UFC de MA y CT en cada uno de los 4 elementos considerados en la práctica de ordeño.

Previo al ordeño, se realizaron muestreos bacteriológicos del interior de todas las cubetas y bidones, así como de las manos del ordeñador, siguiendo la metodología descrita por el Laboratorio Nacional de Salud Pública (SSA), 1990.<sup>52</sup> Para el muestreo, se utilizó en cada uno de los elementos, una torunda de algodón estéril impregnada de una solución amortiguadora de fosfatos (SAF) y con ayuda de unas pinzas, se deslizó la torunda sobre la superficie interior de las cubetas y bidones y palmas de las manos, respectivamente. Una vez obtenida la muestra, se colocó la torunda en un frasco que contenía 50 ml de SAF, se identificó y se envió al laboratorio para su procesamiento. En el laboratorio, se realizaron las diluciones correspondientes para cada una de las muestras y fueron sembradas en cajas para cultivo de microorganismos MA y CT en placa, para posteriormente cuantificar el número de UFC/ml, presentes en el equipo justo antes de la práctica de ordeño.

Durante el ordeño, para la obtención de la muestra para el análisis bacteriológico de los pezones de las vacas, se utilizó un frasco de boca ancha que contenía 50 ml de SAF esterilizada, frasco en el cual se introdujeron uno por uno todos los pezones de las glándulas mamarias productivas, cuidando el no tocar la base del pezón con la boca del frasco. Se agitó el frasco repetidas veces para que la

solución entrara en contacto con la superficie del pezón y por medio del lavado se obtuvo una muestra de los pezones para cuantificar el número de UFC/ml sobre la superficie de éstos.

Con relación al muestreo bacteriológico de los pezones de vacas en ordeño, se decidió aplicar una fórmula que proporcionara un tamaño mínimo de muestra, con base en los recursos materiales con los que se disponía para la investigación. El valor del tamaño mínimo de la muestra (n), mostró una variación entre hatos, dado que en la fórmula se utilizó el número total de vacas en ordeño dentro del mismo hato, para lo cual tenemos:<sup>53</sup>

$$n = \frac{N z^2 \sigma^2}{d^2(N-1) + z^2 \sigma^2}$$

Donde:

n= Tamaño mínimo de la muestra (valor esperado)

N= Número de vacas en el hato

Z= Valor correspondiente a una  $\alpha=0.05$  (valor 1.96)

$\sigma^2$ = Varianza de la variable UFC en su expresión logarítmica (valor 0.4297)

d= Valor del error aceptado en unidades logarítmicas de la variable ufc para calcular el tamaño mínimo de la muestra (valor 0.33)

Con el fin de estimar el valor de la varianza que se utilizaría en la fórmula anterior, se realizó un estudio preliminar en donde se determinó el número de ufc/ml de MA y CT en la leche de tanque de 17 unidades de producción; resultados que se utilizaron para calcular el promedio y la desviación estándar, y su respectiva varianza.

Los valores del tamaño mínimo de muestra, para el análisis bacteriológico de los pezones de las vacas fueron los siguientes:

Unidad de producción	Número de animales	Tamaño mínimo de la muestra
1	15	8
2	13	7
3	29	10
4	36	11
5	13	7
6	11	7
7	18	8
8	22	9

### 3.6 Estado general de salud animal

#### Salud de la ubre

En cada una de las unidades de producción se evaluaron mensualmente durante el periodo de marzo a mayo, las glándulas mamarias de todas las vacas en producción, mediante un examen físico utilizando la metodología descrita por Avila, (1996).<sup>54</sup> Posteriormente, de cada glándula mamaria se tomó una muestra de leche para valorar el número de células somáticas presentes, aplicando la prueba de CMT, según la metodología descrita por Schalm et al., (1976).<sup>55</sup>

#### Brucelosis, Leptospirosis y Tuberculosis

Con el propósito de realizar un diagnóstico integral en las unidades de producción, fueron sujetos de estudio por ocasión única durante el periodo de trabajo, la totalidad de las vacas en producción de las 8 unidades. Para lo cual, se utilizaron pruebas serológicas y de intradermorreacción.

#### Toma y envío de muestras para el diagnóstico de leptospirosis y brucelosis

Se obtuvo una muestra de sangre de cada una de las vacas, por punción de la vena coccígea con una aguja (No. 21) y un tubo vacutainer de 10 ml de capacidad. La muestra fue centrifugada a 3,000 g durante 15 minutos para obtener el suero. Los tubos con los sueros, previamente identificados, se transportaron al laboratorio de diagnóstico donde se mantuvieron a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis posterior.<sup>56</sup>

#### Procesamiento de las muestras

Para el diagnóstico de leptospirosis bovina se realizó la prueba de aglutinación microscópica (AM), descrita por la Organización Internacional de Epizootias (OIE) utilizando un cepario de referencia con 13 serovariedades de *L. interrogans*, perteneciente al Laboratorio de Leptospira de la Universidad Autónoma Metropolitana plantel Xochimilco (UAM-X), en la que se consideraron como positivos los sueros cuyo título fue mayor o igual a 1:100.<sup>56</sup>

Con respecto al diagnóstico de brucelosis bovina, se realizaron las pruebas de tarjeta y rivanol en el Laboratorio de Inmunología de la UAM-X, pruebas referidas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-041-ZOO-1995) Campaña Nacional Contra la Brucelosis en los Animales.<sup>28</sup>

Diagnóstico de Tuberculosis bovina por la prueba de tuberculina

Para el diagnóstico de esta enfermedad se llevaron a cabo las pruebas de intradermorreacción simple anocaudal y doble comparativa en la tabla del cuello, de acuerdo al procedimiento dictado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-031-ZOO-1995) que refiere a la Campaña Nacional Contra la Tuberculosis Bovina (*Mycobacterium bovis*).<sup>38</sup>

### **3.7 Análisis estadístico**

Calidad de leche

Se realizó un análisis descriptivo utilizando en el caso de las características fisicoquímicas el promedio y su desviación estándar, valores a los cuales se les aplicó la prueba de Shapiro-Wilk W para determinar la normalidad de los datos. Todas las cuentas bacteriológicas fueron transformadas en escala  $\log_{10}$ , se utilizaron la mediana e intervalo; debido a que se observaron valores muy extremos en el número de ufc/ml de MA y CT determinadas en la leche de tanque.<sup>57</sup>

Se utilizaron los resultados de las cuentas bacteriológicas tanto MA como CT para determinar si tenían un efecto sobre las características fisicoquímicas, mediante la formación de dos grupos de hatos, a partir del cálculo de la mediana, resultando de este modo, un grupo de unidades de producción (n=4) con cuentas bacterianas por debajo de la mediana calculada, y otro grupo de hatos (n=4) con cuentas bacterianas por arriba de la mediana. Una vez establecidos los dos grupos de hatos, se procedió al cálculo de los promedios de sus respectivas características fisicoquímicas. Posteriormente, se compararon las medianas entre los grupos de cuentas bacterianas bajas y altas, mediante la aplicación de una prueba de "Mann-Whitney" y determinar así, si existía diferencia entre los resultados por grupo.<sup>57</sup>

### Contaminación de cubetas, bidones, manos y pezones

Se realizó un análisis descriptivo de los datos, utilizando para ello la mediana e intervalo; dado que en las observaciones se apreciaron valores extremos, situación que dificultó el uso del promedio y su desviación estándar.

Los resultados expresados en ufc/ml del muestreo bacteriológico tanto de MA como de CT, presentes en los cuatro elementos contemplados que son: limpieza de los pezones de las vacas, manos del ordeñador, cubetas y bidones, se sumaron y se obtuvo una cantidad total de ufc (carga bacteriana total). Dicha cuenta se utilizó como denominador para calcular el porcentaje de participación de cada uno de los elementos antes señalados, en cuanto al número de ufc/ml presentes en ellos.

Los datos obtenidos de la suma de las cantidades de ufc/ml de los cuatro elementos, se correlacionaron con la cantidad de ufc/ml de leche en tanque, mediante la aplicación de la prueba de Spearman.<sup>53</sup>

### Estado general de salud animal

Se realizó un análisis descriptivo y se calcularon las tasas de prevalencia e incidencia acumulada durante el periodo de estudio en lo que respecta tanto a mastitis subclínica como clínica.

A partir de los resultados del examen físico y de la prueba de CMT, se calcularon las tasas de prevalencia en el periodo de estudio, tomando en cuenta el número de casos positivos a mastitis (subclínica o clínica) presentes en el periodo de estudio, datos que se utilizaron como numerador para la estructuración de la tasa; por otro lado, el denominador estuvo compuesto por el número total, ya sea de individuos o glándulas mamarias, según correspondiera, expuestos al padecimiento durante el periodo.

El cálculo de la tasa de incidencia acumulada, se realizó considerando como numerador, el número de casos nuevos de mastitis (subclínica o clínica) registrados en el periodo de estudio, estos datos se dividieron sobre el número promedio de individuos o glándulas mamarias, según correspondiera, expuestos al padecimiento.<sup>58</sup>

Por otro lado, para brucelosis, leptospirosis y tuberculosis, sólo se calculó la tasa de prevalencia en el periodo considerando de la misma manera al número de animales positivos a la prueba diagnóstica final y determinante, sobre el número inicial de animales muestreados.<sup>53,58</sup>

## IV. Resultados

### 4.1 Calidad de leche

#### Pruebas fisicoquímicas

Las características fisicoquímicas de las muestras de leche en tanque de las 8 unidades de producción, se presentan en el cuadro 1, donde se observó que el promedio y la desviación estándar fue para: acidez de  $1.50 \pm 0.06$  g/L, grasa de  $3.29 \pm 0.53\%$ , proteína  $2.91 \pm 0.11\%$  y densidad  $1.029 \pm 0.001$  (Cuadro 1).

#### Pruebas bacteriológicas

La leche de tanque de las 8 unidades de producción durante las 12 semanas, resultó con una mediana de 98,750 ufc/ml de microorganismos MA, con una variación desde 4,700 ufc/ml (hato 5), hasta 1,340,000 ufc/ml (hato 8) (Cuadro 2). En cuanto a microorganismos CT, se encontró una mediana de 11,025 ufc/ml, con una variación desde 110 ufc/ml (hato 5), hasta 127,500 ufc/ml (hato 4) (Cuadro 2).

### 4.2 Contaminación de cubetas, bidones, manos y pezones

#### Cubetas

En el cuadro 3, se observan las medianas del número de ufc/ml de microorganismos MA y CT encontrados en las cubetas, las cuales fueron 4,950 y 850 ufc/ml, respectivamente; en donde se observó un intervalo muy amplio en las cuentas de microorganismos (Cuadro 3).

#### Bidones

Las cuentas bacteriológicas del interior de los bidones, mostraron una mediana de 242,000 ufc/ml de MA, con una variación entre las 8 unidades de producción desde 900 ufc/ml (hato 7), hasta 5'600,000 ufc/ml (hatos 1, 3 y 6). En el caso de los CT, resultó que la mediana fue de 29,300 ufc/ml, resultados que tuvieron diferencias entre hatos que fueron desde cero crecimiento bacteriano (hato 5), hasta 5,600,000 ufc/ml (hatos 1 y 6) (Cuadro 3).

#### Manos del ordeñador

El número de ufc/ml de microorganismos presentes en las manos de los ordeñadores antes de iniciar el ordeño, resultaron con una mediana de 855 ufc/ml de MA, con una variación entre unidades desde cero desarrollo bacteriano (hato 1 y 2), hasta 110,000 ufc/ml (hato 8). Con relación al desarrollo de microorganismos CT, se encontró que la mediana fue de 5 ufc/ml, con una variación en las cuentas desde cero desarrollo bacteriano (hatos 1, 2, 3 y 6), hasta 4,004 ufc/ml (hato 4) (Cuadro 4).

#### Pezones de las vacas

Los resultados del muestreo bacteriológico de los pezones registró una mediana de 28,500 ufc/ml de MA, con una variación entre hatos desde 5,200 (hato 7), hasta 174,000 ufc/ml (hato 8). Con relación a la cuenta total de coliformes, la mediana fue de 2,450 ufc/ml, con diferencias entre hatos que variaron de cero desarrollo bacteriano (hato 1), hasta 8,600 ufc/ml (hato 2) (Cuadro 4).

### **4.3 Estado general de salud animal**

#### Salud de ubre

La tasa de prevalencia de mastitis subclínica por vaca en el periodo de estudio en las 8 unidades de producción fue del 50% (92/185). Es importante señalar que en el hato 2, se registró la tasa de prevalencia más alta 74% (14/19). Y por el contrario, la unidad de producción 5, registró la tasa de prevalencia más baja 28% (4/14), esto en comparación al resto de las unidades de producción en estudio (Cuadro 5).

La tasa de incidencia acumulada de mastitis subclínica fue del 22% (40/185), donde la tasa más alta se registró en el hato 3 (34%), mientras que la más baja la obtuvo el hato 7 (11%) (Cuadro 6).

La tasa de prevalencia de mastitis clínica por vaca en las unidades de producción en el periodo de estudio fue del 3% (5/185), se resalta que los cuadros clínicos registrados fueron en los hatos 3 y 4, representando una tasa de prevalencia del 3 y 11%, respectivamente. (Cuadro 7).



La tasa de incidencia acumulada con relación a mastitis clínica por vaca fue del 3% (5/185), resaltando nuevamente que sólo en las unidades de producción 3 y 4 se registraron casos clínicos en un 3% y 11%, respectivamente (Cuadro 8).

La tasa de prevalencia de mastitis subclínica en el periodo considerando las glándulas mamarias como unidad de estudio fue del 24% (172/703). En donde sobresale la unidad 7 con la tasa de prevalencia más alta 61% (34/56), mientras que la unidad 1 obtuvo la tasa de prevalencia más baja con un 9% (9/96), esto en comparación al resto de las unidades de producción (Cuadro 9).

La tasa de incidencia acumulada de mastitis subclínica por glándula mamaria fue del 13% (93/703), en donde destaca la unidad de producción 7 con la tasa de incidencia más alta (20%), mientras que las tasas más bajas correspondieron a las unidades 1 y 5 cada una con un 5% (Cuadro 10).

La tasa de prevalencia de mastitis clínica por glándulas mamarias en el periodo de estudio, se encontró que fue del 0.7% (5/703), en donde se hace resaltar que los cuadros clínicos, solo se registraron en las unidades de producción 3 y 4 cuyas tasas fueron 0.8 y 3%, respectivamente (Cuadro 11).

La tasa de incidencia acumulada con relación a mastitis clínica por glándula mamaria fue del 0.7% (5/703), resaltando nuevamente que sólo en las unidades de producción 3 y 4 se registraron casos clínicos en un 0.8% y 3%, respectivamente (Cuadro 12).

#### Brucelosis bovina

La tasa de prevalencia de brucelosis registrada en las unidades de producción donde se permitió realizar las pruebas fue del 5.02%. Se debe mencionar, que todos los animales positivos pertenecieron a la unidad 3, representando una tasa de prevalencia dentro del hato del 17%. Es importante señalar que en las unidades de producción 7 y 8 no se permitió la realización del muestreo (Cuadro 13).

#### Leptospirosis bovina

La tasa de prevalencia de leptospirosis en las 8 unidades de producción fue del 42%, correspondientes a 65 animales positivos a una o más serovariedades de *L.*

*interrogans* de un total de 154 muestras. En el 100% (8/8) de las unidades de producción se encontraron animales positivos a leptospirosis; resultados en los que destacan la unidad de producción 2 quien registro la tasa más alta con un 77% (10/13), mientras que la unidad 5, registró la tasa de prevalencia más baja 19% (3/16) (Cuadro 14).

Las serovariedades identificadas con mayor frecuencia en el estudio expresadas en porcentaje fueron: *wolffi* 41% (26/64), *hardjo* 39% (25/64), H-89\* 36% (23/64), *canicola* 28% (18/64); *tarassovi* 28% (18/64) y la cepa ACR\* con 19% (12/64) (Cuadro 15).

#### Tuberculosis bovina

La tasa de prevalencia de animales reactores positivos a la prueba de tuberculina registrada en las unidades de producción (4/8) en los que se permitió la realización de las pruebas fue del 2.4% (3/125). Los animales detectados como positivos, pertenecieron a la unidad 3, lo que representa una tasa de prevalencia dentro del hato del 6% (Cuadro 16).

Calidad sanitaria, fuentes de contaminación bacteriana y su efecto sobre las características fisicoquímicas de la leche en tanque

En el cuadro 17 y 18, se observan los valores promedios de las características fisicoquímicas de cada una de las unidades de producción, obtenidos en el periodo de estudio, así como el promedio por grupo de cada una de las variables fisicoquímicas analizadas de la leche en tanque. La formación de los grupos de unidades de producción ("B" y "A") se realizó a partir del cálculo de la mediana con respecto al número de ufc/ml tanto de microorganismos MA como de CT en leche de tanque, quedando de esta forma el grupo denominado "B" representado por unidades de producción que tuvieron cuentas bacterianas en la leche de tanque menores que la mediana calculada y de la misma forma para el grupo denominado "A" cuyos cuentas estuvieron por arriba de la mediana. Resaltando que las diferencias entre los grupos no fueron estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ), con base en la prueba de Mann-Whitney (Cuadros 17 y 18)

---

\* Aislamiento nacional

De los resultados de los muestreos bacteriológicos sobre la condición higiénica de los diferentes elementos contemplados en la práctica de ordeño, se observó que los porcentajes de participación de las cubetas y bidones dentro de la cuenta total de ufc/ml de microorganismos MA fueron: 2 y 88% respectivamente; observándose una variación entre los hatos para cubetas desde 0.001% hasta 37% y para bidones un rango de 3 al 99% (Cuadro 19).

En cuanto a los porcentajes de participación de los pezones de las vacas y de las manos del ordeñador, éstos fueron: 10 y 0.3%, respectivamente; existiendo una variación de los porcentajes en cada una de las unidades de producción desde 0.003%, hasta 78% en pezones y desde 0% hasta 83% en las manos del ordeñador (Cuadro 19).

En cuanto a los porcentajes de participación de los elementos contemplados en la práctica de ordeño en cuanto a microorganismos CT, se tuvo que para cubetas y bidones los porcentajes de participación fueron: 2.6% y 90%, respectivamente; observándose una variación entre los hatos para cubetas desde 0% hasta 27% y para bidones desde 0% hasta el 99% (Cuadro 20).

Con relación a los pezones de las vacas y manos del ordeñador, los porcentajes fueron: 7.5 y 0.02%, respectivamente; observándose una variación en los porcentajes desde 0%, hasta 88% para pezones de las vacas y para manos del ordeñador desde 0% hasta 44% (Cuadro 20).

Es necesario resaltar que de los cuatro elementos muestreados en las unidades de producción, los bidones y los pezones de las vacas fueron los que tuvieron la mayor cantidad microorganismos contaminantes tanto de MA como de CT (Cuadro 19 y 20).

El resultado de la prueba de Spearman entre el número de ufc/ml de microorganismos MA de la cuenta total de la higiene en la práctica de ordeño y la cantidad de ufc/ml de MA en leche de tanque, registró una correlación baja  $r=0.45$  ( $P>0.05$ ), siendo ésta no significativa, mientras que para los microorganismos CT, la correlación fue alta  $r=0.83$  ( $P<0.05$ ), resultando significativa.<sup>59</sup>

## V. Discusión

En las muestras de leche analizadas en esta investigación, la densidad, acidez y grasa cumplieron con lo estipulado por el Reglamento de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios de la Secretaría de Salud (SSA). No obstante, el contenido de proteína fue ligeramente inferior (-0.09%) con respecto a lo indicado en el Reglamento antes señalado (30 g/l min).<sup>60</sup>

Esta diferencia de proteína en leche, puede ser atribuida a la época del año en la que se realizó el trabajo, periodo en el cual se registraron temperaturas ambientales elevadas (hasta 40°C), condición que predispone a que el consumo voluntario de alimento disminuya, así como la producción de leche y posible contenido de proteína en ésta.<sup>61,62,63</sup>

Estos resultados concuerdan con lo informado por Avila y cols., (1991), quienes encontraron variaciones en los diferentes elementos que componen la leche como: grasa, lactosa y proteína, con ganado bajo condiciones de producción características del trópico húmedo en la región de Martínez de la Torre, Veracruz.<sup>64</sup> Saltijeral y cols., (1995), señalan haber encontrado resultados similares en los niveles de proteína en leche proveniente de vacas Holstein-Friesian, localizadas en el Valle de México bajo condiciones intensivas de producción;<sup>65</sup> asimismo, Villarreal y Vázquez, (2000), encontraron que en establos del Valle de Guadiana, Dgo. en dos diferentes épocas del año, los resultados coinciden con los obtenidos en esta investigación.<sup>66</sup>

Lo antes discutido, conlleva a considerar que con frecuencia en el ganado lechero se registran contenidos de proteína en leche, ligeramente inferiores a lo señalado por el Reglamento mencionado, sin estar necesariamente relacionado con una condición patológica de los animales.

En calidad de leche, es innegable la importancia que tiene la contaminación bacteriana; al respecto, Philpot, (1997), Murphy y Boor, (1998), mencionan que para Estados Unidos de América, el número de microorganismos MA deberá ser inferior a 100,000 ufc/ml para leche cruda,<sup>10,67</sup> bajo este criterio, se encontró que únicamente el 50% de las unidades de producción estudiadas (4/8), no rebasaron dicha carga bacteriana de MA.

Comparativamente en México, el Reglamento en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, señala que las cuentas bacterianas no deberán de ser mayores a 1,000,000 de ufc/ml de MA;<sup>60</sup> y en el caso de esta investigación, el 87% de las unidades de producción (7/8) cumplieron con lo establecido en citado reglamento. Villarreal y Vázquez, (2000), registraron en el Valle de Guadiana, Dgo. resultados similares a los de este trabajo.<sup>66</sup>

Con relación a CT, en el mismo reglamento se indica que para leche cruda, el número máximo de CT debería de ser de 100 ufc/ml;<sup>60</sup> observando que ninguna de las 8 unidades de producción estudiadas cumplieron con este indicador, ya que la variación en las cuentas de CT fue amplia (desde 110 a 127,500 ufc/ml). Para el Valle de Guadiana, Dgo. México, Villarreal y Vázquez, (2000), señalan cuentas de CT que variaron desde 783 hasta 835,667 ufc/ml.<sup>66</sup> Comparativamente, en Etiopía, Godefay y Molla, (2000), encontraron rangos desde 13,000 hasta 71,000 ufc/ml de CT;<sup>68</sup> cifras que en su límite inferior resultan ser superiores a las registradas en esta investigación. Mientras que Ombui, (1994), señala que en Kenya, una leche de tanque calificada como de buena calidad, es aquella que contenga menos de 50,000 CT; cantidad de microorganismos que se consideran muy elevadas, con base a los resultados de la presente investigación.<sup>69</sup>

Lo deseable es que la leche fluida destinada a consumo humano o para su industrialización, contenga el menor número posible de microorganismos, de forma que se disminuya al máximo tanto el riesgo potencial de afectar la salud del consumidor, así como las dificultades que se generan al momento del proceso de los derivados lácteos.<sup>70</sup>

Las cuentas de microorganismos presentes en las cubetas empleadas en la colección de leche, se pueden considerar bajas, lo que coincide con lo señalado por Alais, (1994), quien encontró en un estudio que la cantidad de bacterias, tuvo una variación entre 15,000 y 187,000 ufc/ml; resultados que al ser comparados con los encontrados en esta investigación fueron inferiores.<sup>63</sup>

La cantidad de ufc/ml de microorganismos MA y CT encontradas en los bidones fue muy elevada, estas cuentas se justifican con base en las observaciones del

estado físico y de limpieza de los bidones, que en la mayoría de las ocasiones, tenían restos líquidos e incluso ocasionalmente basuras.

Los muestreos bacteriológicos de las manos de los ordeñadores, fueron de las cuentas bacterianas más bajas, con relación al resto de los elementos contemplados en la práctica de higiene en el ordeño. El bajo número de microorganismos, se atribuye al constante contacto de las manos con el antiséptico utilizado en las diferentes actividades, e incluso al efecto de arrastre, de tal forma que indirectamente, estos microorganismos alcanzan su destino en la leche en tanque.

Con respecto a la cantidad de microorganismos presentes en los pezones de las vacas, las cuentas bacterianas registradas en las 8 unidades de producción fueron altas; atribuyéndose a una inadecuada preparación de la ubre y los pezones de la vaca al ordeño; teniendo como aspecto fundamental, la baja eficiencia en la preparación, dado en parte, por el procedimiento y material utilizado en la realización de esta práctica de higiene.

En comparación con otros estudios, Méndez, (1980), señala que encontró que la cantidad de microorganismos presentes en los pezones de las vacas y manos del ordeñador antes del ordeño fueron clasificados con base al crecimiento bacteriano como: abundantes a moderados (abundante=>300 ufc/ml y moderado=100 a 300 ufc/ml), situación según describe, repercute sobre la calidad sanitaria de la leche en tanque.<sup>71</sup>

También, Avila y cols., (1993), realizaron muestreos bacteriológicos de pezones de vacas al ordeño cuando eran preparadas de forma habitual en el hato (grupo 1), mientras que en otro grupo de animales, se aplicaba un antiséptico más la utilización de una toalla de papel desechable (grupo 2), encontrando que la presentación de crecimientos bacterianos abundantes en los muestreos, se redujo de un 70% (grupo 1), a un 30% (grupo 2), reflejándose al final sobre la calidad de la leche producida.<sup>11</sup>

Brito y cols., (1998) y Hernández, (1979), reiteran la importancia que tiene la adecuada preparación tanto de los pezones de las vacas al ordeño como del equipo utilizado para esta práctica, con base en los resultados encontrados de los

muestreos de la superficie de pezones con diferente forma de preparación, los cuales se registraron con un rango entre 3,020 a 66,070 ufc/ml.<sup>72,73</sup>

En cuanto a los porcentajes de participación de cada uno de los elementos considerados en la práctica de higiene como: cubetas, bidones, manos del ordeñador y pezones de las vacas; se puede inferir que la suma de la carga bacteriana presente en los 4 elementos contribuyeron de una manera importante en la calidad bacteriológica final de la leche en tanque, haciendo énfasis en la correlación alta que se observó entre las fuentes de contaminación de la leche y la calidad bacteriológica propia de la leche en tanque con respecto a los microorganismos CT ( $r=0.83$   $P<0.05$ ), mientras que para los microorganismos MA la correlación fue baja ( $r=0.45$ ,  $P>0.05$  MA).

La variación de las cuentas bacterianas registradas en las 8 unidades de producción, se puede atribuir a que en todos los hatos se utilizaban antisépticos para realizar por lo menos una de las actividades de limpieza en la práctica de ordeño. Es importante señalar que la mayoría de las unidades de producción utilizaron un agente clorado (unidad 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8), mientras que en la unidad 5, fue la única que utilizó un yodóforo; mencionando que en esta última, se registraron las cuentas bacterianas más bajas en comparación al resto de las unidades de producción.

Al respecto, Fernández, (1979) y Hernández y cols., (1993), señalan que el uso de un antiséptico en las prácticas de higiene en el ordeño, contribuye significativamente en la obtención de una leche de calidad.<sup>74,75</sup> En tanto que Godefay y Molla, (2000), describen que la falta en el conocimiento acerca de la limpieza en la producción de leche y el uso de equipo contaminado, son algunos de los factores que contribuyen a la pobre calidad higiénica de la leche.<sup>68</sup> Godefay y Molla, (2000) y Saran, (1995), afirman que la falta en el conocimiento acerca de la limpieza en la producción de leche y el uso de equipo sin lavar, son factores que determinan la elevada cantidad de bacterias en la leche y que el poner atención en esto, provee una leche de buena calidad microbiológica.<sup>68,76</sup> González, (1978), informa haber encontrado una correlación positiva y significativa ( $0.85$ ,  $P<0.05$ ) entre la higiene y el aislamiento de bacterias en la leche.<sup>77</sup>

La prevalencia de mastitis y la ocurrencia de casos nuevos (incidencia) en los animales de las ocho unidades de producción en estudio, se explica principalmente a la forma en que se realizan las diferentes actividades dentro de la práctica de ordeño como: método de preparación (lavado, desinfección y secado) de los pezones de las vacas al ordeño, que en algunas unidades de producción no se realiza y cuando se lleva a cabo, es mala; la forma en cómo el ordeñador extrae la leche, resaltando que el ordeño a pulgar es el método que mayores daños producen en las estructuras internas del pezón disminuyendo así su resistencia natural, método el cual se practicó en todas las unidades de producción y a la falta de una revisión periódica de todo el ganado para ver el comportamiento de la producción y el estatus de salud de los animales.

En comparación con otros estudios, Alarcón y cols., (1997), determinaron una tasa de prevalencia de mastitis subclínica por glándula mamaria del 33% y por vaca del 52.5%, en ganado de doble propósito localizado en una unidad de producción de la región de Martínez de la Torre, Veracruz; lo que muestra la tendencia de salud de la glándula mamaria en animales bajo condiciones ambientales y de manejo del trópico.<sup>78</sup> De la misma forma, Alarcón y cols., (1997), informan una tasa de prevalencia de mastitis clínica del 1.3% considerando glándulas mamarias y del 4.7% por animales afectados, con ganado de doble propósito localizado en una unidad de producción de la región de Martínez de la Torre, Veracruz.<sup>78</sup> Avila y cols., (1996), encontraron un 3.6% de mastitis clínica en un hato con ganado Holstein bajo sistema de producción intensiva de leche con ordeño mecánico localizado en una región templada de México.<sup>79</sup>

Los datos anteriores sobre las prevalencias de mastitis, son inferiores a las del presente estudio, sin embargo, se puede considerar que de acuerdo a las condiciones ambientales del trópico y de las características de los animales, los resultados muestran una similitud en cuanto al estado de salud de la ubre bajo esos sistemas de producción.

De acuerdo con los datos oficiales tanto nacionales como por el estado de Morelos informados por la Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria, los resultados de la tasa de prevalencia de animales con brucelosis en esta investigación fueron



superiores en los dos casos (5%). Cabe señalar que en el cuadro 13, se puede observar que la presencia de animales positivos a brucelosis, se presentó en el 17% (1/6 unidades de producción, hato 3), resaltando que en las otras dos unidades (hatos 7 y 8), no se permitió la realización del muestreo. Estos resultados son similares con relación a las cifras oficiales en donde del número total de hatos probados en el estado de Morelos al cierre del año 2000, el 19% de las unidades de producción tuvieron al menos un animal reactor positivo a la prueba de brucelosis; cifra ligeramente superior a la registrada en la presente investigación.<sup>29</sup>

Sin embargo, en otras investigaciones realizadas en el estado de Morelos, Córdova y cols., (1997), señalan que encontraron una prevalencia de brucelosis del 2.24%, en donde el 40% de los animales positivos pertenecía a ganado productor de leche y otro 45% de animales de doble propósito.<sup>80</sup> Tres años después, Córdova y cols., (2000), informan haber encontrado una prevalencia de brucelosis en el estado de Morelos del 2.3%, situación que no representa un problema a nivel de población abierta en el mismo Estado.<sup>13</sup>

En lo que respecta a leptospirosis bovina, la tasa de prevalencia registrada en la presente investigación (42% por animal y 100% por unidad de producción), se puede atribuir a la falta de un conjunto de prácticas de medicina preventiva como son cuarentena de animales recién incorporados en la unidad de producción, diagnóstico clínico e inmunización específica; situación que se manifiesta en todos los hatos en diferente grado con base en los resultados encontrados del diagnóstico de leptospirosis en las 8 unidades de producción estudiadas.

Al comparar los resultados del presente estudio con otros realizados en el mismo estado de Morelos; Córdova y cols., (1998), realizaron un muestreo aleatorio de un banco de sueros, mismo que fue construido a partir de un muestreo estratificado polietápico (primera etapa), conglomerados (segunda etapa), conveniencia (tercera etapa) y específicamente para el diagnóstico de leptospirosis un muestreo aleatorio simple del banco de sueros. Se encontró que el 32% (17/53) de las unidades de producción tuvieron al menos un animal positivo, correspondiendo a hatos de producción de doble propósito. En cuanto a la tasa de prevalencia de

leptospirosis por animal, Córdova y cols., (1998), encontraron que la tasa de prevalencia fue del 22.1%.<sup>37</sup> Rojas y cols., (1994), informan a través de un estudio retrospectivo (periodo 1987-1993), la situación que guarda la leptospirosis en diferentes especies a partir de un banco de sueros provenientes de 24 estados de la República Mexicana, con un total de 4,413 sueros de bovino donde el 34% resultó positivo a una o más serovariedades de *Leptospira* spp. Además, las serovariedades identificadas en este estudio fueron: *wolffi* (20%), *tarassovi* (18%), *hardjo* (14%), *icterohaemorrhagiae* (9%), *canicola* (8%), *shermani* y *pyrogenes* (7%).<sup>36</sup>

Estos resultados están por debajo de los registrados en la presente investigación, sin embargo, esto se puede atribuir al manejo de los datos en cuanto a la selección tanto de las unidades de producción como de los animales muestreados; además, el universo de trabajo fue considerablemente menor en la presente investigación. No obstante, la presencia de esta enfermedad representa un importante problema en lo que se refiere tanto a salud animal como pública. Es importante señalar que desde 1998, la leptospirosis fue denominada como una de las cuatro zoonosis de mayor importancia en el país.<sup>30</sup>

Dentro de los hallazgos de la investigación, se confirma que serovariedades como *hardjo*, *wolffi* y *tarassovi*, tienen gran presencia en bovinos (Cuadro 15). Quedando de manifiesto que la variabilidad de las serovariedades es notable dependiendo quizás de la situación ecológica, manejo, presencia de otras especies animales y probablemente de la introducción de bovinos a la región o a los hatos.

Con relación al porcentaje de animales reactores positivos a la prueba de tuberculina (2.4%), en las 4 de 8 unidades de producción estudiadas; resultado que al ser comparado con los datos oficiales a nivel nacional, es muy superior (0.75%), sin embargo, coincide con los datos oficiales del estado de Morelos con un 2.4%.<sup>29</sup>

En otras investigaciones realizadas en el estado de Morelos, Córdova y García, (1997), realizaron un muestreo de ganado bovino por regiones, en el cual sobresalió la zona Sur con un 14.6% de animales positivos a la prueba simple anocaudal.<sup>81</sup>

Posteriormente, Córdova y cols., (2000), informaron de una prevalencia del 10.05% de tuberculosis, mediante la aplicación de la prueba simple anocaudal en bovinos de leche y carne en el estado de Morelos;<sup>13</sup> estas cifras son altamente superiores a las registradas en la presente investigación, sin embargo esto se puede deber a la elección de la prueba de tuberculina, en donde tanto los datos oficiales como los de esta investigación, fueron mediante la aplicación de la prueba doble comparativa en la tabla del cuello para determinar los animales reactivos positivos a la prueba de tuberculina.

La trascendencia que tiene la presencia de enfermedades como brucelosis, leptospirosis y tuberculosis radica en el riesgo potencial tan elevado de afectar la salud del consumidor por el contacto con una leche y/o derivados lácteos sin un tratamiento adecuado (pasteurización) que confiera inocuidad al producto o por el contacto estrecho del personal encargado con los animales afectados como parte de las actividades cotidianas en las unidades de producción.

Está ampliamente documentado que uno de los factores de riesgo más importantes a nivel mundial es, con relación al impacto sobre la salud pública, el de las enfermedades clasificadas como zoonosis y aquellas de origen alimentario, derivadas por el consumo de leche cruda, pero sobre todo en aquellas regiones en donde están presentes dichas enfermedades.<sup>15,16,37,70,81,82,83,84,85</sup>

## VI. Conclusiones

- La leche en tanque de las ocho unidades de producción, estas cumplió en lo general con lo establecido por el Reglamento de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios, en cuanto a las características fisicoquímicas, sin embargo, para proteína se registró una mínima diferencia la cual no se consideró significativa.
- La calidad bacteriológica de la leche en tanque en las ocho unidades de producción tuvo una gran variabilidad en cuanto a la carga bacteriana, resaltando que en cuanto a MA sólo una de las unidades de producción sobrepasó el límite máximo permitido ocurriendo una situación similar con relación a CT, donde todas las unidades de producción rebasaron el límite máximo con base en lo estipulado en el Reglamento de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios.
- La calidad bacteriológica de la leche en tanque, se correlacionó positivamente con las condiciones de higiene con las que se realizaron las diferentes actividades en la práctica de ordeño.
- La condición higiénica del material y equipo utilizado en la práctica de ordeño, representó una fuente considerable de contaminación bacteriana para la leche de tanque en las diferentes unidades de producción estudiadas.
- No se determinó una influencia significativa de las características bacteriológicas de la leche, sobre las características fisicoquímicas de la misma en tanque.
- Los porcentajes elevados de las tasas de mastitis registradas en las diferentes unidades de producción, son reflejo de las prácticas de manejo y ordeño realizadas en estos sistemas de producción.
- La presencia de enfermedades como brucelosis y tuberculosis en los animales de esta región, además de generar pérdidas económicas en la producción de las unidades de producción, representa un serio riesgo en cuestiones de salud pública.
- Con relación a leptospirosis bovina, es una enfermedad que registró una tasa de prevalencia alta, al respecto es necesario que los productores y las

autoridades en materia de salud, consideren los riesgos de la población humana a que conduce la convivencia con esta enfermedad de los animales.

De acuerdo a las características de producción en las diferentes unidades de estudio, los resultados de la calidad fisicoquímica como bacteriológica de la leche cruda que se produce, si bien en algunos aspectos como grasa, acidez y densidad se cumplió con parámetros preestablecidos, en otros como fue la calidad microbiológica en donde se encontró que las cuenta bacteriana en leche fueron altas lo que disminuye su calidad; al respecto, la deficiente calidad y el alto contenido microbiológico en la leche, son resultado de las inadecuadas e incluso inexistentes prácticas de manejo y de medicina preventiva en las unidades de producción, lo que repercute en el estado de salud del hato. Es por ello necesario establecer programas de inspección y control de calidad a nivel de la unidad de producción, así como programas de diagnóstico, control y prevención de las enfermedades de los animales, sobre todo de aquellas que inciden en la productividad del hato y en las que tienen un impacto en la salud pública.

## VII. REFERENCIAS

1. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y Centro de Estadística Agropecuaria. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado bovino en México, 1990-2000. SAGAR-CEA, México, D.F. 1999.
2. Córdova LD, Sánchez MPH y García VZ. Características de la ganadería bovina en el Estado de Morelos. Memorias del Congreso Nacional de Buiatría;1998 julio 20-25 Acapulco, Guerrero México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1998: 406-407.
3. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Censo de Población y Vivienda del Estado de Morelos. Tomo II, 1995.
4. Castrejón MO Y Peña HN. Estudio de la tendencia real de precios de la leche en el Estado de Morelos. Memorias del Congreso Nacional de Buiatría;1998 julio 20-25 Acapulco, Guerrero México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1998: 381-383.
5. Antúnes PC. La ganadería lechera familiar, su importancia y desarrollo futuro. Memorias del 1er. Seminario "La Ganadería Lechera Mexicana, Situación Actual y Necesidades de Investigación"; 2000 septiembre 8; Montecillo (Texcoco) México. México (Texcoco, Mex.) Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, 2000: 14-21.
6. Vasavada PC and White CH. Symposium: Developing Methodology for microbial evaluation of milk and dairy products. J Dairy Sci. 1993;76:3099-3100.
7. Robinson RK. Microbiología lactológica. Zaragoza, España, acribia, 1987.
8. Adams MR y Moos OM. Microbiología de los alimentos. Zaragoza, España, Acribia, 1997.
9. Galton DM, Adkinson RW, Thomas CV and Smith TW. Effects of premilking udder preparation on environmental bacterial contamination of milk. J Dairy Sci. 1982;65:1540-1543.
10. Philpot WN. Calidad de la leche y control de mastitis. Memorias del Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la Leche; 1997 mayo 30-31; León (Gto.) México, México (D.F.). Asociación Iberoamericana de Médicos Veterinarios Especialistas en Producción Animal, AC. 1997.
11. Avila TS, Cano CP, Blanco OM, Nuñez EJF, Nicolli TM y Sosa FC. Eficacia del presellado en pezones antes del ordeño. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Buiatría; 1993 noviembre 11-13; Ciudad de México (México) México, México (D.F.) Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC. 1993:50-56.
12. González CE. Ordeño Manual. Memorias del congreso Panamericano de Control de Mastitis y Calidad de Leche, 1998 marzo 23-27, Mérida (Yucatán) México. México (DF): 2000: 264-266.
13. Córdova LD, García VZ, Urrutia VRM, Díaz AE, Monroy BJI, Colmenares VG y Sánchez MPH. Tuberculosis, brucelosis, leptospirosis y leucosis en la ganadería bovina (productora de leche y carne) del Estado de Morelos, México. Prevalencia y factores de riesgo asociados. Memorias del 1er Congreso Internacional de Epidemiología; 2000 enero 25-27; Toluca (Edo. Mex.) México, México (D.F.) Asociación Mexicana de Epidemiología Veterinaria, AC. 2000: 166-172.

14. Cripp PJ. Veterinary education, zoonoses and public health. A personal perspective. *Acta Trop* 2000;76(1):77-80.
15. Miller MA and Paige JC. Other food borne infections. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 1998; 14(1):71-89.
16. Headrick ML and Tollefson L. Food borne disease summary by food commodity. *Vet Clin North Am food Anim Pract* 1998;14(1):91-100.
17. Fanning A, Edwards S and Haver G. Mycobacterium bovis infection in humans exposed to elk in Alberta. *Can Dis Wkly Rep* 1991;17(44):239-240.
18. Bethlem EP and Carvalho CR. Pulmonary leptospirosis. *Curr Opin Pulm Med* 2000;6(5):436-441.
19. Pardo RB, Langoni HL, Mendonca LJP and Kung DC. Investigation of the agents from genus Mycobacterium sp. In milk of tuberculous cows and its role in food borne diseases. *Memorias del congreso Panamericano de Control de Mastitis y Calidad de Leche*, 1998 marzo 23-27, Mérida (Yucatán) México. México (DF): 2000: 322-326.
20. Martín RM. Los antiinflamatorios en el tratamiento de la mastitis. *Memorias de la Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero*; 1997 agosto 7-9; México (D.F.): CIGAL 97:47-50.
21. Shpigel NY, Winkler M, Saran A and Ziv G. The anti-inflammatory drugs phenylbutazone and dipyrone in the treatment of field cases of bovine mastitis. *J Vet Med Assoc* 1996;43:331-336.
22. Ei-Sayed MGA, Ei-Attar HM, Atef M and Yousif M. Pharmacokinetic profile of tylosin in mastitic cows. *Dtsch Tierärztl Wschr* 1986; 93: 281-344.
23. Sumano LH. Bases Farmacológicas de la Mastitis Bovina. *Memorias del Congreso Nacional de Mastitis y Calidad de la Leche*; 1997 mayo 30-31, León, Gto. México.
24. Amaro GR, Pérez AJA, Souza VFI y Castrejón MO. Caracterización de los GGAVATT's de la especie producto bovinos leche en el estado de Morelos. *Memorias de la XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*; 2000 noviembre 7-10; Hermosillo (Sonora), México, 2000: 279.
25. Cortés JF. Prevalencia de mastitis subclínica bovina e identificación de microorganismos presentes en la leche positiva en tres hatos de la región de Puente de Ixtla, Morelos (tesis de licenciatura) México, DF. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 1988.
26. Eaglesome MD, García MM. Disease risks to animal health from artificial insemination with bovine semen. *Rev Sci Tech Off Int Epiz* 1997;6:215-225.
27. López-Merino A, Migrañas R y Pérez A. Seroepidemiología de la Brucelosis en México. *Salud Pública de México*, 1992; 34:230-240.
28. Norma Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995. Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales.
29. Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria. Informe de actividades (Periodo 2000). Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria, SAGARPA, 2000.
30. Moles y CLP y Torres BJI. Aspectos epidemiológicos de la leptospirosis en México. *Memorias de la 9ª Reunión Anual de Sanidad Animal*; 2000 octubre 23-26; Puebla (Puebla) México. México (DF): Consejo Técnico consultivo Nacional de Sanidad Animal, 2000.
31. *Epidemiología y Control de la Leptospirosis*. Ed. Blenden, 1986.

32. Esquivel SH. Seroepidemiología de Enfermedades Infecciosas en Ganado Ovino del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical CEIEGT (tesis de licenciatura). FMVZ, Cd. Universitaria: Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.
33. Acha P y Szyfres B. Zoonosis y enfermedades comunes al hombre y a los animales. Org Pan Sal Pub Cient. No. 354, 1996.
34. Bernard WW. Leptospirosis. Veterinary Clinics of North America 1993;9(2):435-444.
35. Morilla GA y Bautista GC. Manual de inmunología. México, DF: Diana 1996.
36. Rojas SN, Cisneros PMA, Moles y CLP, Gavaldón RD, Luna AMA y Torres BJI. Situación actual de la leptospirosis en México. Memorias del XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias; 1994 octubre 9-15; Acapulco (Guerrero) México, 1994: 531-532.
37. Córdova LD, Salazar GD, Sánchez MPH, Urrutia RM, Cámara VMA y García VZ. Leptospirosis bovina en el Estado de Morelos. Características de la población en riesgo. Datos a nivel de explotación. Memorias de la XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; 1998 octubre 27-31; Querétaro (Qro.) México. 1998: 205.
38. Norma Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995. Campaña Nacional contra la Tuberculosis Bovina (*Mycobacterium bovis*).
39. Zoonosis Updates from the Journal of the American Veterinary Medical Association. Schamburg, Illinois, 1990.
40. Thoen CO and Steele JH. *Mycobacterium bovis* infection in animals and humans. Iowa University Press, USA, 1995.
41. Garborick CM, Salman MD and Ellis RP. Evaluation of a five-antigen ELISA for diagnosis of tuberculosis in cattle and Cervidae. Journal of American Veterinary Medical Association. 1996;209:962-966.
42. Arriaga DC, Banda RV, Díaz OF y Estrada ChC. Avances en el diagnóstico de la tuberculosis bovina. Memorias de la 8ª Reunión Anual de Sanidad Animal; 1999 noviembre 16-19; Ciudad de México (México) México. México (DF): Consejo Técnico consultivo Nacional de Sanidad Animal, 1999: 51-57.
43. García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen, 4ª Ed. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F. 1989.
44. Norma Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994. Preparación y Dilución de Alimentos para su Análisis Microbiológico.
45. Norma Oficial Mexicana NOM-091-SSA1-1994. Bienes y Servicios, Leche Pasteurizada de Vaca, Disposiciones y Especificaciones Sanitarias. 24 de febrero de 1996.
46. Norma Oficial Mexicana NOM-F-420-S-1982. Productos Alimenticios para Uso Humano-Determinación de Acidez en Leche Fluída.
47. Laboratorio Nacional de Salud Pública. Control Físicoquímico de Leche Pasteurizada, SSA. México, D.F. 1989.
48. Norma Oficial Mexicana NOM-F-387-1982. Alimentos-Leche Fluída-Determinación de Grasa Butírica por el Método de Gerber.
49. Norma Oficial Mexicana NOM-F-424-S-1982. Productos Alimenticios para Uso Humano. Determinación de la Densidad en Leche Fluída.



50. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias Mesofílicas en Placa.
51. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994. Determinación de la Cuenta de Coliformes Totales en Placa.
52. Laboratorio Nacional de Salud Pública. Procedimiento para el Examen Microbiológico de superficies y utensilios, SSA. México, D.F., 1990.
53. Daniel WW. Biostatística. Base para el análisis de las ciencias de la salud, 3ª ed. Limusa-Noriega Editores, México, D.F. 1993.
54. Avila TS. Curso Internacional Técnico práctico de Actualización en el Diagnóstico de las Enfermedades más frecuentes en Bovinos. División de Educación Continua, Depto. Diagnóstico Clínico y Depto. Prod. An: Rumiantes. 18 al 20 de abril de 1996. pp. 119-124.
55. Schalm WO, Carroll JE and Jain NC. Bovine Mastitis. Lea & Febiger, Philadelphia, USA. 1976.
56. Centro Panamericano de Zoonosis. Manual de metodología para el diagnóstico de laboratorio de la leptospirosis. OPS. Nota Tec. No. 30, 1985.
57. Jerrold HZ. Biostatistical Analysis, 3ª ed. United State of America: Prentice Hall 1996.
58. Colimon KM. Fundamentos de epidemiología. Madrid, Díaz de Santos, 1990.
59. Dawson-Sauders B and Trapp RG. Biostatística Médica. United State of America: Manual Moderno, 1993.
60. Reglamento en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios. SSA. Título cuarto, (DOF 3 febrero 1983).
61. Smith V.R. Physiology of lactation. University Press: Iowa State, 1968.
62. Schmit 71 Schmidt G.H. Biology of lactation. San Francisco. USA: W.H. Freeman & Company, 1971.
63. Alais C. Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. 9ª reimpresión. CECOSA, México, D.F. 1994.
64. Avila TS, Blanco OM y Romero AT. Mastitis y producción de leche en el trópico húmedo. México, D.F. División del Sistema de Universidad Abierta, FMVZ-UNAM, 1991.
65. Saltijeral OJA, Ramírez AA y Pinto M. Composición fisicoquímica de la leche cruda proveniente de vacas Holstein en el Estado de México. Memorias del XIX Congreso Nacional de Buiatría; 1995 agosto 24-26; Torreón (Coahuila) México, México (D.F.) Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC. 1995:464-467.
66. Villarreal RG y Vázquez MMS. Determinación de la calidad de la leche cruda producida en tres establos del Valle de Guadiana, Dgo. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Buiatría; 2000 junio 15-17; Guadalajara (Jalisco) México, México (D.F.) Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC. 2000:235-237.
67. Murphy SC and Boor KJ. Raw milk bacteria tests and elevated bacteria counts on the farm: A review. Memorias del Congreso Panamericano de Control de Mastitis y Calidad de Leche, 1998 marzo 23-27, Mérida (Yucatán) México. México (DF): 1998: 232-235.

68. Godefay B and Molla B. Bacteriological quality of raw cow's milk from four dairy farms and milk collection centre in and around Addis Ababa. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 2000;113(7-8):276-278.
69. Ombui JN, Kaburia HF, Macharia JK and Nduhui G. Coliform counts *Escherichia coli* in raw commercial milk from dairy farmers in Kenya. *East Afr Med J* 1994;71(10):635-639.
70. Badini KB, Nader-Filho A, do Amaral LA and Germano PM. Health risk due to the consumption of raw milk commercialized without due authorization. *Rev Saude Publica* 1996;30(6):549-552.
71. Méndez FA. Calidad bacteriológica de la leche producida en el CNEIEZ (rancho 4 milpas) y su probable origen de contaminación (tesis de licenciatura) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México, D.F. 1980.
72. Brito JRF, Brito MAVP, Silva MAS, Costa LR and Verneque RS. Bacterial counts of teats surface under different milking systems and udder preparation practices. *Memorias del congreso Panamericano de Control de Mastitis y Calidad de Leche*, 1998 marzo 23-27, Mérida (Yucatán) México. México (DF): 2000: 431-434.
73. Hernández VML. Bacterias aisladas de las pezoneras y porción distal de los pezones durante el proceso de ordeño en varios establos con ordeño mecánico localizados en la comarca lagunera (Tesis de licenciatura) Facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia, UNAM. México, D.F. 1979.
74. Fernández RF. Aplicación de una jalea desinfectante sobre manos de ordeñadores para la disminución de microorganismos patógenos en un programa de control de mastitis (Tesis de licenciatura) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México, D.F. 1979.
75. Hernández AL, Tápia PG y Pérez DM. Eficacia de diferentes formas de preparación de la teta antes del ordeño. *Memorias del XVIII Congreso Nacional de Buiatría*; 1993 noviembre 11-13; Ciudad de México (México) México, México (D.F.) Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC. 1993:57-59.
76. Saran A. Disinfection in the dairy parlour. *Rev Sci Tech* 1995;14(1):207-224.
77. González AF. Higiene de la ubre al momento del ordeño y su relación con la presentación de mastitis subclínica (Tesis de licenciatura) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México, D.F. 1978.
78. Alarcón RF, Livas CF, Marín MB, Ocaña ZE, Castillo GE y Aluja SA. Frecuencia de mastitis clínica y subclínica en ganado de doble propósito F1 Holstein X Cebú en el trópico. *Memorias del XXI Congreso Nacional de Buiatría*; 1997 julio 9-12; Colima (Colima) México, México (D.F.) Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC. 1997:112-114.
79. Avila TS, Cano CP, Ávila GJ, Trejo RL y Olguin y BA. Mastitis y glándulas improductivas. *Memorias del XX Congreso Nacional de Buiatría*; 1996 agosto 14-17; Acapulco (Guerrero) México, México (D.F.) Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC. 1996:175-183.
80. Córdova LD, Díaz AE y García VZ. Prevalencia de brucelosis en el Estado de Morelos mediante un muestreo de conveniencia. *Memorias del XXI Congreso Nacional de Buiatría*; 1997 julio 9-12; Colima (Colima) México, México (D.F.)

- Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC. 1997:49.
81. Córdova LD y García VZ. Tuberculosis bovina en el Estado de Morelos, prevalencia y factores asociados. Memorias del XXI Congreso Nacional de Buiatría; 1997 julio 9-12; Colima (Colima) México, México (D.F.) Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC. 1997:49.
  82. Meng J and Doyle MP. Emerging issues in microbiological food safety. *Annu Rev Nutr* 1997;17:255-275.
  83. Kovalyov GK. On human tuberculosis due to *M bovis*. A review. *J Hyg Epidemiol Microbiol Immunol* 1989;33(2):199-206.
  84. O'Reilly LM and Daborn CJ. The epidemiology of mycobacterium bovis infections in animals and man: a review. *Tuber Lung Dis* 1995;76 suppl 1:1-46.
  85. Stohr K and Meslin FX. The role of veterinary public health in the prevention of zoonoses. *Arch Virol Suppl* 1997;13:207-218.

## VIII. CUADROS

**Cuadro 1**

**Características fisicoquímicas\* de la leche en tanque en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo-mayo del 2000**

Hato	Acidez g/L	Grasa %	Proteína %	Densidad
1	1.45±0.05	3.58±0.13	2.89±0.08	1.030±0.001
2	1.49±0.02	3.52±0.16	2.96±0.04	1.028±0.002
3	1.58±0.04	3.15±0.31	2.89±0.11	1.030±0.0006
4	1.53±0.04	3.31±0.18	2.97±0.04	1.028±0.0003
5	1.42±0.06	4.09±0.95	3.04±0.01	1.030±0.0009
6	1.48±0.02	2.84±0.14	2.82±0.10	1.029±0.0003
7	1.54±0.05	2.94±0.11	2.84±0.14	1.028±0.0008
8	1.50±0.05	2.88±0.11	2.90±0.10	1.028±0.00001
Promedio y D.E.	1.50±0.06	3.29±0.53	2.91±0.11	1.029±0.001

\*= Valor promedio de 10 muestreos por hato, D.E. = Desviación Estándar

**Cuadro 2**

**Unidades Formadoras de Colonias\* de MA y CT en leche en tanque, en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo-mayo del 2000**

Hato	Mesofilicos aerobios (1'000,000 ufc/ml max.)	Coliformes totales (100 ufc/ml max.)
1	37,500	22,750
2	101,500	20,250
3	128,000	9,500
4	171,000	127,500
5	4,700	110
6	96,000	6,400
7	67,500	765
8	1,340,000	12,550
Mediana	98,750	11,025
Intervalo	4,700 a 1,340,000	110 a 127,500

\*Valor de la mediana a partir de 10 muestreos bacteriológicos, el calculo se realizó con valores transformados en Esc. Log<sub>10</sub>. UFC/ml=unidades formadoras de colonias por mililitro

**Cuadro 3**  
**Unidades Formadoras de Colonias de MA y CT, encontradas en las cubetas y bidones en ocho unidades de producción en el periodo de marzo a mayo del 2000**

Unidad de Producción	Cubetas (UFC/ML)		Bidones (UFC/ML)	
	M.aerobios	Coliformes	M.aerobios	Coliformes
1	15,200	13,400	5,600,000	5,600,000
2	6,500	700	1,000	3,600
3	6,000	1,000	5,600,000	55,000
4	2,100	1,300	4,000	300
5	2,000	0	1,500	0
6	0	0	5,600,000	5,600,000
7	3,900	40	900	1,500
8	328,000	44,000	480,000	111,000
Mediana	4,950	850	242,000	29,300
Intervalo	0 a 328,000	0 a 44,000	900 a 5,600,000	0 a 5,600,000

UFC/ml=unidades formadoras de colonias por mililitro

**Cuadro 4**  
**Unidades Formadoras de Colonias de MA y CT encontradas en las manos del ordeñador y en los pezones de las vacas en ordeño en ocho unidades de producción en el periodo de marzo a mayo del 2000.**

Unidad de Producción	Manos (UFC/ML)		Pezones (UFC/ML)	
	M.aerobios	Coliformes	M.aerobios	Coliformes
1	0	0	30,000	0
2	0	0	27,000	8,600
3	200	0	62,000	1,900
4	56,000	4,000	5,700	3,400
5	1,500	10	5,500	70
6	1,200	0	37,500	2,400
7	510	70	5,200	2,500
8	110,000	500	174,000	8,100
Mediana	855	5	28,500	2,450
Intervalo	0 a 110,000	0 a 4,000	5,200 a 174,000	0 a 8,600

UFC/ml=unidades formadoras de colonias por mililitro

**Cuadro 5**

Tasa de prevalencia de mastitis subclínica por vaca en ocho unidades de producción en la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.

HATO	CMT
1	29% (7/24)
2	74% (14/19)
3	42% (14/33)
4	50% (19/38)
5	28% (4/14)
6	57% (8/14)
7	63% (12/19)
8	58% (14/24)
<b>Total</b>	<b>50% (92/185)</b>

**Cuadro 6**

Tasa de incidencia acumulada de mastitis subclínica por vaca en ocho unidades de producción en la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.

HATO	CMT		
	Prevalencia inicial	Casos Nuevos	Incidencia %
1	20% (3/15)	4/24	17
2	77% (10/13)	4/19	21
3	10% (3/29)	11/33	34
4	25% (9/36)	10/38	26
5	15% (2/13)	2/14	29
6	45% (5/11)	3/14	21
7	56% (10/18)	2/19	11
8	45% (10/22)	4/24	17
<b>Total</b>	<b>33% (52/157)</b>	<b>40/185</b>	<b>22</b>

**Cuadro 7**

**Tasa de prevalencia de mastitis clínica por vaca en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.**

HATO	EXAMEN FISICO
1	0/24
2	0/19
3	3% (1/33)
4	11% (4/38)
5	0/14
6	0/14
7	0/19
8	0/24
<b>Total</b>	<b>3% (5/185)</b>

**Cuadro 8**

**Tasa de incidencia acumulada de mastitis clínica por vaca en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000.**

HATO	EXAMEN FISICO		
	Prevalencia inicial	Casos Nuevos	Incidencia %
1	0/15	0/24	0
2	0/13	0/19	0
3	0/29	1/33	3
4	0/36	4/38	11
5	0/13	0/14	0
6	0/11	0/14	0
7	0/18	0/19	0
8	0/22	0/24	0
<b>Total</b>	<b>0/157</b>	<b>5/185</b>	<b>3</b>

**Cuadro 9**

Tasa de prevalencia de mastitis subclínica por glándula mamaria en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000

HATO	CMT
1	9% (9/96)
2	17% (12/70)
3	19% (24/129)
4	31% (47/151)
5	15% (8/55)
6	27% (14/51)
7	61% (34/56)
8	25% (24/95)
<b>Total</b>	<b>24% (172/703)</b>

**Cuadro 10**

Tasa de incidencia acumulada de mastitis subclínica por glándula mamaria, en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000

HATO	CMT		
	Prevalencia inicial	Casos Nuevos	Incidencia %
1	7% (4/60)	5/96	5
2	44% (21/48)	12/70	17
3	5% (6/114)	18/129	14
4	13% (18/143)	29/151	19
5	10% (5/52)	3/55	5
6	19% (8/42)	6/51	12
7	32% (23/72)	11/56	20
8	17% (15/87)	9/95	9
<b>Total</b>	<b>16% (100/618)</b>	<b>93/703</b>	<b>13</b>



**Cuadro 11**

**Tasa de prevalencia de mastitis clínica por glándula mamaria en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000**

HATO	EXAMEN FÍSICO
1	0/96
2	0/70
3	0.8% (1/129)
4	3% (4/151)
5	0/55
6	0/51
7	0/56
8	0/95
<b>Total</b>	<b>0.7% 5/703</b>

**Cuadro 12**

**Tasa de incidencia acumulada de mastitis clínica por glándula mamaria en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. durante marzo a mayo del 2000**

HATO	EXAMEN FÍSICO		
	Prevalencia inicial	Casos Nuevos	Incidencia %
1	0/60	0/96	0
2	0/48	0/70	0
3	0/114	1/129	0.8
4	0/143	4/151	3
5	0/52	0/55	0
6	0/42	0/51	0
7	0/72	0/56	0
8	0/87	0/95	0
<b>Total</b>	<b>0% (0/618)</b>	<b>5/703</b>	<b>0.7</b>

**Cuadro 13**

Tasa de prevalencia de brucelosis bovina en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. en marzo a mayo del 2000.

HATO	ANIMALES MUESTREADOS	Pba. Tarjeta		PREVALENCIA %
		POS	NEG	
1	28	0	28	0
2	26	0	26	0
3	53	9*	44	17
4	41	0	41	0
5	16	0	16	0
6	15	0	15	0
7	S/P	---	---	---
8	S/P	---	---	---
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>9</b>	<b>170</b>	<b>5.3</b>

\*Sueros positivos confirmados con Pba. de Rivanol; S/P=No se realizó prueba; POS=Positivos; NEG=Negativos

**Cuadro 14**

Tasa de prevalencia de leptospirosis bovina en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. en marzo a mayo del 2000.

HATO	ANIMALES MUESTREADOS	SUEROS* POSITIVOS	PREVALENCIA %
1	15	8	53
2	13	10	77
3	24	10	42
4	41	10	24
5	16	3	19
6	15	6	67
7	9	5	55
8	21	13	62
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>65</b>	<b>42</b>

\* Prueba de Aglutinación microscópica (positivos  $\geq$  1 serovariedad)

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 15

Número de sueros positivos a las diferentes serovariedades de *L. interrogans* presentes en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. en marzo a mayo del 2000.

Serovariedad	Unidades de producción								Número
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>wolffi</i>	4	1	3	1	0	3	5	9	26
<i>hardjo</i>	3	3	1	0	0	3	4	11	25
H-89*	5	4	4	0	0	3	2	5	23
<i>canicola</i>	5	2	2	2	0	2	0	5	18
<i>tarassovi</i>	0	6	2	3	1	6	0	0	18
ACR*	3	0	3	3	0	1	0	2	12
<i>pomona</i>	1	0	6	0	0	1	0	1	9
<i>pyrogenes</i>	2	1	2	2	0	1	0	0	8
<i>hebdomadis</i>	2	0	2	1	0	1	0	1	7
<i>grippothyphosa</i>	1	1	2	0	2	1	0	0	7
Palo Alto*	2	0	0	0	1	1	0	0	4
<i>bratislava</i>	0	0	0	2	0	1	0	0	3
<i>icterohaemorrhagiae</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	2

\* Aislamientos nacionales

Cuadro 16

Tasa de prevalencia de tuberculosis bovina en ocho unidades de producción de la cuenca lechera de Tehuixtla, Mor. en marzo-mayo del 2000.

HATO	Animales <sup>B</sup> Muestreados	Prueba Caudal		Prueba Doble Comparativa				Prevalencia* %
		Pos	Neg	No	Neg	Sosp	Pos <sup>A</sup>	
1	32	0	32	0	0	0	0	0
2	24	0	24	0	0	0	0	0
3	53	24	29	24	15	6	3	6
4	S/P	---	---	---	---	---	---	---
5	16	0	16	0	0	0	0	0
6	S/P	---	---	---	---	---	---	---
7	S/P	---	---	---	---	---	---	---
8	S/P	---	---	---	---	---	---	---
Total	125	24	101	24	15	6	3	2.4

\*A/B(100)=prevalencia (%); S/P= No se realizó pruebas, POS=Positivo, NEG=Negativo, No=Número, Sosp=Sospechoso

Cuadro 17

Características fisicoquímicas de leche en tanque y su promedio por grupo de acuerdo a la carga bacteriana de MA determinada por la mediana general, durante marzo a mayo del 2000 y su relación con las características fisicoquímicas

GRUPO	HATO	ACIDEZ (g/L)	GRASA (%)	PROTEÍNA (%)	DENSIDAD
B	5	1.42±0.06	4.09±0.95	3.04±0.01	1.030±0.0009
	1	1.45±0.05	3.58±0.13	2.89±0.08	1.030±0.001
	7	1.54±0.05	2.94±0.11	2.84±0.14	1.028±0.0008
	6	1.48±0.02	2.84±0.14	2.82±0.10	1.029±0.0003
	Prom	<b>1.47±0.06<sup>a</sup></b>	<b>3.36±0.69<sup>a</sup></b>	<b>2.90±0.12<sup>a</sup></b>	<b>1.029±0.001<sup>a</sup></b>
A	2	1.49±0.02	3.52±0.16	2.96±0.04	1.028±0.002
	3	1.58±0.04	3.15±0.31	2.89±0.11	1.030±0.0006
	4	1.53±0.04	3.31±0.18	2.97±0.04	1.028±0.0003
	8	1.50±0.05	2.88±0.11	2.90±0.10	1.028±0.00001
	Prom	<b>1.52±0.05<sup>a</sup></b>	<b>3.21±0.30<sup>a</sup></b>	<b>2.93±0.08<sup>a</sup></b>	<b>1.028±0.001<sup>a</sup></b>

A=Grupo de hatos con cuentas bacterianas altas con relación a la mediana general calculada, B=Grupo de hatos con cuentas bacterianas bajas con relación a la mediana general calculada Prom= Promedios a partir de 10 observaciones por hatos. <sup>a</sup>=Letras diferentes en la misma columna para las variables acidez, grasa, proteína y densidad, indican una diferencia estadística significativa P<0.05.

Cuadro 18

Características fisicoquímicas de leche en tanque y su promedio por grupo de acuerdo a la carga bacteriana de CT determinada por la mediana general, durante marzo a mayo del 2000 y su relación con las características fisicoquímicas

GRUPO	HATO	ACIDEZ (G/L)	GRASA (%)	PROTEÍNA (%)	DENSIDAD
B	5	1.42±0.06	4.09±0.95	3.04±0.01	1.030±0.0009
	7	1.54±0.05	2.94±0.11	2.84±0.14	1.028±0.0008
	6	1.48±0.02	2.84±0.14	2.82±0.10	1.029±0.0003
	3	1.58±0.04	3.15±0.31	2.89±0.11	1.030±0.0006
	Prom	<b>1.50±0.07<sup>a</sup></b>	<b>3.25±0.69<sup>a</sup></b>	<b>2.90±0.13<sup>a</sup></b>	<b>1.029±0.001<sup>a</sup></b>
A	8	1.50±0.05	2.88±0.11	2.90±0.10	1.028±0.00001
	2	1.49±0.02	3.52±0.16	2.96±0.04	1.028±0.002
	1	1.45±0.05	3.58±0.13	2.89±0.08	1.030±0.001
	4	1.53±0.04	3.31±0.18	2.97±0.04	1.028±0.0003
	Prom	<b>1.49±0.05<sup>a</sup></b>	<b>3.32±0.31<sup>a</sup></b>	<b>2.93±0.08<sup>a</sup></b>	<b>1.028±0.001<sup>a</sup></b>

A=Grupo de hatos con cuentas bacterianas altas con relación a la mediana general calculada, B=Grupo de hatos con cuentas bacterianas bajas con relación a la mediana general calculada Prom= Promedios a partir de 10 observaciones por hatos. <sup>a</sup>=Letras diferentes en la misma columna para las variables acidez, grasa, proteína y densidad, indican una diferencia estadística significativa P<0.05.

**Cuadro 19**  
**Unidades Formadoras de Colonias de MA contaminantes presentes durante la práctica de ordeño con su respectivo porcentaje de participación, a partir de la suma total de las cuentas de las diferentes fuentes de contaminación**

HATO	PEZONES	MANOS	CUBETAS	BIDONES	TOTAL
1	30,000 (0.5%)	---	15,200 (0.3%)	5,600,000 (99%)	5,645,200 (100%)
2	27,000 (78%)	---	6,500 (19%)	1,000 (3%)	34,000 (100%)
3	62,000 (1%)	200 (0.00003%)	6,000 (0.001%)	5,600,000 (98%)	5,668,200 (100%)
4	5,700 (8%)	56,000 (83%)	2,100 (3%)	4,000 (6%)	67,800 (100%)
5	5,500 (52%)	1,500 (14%)	2,000 (19%)	1,500 (14%)	10,500 (100%)
6	37,500 (0.7%)	1,200 (0.0002%)	---	5,600,000 (99%)	5,638,700 (100%)
7	5,200 (49%)	510 (5%)	3,900 (37%)	900 (9%)	10,510 (100%)
8	174,000 (16%)	110,000 (10%)	328,000 (30%)	480,000 (44%)	1,092,000 (100%)
Mediana	28,500 (10%)	855 (0.3%)	4,950 (2%)	242,000 (88%)	276,305 (100%)
Intervalo	5,200 a 174,000	0 a 110,000	0 a 328,000	900 a 5,600,000	10,500 a 5,645,200

(—) Sin crecimiento bacteriano

**Cuadro 20**  
**Unidades Formadoras de Colonias de CT contaminantes presentes durante la práctica de ordeño con su respectivo porcentaje de participación, a partir de la suma total de las cuentas de las diferentes fuentes de contaminación**

HATO	PEZONES	MANOS	CUBETAS	BIDONES	TOTAL
1	---	---	13,400 (0.002%)	5,600,000 (99%)	5,613,400 (100%)
2	8,600 (67%)	---	700 (5%)	3,600 (28%)	12,900 (100%)
3	1,900 (3%)	---	1,000 (2%)	55,000 (95%)	57,900 (100%)
4	3,400 (38%)	4,000 (44%)	1,300 (14%)	300 (3%)	9,000 (100%)
5	70 (88%)	10 (12%)	---	---	80 (100%)
6	2,400 (1%)	---	---	5,600,000 (99%)	5,602,400 (100%)
7	2,500 (61%)	70 (2%)	40 (1%)	1,500 (36%)	4,110 (100%)
8	8,100 (5%)	500 (0.003%)	44,000 (27%)	111,000 (68%)	163,600 (100%)
Mediana	2450 (7.5%)	5 (0.02%)	850 (2.6%)	29,300 (90%)	32,605 (100%)
Intervalo	0 a 8,600	0 a 4,000	0 a 44,000	0 a 5,600,000	80 a 5,613,400

(---) Sin crecimiento bacteriano