



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

CALIDAD NUTRICIONAL Y SANITARIA DE LECHE CRUDA, EN GRANJAS BOVINAS FAMILIARES DE LA MICRORREGIÓN TEXCOCO.

YADIRA GUADALUPE HERNÁNDEZ VÁZQUEZ

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2020

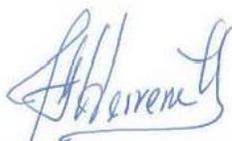
La siguiente tesis titulada: **CALIDAD NUTRICIONAL Y SANITARIA DE LECHE CRUDA, EN GRANJAS BOVINAS FAMILIARES DE LA MICRORREGIÓN TEXCOCO**, realizada por la alumna: Yadira Guadalupe Hernández Vázquez, bajo la Dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada como el requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



Dr. José Guadalupe Herrera Haro

ASESOR



Dra. María Magdalena Crosby Galván

ASESOR



Dra. María Esther Ortega Cerrilla

ASESOR



Dra. Yuridia Bautista Martínez

Montecillo, Texcoco, Estado de México, julio 2020

CALIDAD NUTRICIONAL Y SANITARIA DE LECHE CRUDA, EN GRANJAS BOVINAS FAMILIARES DE LA MICRORREGIÓN TEXCOCO.

Yadira Guadalupe Hernández Vázquez, MC.

Colegio de Postgraduados, 2020.

RESUMEN

La toma de datos se realizó mediante la aplicación de una encuesta directa con el responsable de la unidad de producción familiar (UPF), se realizaron muestreos periódicos a las granjas, para la obtención de muestras de leche. La información obtenida consistió en aspectos generales del productor, manejo general del ganado, limpieza y sanidad de los utensilios, instalaciones para la ordeña, preparación de la ubre, higiene del ordeñador y almacenamiento del producto. Se realizó un muestreo aleatorio irrestricto en 20 UPF, en los municipios de Texcoco y San Andrés Chiautla, Estado de México. Los hatos tienen un tamaño de 24 animales en promedio, de los cuales el 50% son vacas en producción y 13% son vacas secas. El promedio de producción de leche fue de 16 litros por animal/día y la producción por hato alcanzó los 210 litros por día. La leche se vende a un precio promedio \$7.50 por litro. El 56% de la ordeña es manual, se encontró mayor frecuencia de mastitis durante el ordeño de la tarde (55 %), el método de diagnóstico de mastitis fue Somaticell, es un método cuantitativo, que permitió hacer un diagnóstico más preciso con respecto al conteo celular somático (ccs). No se encontró aflatoxina M1 a ninguna de las UPF.

Palabras clave: Factores de riesgo, calidad nutricional, diagnostico Somaticell®, granjas familiares.

NUTRITIONAL AND SANITARY QUALITY OF RAW MILK, IN FAMILY FARMS OF TEXCOCO MICRORREGION CATTLE.

Yadira Guadalupe Hernández Vázquez, MC.

Colegio de Postgraduados, 2020.

ABSTRACT

Data collection was carried out by applying a direct survey with the head of the family farm (FF), a periodic sampling was carried out on the farms to obtain milk samples. The information obtained consisted of general aspects of the farmer, general management of livestock, cleaning and sanitation of utensils, milking facilities, preparation of the udder, hygiene of the milker and storage of the product. A random sampling was carried out without restrictions in 20 FF, in the municipalities of Texcoco and San Andrés Chiautla, State of Mexico. The herds have an average size of 24 animals, of which 58% are cows in production and 19% are dry cows. The average milk production was 16 liters per animal / day and herd production reached 210 liters per day. Milk is sold at an average price of \$ 7.50 per liter, 56% of the milking is manual, a higher frequency of mastitis was found during the afternoon milking (55%). The diagnosis method of mastitis was Somaticell, it is a quantitative method, which allowed a more accurate diagnosis regarding somatic cell count (ccs). I don't know how to find aflatoxin M1 in any of the UPFs.

Keywords: Risk factors, nutritional quality, Somaticell® diagnosis, family farms.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado durante mis estudios de postgrado.

Al Colegio de Postgraduados y al postgrado de Recursos Genéticos productividad – Ganadería, por la oportunidad de incorporarme como estudiante y realizar mi Maestría en Ciencias.

En especial al Dr. José G. Herrera Haro por su tiempo, paciencia y dedicación en la dirección de esta investigación, por su invaluable amistad, consejos, por ser un ejemplo a seguir y sobre todo por su valiosa orientación en mi crecimiento profesional.

A la Dra. Ma. Magdalena Crosby Galván, Dra. Ma. Esther Ortega Cerrilla, y Dra. Yuridia Bautista Martínez, por su asesoría, disponibilidad y formar parte de mi consejo particular.

Al Dr. Benjamín Hernández V. y MVZ. Julio M. Ayala Rodríguez, por su colaboración en el trabajo de campo y en especial a todos los productores de la región de Texcoco y San Andrés Chiautla, sin su valiosa ayuda este trabajo no hubiera sido posible.

Al M.C. Armando Santos Moreno y José Mauricio Arellano Quintero por su disponibilidad y asesoría en el laboratorio de usos múltiples del departamento de Agroindustrias de la UACH.

A aquellas amistades que se formaron en el camino, con quienes camine por los mismos senderos y que han dejado una huella en mi corazón a quienes no menciono su nombre por miedo a omitir alguno.

DEDICATORIA

A mis padres

A quienes, sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme, educarme...

Ramiro Hernández Gómez y Luvia Vázquez Espinosa

Gracias por existir y dejarme existir....

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Importancia de la ganadería lechera familiar en el Estado de México	4
2.2. Composición de la leche	5
2.3. Control de mastitis	7
2.3.1. Características de la mastitis subclínica	8
2.3.2. Mastitis Clínica.....	9
2.3.3. Mastitis Crónica o aguda	9
2.4. Métodos de diagnóstico de mastitis	9
2.4.1 Prueba de California	9
2.4.2 Prueba de Wisconsin	10
2.4.3 Somaticell	10
2.4.4 DeLaval Cell Counter	10
2.4.5 Método fluoro-opto-electrónico Fossomatic	11
2.4.6 Método fluoro-opto-electrónico Counter Coulter	11
2.5. Pérdidas económicas causadas por mastitis	11
2.6. Las micotoxinas como un problema de salud pública	12
2.7. Las aflatoxinas M1	12
2.8. Presencia de Aflatoxina M1, en hatos lecheros del Estado México	13
III. OBJETIVOS	14
3.1 Objetivo General	14
3.2 Objetivos Específicos.....	14
IV. HIPÓTESIS	15
V. MATERIALES Y MÉTODOS	15
5.1. Localización geográfica del área de estudio	15

5.2. Obtención de la información	16
5.3. Diagnóstico de mastitis	17
5.4. Técnicas de laboratorio para determinar la calidad nutricional y fisicoquímica de la leche	19
5.5. Determinación de Aflatoxina M ₁	20
5.6. Análisis Estadístico de la información.	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
6.1. Descripción general de las granjas bovinas	22
6.2. Producción de leche.....	23
6.3 Diagnostico de mastitis	24
6.4. Calidad nutricional de la leche	30
6.5. Presencia de aflatoxina M ₁	32
VII. CONCLUSIONES.....	33
VIII. LITERATURA CITADA	34
ANEXOS	41
Anexo A	41
Anexo B	42

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional de la leche cruda en México.	5
Cuadro 2. Inventario de ganado lechero en granjas en pequeña escala, en la microrregión de Texcoco, Edo. De México.	23
Cuadro 3. Inventario de ganado de engorda en granjas en pequeña escala, en la microrregión de Texcoco, Edo. De México.	23
Cuadro 4. Medias y errores estándar de producción de leche en unidades de producción familiar de Texcoco.	24
Cuadro 5. Porcentaje de mastitis en vacas lecheras y su relación con el tiempo de ordeño.	25
Cuadro 6. Porcentaje de mastitis en vacas lecheras y su relación con el tipo de ordeña, en la microrregión de Texcoco, Edo. de México.	26
Cuadro 7. Porcentaje del grado de mastitis presente en los cuatro cuartos de la ubre de vacas lecheras de unidades de producción familiar.	27
Cuadro 8. Análisis de regresión logística relacionando grado de mastitis con tipo de ordeña, limpieza de ubres y sellado de pezones.	29
Cuadro 9. Composición nutricional de la leche cruda, en granjas bovinas de Texcoco.	30
Cuadro 10. Composición fisicoquímica de la leche cruda, en granjas bovinas de Texcoco.	31
Cuadro 11. Composición nutricional de la leche en diferentes especies mamíferas (g/l)	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio (Gobierno del Estado de México 2012).	15
Figura 2. Sistema de ordeño manual y mecánica	17
Figura 3. Grados de mastitis	18
Figura 4. Muestras calidad nutricional, fisicoquímica y Aflatoxina M1	18
Figura 5. Determinación de calidad nutricional y físico-química mediante el uso de MilkScan FT1	19
Figura 6. Homogenización de muestras en baño maría	20
Figura 7. Milk Test Incubator	21
Figura 8. Distribución de la variación de incidencia de mastitis en cuartos de vacas lecheras Holstein en la microrregión de Texcoco, Estado de México.	28

I. INTRODUCCIÓN

La producción de leche es una actividad que permite el desarrollo económico y social de numerosas regiones del mundo y es una fuente de empleo para productores rurales. Su importancia radica en su contribución al desarrollo económico y social de varias regiones del país. En México la producción anual se estima en 12,008,239,000 de litros anuales, de los cuales el Estado de México contribuye con más de 440 miles de litros anuales con 107 mil vacas lecheras (CANILEC, 2019).

En esta región son comunes las explotaciones lecheras en pequeña escala, las cuales presentan limitaciones tecnológicas para obtener un producto inocuo, que cumpla con las condiciones higiénicas óptimas y de manejo que garanticen la calidad del producto (Zumbado y Romero 2015; Villagómez y Pérez, 2017). Además, los deficientes servicios de salud animal, programas de mejora genética y acceso al crédito obstaculizan el crecimiento y desarrollo productivo de estas explotaciones (FAO, 2019). Sin embargo, aún con estas limitaciones existen reportes que aseguran que cumplen con los parámetros de calidad físico-química deseables en la cadena de producción (Martínez *et al.*, 2015).

En la producción de leche en pequeñas granjas, existen factores de riesgo que pueden afectar la calidad de la misma, como la mastitis, enfermedad que predomina en el ganado lechero, cuya causa es un deficiente manejo sanitario en la ordeña. Un diagnóstico oportuno es fundamental para reducir su efecto en la salud de las vacas y calidad de la leche. Para la identificación de mastitis existen métodos

cuantitativos y cualitativos, la prueba de California es el método común y más práctico, aunque también se usan equipos de laboratorio precisos y rápidos como la citometría de flujo por imagen. BactoScan FC® y Fossomatic Minor™ son complementarios para evaluar la salud de la ubre y clasificar la leche de los pezones afectados (Ruíz y Sandoval, 2018; Remón *et al.*, 2019). Por otro lado, el Somaticell® es un método muy sensible que permite cuantificar las células somáticas, determinar la salud de las vacas en la unidad de producción y obtener valores de CCS a nivel de tanque (Pereira *et al.*, 2014).

Un problema relacionado con salud pública que afecta la calidad de la leche es la presencia de aflatoxinas, principalmente la AFM₁, que son metabolitos tóxicos, resultantes de las reacciones de condensación que se da en determinadas condiciones físicas, químicas y biológicas e interrumpe la reducción de los grupos cetónicos en la biosíntesis de los ácidos grasos realizada por los mohos (Gimeno y Martins, 2003). Al respecto, estudios sobre la ocurrencia de AFM₁ en el Estado de México informan de la existencia de límites superiores a los permitidos (Pérez *et al.*, 2008)

Para que las explotaciones lecheras familiares puedan tener mejores oportunidades de mercado, deben incrementar su eficiencia productiva y ofrecer un producto de calidad física, nutricional, microbiológica e higiénica, evaluando periódicamente algunos indicadores como: densidad, acidez, índice crioscópico, proteína, grasa, sólidos no grasos, conteo de leucocitos, microorganismos patógenos y condiciones de almacenamiento de la leche cruda, entre otros.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad nutricional, fisicoquímica y factores de riesgo que influyen en la presencia de mastitis y evaluar la presencia de la aflatoxina M1, en unidades de producción bovina familiar en la Microrregión de Texcoco, Estado de México.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de la ganadería lechera familiar en el Estado de México

México es un país con amplia tradición ganadera, ocupando el séptimo lugar en el mundo, con 30 millones de cabezas de ganado, de las cuales 4.5 millones se clasifican como ganado lechero, con una producción anual estimada de 12,008,239 de litros anuales. El Estado de México con una producción de 440 mil litros anuales con 107 mil vacas lecheras (CANILEC, 2019), contribuye al abastecimiento de la entidad y de la Cd. de México, lo cual es insuficiente para abastecer el consumo interno, por lo que los programas estatales se enfocan a mejorar los parámetros de productividad, alcanzar los estándares de calidad demandados y disminuir la dependencia de importaciones.

En esta región, son comunes las explotaciones lecheras en pequeña escala, las cuales presentan limitaciones tecnológicas para obtener un producto inocuo, que cumpla las condiciones higiénicas óptimas y de manejo, que garanticen la calidad del producto (Zumbado y Romero 2015; Villagómez y Pérez, 2017) y permitan una mayor competencia interna y permanencia de los pequeños productores (Loera y Banda, 2017). Estas unidades de producción generalmente carecen de asesoría y acceso a mejores tecnologías (salud animal, genética, financiamiento) para una mayor productividad de las mismas (FAO, 2019).

Las explotaciones lecheras semiestabuladas, generan empleos a lo largo de la cadena productiva, involucrando a la familia, personal eventual, intermediarios y

procesadoras (Ruiz *et al.*, 2017), con lo que reducen erogaciones en mano de obra, y generan mayores ganancias para la UPF (Pincay *et al.*, 2016).

2.2. Composición de la leche

La leche cruda es la secreción de la glándula mamaria de las vacas, obtenida durante el ordeño, sin calostro y con todos sus componentes naturales, teniendo que ser inocua si se utiliza para consumo humano (NOM-155-SCFI-2012). Es un alimento muy completo para la alimentación humana (Cuadro 1), principalmente para los niños, proporcionando nutrientes esenciales, siendo una importante fuente de energía, proteínas y grasas, calcio, magnesio, selenio, riboflavina, vitamina B12 y ácido pantoténico (Gómez *et al.*, 2005; FAO, 2019). Su composición depende de la raza de la vaca, edad, periodo de lactancia, época del año, alimentación, clima y salud del animal. Los cambios inesperados de alimentación pueden afectar el contenido de grasa, sólidos no grasos, lactosa, urea y proteína (Cervantes *et al.*, 2013). La leche está compuesta por 86-87% de agua, grasa (2 a 6%), carbohidratos (4-5%), proteínas (3-4%), minerales y vitaminas (1%) (Shearer, 1986; Ávila, 2003).

Cuadro 1. Composición nutricional de la leche cruda en México.

Calidad nutricional	Media \pm	EEM	NOM-155-SCFI-2012
Sólidos no grasos g L ⁻¹	86.34	7.60	86-89
Grasa g L ⁻¹	36.10	4.60	30.0
Proteína g L ⁻¹	30.10	3.40	30.0
Lactosa g L ⁻¹	42.10	3.50	43-50
Sólidos totales %	12.44	0.80	
Caseína %	74.34	6.30	75.0
Densidad	1037.56	39.20	
Urea	0.01	0.003	

Para tener buena aceptación, la leche debe estar limpia, tener buena apariencia, no contener agentes patógenos, tener buen valor nutritivo y estar libre de materias extrañas (Keating, 1964). Por ello, después del ordeño debe ser enfriada y conservada adecuadamente (Keating, 1964).

La época del año se considera un factor predisponente a la presencia de microorganismos (células somáticas y mesófilos) que ocasionan una alta contaminación de la leche, que modifican el color, sabor, composición físico-química y sanitaria (Moreno *et al.*, 2007). Para obtener leche de calidad, esta debe ser de animales sanos, manejados en condiciones higiénicas para que garanticen un producto inocuo, que no afecte sus componentes. Sin embargo, se ha observado que las unidades en pequeña escala son más vulnerables a amenazas físicas (cuerpos extraños), químicos (pesticidas, antibióticos, micotoxinas, metales pesados o desinfectantes) o microbiológicos (microorganismos patógenos) que afectan su composición nutricional y físico-química (Zumbado y Romero, 2015).

2.3. Puntos críticos del proceso de ordeña

Durante el proceso previo a la ordeña de la vaca y al realizarse esta se debe evitar causar estrés, lo que afecta al sistema inmunológico del animal, afectando a la vez a la glándula mamaria. Los animales deben de ingresar al área de ordeña tranquilos, por lo que se deben evitar gritos, ruidos extraños, lesiones y golpes, propiciando la estimulación de la bajada de la leche y evitando la inhibición de la oxitocina. Es necesario facilitar la limpieza de los pezones, eliminando el exceso de pelos, lodo y heces (Kruze, J.1998).

El ordeñador tendrá una vestimenta apropiada y deberá tener un adecuado lavado y desinfección de sus manos, cabello recogido y un buen estado de salud, diferenciando cuando el proceso de ordeña se realiza en forma manual o con el uso de máquinas de ordeño movibles.

Al inicio de la ordeña, se registrarán las características del proceso de lavado y secado y sellado de pezones y los productos utilizados. Para la detección de mastitis es necesario observar con atención los primeros chorros de leche (ausencia de tolondrones, sangre y consistencia de la leche) e identificar mediante alguna prueba los diferentes grados de mastitis (subclínica, clínica y aguda) y evitar la contaminación de la leche de buena calidad con la de animales enfermos.

La limpieza, estimulación y secado de pezones es fundamental. Las toallitas de secado ayudan a retirar las bacterias del pezón y contribuyen a su estimulación, una vez secados deben aplicarse las pezoneras evitando la entrada de aire. Después del retiro de las pezoneras se deben sellar los pezones. Un secado adecuado es aquel que cuida la higiene de los utensilios de ordeño.

Al finalizar la ordeña, se observarán las prácticas de limpieza y desinfección de áreas de manejo del ganado y utensilios de ordeña, además se identificarán las vacas con problemas de mastitis y se registrarán los tratamientos rutinarios y la producción de leche.

2.3. Control de mastitis

La mastitis es una enfermedad común en el ganado lechero, manifestándose por inflamación de la glándula mamaria, lesiones infecciosas e irritaciones contagiosas, causada por microorganismos como bacterias, micoplasmas, hongos, levaduras y algunos virus (Sánchez y Peña, 2016), que invaden y colonizan la ubre. Sus causas predisponentes se relacionan con la falta de buenas prácticas de ordeño, programas oportunos de diagnóstico y deficiente manejo sanitario de vacas con mastitis que incrementan el riesgo de contaminar animales sanos (Mera *et al.*, 2017) ocasionando pérdidas económicas importantes al disminuir la producción de leche e incrementar el costo de su tratamiento (Guízar *et al.*, 2008). El *Staphylococcus aureus*, es el principal microorganismo causante de la enfermedad y se disemina por falta de higiene del ordeñador, deficiente limpieza de la ubre o pezoneras, se asocia con casos de mastitis clínicos y subclínicos.

2.3.1. Características de la mastitis subclínica

Este grado de infección es la más común en ganado lechero y es la causante de mayores pérdidas económicas (reduce la producción de leche), la cual requiere pruebas de diagnóstico en campo ya que sus síntomas son imperceptibles a simple vista, la ubre tiene una apariencia sana, no presenta signos externos de inflamación. La leche que se obtiene de animales con mastitis subclínica parece normal, sin embargo, los microorganismos y leucocitos se encuentran elevados en gran número, es de fácil contagio si no se tiene un adecuado manejo de la ordeña (Gómez *et al.*, 2015)

2.3.2. Mastitis Clínica

La mastitis clínica tiene la particularidad de presentar inflamación, calor, dolor, enrojecimiento, pérdida parcial de la función de la ubre, se puede presentar anorexia e incluso la muerte. La leche de los cuartos afectados tiene grumos, puede contener sangre o pus. El incremento de bacterias reduce la calidad sanitaria y de anaquel del producto (Heringstad *et al.*, 2000).

2.3.3. Mastitis Crónica o aguda

Este tipo de mastitis se caracteriza por inflamación de la ubre, calor, dolor, rubor y pérdida parcial de su función, la inflamación es inesperada, mientras que la duración larga. La leche cambia de aspecto (color y olor). La vaca puede presentar fiebre, malestar general, decaimiento y pérdida de apetito. La ubre inicia un desarrollo progresivo de tejido fibroso, pudiendo ser la infección clínica o subclínica (Gómez *et al.*, 2015; Heringstad *et al.*, 2000)

2.4. Métodos de diagnóstico de mastitis

2.4.1 Prueba de California

La Prueba de California para Mastitis (CMT, por sus siglas en inglés) es una de las pruebas más utilizadas en campo para el diagnóstico oportuno de mastitis subclínica, es un método versátil y práctico, su diagnóstico es cualitativo y dependiente de la interpretación de los resultados. (Bedolla *et al.*, 2007).

2.4.2 Prueba de Wisconsin

La Prueba de Wisconsin para Mastitis está diseñada para el uso en laboratorio, mediante conteo de células somáticas en leche a nivel de tanque. Es una prueba muy exacta para la detección de mastitis clínica a través de un muestreo individual, los resultados se miden cuantitativamente dependiendo de la viscosidad, se realiza con tubos graduados para conteo celular somático (Bedolla *et al.*, 2004).

2.4.3 Somaticell

Somaticell® es una adaptación de la prueba de Wisconsin, es un método cuantitativo, permite identificar el estado de salud de la ubre de las vacas, es utilizado para cuantificar el nivel de células somáticas en tanque, determinar la salud de la unidad de producción y previene el riesgo de contaminación de leche buena (Pereira *et al.*, 2014). Además de ser altamente sensible para detectar mastitis bovina subclínica, reduce el riesgo de dejar cuartos infectados y minimiza el costo de uso de medicamentos (Rossi *et al.*, 2018).

2.4.4 DeLaval Cell Counter

Es un método cuantitativo, a través de un medidor óptico proporciona el número de células somáticas presentes en leche, tiene un principio similar al utilizado por el equipo Fossomatic; y permite tener datos precisos sobre el estado de salud de la

ubre de la vaca, mide los estándares de calidad a nivel de tanque, además de ser muy práctico, por ser un equipo portátil (Kawa *et al.*, 2013).

2.4.5 Método fluoro-opto-electrónico Fossomatic

La medición de células somáticas a través de la microscopía óptica, mediante el cálculo de tinción fluoro métrica del material nuclear (Bedolla, 2004).

2.4.6 Método fluoro-opto-electrónico Counter Coulter

Al igual que fossomatic se realiza con microscopía óptica, cuenta el número de impulsos eléctricos resultantes de las partículas que pasan entre dos electrodos, cuenta partículas de un diámetro determinado, que serían las células (Ruíz y Sandoval, 2018; Remón *et al.*, 2019).

2.5. Pérdidas económicas causadas por mastitis

La mastitis es una de las enfermedades que causa mayores pérdidas económicas en las explotaciones lecheras, el grado de mastitis subclínica es el más difícil de detectar oportunamente por no presentar síntomas visibles, por lo que incrementa el riesgo de contaminación entre cuartos y ubres sanas, además de los costos de producción (Bedolla *et al.*, 2008). La presencia de mastitis clínica en vacas de más de un parto, afecta la tasa de concepción, aumenta el número de vacas repetidoras e incrementa el riesgo de abortos (Mohammad *et al.*, 2018).

El costo total de producción de leche afecta aproximadamente un 16% de los costos asignados a tratamientos y el control preventivo de mastitis. Los costos por tratamientos se asignan principalmente a grados subclínicos y clínicos que pueden causar la muerte de la vaca, repercutiendo en mayores pérdidas para la explotación debido a esta enfermedad (Vissio *et al.*, 2015).

2.6. Las micotoxinas como un problema de salud pública

La leche bronca es un excelente medio de cultivo para el crecimiento de microorganismos y es de fácil contaminación por microorganismos patógenos, implicados en la trasmisión de enfermedades de importancia en la salud pública. Tal es el caso de las micotoxinas y metabolitos secundarios de los hongos del género *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* (Gimeno 2004), son compuestos naturales de bajo peso molecular producidos por hongos microscópicos que generan una respuesta tóxica cuando se encuentran en estrés (Santillán *et al.*, 2017). Sus propiedades químicas, biológicas y toxicológicas difieren cuando se consumen productos contaminados. Una micotoxicosis primaria se puede generar cuando se consumen vegetales contaminados y secundaria cuando se ingiere carne o leche de animales que consumieron cereales contaminados de AFB1 (Carrillo y Gómez, 2007).

2.7. Las aflatoxinas M1

Las aflatoxinas son un grupo de aproximadamente 20 compuestos, producidos por especies del género *Aspergillus parasiticus* (Santillán *et al.*, 2017) la Aflatoxina M₁

(AFM1) es el metabolito secundario de Aflatoxina B₁ (AFB₁) y es una de las aflatoxinas más tóxicas; se encuentra principalmente en los cereales (maíz y trigo) considerado como principales ingredientes consumidos por animales productores de leche (Gimeno 2004). La AFM1 es el resultado de las reacciones de condensación que interrumpen la reducción de los grupos cetónicos en la biosíntesis de los ácidos grasos realizada por los mohos (Gimeno y Martins, 2003). La norma oficial del CODEX indica que la ingesta diaria máxima de alimentos contaminados de AFM1 no debe superar 0.05 µg/kg (CODEX 1995), mientras la norma oficial mexicana establece que el límite máximo de aflatoxinas M1 para la leche no debe ser mayor de 0.5 µg/L (NOM-243-SSA1-2010).

2.8. Presencia de Aflatoxina M1, en hatos lecheros del Estado México

En el Estado de México se han encontrado resultados de presencia de Aflatoxina M₁ en queso fresco, esto indica que la leche que se está utilizando para elaborar estos productos supera los límites permitidos (0.5 µg/kg), poniendo en riesgo la salud de los consumidores de queso fresco (Urban *et al.*, 2009). La presencia de aflatoxina M1 ha sido evidenciada en varios estudios de diferentes productos (leche cruda, leche pasteurizada y leche orgánica) que supera los niveles permitidos (0.5 µg/kg), esto es un indicador de que los animales que están produciendo esta leche están consumiendo alimentos contaminados con AFB₁ afectando la inocuidad de los productos lácteos del altiplano mexicano (Pérez *et al.*, 2008).

Sin embargo, esta situación no es exclusiva de la región del altiplano de México, pues como se ha estudiado en otras regiones, donde a pesar de llevar a cabo un estricto control de calidad sanitario en plantas pasteurizadoras de leche, puede

haber puntos críticos al realizar pruebas de AFM1, ya que se ha encontrado presencia de este metabolito en leche pasteurizada de la zona metropolitana de Guadalajara (Landeros *et al.*, 2012).

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Determinar la calidad nutricional, fisicoquímica, factores de riesgo que influyen en la presencia de mastitis y evaluar la presencia de la aflatoxina M1, en unidades de producción bovina familiar en la Microrregión de Texcoco, Estado de México.

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la calidad nutricional (grasa, proteína, sólidos no grasos y sólidos totales) y propiedades fisicoquímicas (pH y punto crioscópico) de la leche cruda de vaca.
- Determinar la relación entre el conteo celular somático CCS de leche cruda y su grado de mastitis, en vacas en producción.
- Determinar la presencia de aflatoxinas M₁ en leche cruda.
- Determinar los factores de riesgo asociados con la presencia de mastitis.

IV. HIPÓTESIS

El manejo sanitario de la ordeña influye directamente en la calidad de la leche y se agrava con el incremento de células somáticas y presencia de aflatoxinas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización geográfica del área de estudio

El estudio se realizó en 20 unidades de producción familiar localizadas en la Microrregión Prioritaria de Texcoco, que comprende los municipios de Texcoco y San Andrés Chiautla, Estado de México (Figura 1). Ubicados a 19°24' y 19°33' N; 98°38' y 99°02' O (INEGI, 2009).

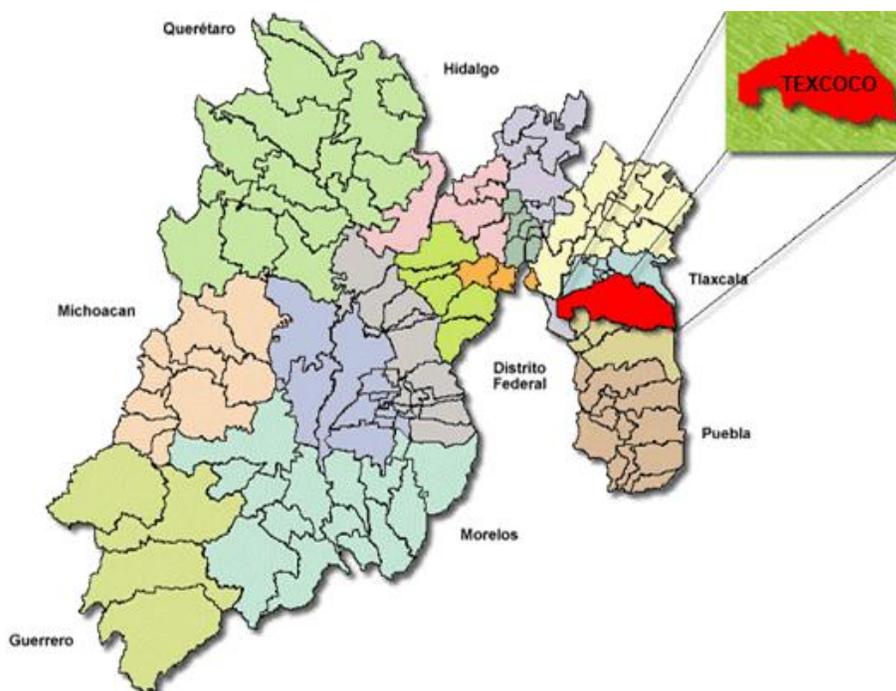


Figura 1. Ubicación del área de estudio (Gobierno del Estado de México 2012).

5.2. Obtención de la información

Se realizó un muestreo aleatorio irrestricto (Sukhatme y Sukhatme, 1970) en 20 unidades de producción familiar (UPF) en pequeña escala (4 a 35 vacas Holstein por hato) en los municipios de Texcoco y San Andrés Chiautla, Estado de México, basado en encuestas directas con los responsables de la UPF y muestreo de leche cruda en tanque (botes de almacenamiento de la ordeña). La cédula de entrevista consistió de 71 preguntas (Anexo A), relacionadas con los siguientes aspectos:

1. **Generalidades.** Identificación del productor y asistencia técnica.
2. **Ganado.** Inventario de animales, alimentación, limpieza de pesebres, número de veces que se alimenta el ganado, cambios inesperados que puedan afectar el contenido nutricional de la leche, manejo de materias primas o ingredientes de alimentación para el ganado y detección y control de mastitis.
3. **Leche.** Producción y comercialización, tiempo de almacenamiento,
4. **Sanidad.** Utilización de agua potable para realizar las actividades de la explotación y actividades de limpieza al término de la ordeña.
5. **Observación y registro.** Raza e identificación de los animales y manejo sanitario del ganado lechero
6. **Equipo de ordeña.** Limpieza y mantenimiento en la ordeña manual, limpieza de las instalaciones e higiene del personal de ordeño.

5.3. Diagnóstico de mastitis

La evaluación para el diagnóstico de mastitis se realizó mediante el método Somaticell. Las mediciones se realizaron a todas las vacas en producción antes de cada ordeña (mañana y tarde) durante el período de abril a julio de 2019, en sistemas de ordeño manual y mecánico (Figura 2), el total de muestras fue de 2260 cuartos producto de las 565 vacas totales de las veinte unidades de producción.

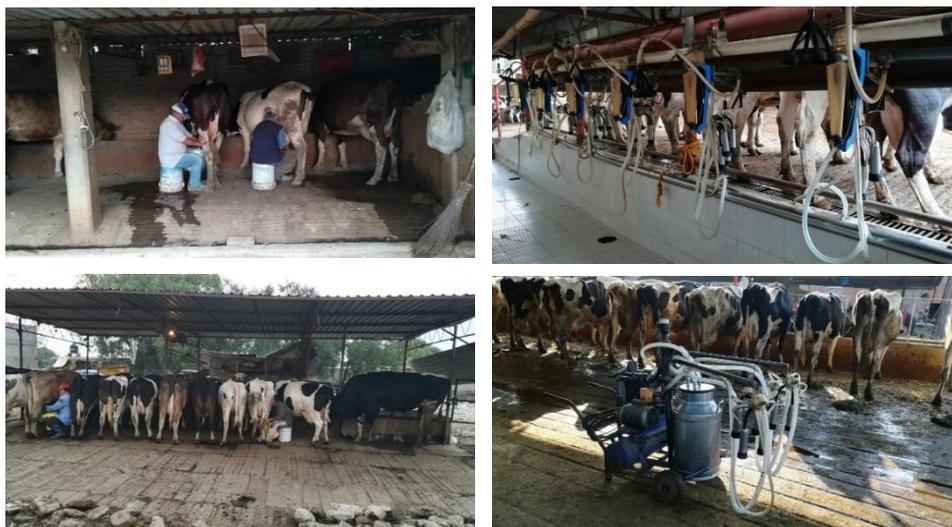


Figura 2. Sistema de ordeño manual y mecánica

De acuerdo al protocolo del método de diagnóstico, para cada prueba se obtuvieron 2 mL de leche de cada cuarto, a los cuales se agregaron 2 mL de reactivo (púrpura de bromocresol 0.01%) en un tubo graduado, la mezcla se agitó durante 30 seg, posteriormente se filtró durante 30 seg y finalmente se colocó en posición vertical hasta que el líquido se sedimentara para hacer la lectura y registro de valor indicado en el tubo, el cual permitió establecer el grado de infección (Figura 3) según la

escala basada en el número de células somáticas (sano: 0-200000; subclínica: 200,001-400,000; clínica: 400,001-1, 000,000; aguda: > 1, 000,001).

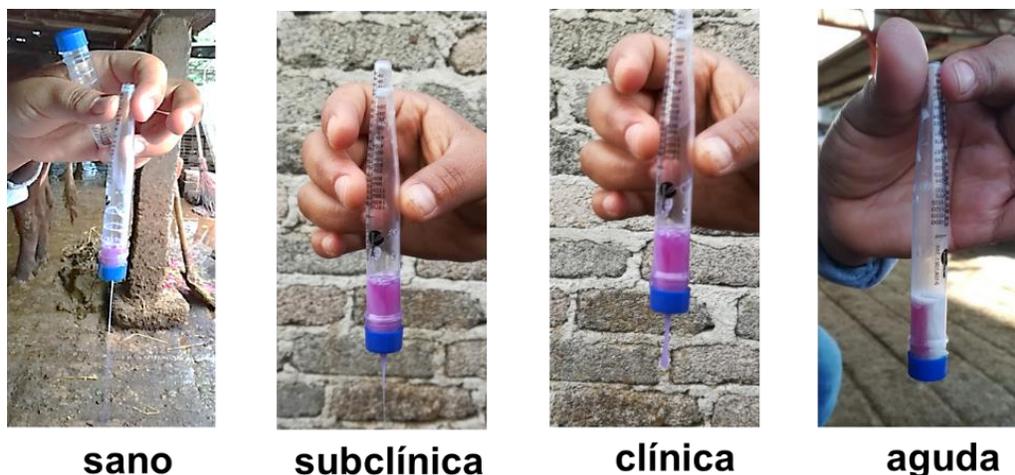


Figura 3. Grados de mastitis

Durante el mismo periodo en que se realizó el diagnóstico de mastitis, se colectaron muestras de leche de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-F-718-COFOCALEC-2017, norma oficial para el muestreo de leche y productos lácteos para lo cual se colectaron dos muestras de leche en cada unidad de producción al término de la ordeña.



Figura 4. Muestras calidad nutricional, fisicoquímica y Aflatoxina M1

Se utilizaron frascos de 100 mL de plástico y tapón hermético de acuerdo a la Norma Oficial NOM-243-SSA1-2010, para la calidad nutricional y físico-química, mientras que para el análisis de aflatoxina M₁ se utilizaron frascos de vidrio con tapón de goma de 120 mL (Figura 4).

Las muestras se colectaron al término de la ordeña (mañana y tarde) y se transportaron en hieleras con geles refrigerantes a una temperatura de 4°C, posteriormente en el laboratorio se congelaron a -20°C y se mantuvieron así hasta su lectura.

5.4. Técnicas de laboratorio para determinar la calidad nutricional y físicoquímica de la leche

Se obtuvieron 60 muestras de leche a las cuales se les determinó su calidad nutricional y físico-química en los laboratorios del Departamento de Agroindustrias de la Universidad Autónoma Chapingo. Se utilizó el equipo MilkoScan FT1 (Figura 5) con tecnología de infrarrojo transformada de Fourier (FTIR).



Figura 5. Determinación de calidad nutricional y físico-química mediante el uso de MilkScan FT1.

Las muestras de los frascos de 100 L, se descongelaron e inmediatamente se les agregaron 0.06 µg/ml de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_2$) a fin de inhibir el crecimiento de bacterias. Posteriormente se colocaron durante 30 seg. a baño maría a 39 °C para homogeneizar la muestra (Figura 6) y proceder a las lecturas de calidad nutricional: grasa, proteína, lactosa, sólidos no-grasos, solidos totales y urea y las relacionadas con su calidad físico química: punto crioscópico y acidez.



Figura 6. Homogenización de muestras en baño maría.

5.5. Determinación de Aflatoxina M₁

La determinación de la presencia de aflatoxina M₁ se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Postgraduados. Se utilizaron 50 muestras de leche con la técnica cualitativa de Inmunocromatográfica de flujo lateral con una sensibilidad de 350 ppt. Para la lectura se utilizó el kit Reveal[®] for Aflatoxin M₁ (NEOGEN CORPORATION) que estuvo a una temperatura de almacenamiento 2 – 8°C. El análisis consistió en descongelar la muestra, posteriormente cada muestra

se agitó para homogeneizarla. De cada muestra se tomaron 200 μ L de leche y se colocaron dentro de viales que contenían partículas de oro liofilizado, posteriormente se cerraron los viales y se agitaron hasta que las partículas de oro estuvieron en solución. Inmediatamente los viales se colocaron en incubadora Milk Test Incubator a una temperatura $47.5 \pm 1^\circ\text{C}$ durante tres minutos (Figura 7), al terminar la incubación, fueron colocadas tiras reactivas (Figura 8) que contenían anticuerpos de AFM1, durante dos minutos a $47.5 \pm 1^\circ\text{C}$. finalmente se procedió a retirar las tiras de los viales para interpretar visualmente los resultados.

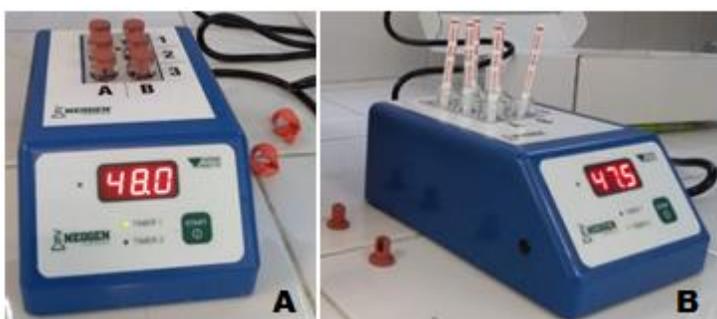


Figura 7. Milk Test Incubator

5.6. Análisis Estadístico de la información.

Se analizaron las variables usadas en la caracterización de las UPF mediante sus estadísticos descriptivos y su clasificación en tablas de frecuencias con los procedimientos MEAN y FREQ de SAS (SAS, 1997), además se usó la opción CHISQ para relacionar el grado de mastitis con los factores de tipo y hora de ordeño y cuartos afectados. Se realizaron análisis de varianza para las variables nutricionales y fisicoquímicas usando el PROC GLM de SAS (SAS, 1997).

Se realizó un análisis de regresión logística, para determinar los factores de manejo que constituyen un riesgo para la presencia de mastitis y por lo tanto deterioran la calidad sanitaria de la leche (Hosmer y Lemeshow, 1989), con el procedimiento PROC LOGISTIC de SAS (Allison, 2001). Este procedimiento, estima los coeficientes de regresión considerando la distribución binomial de los datos. Las variables analizadas fueron tipo de ordeño, limpieza y sellado de pezones. La razón de riesgo es una razón de probabilidad condicionada, relacionando la posibilidad de que ocurra un evento entre la posibilidad de que no ocurra.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Descripción general de las granjas bovinas

El inventario de ganado lechero se describe en el Cuadro 2. Se observa que los hatos lecheros de las UPF en la microrregión de Texcoco, tienen un tamaño de hato de 24 animales en promedio, de los cuales el 50% son vacas en producción y 13% vacas secas, lo que indica que existe una buena planeación de partos durante el año, de manera que la producción de leche durante el año solamente sufre pequeños desajustes en su oferta de leche al mercado, difiriendo en únicamente 3 puntos porcentuales del ideal 17%. También se registró el número de vaquillas de un año al parto y becerras menores de un año de edad, que representan los futuros reemplazos del hato, lo cual indica que la vida útil de las vacas es de 5 a 6 partos. Estos resultados son similares a los reportado por Sánchez *et al.*, (2015) en la misma región. La proporción de sementales es muy baja, ya que solo son utilizados para aparearse con vacas repetidoras o cuando falla el servicio de inseminación, ya

que casi la totalidad de los productores usa inseminación artificial por el costo que representa el mantenimiento de un semental dentro del hato. En las UPF se observó que es una práctica común la crianza de becerros para su posterior engorda y finalización en corral (toretas y novillos).

Cuadro 2. Promedio de Inventario de ganado lechero en granjas en pequeña escala, en la microrregión de Texcoco, Edo. De México.

Variable	N	Media	EE	CV (%)
Vacas en Producción	20	12.0	1.7	64.3
Vacas secas	20	3.0	0.6	90.2
Vaquillas	20	2.0	0.3	68.8
Becerras	20	5.0	0.9	76.1
Becerros	20	2.0	0.5	146.8
Sementales	20	0.25	0.10	177.7

N: Número de hatos, EE: Error Estándar, CV: Coeficiente de Variación

Cuadro 3. Inventario de ganado de engorda en granjas en pequeña escala, en la microrregión de Texcoco, Edo. De México.

Variable	N	Media	E. E.	CV (%)
Toretas	20	0.1	0.1	307.8
Novillos	20	1	0.5	219.9

6.2. Producción de leche

El promedio de producción de leche en las UPF fue de 16 L por animal/día (Cuadro 4), valores similares a lo encontrado por Álvarez *et al.* (2012) en el sur de la ciudad

de México. La producción por hato alcanzó los 210 L por día. La leche que se vende en la región sin procesar es ofertada directamente a consumidores a pie de establo, centros de acopio e industrias artesanales, que las transforman en quesos frescos, yogurt y cremas (Espinoza *et al.*, 2010) a un precio promedio de \$7.50 por litro de leche.

Cuadro 4. Medias y errores estándar de producción de leche en unidades de producción familiar de Texcoco.

Variable	N	Media	E.E.
Producción por animal	20	16.00	1.18
Producción por hato	20	210.65	40.48
Precio por litro	20	7.53	0.37

N: número de hatos, E.E: error estándar

Es común que los productores más pequeños ofrezcan el producto de casa en casa (boteo) y así obtengan un mejor precio por litro de leche, además que la mano de obra familiar disminuye los costos de producción, estableciendo una cadena laboral que considera productores a pequeña escala, compradores a pie de establo, intermediarios (boteros), procesadores (queserías) y distribuidor final, como lo señalan Ruiz *et al.* (2017). Este sistema de pago de leche basado en el volumen ofrecido no es lo más adecuado, ya que debería darse un pago adicional por la magnitud de sus componentes, principalmente grasa.

6.3 Diagnostico de mastitis

La toma de muestras para el análisis de mastitis se realizó al momento de la ordeña, tanto en la mañana como en la tarde, encontrando una mayor frecuencia de mastitis

durante el ordeño de la tarde (55 %) que, durante la mañana, siendo la mastitis clínica la que se presentó en mayor proporción (Cuadro 5), esto puede estar relacionado con el intervalo de horas de espera de ordeño que van de 10-12 h, ya que la acumulación de leche ejerce presión en los esfínteres de la glándula provocando la abertura de éstos y la oportunidad para el crecimiento de microorganismos, causando inflamación de la glándula mamaria, estos resultados difieren a los reportados por Fernando *et al.* (1981), quienes encontraron una mayor proporción de mastitis en ordeñas de la mañana, debido al mayor tiempo de espera entre ordeños.

En lo referente al tipo de ordeña (manual o mecánica), del total de las UPF encuestadas en este estudio, 55% emplean ordeña manual y el resto ordeña mecánica, utilizando ordeñadores movibles de uno o dos pistones.

Cuadro 5. Porcentaje de mastitis en vacas lecheras y su relación con el tiempo de ordeño

Momento de ordeña	Sano	Subclínica	Clínica	Agudo	Total
Mañana	3.0	7.2	22.8	12.2	45.1 ^b
Tarde	1.8	8.5	33.0	11.6	55.0 ^a

(P< 0.001, Chisq test)

En esta microrregión la ordeña manual prevalece con respecto a la mecánica, el 56 % se realiza de manera manual y el resto de forma mecánica. Se observó que la ordeña manual se asocia con un mayor porcentaje de mastitis que en ordeñas de

tipo mecánico. En ambos tipos de ordeñas, se encontró que la mastitis clínica es la más frecuente (29.2 y 26.6 %, respectivamente) en relación con los otros grados de mastitis (Cuadro 6). Estos resultados muestran que la falta de buenas prácticas de ordeño y las deficientes condiciones sanitarias al momento de la limpieza y desinfección de las ubres, son causas predisponentes de la alta presencia de mastitis en estos hatos. Resultados diferentes fueron reportados por Ruiz *et al.* (2011), quienes observaron una mayor presencia de mastitis clínica en ordeña de tipo mecánica con deficiente mantenimiento y limpieza del equipo de ordeño.

Cuadro 6. Porcentaje de mastitis en vacas lecheras y su relación con el tipo de ordeña, en la microrregión de Texcoco, Edo. de México.

Tipo de ordeña	Sano	Subclínica	Clínica	Agudo	Total
Manual	3.0	8.5	29.2	13.4	54.2 ^a
Mecánica	1.8	7.2	26.6	10.4	45.8 ^b

(Chisq test, $P < 0.01$,)

Con el fin de conocer si la presencia de la mastitis era diferente en los cuartos de la ubre, se evaluó de manera individual cada uno de estos, no encontrando diferencia entre ellos ($P > 0.05$). La prevalencia promedio de cada cuarto fue de 14% (Cuadro 7). Se observó que la mayor presencia de mastitis fue de grado clínico (55.8 %) en el total de los cuartos, y 23.7% de afectación con mastitis aguda, estos dos porcentajes representan los grados más críticos de mastitis. Lo anterior refleja lo previamente mencionado respecto al tipo de ordeña, donde la falta de una rutina de limpieza e higiene adecuada durante la ordeña repercute en la presentación de la enfermedad.

Cuadro 7. Porcentaje del grado de mastitis presente en los cuatro cuartos de la ubre de vacas lecheras de unidades de producción familiar.

Grado de mastitis	Cuarto de la ubre				Total
	CDD	CDI	CTD	CTI	
Sano	1.0	0.9	1.4	1.5	4.8 ^d
Subclínica	3.7	4.4	4.0	3.7	15.7 ^c
Clínica	14.2	13.9	14.0	13.8	55.8 ^a
Aguda	6.5	5.7	5.6	5.9	23.7 ^b

Columnas con diferentes letras son diferentes ($P < 0.01$, Chisq test); CDD: Cuarto delantero derecho; CDI: Cuarto delantero izquierdo; CTD: Cuarto trasero derecho; CTI: Cuarto trasero izquierdo.

El método de diagnóstico Somaticell es un método cuantitativo, que permitió hacer un diagnóstico más preciso con respecto al conteo celular somático (ccs). En la Figura 8 se puede observar la distribución de la variación de la mastitis en el total de cuartos de la ubre evaluados; el 57 % de la variación correspondió a valores entre 400 y 1000 ccs (mastitis clínica) mientras 24 % oscilaron entre 1001 y 1970 ccs (mastitis aguda), la suma de estos porcentajes representó el 81 % de afectación en los grados de mastitis más críticos dentro de los niveles de la enfermedad. El resultado obtenido es igual a lo obtenido por Gómez., *et al* (2015) donde variabilidad es atribuida a factores propios de la unidad de producción de leche, en el cual la presencia de mastitis clínica es la de mayor aparición.

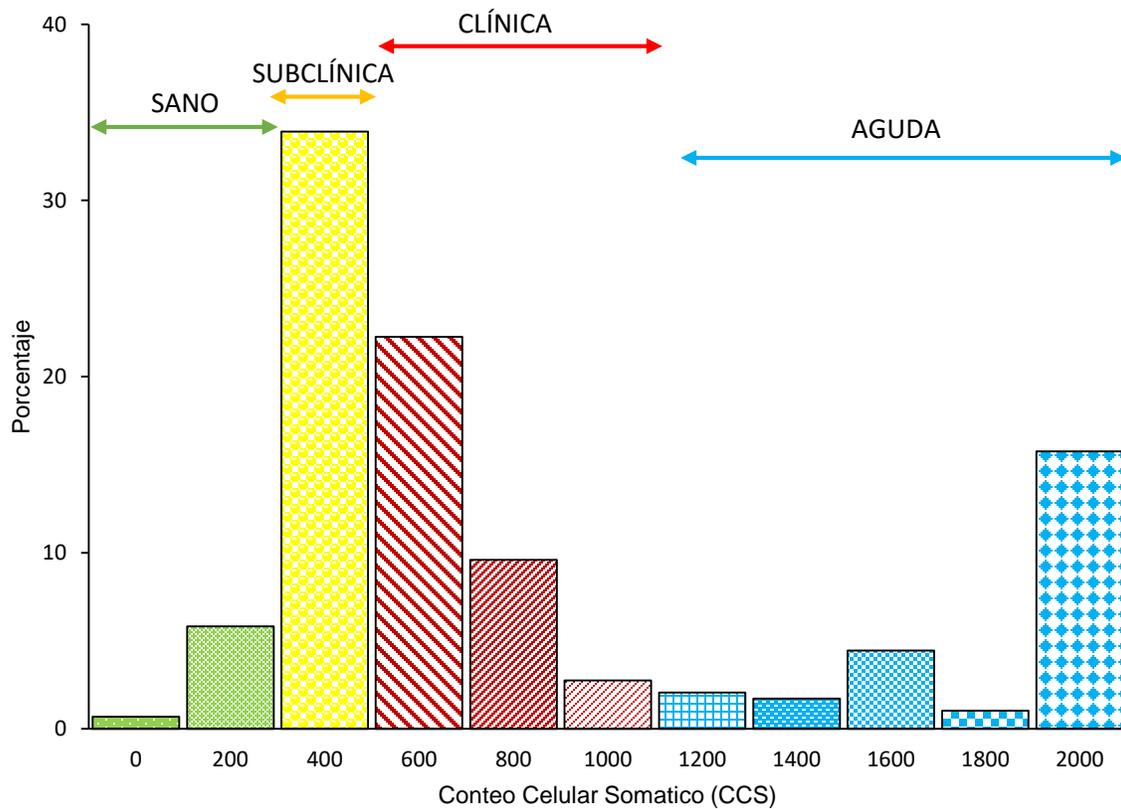


Figura 8. Distribución de la variación de incidencia de mastitis en cuartos de vacas lecheras Holstein en la microrregión de Texcoco, Estado de México.

Estimación de factores de riesgo según posibles causas de mastitis.

Para estimar la probabilidad relativa o razón de riesgo de grados de mastitis, definidos por el conteo de células somáticas, determinado mediante el método de Somaticell, relacionando factores asociados a la higiene de los animales al momento de la ordeña, el análisis de regresión logística determinó que el tipo de ordeña (manual y mecánica) y el sellado de pezones (con y sin) no tuvieron ningún efecto sobre los grados de presencia de mastitis ($P > 0.05$), pero si con la limpieza de la ubre (completa e incompleta), entre más completa sea la higiene en la rutina

de ordeño, el riesgo será 3.66 veces menor de presentar mastitis y contaminar ubres sanas (Cuadro 8), estableciendo límites de confianza entre 1 y 15.

Cuadro 8. Análisis de regresión logística relacionando grado de mastitis con tipo de ordeña, limpieza de ubres y sellado de pezones.

Variable	GL	Est*	E.E.	ChiSq.		Parameter Estimater	ODD RATIO	
				Wald	Pr > ChiSq		Confident	
							Límites 95%	
Intercept	1	1.15	0.30	15.07	0.01			
Tipo Ordeña	1	0.33	0.50	0.45	0.50	1.39	0.53	3.73
Limpieza ubre	1	1.30	0.66	3.82	0.05	3.66	1.07	14.93
Sellado pezones	1	-0.25	0.52	0.23	0.63	0.78	0.277	2.18

*Est= Estimador

El conjunto de datos contiene 2259 observaciones, la prueba de Chi-cuadrado tiene un valor de prueba Wald de 19.5661 con 3 grados de libertad con un valor de $p=0.01$. Las variables ordeña, limpieza de ubre y sellado de pezones no fueron significativas (X^2 , $p>0.05$), por lo que no pueden ser consideradas para un modelo de factores de riesgo de grados de mastitis en hatos lecheros en pequeña escala de esta región. La variable limpieza de ubre es de gran importancia ($Pr>ChiSq$ 0.05), es decir que el riesgo de presentar mastitis es mayor si no se realiza la limpieza adecuada de la ubre. Esto coincide con Ramírez., (2015) la limpieza de ubres es el principal predisponente de mastitis. El tipo de ordeña y sellado de pezones no incrementó ni disminuyó la presencia de mastitis.

6.4. Calidad nutricional de la leche

En la producción de leche cruda es fundamental la calidad, ya que asegura al consumidor un producto de alto valor nutricional y sin riesgos para la salud, Las variaciones en su composición están en función de las condiciones climáticas, nutrición y factores fisiológicos del animal.

Cuadro 9. Composición nutricional de la leche cruda, en granjas bovinas de Texcoco.

Variable	Mínimo	Media	Máximo	Error estándar
Grasa	2.38	3.61	4.42	0.046
Lactosa	3.29	4.21	4.63	0.035
Proteína	2.51	3.01	3.87	0.034
SNG	6.4	7.96	8.72	0.064
ST	9.94	12.49	13.345	0.08
Densidad	1030.31	1037.56	1044.65	0.392
Caseína	1.805	2.29	2.65	0.029
Urea	-0.1	0.01	0.02	0.003

De las variables asociadas a la calidad nutricional de la leche cruda, los valores de grasa tuvieron un promedio de 3.6 y los valores más altos fueron de 4.42. Esta amplia variación está relacionada con la cantidad de fibra en la dieta, de manera que, a mayores niveles de fibra, mayor porcentaje de grasa en la leche. En estos pequeños hatos, la relación forraje/concentrado es alta, incrementándose esta proporción debido a los costos del concentrado y a que muchos de ellos producen su propio forraje. El promedio en el contenido de lactosa fue de 4.21 y el de proteína de 3.01, siendo los valores más altos de 4.63 y 3.87, respectivamente. Estos valores son muy similares a los resultados encontrados en diferentes estudios y cumplen con la norma de calidad de leche, no se vieron influenciados por la presencia de

mastitis, como ha sido reportado en algunos estudios, los cuales indican que la mastitis disminuye el contenido porcentual de grasa y SNG, así como reducción en los niveles de lactosa (Bramley *et al.*, 1996). Los sólidos no grasos (SNG) tuvieron un valor promedio de 7.96, siendo el valor más alto de 8.72 (Cuadro 9).

El punto crioscópico es un indicador de adulteración de la leche con agua y, corresponde a la temperatura de congelamiento de la leche, cuyo valor varía normalmente entre -0.553 y 0.551°C, debido a la presencia de componentes lácteos solubles en agua, principalmente minerales y lactosa. El valor encontrado en el estudio estuvo dentro de este intervalo (Cuadro 10); no obstante, se debe evitar esta práctica adulterante ya que puede ocasionar problemas de salud pública por la contaminación con microorganismos en el agua.

Cuadro 10. Composición fisicoquímica de la leche cruda, en granjas bovinas de Texcoco.

Variable	Mínima	Media	Máxima	Error estándar
Punto Crioscópico	0.39	0.5	0.55	0.004
pH	5.0	6.70	8.4	0.134

El pH de la leche no es un valor constante, puede variar en el transcurso de la lactación al inicio es ligeramente ácido (pH 6.0) y al término con valores alcalinos (pH 7.5) que indican un bajo y alto contenido de proteínas respectivamente, existiendo otros factores que pueden modificar el pH, (Negri, 2005).

Los valores de pH encontrados oscilaron entre 5.0 – 8.4 (Cuadro 10), con mayor tendencia a valores de acidez, sin embargo, también se encontraron valores mayores al pH neutro, con tendencia hacia valores de alcalinidad, similar a lo

reportado por Negri (2005), quien menciona que la mayor alcalinidad puede ser un indicador de alto índice de mastitis. Conocer el pH resulta de gran valor, Conocer el pH resulta de gran importancia debido a que valores alcalinos indican alta permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria, lo que origina mayor concentración de iones Na y Cl, así como reducción del contenido de lactosa y de P inorgánico (Negri, 2005; Asif y Sumira, 2010).

6.5. Presencia de aflatoxina M₁

El análisis de las 50 muestras de leche para la determinación de presencia de aflatoxina M₁, mostró que no hubo reacción positiva a aflatoxina M₁ en ninguna de las muestras analizadas, resultados coinciden con lo reportado por Ortiz (2009), sin embargo, son diferentes a lo reportado por Pérez *et al.* en 2008, donde encontraron para la microrregión de Texcoco niveles superiores a los establecidos en la Unión Europea (0.05 µg/kg) y mayores a los niveles de ingesta diaria establecidos en México (0.5 µg/L) en leche cruda y pasteurizada. Los resultados obtenidos se pueden atribuir a factores relacionados con la ausencia o niveles muy bajos de AFLAB1 en los forrajes y granos que consumen los animales (Moncada y Pelayo, 2011).

VII. CONCLUSIONES

La calidad fisicoquímica y sanitaria de la leche cruda en las unidades de producción familiar estudiadas, cumplen con los estándares establecidos por las normas de calidad de leche, lo que garantiza al consumidor un producto inocuo y apto para consumo humano.

Las prácticas inadecuadas de limpieza de la ubre durante el ordeño, son un factor de riesgo para la presencia de altos grados de mastitis en los hatos lecheros de la región, incrementando significativamente el conteo de células somáticas.

El uso del método de detección cuantitativa de mastitis, Somaticell[®], permite un diagnóstico más eficiente de la mastitis clínica.

Los exámenes de laboratorio no mostraron presencia de la aflatoxina AFM1 en la leche cruda de la región de estudio, lo que garantiza que no existe problema de salud pública por el consumo del producto.

VIII. LITERATURA CITADA

- Álvarez Fuentes G., Herrera H. J. G., Alonso B. G. y Barreras S. A.** 2012. Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. Archivos de medicina veterinaria, 44(3): 237-242.
- Asif Mahmood and Sumaira Usman.** 2010. A Comparative study on the Physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat, Pakistan. Pakistan Journal of Nutrition, 9(12): 1192-1197.
- Bedolla C.C., V. Castañeda y W. Wolter.** 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina. Revista electrónica de Veterinaria, VIII (9):1-17.
- Bedolla C. C. y Ponce de León.** 2008. Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. Revista Electrónica de Veterinaria, IX (4): 1-26
- Bramley A.J., Cullor J.S., Erskine R. J., Fox L. K., Harmon R J., Hogan J. S., Nickerson S.C., Oliver S.P., Smith, K.L. and Sordillo, L.M.** 1996. Current Concepts of Bovine Mastitis. 4th Edition National Mastitis Council.
- CANILEC. 2019.** Estadísticos del sector lácteo 2010-2018. Cámara Nacional de Industriales de la Leche. <https://www.canilec.org.mx/estadisticas%20lacteos%202019.pdf> (consultado el 30 de septiembre del 2019).
- CODEX STAN 193-1995.** Norma general del CODEX para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. pp.1-48.
- Carrillo L. y Gómez M. S. E.** 2007. Micotoxinas.p. 89-110. In: Carrillo (ed). Manual de Microbiología de los Alimentos – capítulo 9. 1° edición. Asociación

Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNJU, SS Jujuy. Argentina.

Cervantes E. F., V. A. Cesín y O. I. Mamani. 2013. La calidad estándar de la leche en el estado de Hidalgo, México. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias*, 4(1): 75–86

Espinosa G.J.A., González O.T.A., Luna E.A.A., Cuevas R.V., Moctezuma L.G., Góngora G.S.F., Jolalpa B.J.L., Vélez I.A. 2010. Administración de ranchos pecuarios con base en el uso de registros técnicos y económicos. In: *Evaluación técnica y económica de la empresa pecuaria*. SAGARPA. INIFAP. Cuajimalpa, D.F. pp. 179-181.

Fernández F. E., J. A. Martínez., V. Martínez, J. M. Moreno., L. R. Collado., M Hernández y F. J. Morán. 2015. Importancia nutricional y metabólica de la leche. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 31(1):92-101.

FAO. 2019. Composición de la leche. Portal lácteo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/> (consultado el 06 de noviembre del 2019).

FAO. 2019. Factores socioeconómicos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/dairy-production-products/socio-economics/dairy-development/es/> (consultado el 30 de septiembre del 2019).

Fernando R.S., R.B. Rindsig, S.L. Spahr. 1981. Effect of length of milking interval and fat content on milk conductivity and its use for detecting mastitis. *Journal of Animal Science*, 64: 678-682.

Gimeno, A. y Martins, M.L. 2003. “Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos”. Special Nutrients, Inc. USA (Ed.). Talleres gráficos del SRL, Buenos Aires, Argentina. pp. 1-160.

- Gimeno Alberto.** 2004. Aflatoxina M1 no leite. Riscos para a saúde pública, prevenção e controlo. Alimentação Animal. Revista de la Associação Portuguesa dos Industriais de Alimentos Compostos para Animais (IACA), 29: 32-34.
- Gobierno del Estado de México.** 2012. "Mapa de Ubicación de Texcoco". <http://www.edomexico.gob.mx/medioambiente/mapa/img/mapas/Texcoco.gif> &imgrefurl. (consultado el 30 de septiembre del 2019).
- Gómez Agudelo D. A. y Bedoya M. O.** 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista Lasallista de Investigación, 2 (1): pp. 38-42
- Gómez Q. O. E., Santivañez B. C. S., Arauco V. F., Espezua F. O. H., Manrique M. J.** 2015. Interpretation criteria for California Mastitis Test in the diagnosis of subclinical Mastitis in cattle. Revista Investigación Veterinaria Perú, 26 (1): pp.86-95.
- Guízar F P., Ignacio J., Bedolla C., Carlos J L.** 2008. Determinación de la prevalencia de mastitis bovina en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, mediante la prueba de California. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504, IX (10).
- Heringstad B., Klemetsdal G., Ruane J.** 2000. Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries. Livestock Production Science. 64: 95-106.
- INEGI.** 2009. Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Texcoco, México. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/15/15099.pdf (consultado el 26 de agosto del 2019).
- Kawai K., Hayashi T., Kiku Y., Chiba T., Nagahata H., Higuchi H., Obayashi T., Itoh S., Onda K., Arai S., Sato R. and Oshida T.** 2013. Reliability in somatic

cell count measurement of clinical mastitis milk using DeLaval cell counter. *Animal Science Journal*, 84(12): 805–807.

Kruze, J. 1998. The milking routine and its role in mastitis control programmes. *Archivos de medicina veterinaria*, 30(2): 07-16.

Loera J. y Banda J. 2017. Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. 19 (4): pp.419-426.

Landeros P., Noa M., López Y., González D. G., Noa E., Real M. y Juárez C., Medina S. M. 2012. Niveles de aflatoxina M1 en leche cruda y pasteurizada comercializada en la zona Metropolitana de Guadalajara, México. *Revista de Salud Animal*, 34(1): 40-45.

Martínez V. A., Villoch C. A., Ribot E. A., Montes de Oca N., Riverón A. Y., Ponce C. P. 2015. Quality and safety of raw milk in a dairy production chain in a western province of Cuba. *Revista Salud Animal*, 37(2): 79-85.

Mohammad O. Dahl., Albert De Vries, Fiona P. Maunsell, Klibs N. Galvao, Carlos A. Risco and Hernandez Jorge A. 2018. Epidemiologic and economic analyses of pregnancy loss attributable to mastitis in primiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 101 (11): 10142- 10150

Moncada J. A. y Pelayo C.B. 2011. Análisis químico, biológico y fisicoquímico de la leche: calidad y contenido nutricional. p. 66-79 In: *El libro blanco de la leche y los productos lácteos - 1° edición*. Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC). Litho Offset Imprenta.

Moreno V. F. C., M. G. Rodriguez, M. V. M. Mendez, A. L. E. Osuna y M. R. Vargas. 2007. Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá), *Resvista de Medicina Veterinaria*, 14. 61–83.

- Negri L. M.** 2005. El pH y la acidez de la leche. En: Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2° ed. INTA. 155-161.
- NMX-F-718-COFOCALEC-2017.** Sistema Producto Leche Alimentos Lácteos. Guía Para el Muestreo de Leche y Productos Lácteos, "Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y Sus Derivados AC.
- Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010.** Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012.** Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- Ortiz Z. César.** 2009. Análisis de Aflatoxina M1 en leche fresca de establos lecheros de Arequipa. Revista Investigación Veterinaria, 20 (1): 139-141.
- Pereira M. N., Do Nascimento RAE, De Araújo V.M., Lima J. D. M., Rocha M. E., Patto N. L.** 2014. Evaluation of methods of analysis to determine the somatic cell count in raw milk, kept in the cooling tank. Journal of Candido Tostes Dairy Institute 69 (3): 193-198.
- Pérez J. Gutiérrez R., Vega S., Díaz G., Urbán G., Coronado M. y Escobar A.** 2008. Ocurrencia de aflatoxina M1 en leches cruda, ultrapasteurizada y orgánica producidas y comercializadas en el Altiplano Mexicano. Revista Salud Animal 30(2): 103-109.
- Pincay F P E., Felipe López G F., Velarde G J., Heredia N D., Martínez C F E, Fernando V., Martínez F. A. and Arriaga J C A.** 2016. Cut and carry vs. grazing of cultivated pastures in smallscale dairy systems in the central highlands of Mexico. Journal of Agriculture and Environment for International Development. 110 (2): 349-363.

- Ramírez Sánchez Julia Mercedes.** 2015. Prevalencia y factores predisponentes a mastitis subclínica en establos lecheros de la provincia de Trujillo. *Revista del Centro de Estudio y Desarrollo de la Amazonia* 5 (1): pp 12 – 22.
- Remón D. D., González R. D., Martínez V. A.** 2019. Evaluation of the hygienic-sanitary quality of raw milk by flow cytometric methods. *Revista Salud Animal.* 41(1).
- Rossi RS, Amarante AF, Correia LBN, Guerra ST, Nobrega DB, Latosinski GS, Rossi BF, Rall VLM, Pantoja JCF.** 2018. Diagnostic accuracy of Somaticell, California Mastitis Test, and microbiological examination of composite milk to detect *Streptococcus agalactiae* intramammary infections. *Journal of Dairy Science.* 101(11):1–10.
- Ruiz AK, Ponce P, Gomes G, Mota RA, Sampaio E, Lucena E.R, Benone S.** 2011. Prevalencia de mastitis bovina subclínica y microorganismos asociados: comparación entre ordeño manual y mecánico, en Pernambuco, Brasil. *Revista Salud Animal,* 33(1): 57-64.
- Ruiz G L F y Sandoval M R S.** 2018. Diagnóstico de mastitis subclínica de vacunos lecheros mediante el conteo de células somáticas empleando dos métodos diagnósticos. *Revista Científica,* XXVIII (2): 129-135
- Ruiz Torres M E., Moctezuma P. S., Arriaga J C M., Martínez C E.** 2017. Productive spaces and domestic roles in small-scale Dairy Farms in México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo.* 14 (3): 367-381.
- Sánchez Miranda Lilian y Peña Rodríguez Joan.** 2016. Actividad antimicrobiana de cepas de *Lactobacillus* spp. Contra patógenos causantes de mastitis bovina. *Revista de Salud Animal,* 38(2), 85-92.
- Santillán Mendoza R., Rodríguez A. G., Fernández P. S. P., Vázquez M. G., Montero C. J. C. y Benítez M. J.** 2017. Micotoxinas: ¿Qué son y cómo afectan a la salud pública? *Revista Digital Universitaria (RDU),* 18(6). <http://revista.unam.mx/>.

Sukhatme P.V., Sukhatme P.V. 1970. Sampling Theory of Surveys With Applications. ISU Press. Ames, Iowa.

Villagómez Cortés J A S y Pérez Ana Lid del Ángel. 2017. Ganadería y agricultura familiar en México. La ganadería familiar en México, un enfoque de sustentabilidad. p 23-70.

Vissioa C., Agüeroa D.A., Raspantib C.G., Odiernob L.M., Larriestreaa A.J. 2015. Pérdidas productivas y económicas diarias ocasionadas por la mastitis y erogaciones derivadas de su control en establecimientos lecheros de Córdoba, Argentina. Archivos de medicina veterinaria, 47(1), 7-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2015000100003>

Zumbado Gutiérrez, L. and Romero Zúñiga, J. J. 2015. Conceptos sobre inocuidad en la producción primaria de leche. Revista Ciencias Veterinarias, 33(2): 51-66.

ANEXOS

Anexo A

Cuadro 11. Composición nutricional de la leche en diferentes especies mamíferas (g/l)

Especie	Agua	Proteína	Lípidos	Minerales
Mujer	87	1.1	4.5	0.3
Vaca	88	3.2	3.4	0.3
Búfala	82	3.2	7.5	0.8
Oveja	82	5.5	7	0.9
Cabra	86	3.8	4.3	0.8
Yegua	89	2.1	1.7	0.4
Camella	87	3.4	4.1	0.7

Fuente: Moreiras *et al.*, 2003.

Anexo B



EVALUACION DE LA TECNOLOGIA UTILIZADA EN LA PRODUCCION DE LECHE Y FACTORES QUE INFLUYEN EN SU CALIDAD.

El presente cuestionario tiene como objetivo obtener información de la ganadería lechera en los Municipios de **Texcoco y San Andrés Chiautla Estado de México**, para definir las estrategias de manejo del ganado, equipo e instalaciones que permitan producir leche de calidad. La información proporcionada será utilizada única y exclusivamente con fines de estudio, por lo que será **ABSOLUTAMENTE CONFIDENCIAL**.

El Programa de Ganadería del **Colegio de Postgraduados** agradece a usted su colaboración en la realización del presente estudio.

1. GENERALIDADES

1. Productor o Granja:

2. Dirección:

1.1 Asistencia técnica

3. ¿Actualmente recibe asistencia técnica?

1	SI	_____
		Especifique quien la proporciona
2	N O	

4. ¿En que aspecto de la producción animal recibe asistencia técnica?

	Actividad	
1	Sanidad	
2	Reproducción	
3	Alimentación	
4	Otra. _____ especifique	

2 GANADO

2.1 Inventario

5. Inventario de ganado en su explotación:

1	No. Vacas en producción	
2	Vacas secas	
3	Vaquillas (1 año al parto)	
4	Becerras (menores de un año)	
5	Becerras (menores de un año)	
6	Toretas (reemplazo sementales)	
7	Sementales	
8	Novillos	

2.2 Alimentación

6. ¿Realiza limpieza de pesebres todos los días?

1	SI
2	NO

7. ¿Cuántas veces al día alimenta al ganado?

Número		
	Especifique	

8. ¿Cuándo ofrece alimento al ganado?

1	Antes del ordeño	
2	Después del ordeño	
3	Ambas	
4	Otra _____	
	especifique	

2.2.1 Cambios inesperados en la dieta que pueden afectar el contenido nutricional de la leche

9. ¿Realiza cambios frecuentes en la alimentación del ganado?

1	SI
2	NO

10. ¿los cambios que realiza son por falta ingredientes?

1	SI
2	NO

11. ¿Normalmente que ingrediente, cambia en la dieta?

1	Proteína (concentrado)	
2	Energía (maíz, sorgo, grasa, etc.)	
3	Otra especifique	

2.2.2 Manejo de materias primas o ingredientes de alimentación para el ganado

12. ¿Cuenta con lugar, para almacenar los ingredientes para alimentar al ganado?

1	SI
2	NO

13. ¿Cómo es el lugar para almacenar sus ingredientes?

1. A la intemperie		
2. En bodegas	a. Húmeda	
	b. Seca	
	c. Con ventilación d. Otra _____	
	especifique	
3. Cobertizo	a) Sin paredes	
	b) Piso de tierra	
	c) _____	
	Otra _____	
	Especifique	

14. tiempo que permanece almacenado los ingredientes.

1. Semanas _____
Especifique

15. ¿Cuándo sus ingredientes se contaminan con hongos, que acción toma?

1	Los elimina, no se ofrece a los animales	
2	Los conserva y ofrece a los animales	
3	Quita la parte contaminada y ofrece a los animales	
4	Otra _____	
	especifique	

16. ¿Realiza algún tipo de inspección física o de laboratorio a los ingredientes de alimentación para el ganado?

1	SI
2	NO

17. ¿Quién lo realiza?

1	Producto r	
2	Técnico	

3	Ninguno		
---	---------	--	--

18. ¿ha recibido algún tipo de asesoría técnica para manejo y alimentación del ganado?

1	SI
2	NO

19. ¿Costo de los ingredientes?

	ingrediente	Precio/kg \$	Kg/animal
1			
3			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

2.3 Detección y control de mastitis

20. ¿Qué tipo de ordeño realiza?

1		Manual	
2		Mecánica	Especifique tipo _____
3		Ambas	

21. ¿Cuál es la producción de leche del hato, el día del muestreo?

1	Producción Kg totales	
2	Número de vacas en ordeña	

22. ¿Utiliza algún tipo de filtro en la leche antes de llenar el tanque o recipiente?

1	Si	_____
		Especifique tipo de filtro
2	No	

23. ¿Qué prácticas de manejo realiza antes del ordeño de sus vacas?

1	Ninguna	
2	Solo limpia las ubres con trapo y toalla	
3	Lava con agua limpia las ubres y las seca	
4	Lava y seca con la misma toalla	
5	Lava y seca con diferente toalla	
6	Lava y seca con diferente agua y toalla	
7	Lava con agua con desinfectante y seca con toalla desechable	
8	Otra. _____	
	Especifique	

24. ¿Utiliza algún desinfectante de pezones antes de insertar la pezonera?

1	Si _____
	Especifique
2	NO

25. ¿Utiliza selladores de pezones al finalizar la ordeña?

1	Si _____
	Especifique
2	NO

26. ¿Sabe lo que es la mastitis?

1	SI	
2	NO	

27. ¿Ha realizado pruebas para determinar la presencia de mastitis en sus vacas?

1	Si _____
	Frecuencia
2	NO

28. Especifique tipo de prueba y frecuencia

	Tipo	Frecuencia %
--	------	--------------

1	Cedazo	
2	Prueba de California	
3	Prueba de Wisconsin	
4	Otra. _____ _____ Especifique	

29. ¿Cuántas vacas tuvieron mastitis el día de la prueba de somaticell y grado de ellas

1	Número de vacas	Grado o CCS
2		
3.		
4		
5		

30. ¿Recibe asistencia técnica para realizar las pruebas?

1	SI	
2	NO	

31. ¿Realiza registros sobre las pruebas y resultados sobre mastitis?

1	SI	
2	NO	

32. ¿En los últimos seis meses ha tenido problemas de mastitis?

1	SI	
2	NO	

2.3.1 Prevención

33. Las vacas que dan positivo a la prueba, ¿son apartadas del resto?

1	SI	
2	NO	

34. ¿La leche que se obtiene de cuartos afectados con mastitis es eliminada?

1	SI	
---	----	--

2	NO	
---	----	--

35. ¿Tiene implementado algún tipo de manejo para prevenir la mastitis en su hato?

1	SI	
2	NO	

36. ¿Tiene implementado algún tipo de manejo preventivo calendarizado para controlar la mastitis en su hato?

1	Durante la lactancia	
2	Durante el ordeño	
3	Al secado de la vaca	
4	En época de lluvias	
5	En época de secas	
6	1, 2 y 3	
7	1, 2 ,3 y 4	

37. ¿Utiliza secadores al final de la lactancia como método preventivo?

1	SI	
2	NO	

2.3.2 Tratamiento oportuno del ganado

38. ¿Que hace cuando sus vacas tienen inflamadas las ubres?

1	Acude al veterinario	
2	Usted las cura	
4	1 y 3	
5	Otra _____ Especifique	

39. ¿Qué hace con la leche de vacas con ubres inflamadas?

Especifique _____

40. ¿Las vacas que presentan mastitis son tratadas?

1	SI	
2	NO	

41. ¿Cuál es el tratamiento que sigue en sus vacas enfermas de mastitis?

2	Las ordeña a fondo	
1	Las trata con antibióticos	
3	Las separa del hato	
4	Otro _____ Especifique	

42. ¿Cuánto gasta en tratamientos para la mastitis?

Activo	Costo \$
Veterinario	
Desinfectantes	
Selladores	
Antimastíticos (intramamarios)	
Antimastíticos (inyectados)	
Secadores	
Limpieza de corrales	
Otro _____ Especifique	

3 LECHE

3.1 Producción y comercialización

43. ¿Cuenta con registros de producción?

1	SI	
2	NO	

44. ¿Cuántos litros produce al día?

	Litros	Num. Vacas en ordeña
1 Mañana		
2 Tarde		

45. ¿Cuál es el destino de su producción?

	Litros	%	Precio
1 Venta a boteros			
2 Venta al menudeo en la explotación			

3	Sale a venderla al menudeo			
4	Venta al mayoreo en la explotación			
5	Venta al mayoreo en cremerías, lacto-industrias, etc.			
6	La procesa			
	Otros			

46. ¿Mide la producción de sus vacas?

1	SI	
0	NO	

47. ¿Cada cuando mide la producción de sus vacas?

	Especifique _____ Semanas	
--	------------------------------	--

48. ¿Cuál es el precio del litro de leche?

	Precio /Litro
1 Venta a boteros	
2 Venta al menudeo en la explotación	
3 Sale a venderla al menudeo	
4 Venta al mayoreo en la explotación	
5 Venta al mayoreo en cremerías, lacto-industrias, etc.	
Otros	

49. ¿Procesa la leche producida en su unidad de producción?

1	SI	
2	NO	

50. ¿Qué tipo de producto elabora?

Producto	Cantidad	Costos \$

1	Queso		
2	Yogurt		
3	Requesón		
4	Crema		
5	Otros Especifique		

3.2 Tiempo de almacenamiento

51. ¿Cuánto tiempo tarda la leche en llegar al comprador desde que se ordeña por la mañana

		tiempo
1	Llega el botero	
2	Vende al menudeo en la explotación	
3	Sale a venderla al menudeo	
4	Venta al mayoreo en la explotación	
5	Venta al mayoreo en cremerías, industrias, etc.	
6	La procesa	
7	Otros	

52. ¿Cuánto tiempo tarda la leche en llegar al comprador desde que se ordeña por la tarde hasta que....?

1	Llega el botero	
2	Vende al menudeo en la explotación	
3	Sale a venderla al menudeo	
4	Venta al mayoreo en la explotación	
5	Venta al mayoreo en cremerías, industrias, etc.	
6	La procesa	
7	Otros	

53. ¿Dónde se almacena la leche durante todo este tiempo?

1	Botes de plástico	
2	Cubetas de plástico	
3	Tambos de plástico	

4	Botes de acero inoxidable	
5	Tanques de acero inoxidable	
6	Tanques de acero con enfriador	
7	Otros	

4. SANIDAD

54. ¿Utiliza agua potable para las actividades de la explotación?

1	SI	
2	NO	

55. ¿Cuál es la procedencia del agua?

1	Potable	
2	Pozo	
3	Capta agua de lluvia	
4	Otro	

56. ¿Realiza actividades de limpieza al término de la ordeña?

1	Limpieza de pisos paredes	
2	Lavado de máquina de ordeña	
3	Lavado de utensilios	
4	Lavado de botes, cubetas, tambos, tanques... después de almacenar la leche	

OBSERVACION Y REGISTRO

5 GANADO

5.1 Raza e Identificación

57. ¿Qué raza de ganado posee?

1	Holstein	
2	Suizo	
3	Otra	

58. ¿Las vacas están identificadas individualmente?

1	SI	
2	NO	

5.2 Manejo sanitario del ganado lechero

59. ¿Se trasquilan y limpian los flancos, cola y ubre de las vacas?

1	SI	
2	NO	

60. Practicas seguidas por el ordeñador

1	Desinfecta sus manos antes de tocar cada ubre	
2	Se enjuaga y seca las manos cada que ordeña una vaca	
3	Cambia el agua con que se enjuaga	
4	No realiza nada	
5	Otro _____ Especifique	

61. ¿Realiza Flameo del pelo de la ubre?

1	SI	
2	NO	

62. ¿Enfría la leche después del ordeño (< de 5° C)?

1	SI	
2	NO	

63. ¿Realiza algún tipo de control de moscas?

1	SI	
2	NO	

64. ¿Qué tipo de control realiza?

1	Aplicación directa a los animales	
2	Fumigación de corrales	
3	1 y 2	
4	Otro especifique	

65. ¿Realiza algún tipo de control podal?

1	SI	
2	NO	

66. ¿Con que frecuencia?

1	Nunca	
2	1 vez al mes	

3	1 ves al año	
4	2 veces al año	
5	Otro especifique	

67. ¿Con que instalaciones cuenta en su establecimiento?

1	Sala de ordeña	
2	Cuarto para el almacenamiento de la leche	
3	Local de venta de leche	
4	Echaderos	
5	Jaulas o corrales para crianza de becerros	
6	Bebederos	
7	Comedores	
8	Corrales	
9	Otras (bodegas, locales para utensilios etc.) _____ Especifique	

6. EQUIPO DE ORDEÑA

6.1 Limpieza y mantenimiento cuando se ordeña a mano

68. ¿Qué prácticas de higiene tiene implementados para con los utensilios y botes que ocupa durante la ordeña y para el almacenaje de la leche?

1	Ninguna	
2	Limpia	
3	Lava	
4	Desinfecta	
5	Esteriliza	
6	Limpia, lava y desinfecta	
7	Otro	

Especifique _____

69. ¿Con que desinfecta?

1	Desinfectantes comerciales específicos (iodoclin, iodosal, cuaternario de amonio, vanodine, iodossil-50)	
2	Agua con cloro	
3	Agua con yodo	
4	Otros Especifique _____	

70. ¿Qué tipo de echaderos / cama tienen los corrales?

1	Cemento	
2	Arena	
3	Tierra	
4	Paja	
5	Aserrín	
6	Otros	

6.2 Limpieza de las instalaciones

71. ¿El lugar destinado a la ordeña, se limpia antes de que esta comience?

1	SI	
2	NO	

6.3 Personal de Ordeño

72. ¿Utiliza ropa limpia para el ordeño?

1	SI	
2	NO	

73. ¿Utiliza mandil durante el ordeño?

1	SI	
2	NO	

74. ¿Se lava las manos antes de iniciar el ordeño?

1	SI	
2	NO	

75. ¿Se lava las manos las manos al término del ordeño?

1	SI	
2	NO	

76. ¿utiliza guates para realizar el ordeño?

1	SI	
2	NO	

77. ¿Utiliza gorra durante el ordeño?

1	SI	
2	NO	

78. ¿Utiliza sortijas durante el ordeño?

1	SI	
2	NO	