



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**



30
Zej

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA LECHE DE
BOVINOS EN LA ZONA SUR DE LA REGION DE
LAGOS, ESTADO DE JALISCO, MEXICO.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
PEDRO LUIS JUAREZ CARBAJAL**

ASESORES DE TESIS:

**ING. JESUS A. GUEVARA GONZALEZ
M.V.Z. ROSA MA. RAMOS GUTIERREZ**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA 14
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Evaluación de la calidad de la leche de bovinos de la
zona rural de la Región de Lagos, Estado de Jalisco, México".

que presenta el pasante: Pedro Luis Juárez Carbajal
con número de cuenta: 8452291-7 para obtener el TITULO de:
Médico Veterinario Zootecnista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 20 de marzo de 1990

PRESIDENTE MVZ. Javier Hernández Balderas
VOCAL MVZ. Jorge Luis Rico Pérez
SECRETARIO Ing. Jesús A. Guevara González
PRIMER SUPLENTE MVZ. Carlos Avila Arreola
SEGUNDO SUPLENTE MVZ. Doris Luz Pantoja

**PARA EL LOGRO DE ESTE TRABAJO SE LE AGRADECE A LAS SIGUIENTES PERSONAS:
QUE CON SU COLABORACIÓN SE LLEGO A CULMINAR ESTE ESTUDIO.**

ING. JESUS GUEVARA GONZALEZ.

M.V.Z. ROSA MARIA RAMOS GUTIERREZ.

ING. JUAN GARIBAY BERMUDEZ

M.V.Z. JOSE C. JUAREZ LOPEZ.

pMVZ. RAFAEL HERRERA ZARAGOZA.

M.V.Z. CARLOS RAMIREZ.

pIME. RAUL ESPINO.

Y PARA EL JURADO, QUE CON SU APORTACION SE LOGRO MEJORAR ESTE TRABAJO.

M.V.Z. JAVIER HERNANDEZ BALDERAS.

M.V.Z. JORGE LUIS RICO PEREZ

M.V.Z. CARLOS AVILA ARREOLA

M.V.Z. DORA LUZ PANTOJA CARRILLO

ÍNDICE

Contenido.	Página
I.- Resumen.....	1
II.- Introducción.....	2
III.- Revisión bibliográfica.....	6
3.1.0.0. Composición de la leche.....	6
3.2.0.0. Eyeción de la leche.....	7
3.2.1.0. Mecanismos de extracción.....	8
3.3.0.0. Factores que afectan la producción y composición de la leche.....	9
3.3.1.0. Fisiológicos.....	10
3.3.2.0. Ambientales.....	12
3.3.2.1. Climáticos.....	12
3.3.2.2. Nutricionales.....	13
3.3.2.3. Hormonales.....	15
3.3.2.4. Efecto del ordeño.....	15
3.4.0.0. Composición microbiológica de la leche.....	16
3.5.0.0. Contaminación durante la producción de leche.....	18
3.5.1.0. Contaminación biológica.....	18
3.5.2.0. Contaminación química.....	19
IV.- Objetivos.....	22
V.- Material y Métodos.....	23
VI.- Resultados.....	26
VII.- Discusión.....	31
VIII.- Conclusiones.....	33
IX.- Bibliografía.....	34

RESUMEN

Se analizó la calidad de la leche producida en 10 unidades de producción láctea (UPL) de la zona Sur de la Región de Lagos, Estado de Jalisco; comparándose dos sistemas de ordeño y los dos turnos de la ordeña diaria.

Los puntos evaluados para determinar la calidad láctea fueron: cantidad de leche producida por vaca, los contenidos de grasa butírica, sólidos totales, densidad relativa, índice crioscópico, acidez titulable y prueba de alcohol. Analizándose mediante un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial 2 X 2 (sistema y turno) utilizando un paquete SAS.

Los resultados promedio obtenidos fueron los siguientes: la producción total promedio por animal fue de 21.80 l d^{-1} , con contenidos de grasa butírica de 35.32 g l^{-1} , sólidos totales de 12.80%, densidad relativa de 1.0322 kg. o grados Quevenne (Q°), índice crioscópico de $-0.5450 \text{ }^\circ\text{C}$, acidez titulable de 1.406 g l^{-1} de ácido láctico, y en la prueba de alcohol con un dictamen negativo en el 100 % de las evaluaciones. Los resultados en el efecto del sistema de ordeño mostraron diferencia ($p < 0.05$) sólo para la cantidad de leche obtenida entre los sistemas, y no así, para los parámetros evaluados mientras que en la comparación entre turnos de ordeña se observó la diferencia ($p < 0.05$) para los volúmenes de producción de leche, y en los contenidos de densidad relativa, grasa butírica y sólidos totales.

Se concluye que esta leche resultó ser de buena calidad y con alto grado de pureza, conforme al Reglamento de la Ley General de Salud y bibliografía consultada. Las unidades de producción láctea con mayor cantidad de leche producida por vaca fueron las que utilizaron ordeña mecánica, y el turno de ordeño que produjo más leche fue el matutino, observándose que a mayor volumen de leche producida por vaca se obtenían menores contenidos de grasa butírica y sólidos totales entre turnos de ordeña.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la ganadería en México, se inicia en el Siglo XV. Pero hasta 1540, se inicia el desarrollo de zonas ganaderas en varios Estados de la República. Durante el Porfiriato se realizan las primeras importaciones de ganado Holstein; posteriormente el Presidente Venustiano Carranza auspicia nuevamente la importación de razas lecheras; pero es durante el mandato del General Lázaro Cárdenas, cuando la ganadería tuvo un gran impulso, de tal manera que en 1940 se registró una producción de leche de 1.32 millones de toneladas (48).

La tendencia actual de la ganadería lechera mexicana responde a condiciones impuestas por un modelo de desarrollo ganadero mundial debida a que en los países desarrollados ocurre un crecimiento basado en la intensificación de los sistemas productivos, mientras que en los países en desarrollo a los que pertenece México, la expansión se ha dado en términos extensivos; en México la mayor parte de la producción, está basada en la ganadería de doble propósito, cuyas condiciones de limitación la hacen poco eficiente (Cuadro 1) (80). La Región de Lagos, Estado de Jalisco, en donde se ubican las unidades e producción láctea (UPL) analizadas, ocupa un lugar preponderante en la producción de leche en la entidad, la cual cuenta con una producción anual de 375884900 l, y que el 80 % de los cuales se destina para la industria, dentro de la misma latitud geográfica (en la que se encuentran varias empresas del ramo) o en otras partes del país (35).

Cuadro 1. Clasificación de la producción láctea en México.

Tipo de ganadería.	Características e importancia.	Ubicación.
Ganadería especializada o estabulada.	Una producción anual de 4000 a 6000 l por animal, alto nivel tecnológico, alimentación balanceada, buen control sanitario, y produce el 25 % del total Nal.	Altiplano y las cuencas lecheras de Jalisco, Coahuila, Querétaro, México e Hidalgo.
Ganadería Semiespecializada.	Genera el 35 % de la producción nacional.	
I) Semicestabulada.	Producción anual de 2400 - 4000 litros por vaca, esporádicamente el ordeño es mecánico, control sanitario deficiente, razas no puras.	Centro Norte.
II) Pastoreo familiar.	Una producción anual de 300- 700 l por vaca, muy bajo control sanitario, usualmente con ordeño manual, pastoreo.	Altiplano y Norte.
Ganadería Tropical	Producción anual de 750 l por vaca, muy bajo nivel tecnológico, manejo manual, control sanitario nulo, contribuye con el 40 % del total del país.	Golfo y Sureste.

Fuente: (Manrubio, 1992. Villa Issa, 1990).

El comercio agroalimentario de México se efectúa en un 70 % con los E.E. U.U. adquiriendo el 24 % del total de sus ventas internacionales en derivados de la leche; pero este intercambio comercial no es igual en los aranceles (Cuadro 2 y 3), ni en los costos de producción; entre ambos países, ya que los estadounidenses tienen un subsidio de hasta el 60 % en los costos reales de sus productos (48,80).

Cuadro 2. Cuotas y aranceles en los E.U.A., para productos lácteos ante el T.L.C. (antes sujetas a la "Sección 22" de las leyes agropecuarias norteamericanas).

Producto:	Cuota (ton).	Arancel.
Quesos.	5550.0	60 %
Lácteos fluidos.	360.0	92 - 94 %
Lácteos secos bajos en grasa.	422.0	78 - 82 %
Productos de mantecquilla.	43.0	94 - 96 %
Lácteos procesados.	773.0	87 - 95 %

Fuente: (Kennets, 1994).

Cuadro 3. Arancel para las importaciones en México (bajo permiso previo).

Producto:	Arancel del T.L.C.
Quesos.	20 %
Quesos frescos.	40 %
Leche evaporada.	20 %
Leche en polvo.	139 %

Fuente: (Kennets, 1994).

Aunado a la dificultad del comercio exterior, existen circunstancias dentro del país que hacen desalentador el panorama de la industria lechera; como el sistema de precios para la leche pasteurizada, lo cual ha ocasionado una disminución del número de plantas procesadoras, por ser poco rentables, ocasionando que gran parte de la leche de destine al área de los derivados, que cuentan con un mayor valor agregado (81).

Para la superación de la problemática en la industria lechera, es necesario estimular la inversión en el campo, ajustar los precios internos o nacionales a los internacionales de los insumos utilizados en el área agropecuaria, desincorporar o descentralizar las empresas gubernamentales que operen en el sector; lograr que la planta transformadora sea más eficiente, mediante la utilización de sistemas de recolección, captación, y comercialización eficaces y baratas, sumado a una capacitación de personal y al aseguramiento de la calidad de los productos lácteos terminados (22,39). Pero, para asegurar una excelente calidad en los derivados de la leche, se requiere de la utilización de una materia prima apegada a las exigencias del Reglamento General de Salud en Materia de Bienes y Servicios (Cuadro 4)(69); realizando controles para hallar los casos de fraude, contenidos por abajo de los estándares normales, descubrir el estado de frescor (contenido microbiano), grado

higiénico, y la propiedad de conservación de la misma. Para el logro de esta calidad se necesita del esfuerzo concertado entre los productores, plantas transformadoras, entidades regulatorias gubernamentales, laboratorios de análisis, e instituciones educativas, entre otras; y así poder eliminar la presencia de enfermedades de origen alimenticio debidas a una mala calidad en los productos lácteos, aunado al mejoramiento de la vida de anaquel de los mismos (28,47,52).

Cuadro 4. Algunas determinaciones fisicoquímicas y microbiológicas para la leche no pasteurizada, con fundamento legal mexicano.

Características fisicoquímicas y microbiológicas.	Para consumo humano.	Para uso industrial
Densidad a 15 °C (kg)	No < 1.029	No < 1.029
Grasa butírica (g l ⁻¹)	Propia de	la leche
Cloruros (Cl ⁻) (g l ⁻¹)	0.85 - 1.2	0.85 - 1.2
Lactosa (g l ⁻¹)	43 - 50	43 - 50
Acido láctico (g l ⁻¹)	1.4 - 1.7	1.4 - 1.7
Pba. de alcohol (68) (96)	Negativa Positiva	Negativa Positiva
Grado de refracción a 20 °C	No < 37, Ni > 39	No < 37, Ni > 39
Punto crioscópico (°C)	-0.530° a -0.560°	-0.530° a -0.560°
Sólidos no grasos (g l ⁻¹)	No < 85, Ni > 89	No < 85, Ni > 89
Proteínas propias de la leche (g l ⁻¹)	No < 30	No < 30
Prueba de inhibidores bacterianos	Negativa	Negativa
Pba. de sacarocinta	Negativa	Negativa
Mesófilos aerobios (UFC ml ⁻¹)	No > 1X10 ⁶	No > 1X10 ⁶
Coliformes totales (UFC ml ⁻¹)	No > 100	Mayor de 100

UFC: Unidades formadoras de colonias.

Fuente: Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y servicios. 1990.

REVISION BIBLIOGRÁFICA

3.1.0.0. Composición de la leche.

La leche es una mezcla en estado de equilibrio(2,27), fundamentado en un sistema fisicoquímico estable (8,14), con tres estados de dispersión (emulsión, suspensión, y solución)(2,9); se caracteriza por tener un sabor ligeramente dulce, un olor poco accentuado (9,42,78), y una coloración crema (9,42). La leche se sintetiza en la glándula mamaria y sólo una parte proviene del suero sanguíneo, sin embargo esto aun no ha sido bien estudiado (8,12,42,61,79). La composición de la leche en los mamíferos es muy variada (Cuadro 5), lo cual es debido fundamentalmente a las adaptaciones del animal a su medio a través de su evolución (19).

Cuadro 5. Composición porcentual en la leche de algunas especies

Especie	agua %	grasa %	proteína %	lactosa %	calcio %
oveja	81.60	7.50	5.60	4.40	0.200
cerda	82.00	6.77	6.22	4.02	-----
cabra	86.80	4.50	3.38	4.40	0.130
vaca	87.60	3.75	3.30	4.75	0.750
yegua	89.90	1.60	2.20	6.00	-----

Fuente: Adaptado de: (Johnson, 1974. Judkins, 1983. Madrid, 1990. Taurime, 1991).

Enfocándonos con especial atención a la leche de vaca, observamos que también sus componentes presentan variaciones debidas al desarrollo genético y ambiental de cada raza, durante su evolución (Cuadro 6) (9,23,42), y está constituida por agua, grasa, proteínas, azúcares, vitaminas, minerales, etc., (Cuadro7); pero para la industria lechera sólo son importantes del 10.5 al 15.5 % de estos compuestos(1,23,43,66).

Cuadro 6. Composición láctea de varias razas bovinas.

Raza	agua %	grasa %	proteína %	lactosa %	cenizas %
Holstein	88.12	3.70	3.11	4.61	0.71
Ayrshire	87.39	3.99	3.34	4.63	0.73
Jersey	85.60	5.13	3.80	4.70	0.74
Guernsey	86.36	4.87	3.62	4.78	0.75
P. Suiza	87.31	4.16	3.52	4.80	0.72
Shorthorn	87.56	3.65	3.30	4.80	0.69

Fuente: Adaptación de: (Badui, 1991. Gipson, 1987. Madrid, 1990. Scott, 1991).

Cuadro 7. Componentes de la leche (%).

- A: AGUA (87.02 %).
- B: FRACCIÓN GRASA (3.48 %).
 - 1) Triglicérido (3.90 %).
 - 2) Otras sustancias liposolubles (0.08 %).
(fosfolípidos, esteroides, lecitinas, carotenoides, vitaminas: A,D,E,K; cefalinas y esfingomielinas).
- C: SÓLIDOS NO GRASOS (9.00 %).
 - 1) Minerales (0.75 %).
 - 2) Vitaminas hidrosolubles: B y C.
 - 3) Lactosa (4.77 %).
 - 4) Sustancias nitrogenadas.
 - a.- Sustancias nitrogenadas no proteicas.
 - b.- Proteínas (3.42 %).
 - Caselinas (2.83 %).
 - Proteínas del láctosuero (0.65 %).
 - Termocstables (proteasas y peptonas).
 - Termolábiles:
 - Albúminas (0.56 %).
 - Globulinas (0.09 %).
 - Otras (enzimas).

Fuente: (Tanime, 1991).

3..2.0.0. Eyeción de la leche.

El reflejo de la eyeción de la leche, está influida por varios factores que originan un estímulo en los nervios sensitivos del pezón y de la base de la ubre, transmitiendo una señal hasta el hipotálamo, liberando oxitocina, la cual llega a la glándula mamaria y contrae las

células mioepiteliales que hacen salir a la leche hasta la cisterna glandular, y mediante el ordeño a la cisterna del pezón (3,31,42,54,61). Existen circunstancias como el estrés o las enfermedades, en que el reflejo queda bloqueado y se libera adrenalina (31,42,70,71) inhibiéndose el flujo de oxitocina, por medio de la contracción de las arteriolas, impidiendo de esta forma la eyección láctea (31,42). Este tipo de circunstancias altera la composición de la leche (5,42), por lo que es esencial que el ordeño mantenga una rutina regular y exenta de incidentes que afecten el estado de confort de la vaca (31).

3.2.1.0. Mecanismos de extracción láctea.

En general, los mecanismos de extracción pueden clasificarse en natural, manual, y mecánico (31,54). El principio de acción de los tres mecanismos, es el de producir una diferencia en el gradiente de presión entre el interior y el exterior del pezón, lo suficientemente grande como para superar a las fuerzas que mantienen cerrado el conducto galactóforo del pezón; para la leche de consumo humano, los métodos manual y mecánico son los de mayor importancia (31).

En el ordeño manual, el pezón se sitúa entre el índice y el pulgar, cerrando la conexión entre las cisternas de la glándula y el pezón, los demás dedos aprietan el pezón obligando a salir la leche, existiendo variantes para este tipo de ordeña (Cuadro 8)(7,25,31); la presión ejercida sobre el pezón es de 406-812.6 mm Hg (7).

Cuadro 8. Porcentajes de las formas de ordeño manual.

Técnica:	Porcentaje:
"puño o mano llena"	84
"pulgar"	11
"pellizco"	2

Fuente: (Muñoz y col., 1987).

Entre tanto, las máquinas ordeñadoras originan un gradiente de presión externa sobre el pezón y el flujo de leche es continuo, y este es proporcional a la magnitud del vacío sobre el pezón (7,31); la presión negativa varía entre 254-406 mm Hg (7).

La finalidad del ordeño manual o mecánico es que se favorezca la eyeccción láctea, no lesionar al tejido de la ubre, y producir leche de buena calidad (2); para lo cual se deben atender diversas condiciones, tales como: 1) tener buena higiene en las máquinas ordeñadoras y en su operador, 2) estar en un ambiente libre de estrés, 3) lavar únicamente el pezón, utilizando poca agua y masajear la ubre para favorecer la secreción de oxitocina, 4) ordeñar con rapidez (debido a que la acción de la oxitocina es fugaz, por lo que el ordeño no debe ser mayor a 5 min.), 5) el ordeño deberá ser indoloro para la vaca, 6) deben rechazarse los primeros chorros de leche por vaca, 7) el ordeño debe ser siempre completo (2).

3.3.0.0. Factores que afectan la producción y composición de la leche.

La producción diaria de la leche está afectada por dos factores principales: la fisiología y el ambiente. La primera está dada por la genética, edad, estado fisiológico, preñez, raza, etc., (1,45,50,71,82); mientras el segundo lo forman las causas ajenas al animal. El ganadero tiene poco control sobre los factores fisiológicos, y sólo lo tiene sobre algunos factores ambientales como la nutrición, tipo de ordeña, sanidad, por mencionar algunos (45,71).

3.3.1.0. Factores Fisiológicos.

Curva de lactación.

El pico de la curva de producción láctea tiene un papel importante en la productividad, e influye en el porcentaje de grasa y proteína, debido fundamentalmente a la relación inversa que hay entre los constituyentes y la cantidad de leche obtenida en una lactación (2,5,70,71).

Variaciones diarias.

La composición y producción de leche varían a lo largo del día, y de día a día, debido a factores tales como la alimentación, mal ordeño, etapa de ciclo estral, excitación, entre otras (5,70).

Periodo seco, y condición corporal.

Estos influyen en la producción lechera, debido a que al no llegar al parto en buenas condiciones, se verá disminuido el rendimiento lácteo, en cambio si se encuentran en buenas condiciones se obtendrá mejor producción, aunado a una mejora en el porcentaje de grasa en los primeros meses de lactancia (70,71), previniendo con esto la presencia de enfermedades metabólicas como la cétosis (71).

Edad y peso al parto.

La cantidad de leche que produce una vaca aumenta conforme avanza la edad (70), y sólo hasta los 4-5 años de edad producirán el 92-98 % de su capacidad (71), esto se debe en parte al aumento del volumen del sistema digestivo y de la glándula mamaria (70,71). Sin embargo a medida que aumenta la edad va descendiendo el contenido de sólidos, principalmente la grasa y la lactosa (5,70,71).

Gestación.

Los efectos en la curva de lactación en realidad se deben a la gestación (70); ya que la producción láctea disminuye al final de la misma, pero las razones exactas de este descenso no se saben, hay una explicación que atribuye este fenómeno al cambio de la composición hormonal, y por las necesidades de la distribución de los nutrientes en este periodo se afecta a la producción de leche (70,71).

Durante el cuarto y quinto mes de gestación hay un incremento en los sólidos no grasos, y a medida que el periodo de lactación se eleva, lo hace también el porcentaje de grasa (5,70,71).

Genética.

Por ser un producto biológico, la leche se ve afectada en su composición por aspectos genéticos (23,50,78), por lo que un mayor conocimiento de esta ciencia ha hecho posible lograr modificaciones en la composición de la leche, aunque estos cambios se han enfocado sobre todo en la grasa butírica (11). Se ha tratado de alterar la relación que existe entre grasa y proteína en la leche, pero sólo se ha visto una mejora en la grasa y no en la proteína (11). El impulso a la producción por medio de la genética ha marcado un efecto negativo sobre los constituyentes lácteos al disminuirse el contenido de estos (10,30), sin embargo si se trata de mejorar la producción junto con un componente de la leche traerá como resultado una modificación de los demás componentes de la misma (30).

Razas.

Entre las razas hay una variación en la composición láctea, debido a que cada una tiene un desarrollo genético diferente acentuándose más en la grasa, y en menor grado en la proteína. La grasa puede variar hasta un 50 %, la proteína un 16 %, y la lactosa sólo un 8 % (5,23).

También es diferente la relación grasa:proteína para las diferentes razas, por ejemplo para la raza Holstein la correlación grasa:proteína es de 1 en 0.084 y la Jersey de 1 en 0.074 (23).

3.3.2.0. Factores ambientales.

3.3.2.1. Climáticos.

Las variaciones que sufre la leche por esta causa se reflejan sobre todo en la grasa y la proteína (53).

Temperatura.

Cuando las temperaturas están por abajo de los 5 °C, se ve disminuida la producción, pero se incrementan los sólidos totales de la leche (70,71) . Al aumentar la temperatura por encima de la óptima se ven disminuidos los sólidos totales al igual que la producción láctea (5,53,70). Las temperaturas críticas para la raza Holstein están por encima de los 27 °C, en la Jersey y Pardo Suizo arriba de los 30 °C, y en la Brahman a más de los 32 °C (70).

Fotoperiodo.

Se han estudiado los efectos de la exposición a 16 horas de iluminación y 8 horas de oscuridad en las vacas, observándose un aumento en la producción láctea del 7 - 10 %, en comparación con los animales expuestos a 9 - 12 horas de luz natural (45,53,71); sin embargo la composición de la leche no se ha visto alterada (45); este aumento de producción se debe fundamentalmente al incremento en el consumo de alimento (45,53,71,77). Otras investigaciones han indicado que las vacas con mayor iluminación elevan su promedio de producción por día, hasta 2.2 kg, pero el contenido de grasa desciende un 0.16 % (71).

Época del año.

El contenido de la grasa es más bajo en el verano, y esto está relacionado con la época de parto de las vacas, ya que generalmente los animales que presentan este fenómeno debieron parir en primavera (5,70). El contenido de proteína fue estudiado durante cuatro generaciones, y lo que se observó, fue que era menor en el verano pero mayor en el invierno (17). La producción en primavera es mayor 1.56 kg y en invierno menor 1.66 kg d⁻¹ en comparación al promedio anual (53).

3.3.2.2. Nutricionales.

La alimentación hace cambiar rápidamente la composición de la leche, pero la relación entre los componentes de la ración y los constituyentes lácteos son complejas (32,75); por ejemplo, al suministrar más nutrientes a la vaca se aumenta la cantidad de leche producida, pero la composición de la misma no se ve alterada (2,74,75).

El efecto de los nutrientes en la concentración de la grasa y proteína de la leche.

Con el propósito de incrementar el volumen de leche por vaca se ha estudiado la suplementación de los nutrientes faltantes a base de un aporte de alimentos concentrados. Este tipo de alimentación implica una alteración en el tipo de fermentación ruminal y sobre el porcentaje de ácidos grasos volátiles presentes en el líquido respectivo, afectándose el contenido de grasa y proteína de la leche (Cuadro 9). Cuando en una ración, el porcentaje es alterado y es menor la concentración de carbohidratos no estructurales a 40 % de la dieta, el ácido graso predominante en el rumen es el propiónico, lo cual marca un descenso en el contenido graso de la leche; pero si el porcentaje de forraje es mayor al del concentrado, el

ácido graso volátil predominante es el acético, el cual favorece el contenido de grasa láctea (17,18,24,32,42,63,75).

Cuadro 9. Factores nutritivos que afectan la concentración de grasa y proteína de la leche

Factores que aumentan los contenidos de:

GRASA.	PROTEÍNA
- Aporte de celulosa como mínimo el 20 % en la ración.	- Cuando el concentrado es a base de maíz triturado puede aumentar un
- Suplementación con materias grasas (depende de la	0.4 %.
- Alimentación con materias grasas (depende de la presentación, frecuencia etc.)	- Aumentar un 25 % del aporte alimenticio en comparación del estándar normal.
- Régimen a base de maíz ensilado.	
- Ingestión de forraje fresco	

Factores que disminuyen los contenidos de:

GRASA.	PROTEÍNA
- Aumentos de el almidón en la ración.	- La suplementación con lípidos la puede reducir un 0.3 %.
- Si se ofrece más proteína en la alimentación puede reducirse un 0.5 %.	- Cuando en la ración existe un 1 % de más en aceites o grasas, la proteína desciende un 0.04 %.
- Una presentación finamente dividida de forrajes.	
- La suplementación con grasa y aceite la hacen fluctuar ± 1 % diariamente.	

Fuente: Adaptado de: (Depeters y Cant, 1992. Depeters y col., 1987. Gipson, 1989. Grant y Patel, 1979. Huber y Booman, 1966. Laurents y col., 1992. Sarwar y col., 1992. Sutton, 1989).

Efecto de los nutrientes sobre la concentración de lactosa .

Generalmente la lactosa no cambia con la dieta, pero en algunos casos se han visto cambios muy pequeños (42,75); aunque en otros estudios con dietas bajas en forrajes y con un consumo de energía constante se ha incrementado la concentración de lactosa hasta un 0.2 % (18).

Efecto de los nutrientes sobre las vitaminas.

Las vitaminas A y E, se elevan al ofrecer forrajes verdes y succulentos, mientras que la vitamina D se puede incrementar al ofrecer pasturas curadas al sol o con la exposición de los animales a los rayos solares (42 71).

3.3.2.3. Hormonales.

Las hormonas que se han utilizado para tratar de aumentar la producción de la leche son la tiroxina y la somatotropina, la primera eleva el rendimiento lechero de un 15 - 20 %, mientras que la segunda lo hace de un 10 - 40 %. Con la somatotropina no se altera la composición de la leche, como lo demostró Bauman (71), que encontró un aumento en el porcentaje de grasa corregida pero no lo observó en los contenidos de grasas, proteína, y lactosa, mientras que con la tiroxina sí se aumenta el contenido de grasa. Sin embargo para la realización de esta tecnología es necesaria la aportación de más alimento (5,71); por lo tanto resulta económicamente incostrable y sólo es factible su realización en periodos muy cortos, y cuando se deja de suministrar, la producción de leche sufre una merma considerable (71).

3.3.2.4. Efecto del ordeño.

El contenido de grasa se eleva durante el curso de un ordeño, siendo al inicio de 15 g l⁻¹, y de 100 g l⁻¹ al final (2,31). Los ordeños mal realizados afectan la productividad de una lactancia, por el hecho de que la leche retenida en la ubre tiene un efecto inhibitorio en la siguiente secreción (2,31).

Intervalo entre ordeños.

Los intervalos entre ordeños mayores a 14 horas aumentan la producción de leche en el próximo turno inmediato de ordeño, pero presentan una merma en el contenido de grasa, caseína, cloruro de sodio, y proteínas del suero, mientras que con los intervalos cortos de ordeño les ocurre todo lo contrario y repercute en el porcentaje de la grasa de la leche ordeñada (2,31,41).

Número de ordeño.

Los ordeños realizados tres veces al día estimulan la secreción láctea, pudiéndose elevar la producción hasta un 9 - 15 % (31); pero ordeñar una vez al día reduce la productividad hasta un 50 % (31). La falta de un ordeño por semana reduce del 5 al 10 % de la producción de una lactancia, y si no se realizan dos ordeños sucesivos por semana habrá, una reducción de hasta el 20 % (31).

3.4.0.0. Composición microbiológica de la leche.

La cantidad y tipo de bacteria presentes en la leche (Cuadro 10), varían dependiendo de las prácticas sanitarias, ordeños eficientes, y los métodos de conservación. Cuando existe un alto contenido de microbios en esta materia prima se debe de tener un estricto cuidado durante su procesamiento para evitar la propagación de enfermedades al consumidor (47).

Cuadro 10. Microorganismos encontrados en la leche .

Familia.	Géneros de importancia.	Características, importancia y actividad.
GRAM POSITIVAS.		
<i>Lactobacteracea</i>	<i>Streptococcus</i> <i>Lactobacillus</i> <i>Leuconostoc</i> <i>Lactobacillus</i>	Géneros de mayor importancia en los productos lácteos, producen ácido láctico, y son poco proteolíticos.
<i>Micrococcaceae</i> <i>Bacillaceae</i>	<i>Micrococcus</i> <i>Bacillus</i> <i>B. acidificans</i> <i>B. coagulans</i> <i>B. proteolisis</i> <i>Clostridium</i>	Degradan la glucosa en forma oxidante. Únicas con endospora termorresistente que alteran a las leches hervidas o mal esterilizadas. Productoras de gas, algunas son peligrosas por su toxicidad.
Diversas:	a) <i>Corynebacterium</i> b) Bacteria propionicas. c) <i>Brevibacterium</i> .	
GRAM NEGATIVAS.		
<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Escherichia coli</i> <i>Klebsiella</i> <i>Citrobacter</i> <i>Serratias</i> <i>Proteus</i>	Fermentan la lactosa, su presencia indica contaminación fecal, no son abundantes, de importancia higiénica y tecnológica.
<i>Achrombacteriaceae</i>	<i>Alcaligenes</i> <i>Achronobacter</i> <i>Flavobacterium</i>	Psicrófilia, provoca la producción de sustancias viscosas y coloreadas pueden alcalinizar la leche.
Diversas:	a) <i>Pseudomonas</i> b) <i>Bruicella</i>	Psicrófilia de aguas impuras, con acción lipolítica y proteolítica. Bacteria patógena y zoonotica.
LEVADURAS.		
	<i>Candida</i> <i>Saccharomyces fragiles</i> <i>S. lactis</i>	Producen gas, provocan leches espumosas y dan sabores indeseables.
HONGOS.		
	<i>Penicillium</i> <i>Geotricum candidum</i>	Son importantes y reperuen en los derivados lácteos.

Fuente: Adaptado de: (Guitar, 1990. Nuñez, 1991. Robinson, 1987. Warner, 1980)

3.5.0.0. Contaminación durante la producción de leche.

3.5.1.0. Contaminación biológica.

Existen tres fuentes de contaminación en la leche: a) el interior de la ubre, b) del exterior de la ubre, c) del equipo de ordeño. La leche de un ordeño reciente tiene una cuenta bacteriana de 1000 UFC ml⁻¹ hasta 1X10⁶ de UFC ml⁻¹ (61,66).

Ubres y pezones.

Durante el periodo de descanso, los pezones de las vacas pueden ensuciarse de estiércol, lodo, material de cama, etc., y con ausencia del lavado previo al ordeño, pueden encontrarse cargas bacterianas de 5 X 10⁵ UFC ml⁻¹ hasta 3 X.10⁶ de UFC ml⁻¹ (2,42,61).

El aire.

La contaminación por aire es importante cuando se ordeña manualmente o cuando en el ordeño mecánico hay penetración de aire en sus tuberías; pero por lo general el aire de un establo tiene cuentas bacterianas menores a las 200 UFC ml⁻¹ (60).

El ordeñador.

Cuando la preparación de la vaca para efectuar el ordeño se realiza a mano o cuando el ordeño es manual puede incrementarse el foco de contaminación de la leche, sumándose a los posibles riesgos de las enfermedades zoonóticas que se pueden transmitir via el ordeñador (2,61).

Agua.

El agua que proviene de fuentes impropias o como resultado del lavado, puede ser una fuente de contaminación grave, especialmente si hay bacteria psicrofílas (2,61).

Las ordeñadoras mecánicas.

Es imposible detectar el número de microorganismos presentes en este equipo, debido a que gran parte de estos provienen de la ubre; pero cuando la limpieza y desinfección es defectuosa se tienen cuentas bacterianas de 5×10^4 UFC ml⁻¹ (2,42,61,71).

3.5.2.0. Contaminación química.

Antibióticos.

Esta contaminación afecta el desarrollo de los microbios útiles para algunos de los derivados de la leche (13,66). Por ejemplo, con 0.02 UI de penicilina por mililitro de leche se frena el crecimiento de *Lactobacillus thermophilus*; y con 0.5 UI ml⁻¹ hay una inhibición total de los cultivos lácticos, además existen otros antibióticos que inhiben la producción del ácido láctico en la leche (Cuadro 11) (13,42,43,66). Sin embargo estos fármacos tienen un periodo medio de eliminación (Cuadro 12), el cual debe ser conocido por los productores, para evitarse las penalizaciones por las plantas lecheras que detecten la presencia de estos contaminantes (42,43,66).

Cuadro 11. Inhibición del ácido láctico por los antibióticos.

Antibiótico.	Dosis administrada.	Porcentaje de leche contaminada.
Aureomicina.	200 mg	2 partes / 100
Estreptomina.	200 mg	5 partes / 100
Terramicina.	200 mg	10 partes / 100
Penicilina.	50000 UI	10 partes / 100

Fuente: (Luquet, 1991).

Cuadro 12. Tiempo de eliminación de los antibióticos .

Forma de aplicación.	Duración media, en horas.
Oral.	86
Intramuscular.	72 - 96
Intravenosa.	44
Intramamaria.	48 - 144
Intrauterina.	31

Fuente: (Luquet, 1991).

Antisépticos.

Los residuos del proceso de limpieza que no han sido eliminados perfectamente, tales como, los detergentes, desinfectantes, agua oxigenada, entre otros (43,66); el efecto que realizan estos contaminantes es parecido al de los antibióticos (43,46), sin embargo no representan peligro de toxicidad para el consumidor, por que estos contaminantes se encuentran en bajas dosis en la leche (42).

Micotoxinas.

La leche puede tener aflatoxinas procedentes de animales que hayan consumido fuentes contaminadas con estas (42,66), y el límite permitido para la leche pasteurizada en México es de $0.05 \mu\text{g l}^{-1}$ (51).

Residuos, antiparasitarios, y pesticidas.

Algunos productos químicos utilizados para la lucha contra muchos agentes nocivos; tienen características de ser termoestables, y solubles en las grasas, por lo que llegan a repercutir en los productos lácteos, sin embargo hasta el momento los límites permitidos no han sido sobrepasados en estos alimentos (42,43, 66).

Minerales y metales pesados.

La contaminación por estos productos se debe al contacto de la leche con superficies metálicas no estañadas, teniéndose un límite para estos en la leche, los cuales no deben ser sobrepasados (Cuadro 13). Cada metal tiene su forma de acción; el hierro y cobre se asocian a la fracción no grasa de la leche, con la posibilidad de incidir en los procesos tecnológicos (42,66); a la vez que también influyen en la oxidación de las grasas, y la presencia del hierro puede dar un amarillamiento y oscurecimiento a los productos lácteos (42).

Cuadro 13. Límite para algunos metales en la leche mexicana .

Metal.	límite máximo (ppm).
Arsénico. (As)	0.2
Mercurio (Hg)	0.005
Plomo (Pb)	0.1

Fuente: (NOM 091 S.S.A. 1994).

Elementos radiactivos.

La leche es un vehículo de los nucleótidos radiactivos, y dentro de estos se distinguen los radioisótopos de vida corta y media (Estroncio 89, y Yodo 131), al igual que los de vida larga (Cesio 137, y Estroncio 90) (42).

Nitratos.

Son muy pocos los nitratos en la leche; su presencia se debe a la contaminación por aguas que contengan gran cantidad de estos elementos (42).

OBJETIVOS

1.- Evaluar la calidad fisicoquímica de la leche de bovinos en la zona Sur de la Región de Lagos, Estado de Jalisco. (Periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995).

2.- Comparar la calidad de la leche de dos sistemas de ordeño.

3.- Comparar la calidad de la leche entre las ordeñas matutina y vespertina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización.

El presente trabajo se realizó en la zona Sur de la Región de Lagos, Estado de Jalisco, México. Esta Región se encuentra en el Noreste del Estado, a una distancia aproximada de 160 km., de la Ciudad de Guadalajara, capital de esta entidad federativa (34,67,68).

La Región de Lagos, ocupa una superficie de 8449.91 km². Localizada geográficamente entre las coordenadas 21° 02' 30'' y 22° 02' 00'' latitud Norte, y entre los 101° 02' 30'' y 102° 58' 00'' Longitud Oeste; a una altura sobre el nivel del mar de 1900 m. En esta zona se presenta un clima templado semicalido (Cw), con una precipitación media anual de 700 mm., la temperatura media anual es de 18 °C., y la dirección de los vientos es por lo general de Oeste a Este, con una temporada de lluvias entre los meses de junio a octubre (33,67,68).

Material.

Se examinaron 10 unidades de producción láctea (UPL) de bovinos, en donde predominó la raza Holstein-Friesian. Y presentaban dos sistemas de ordeño (Cuadro 14).

Cuadro 14. Características de las unidades de producción láctea.

No. U.P.L.	Vacas en línea de ordeño.	Sistema de ordeño.	Producción diaria de leche(l)
1	52 - 57	Mecánico	1391.30
2	32 - 36	Mecánico	988.67
3	26 - 28	Manual	633.50
4	22 - 30	Manual	626.00
5	23 - 25	Manual	540.50
6	18 - 20	Manual	348.67
7	13 - 16	Manual	260.00
8	12 - 14	Manual	218.17
9	11	Manual	204.50
10	7 - 8	Manual	130.50

Una vez cuantificada la producción láctea se tomó una alícuota con 500 ml., en un recipiente plástico con cierre hermético, inmediatamente después del ordeño matutino y vespertino, llevándose en refrigeración, al laboratorio de análisis fisicoquímico para su posterior examen.

Métodos.

Los tipos de análisis que se realizaron a las muestras fueron los siguientes:

- 1.- Promedio de producción láctea: Se registró el número de vacas y la cantidad de leche producida en cada ordeño (15,60,64).
- 2.- Grasa butírica: Se utilizó el método de Gerber, que se fundamenta en la reacción de un ácido (sulfúrico) con la leche, digiriéndose las proteínas, más la adición de alcohol y una fuerza centrífuga se efectúa la separación de la grasa para su medición (55,58,60).
- 3.- Densidad relativa: Se realizó mediante la utilización de un lactodensímetro de Quevenne o "pesa leche", en 250 ml., de leche a 15 ° C., obteniéndose con ello la densidad relativa o su equivalente en grados Quevenne (Q°) (55,58,60).
- 4.- Sólidos totales: Se determinaron con la fórmula matemática: $S. T. = \frac{1}{4} \text{ densidad} + 1.2 + \%$ de grasa butírica. (85).

5.- Índice crioscópico: Se determinó con un equipo de la marca "Advance" digitalizado, con una duración para la determinación en un minuto obteniéndose el porcentaje o cantidad de agua presente en la leche (55,57,65).

6.- Acidez titulable: Se utilizó un indicador químico (fenolftaleína) y una sustancia alcalina (hidróxido de sodio) para neutralizar el ácido láctico presente en la leche, obteniéndose con ello el contenido de ácido láctico presente en la leche en $g\ l^{-1}$ (20,60,65).

7.- Prueba de alcohol: Se llevo a cabo mezclando partes iguales de leche y alcohol (al 70 %) durante tres minutos, observándose resultados positivos cuando la leche presentaba coagulación, y negativos cuando no presentaba esta reacción permaneciendo en estado normal (55,60,65).

Los datos recolectados fueron analizados estadísticamente utilizando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 X 2 (sistema y turno) utilizando el paquete SAS del Departamento de Matemáticas de la Coordinación de Ciencias Físico-matemáticas y de las Ingenierías. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. U.N.A.M. (15,59,64,73).

RESULTADOS

La producción total promedio por animal fue de 21.80 l (Cuadro 15), existiendo diferencias ($p < 0.05$) entre los sistemas de ordeño de 28.95 l y 20.01 l para el mecánico y manual respectivamente. Respecto al turno, también se encontró diferencias ($p < 0.05$) entre ellos, resultando mejor el turno matutino con 14.4 l y 10.08 l para el vespertino (Cuadro 16).

Cuadro 15. Resultados de la producción de leche de la zona Sur de la Región de Lagos, Estado de Jalisco. Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

No. UPL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l d ⁻¹	28.49	29.42	23.50	23.50	22.94	18.64	18.02	17.02	18.59	17.18
Media	21.80	Desviación estándar		4.51						

Cuadro 16. Resultados del efecto del sistema de ordeño y turno de ordeña en la producción láctea (l d⁻¹). Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

SISTEMA	TURNO n *	Matutino.	Vespertino	Promedio
		(230) *	(230)*	
Mecánico.	(88) *	16.77 ± 0.42	12.18 ± 0.36	28.95 c
Manual	(142) *	12.03 ± 0.22	7.98 ± 0.94	20.00 d
Promedio.		14.40 a	10.98 b	

a,b,c,d: literales diferentes presentaron diferencia estadística ($p < 0.05$).

n*: Número de animales.

El contenido medio de grasa butírica fue de 35.32 g l⁻¹ (Cuadro 17), no encontrándose diferencia ($p < 0.05$), entre los diferentes sistemas de ordeño, siendo para el mecánico de 35.53 g l⁻¹ y de 35.23 g l⁻¹ para el manual, mientras que en la comparación entre turnos de

ordeña, si se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre ellas, con 33.14 g l^{-1} y 37.62 g l^{-1} para los turnos matutino y vespertino respectivamente (Cuadro 18).

Cuadro 17. Resultados del contenido de grasa butírica de la leche de la zona Sur de la Región de Lagos, Estado de Jalisco. Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

No.UPL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
g l^{-1}	35.83	35.17	35.33	34.76	36.50	34.75	35.17	34.83	34.92	36.0
Media	35.32		Desviación estándar		0.65					

Cuadro 18. Resultados del efecto del sistema de ordeño y turno de ordeño en el contenido de grasa butírica (g l^{-1}). Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

SISTEMA	TURNO n*	Matutino. (230)*	Vespertino (230)*	Promedio
Mecánico.	(88)*	33.55 ± 0.04	37.50 ± 0.09	35.53
Manual.	(142)*	32.73 ± 0.03	37.73 ± 0.04	35.23
Promedio.		33.14 b	37.62 a	

a,b: literales diferentes presentaron diferencia estadística ($p < 0.05$).

Con relación a los sólidos totales se encontró un promedio general de 12.8 % (Cuadro 19) con una media de 12.77 % y 12.80 % para el ordeño mecánico y manual respectivamente no encontrándose diferencia ($p < 0.05$) entre sistemas, pero con respecto a los turnos se encontró diferencias ($p < 0.05$) entre ambos (12.68 % para el matutino y 12.90 % para el vespertino)(Cuadro 20).

Cuadro 19. Resultados del contenido de sólidos totales de la leche de la zona Sur de la Región de Lagos, Estado de Jalisco. Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

No. UPL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
%	12.95	12.59	12.8	12.56	13.06	12.68	12.76	12.85	12.82	12.88
Media:	12.80		Desviación estándar:		0.14					

Cuadro 20. Resultados del efecto del sistema de ordeña y turno de ordeño en el contenido de sólidos totales (%). Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

SISTEMA	TURNO n*	Matutino. (230)*	Vespertino. (230)*	Promedio
Mecánico.	(88)*	12.65 ± 0.13	12.89 ± 0.14	12.77
Manual.	(142)*	12.70 ± 0.09	12.91 ± 0.11	12.80
Promedio.		12.68 b	12.90 a	

a,b: literales diferentes presentaron diferencia estadística ($p < 0.05$).

En la densidad relativa se encontró un promedio general de 1.0322 kg o °Q (Cuadro 21), con un contenido medio para el sistema mecánico de 1.0320 kg o °Q, y para el manual de 1.0323 kg o °Q; no hallando diferencia ($p < 0.05$) en ellos, mientras tanto en la comparación de los turnos de ordeña, sí se mostró una diferencia ($p < 0.05$), siendo de 1.0326 Kg para el turno matutino y 1.0317 Kg para el turno vespertino (Cuadro 22).

Cuadro 21. Resultados del contenido de densidad relativa de la leche de la zona Sur de la Región de Lagos, Estado de Jalisco. Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

No. UPL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kg o°Q	1.0326	1.0315	1.0322	1.0316	1.0328	1.0320	1.0322	1.0327	1.0325	1.023
Media:	1.0322		Desviación estándar: 0.0177							

Cuadro 22. Resultados del efecto del sistema de ordeña y turno de ordeño en la densidad relativa (kg o °Q). Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

SISTEMA	TURNO n*	Matutino. (230)*	Vespertino (230)*	Promedio.
Mecánico.	(88)*	1.0323 ± 0.0006	1.0318 ± 0.0003	1.0320
Manual.	(142)*	1.0328 ± 0.0003	1.0317 ± 0.0004	1.0323
Promedio.		1.0326 a	1.0317 b	

a,b: literales diferentes presentaron diferencia estadística ($p < 0.05$).

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Con respecto al índice crioscópico, se obtuvo una media general de $-0.5450\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Cuadro 23) con una media de $-0.5444\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el mecánico y de $-0.5452\text{ }^{\circ}\text{C}$ para el manual, encontrándose valores medios para el turno matutino y vespertino de $-0.5457\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-0.5439\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Cuadro 24). No encontrándose diferencias ($p < 0.05$) para los sistemas y turnos.

Cuadro 23. Resultados del índice crioscópico de la leche de la zona Sur de la Región de Lagos Estado de Jalisco. Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

No. UPL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$^{\circ}\text{C}$	-0.5453	-0.5439	-0.5492	-0.5442	-0.5492	-0.5391	-0.5436	-0.5459	-0.5440	-0.5460
Media:	-0.5450		Desviación estándar: 0.0464							

Cuadro 24. Resultados del sistemas de ordeña y turno de ordeña en el índice crioscópico ($^{\circ}\text{C}$). Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

SISTEMA	TURNO n*	Matutino. (230)*	Vespertino. (230)*	Promedio
Mecánico.	(88)*	-0.5430 ± 0.0032	-0.5458 ± 0.0039	-0.5444
Manual.	(142)*	-0.5483 ± 0.0022	-0.5420 ± 0.0022	-0.5452
Promedio.		-0.5457	-0.5439	

Resultados con diferencia estadística no significativa ($p > 0.05$).

En general el contenido de ácido láctico (prueba de acidez titulable) tuvo un promedio de 1.406 g l^{-1} (Cuadro 25), teniendo una media para el mecánico de 1.413 g l^{-1} , y para el manual de 1.405 g l^{-1} , entre turnos de ordeña se encontraron contenidos medios de 1.411 g l^{-1} y 1.406 g l^{-1} , para los turnos matutino y vespertino respectivamente (Cuadro 26).

Registrándose nula diferencia ($p < 0.05$) en sistemas y turnos.

Cuadro 25. Resultados del contenido de ácido láctico (acidez titulable), de la leche de la zona Sur de la Región de Lagos, Estado de Jalisco. Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

No. UPL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
g l ⁻¹	1.363	1.463	1.413	1.400	1.400	1.388	1.388	1.429	1.392	1.404
Media:	1.406		Desviación estándar:				0.24			

Cuadro 26. Resultados del efecto del sistema de ordeña y turno de ordeña en la acidez titulable (g l⁻¹). Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

SISTEMA.	TURNO n*	Matutino. (230)*	Vespertino. (230)*	Promedio
Mecánico.	(88)*	1.413 ± 0.26	1.413 ± 0.14	1.413
Manual.	(142)*	1.410 ± 0.15	1.400 ± 0.16	1.405
Promedio.		1.411	1.406	

Resultados con diferencia estadística no significativa (p > 0.05).

En la prueba de alcohol al 70% se obtuvieron interpretaciones negativas a esta prueba en el total de las muestras analizadas (Cuadro 27).

Cuadro 27. Resultados de las pruebas de alcohol, de la leche de la zona Sur de la Región de Lagos, Estado de Jalisco. Durante el periodo de Septiembre de 1994 a Febrero de 1995.

No. UPL	1 (-)*	2 (-)	3 (-)	4 (-)	5 (-)	6 (-)	7 (-)	8 (-)	9 (-)	10 (-)
---------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

* El signo - significa que la prueba resultó negativa

DISCUSIÓN

El promedio diario de producción láctea fue 21.8 l (Cuadro 15), encontrándose por encima del promedio estatal y nacional de 12.1 l y 12.6 l respectivamente (34), lo cual indica un mejor control en la producción en las explotaciones analizadas.

Las variaciones encontradas en los resultados del presente trabajo y lo reportado por otros investigadores, que se describirán a continuación, pueden deberse a las diferencias genéticas de los animales en experimentación, así como al ambiente en donde se realizaron las investigaciones. Aunque todos los resultados de estos análisis se encuentran dentro de los parámetros recomendados para leches normales por parte de la Legislación Sanitaria Mexicana (69) y literatura consultada (5,55,83).

Con respecto al contenido de grasa butírica (35.32 g l^{-1}) (Cuadro 17), fue similar a lo encontrado por Laurents y col. 1992 (35.00 g l^{-1}); Head y col., 1992 (35.60 g l^{-1}), y Depeters y col. 1987 (34.50 g l^{-1}) (18,29,40). Pero resultaron ser menores a lo hallado en otros estudios (1,4,17,41,50). Estas variaciones se deben a la existencia de factores fisiológicos y ambientales que influyen en la composición de la leche, conforme a lo publicado por Amiot, 1991 (5); Laurents y col., 1992 (40); Ng Kwai-Hang y col., 1986 (50); Schmidt y col., 1988 (71). Mientras que el comportamiento de los sólidos totales con una media de 12.80 % (Cuadro 19), fue semejante a lo encontrado por Depeters y col. 1987 (12.32 % en sólidos totales) (18); encontrándose adentro de los valores normales para leche mexicana (11.11 % a 12.96 %) en los estudios realizados por Ramos en 1976 (55). La densidad relativa tuvo un contenido medio de $1.0322 \text{ kg o } ^\circ\text{Q}$ (Cuadro 21) la cual se encontró acorde a lo reportado por Saiji y col., en 1984 ($1.0327 \text{ kg o } ^\circ\text{Q}$) (62); y se encontró dentro del parámetro

propuesto por Amiot, 1991 (5); y por Ramos 1976 (55). Los resultados promedio de los análisis de acidez titulable, en contenido de ácido láctico fue de 1.406 g l^{-1} (Cuadro 25), resultó semejante a lo citado por Salji y col., (1984) (con 1.40 g l^{-1}); pero menor a lo averiguado por Jayne y col., 1981 (con 1.6 g l^{-1}) (36,62).

En la comparación de los sistemas de ordeño se observó diferencia ($p < 0.05$) sólo para la producción diaria de leche por vaca (Cuadros 16,18,20,22,24,26). Esta diferencia se debe posiblemente a las prácticas de ordeño efectuadas en cada explotación; por que cuando se realiza una ordeña manualmente (en donde influye la habilidad del ordeñador para su realización), se afecta la extracción total de la leche, por el hecho de que la estimulación hormonal es insuficiente en un ordeño demasiado largo, afectándose con esto a la productividad de una lactación, debido fundamentalmente al efecto inhibitorio que realiza la leche residual en los posteriores ordeños a causa de esa incompleta extracción láctea (2,3,31,42,49,54,61). En la evaluación de los turnos de ordeña, se observó una mayor producción láctea en el turno matutino, sin embargo, con menores contenidos de grasa butírica y sólidos totales, en comparación al ordeño vespertino, en donde fue menor la producción de leche pero mayores los contenidos de grasa y sólidos totales (Cuadros 16,18,20,22,24,26). Estos resultados concuerdan con lo publicado por diferentes autores (2,5,9,16,21,29,31,41,55,56,71,84), que explican, a intervalos de descanso largos antes de un ordeño (generalmente turno matutino), la cantidad de leche producida es mayor, pero los contenidos de grasa y sólidos totales son menores, en comparación a los intervalos de descanso cortos (por lo general turno vespertino), en donde los contenidos de grasa y sólidos totales son mayores pero es menor es la cantidad de leche obtenida en ese turno.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en el experimento se concluye lo siguiente:

- 1.- La leche analizada resultó tener buena calidad y con un alto grado de pureza, conforme al Reglamento General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios.
- 2.- Los sistemas de ordeño demostraron una diferencia ($p < 0.05$) sólo para la producción de leche, siendo más alta en las unidades de producción con ordeña mecánica. No hallándose diferencia ($p < 0.05$) para las características fisicoquímicas evaluadas.
- 3.- Entre turnos de ordeño se observó una diferencia ($p < 0.05$) para la cantidad de leche producida, obteniéndose mayor volumen de leche en la ordeña matutina.
- 4.- Los parámetros evaluados de grasa butírica, sólidos totales, y densidad relativa, resultaron ser estadísticamente diferentes ($p < 0.05$) entre turnos de ordeña; encontrándose en el ordeño vespertino mayor contenido de grasa butírica y sólidos totales entre tanto en el ordeño matutino se encontró mayor densidad relativa.
- 5.- Los resultados del índice crioscópico, acidez titulable, y prueba de alcohol fueron muy constantes entre turnos de ordeño a la vez que no mostraron diferencia ($p > 0.05$).

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Agabriel, C. Coulon, J. B. Martin, G. and Bonaiti, B.: Changes in fat and protein concentration in farm with high milk production. *J. Dairy Sci.* 76:734-741. (1993).
- 2.- Alais, Ch. : Ciencia de la leche. *CECSA*, México, D.F. 1988
- 3.- Alfa-laval. : Manual de industrias lácteas. 2da. edic. A.M.V. y *Mundi prensa*. Madrid, España. 1990.
- 4.- Alwal, A.S. and Erfle, J.D. : Effects of feeding fish meal to cows on digestibility milk production and milk composition. *J. Dairy Sci.* 75:502-507. (1992).
- 5.- Aniot, J. : Ciencia y tecnología de la leche. *Acribia*. Zaragoza, España. 1991.
- 6.- Arul, J. Boudreau, A. Makhlof, J. Tardif, R. and Sahasrabudhe, M. : Fractionation of anhydrous milk fat by superficial carbon dioxide. *J. Dairy Sci.* 52:1231-1236. (1987).
- 7.- Avila, T. S. : Producción intensiva de ganado lechero. *Continental*. México, D.F. pp 63-109. 1990.
- 8.- Badui, D.S.: Química de los alimentos. 2da. Edic. *Alhambra Mexicana*. México, D.F. pp 2-30. 1990
- 9.- Badui, D.S. : Química de la leche y de los productos lácteos. In: Memorias del Seminario "Tecnología de lácteos". Instituto de Química. C.U. UNAM. 1991 pp 2-6. *PUAL - ATAM* México D.F. (1991)
- 10.- Blanchard, R.P. Freeman, A.E. and Spike, P.W. : Variation in lactation yield of milk constituents. *J. Dairy Sci.* 49:953-956. (1965)
- 11.- Bremel, R.D. Heng-Cherl Yom, and Bleck, G.T. : Alteration of milk composition using molecular genetics. *J. Dairy Sci.* 72:2826-2833. (1989).
- 12.- Brunner, R. D.: Cow milk protein: Twenty-five years of progress. *J. Dairy Sci.* 64:1038-1054. (1981).
- 13.- Cheng, H.C. and Chain, T.C.: Detection of penicillin G in milk using a conductimetric method. *J. Dairy Sci.* 77:1515-1520. (1994).
- 14.- Colin, T. Whittemore. : Lactación de la vaca lechera. *Continental*. México, D.F. 1984.
- 15.- Daniels, W.W. : Bioestadística. Bases para el análisis de las ciencias de la salud. *LIMUSA*. México, D.F. 1982.
- 16.- Delorenzo, M.A. and Giggans, G.R. : Factors for estimating daily yield of milk, fat, and protein from a single milking for herds milked twice a day. *J. Dairy Sci.* 69:2286-2294. (1986).
- 17.- Depeters, E.J. and Cant, J.P. : Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk. *J. Dairy Sci.* 75:2043-2070. (1992).

- 18.- Depeters, E.J. Taylor, S.J. Finley, C.M. and Famula, T.R. : Dietary fat and nitrogen composition of milk lactating cows. *J. Dairy Sci.* 70:1192- 1201. (1987).
- 19.- Drackley, J.K. and Elliot, J.P. : Milk composition, ruminal characteristics, and nutrient utilization in dairy cows fed partially hydrogenated tallow. *J. Dairy Sci.* 76:183-196. (1993).
- 20.- FIRA. : Instructivos técnicos, Serie Agroindustrias. Industrias lácteas. FIRA México D.F. pp 190-201 1987.
- 21.- García, G.M. : Control de la calidad de la leche de bovinos, en base a pruebas fisicoquímicas en el rancho "El Pirul" del Municipio de Teoloyucan , México. Tesis de licenciatura. MVZ. FES-C. UNAM. Cuautitlán Izc. México. 1985.
- 22.- Gavito, M.V. : Retos y oportunidades de la industria lechera mexicana. In : Memorias del seminario. Internacional "Mejoramiento genético de bovinos lecheros". Centro de Ganadería. Colegio de Postgraduados. 1990 pp 2 - 10. Montecillo México. (1990).
- 23.- Gipson, J.P. : Altering composition through genetics selection. *J. Dairy Sci.* 72:2815-2825. (1989).
- 24.- Grant, D.R. and Patel, P.R.: Changes of protein composition of milk by ratio of roughage to concentrate. *J. Dairy Sci.* 63:756-760. (1979).
- 25.- Grignan, V. : El ordeño mecánico (tecnología y fisiología). *Acribla*. Zaragoza, España. 1970.
- 26.- Guitart, M.: Control microbiológico en la industria de lácteos. In Memorias del Seminario "Tecnología de lácteos". Instituto de Química. C.U. UNAM. 1990 pp 2-13. PUAL - ATAM México D.F. (1990)
- 27.- Harold, E. : Análisis químico de los alimentos de Pearson. *Continental*. México, D.F. pp 20-60. 1987.
- 28.- Harper, W.J. : Advances in chemistry of milk . *J. Dairy Sci.* 64:1028-1036. (1981).
- 29.- Head, H.H. Kull, R.C. Campos, N.C. Bachman, K.C. Wilcox, C.J. Cline, L.L. and Hayen, N.J. : Milk yield, milk composition, and behavior of Holstein cows in response to jet air craft noise before milking. *J. Dairy Sci.* 76:1558-1567. (1992).
- 30.- Hillers, J.k. : Sire selection under alternative system of milk pricing. *J. Dairy Sci.* 76:444-448. (1984).
- 31.- Holmes, C.W. y Wilson, G.F. : Producción de la leche en praderas. *Acribla*. Zaragoza, España. pp 275-294. 1989.
- 32.- Huber, J.T. and Boman, R.L. . Nutritional factors affecting the solids not-fat content of milk. *J. Dairy Sci.* 49:816-821. (1966).
- 33.- INEGI. (S.P.P.) VII Censo Ejidal. Jalisco. INEGI. Aguascalientes, Ags. México, pp 2-10. 1994.
- 34.- INEGI. (S.P.P.) VII Censo Agrícola - Ganadero. Tomo II. INEGI. Aguascalientes, Ags. México. 1994.

- 35.- INEGI(S.P.P.) Anuario estadístico del Estado de Jalisco. *INEGI* - Gob. de Jalisco. Aguascalientes, Ags. México. 1994.
- 36.- Jaynes, H.O. Pearsall, M.G. and Holt, H.C. : Frelid test for titratable acidity in milk. *J. Dairy Sci.* **64**:2150-2153. (1981).
- 37.- Johnson, A.H. . In fundamental of dairy chemistry. 2da. edic. Webb, B.H. Johnson, A.H. Alford, J. *Avipublishing Co. Inc.* Connecticut, E.U.A. 1974.
- 38.- Judkins, F. : La leche. 10va. edic. *Continental*. México, D.F. 1983
- 39.- Kennets, S. : Impacto del tratado de libre comercio sobre la ganadería. In Memorias del XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Acapulco, Guerrero, México, 1994. pp 436-448 *Exactitude*. México D.F. (1994).
- 40.- Laurents, F. Vignon, B. and Coomans, D.: Influence of bovine somatotropin on the composition and manufacturing properties of milk. *J. Dairy Sci.* **75**:2226-2234. (1992).
- 41.- Lee, J.A. and Wardrop, J. : Predicting daily milk yield, fat percent, and protein percent from morning of afternoon test. *J. Dairy Sci.* **67**:351-360. (1984)
- 42.- Luquet, F.M. : Leche y productos lácteos. *Acribia*. Zaragoza, España. 1991.
- 43.- Madrid, V. : Manual de tecnología quesera. *Mundi-prensa*. Madrid, España. pp 31-50. 1990.
- 44.- Manrubio, M. y Pius, O. : El sistema leche en el tratado trilateral de libre comercio. Chapingo, México, 1992 Boletín informativo CIESTAM. U.A.Ch. (1992).
- 45.- Marcek, H.A. and Swanson, L.V.: Effects of photoperiod on milk production and prolactin of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* **67**:2380-2388. (1984).
- 46.- Marlin, V. and Sandine, L.V. : Quaternary ammonium compound in milk, detection by reverse-phase high performance liquid chromatography and their effects on starter growth. *J. Dairy Sci.* **77**: 1509-1514 (1994).
- 47.- Marth, E.H. : Assuring the quality of milk. *J. Dairy Sci.* **54**:1017-1022. (1981).
- 48.- Mondragón, I. : Evaluación de la ganadería Holstein mexicana. In: Memorias del seminario Internacional "Mejoramiento genético de bovinos lecheros". *Centro de Ganadería*. Colegio de Postgraduados 1990 pp 51 - 78. Montecillo, México. (1990).
- 49.- Muñoz, H.E. Avila, T.S. Blanco, O.M. y Ducoing, W.A. : Prácticas desarrolladas durante el ordeño manual y mecánico en el ganado bovino en el trópico húmedo. *Vet. Méx.* **18**:133-243. (1987).
- 50.- Ng-Kwai-hang, K.F. Hayes, J.F. Moxley, J.E. and Monares, H-G.: Relationships between milk protein polymorphism and mayor milk constituents in Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* **69**:22-26. (1986).
- 51.- NOM. 091 SSA. J-1994. Bienes y Servicios, leche pasteurizada de vaca, especificaciones sanitarias. *Diario Oficial de la Federación* 27 de Oct. 1994.
- 52.- Nuñez, E. : Alteraciones fisicoquímicas y microbiológicas de la leche. In *Memorias del Seminario "Tecnología de Lácteos"*. Instituto de Química. C.U. UNAM, 1991 pp 1 - 20 *PUAI - ATAM* México, D.F. (1991).

53. Perera, K.S. Gwazdaskas, F.C. Pearson, R.E. and Brunback, T.B. : Effects of season and stage of lactation on performance of Holstein. *J. Dairy Sci.* 69:228-236. (1986).
- 54.- Pérez, G.F. Aluja, S.A. y García, N.E. : Prácticas de ordeño en un sistema tradicional de la región central del Estado de Veracruz, México. *Vet. Méx.* 19:129-137. (1988).
- 55.- Ramos, C.M. : Manual de métodos de análisis de leche y lácteos. México, D.F. pp 1-93. 1976.
- 56.- Reeves, P.M. y Pegram, C.W. : El ganado lechero y las industrias lácteas en la granja. *LIMUSA*. México, D.F. pp 413-415. 1990.
- 57.- Revilla, A. : Tecnología de la leche. 6ta. edic. *Herrero Hnos.* México, D.F. pp 114-147. 1981.
- 58.- Revilla A. : Tecnología de la leche. *ICIA*. San José, C.R. pp 3-30. 1987
- 59.- Reyes, C.P. : Diseño de experimentos aplicados. 2da. edic. *Trillas*. México D.F. pp 96-115 1987
- 60.- Richardson, G. : Standard methods for the examination of dairy products. 10ma. edic. *American Public Health Assoc.* Baltimore, Maryland. E.U.A. pp 2-30. 1985.
- 61.- Robinson, R. : Microbiología lactológica. *Acribia*. Zaragoza, España. pp 71-147. 1987.
- 62.- Salji, J.P. Sawaya, W.N. and Ayaz, M. : Fluid milk industry in the Central Province of Saudi Arabia. *J. Dairy Sci.* 67:1054-1060. (1984).
- 63.- Sarwar, M. Fikins, J.L. and Eastridge, M.L. : Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75:1533-1542. (1992).
- 64.- Scheffler, W.C. : Biestadística. *Fondo Educativo Interamericano*. México, D.F. 1981.
- 65.- Selmer, K. : Tratado práctico del análisis de la leche de el Dr. Gerber. *Dossat*. Madrid, España. pp 20-84. 1960.
- 66.- Scott, R. : Fabricación de quesos. 2da. edic. *Acribia* Zaragoza, España. pp 70-75. 1991.
- 67.- Sec. de Gob. : Enciclopedia de los municipios de México. *Gob. del Estado de Jalisco*. México. D.F. pp 740-745. 1988.
- 68.- Sec. de Programación y Presupuesto. *Nomeclatador de Jalisco*. México. 1981.
- 69.- Sec. de Salud. Reglamento de la ley general de salud en materia de control sanitario de actividades, establecimientos, productos, y servicios. 1990. México.
- 70.- Schmidt, G.H. : Biología de la leche. *Acribia*. Zaragoza, España. pp 175-191. 1974.
- 71.- Schmidt, G.H. and Van Vleck, L.D. and Hajes, M.F. : Principles of dairy science . 2da. edic. *Prentice Hall*. Englewood Cliff, N.J. E.U.A. pp 63-76. 1988.
- 72.- Smith, N.E. Collar, L.S. Bath, D.L. Dankley, W.L. and Franke, A.A. : Digestibility and effects of whole cotton seed fed to lactating cow. *J. Dairy Sci.* 64: 2209-2215. (1981).
- 73.- Steel, R.G. y Torric, J.H. : Biestadística. *Mc Graw-Hill*. México, D.F. pp 30-50. 1985.

- 74.- Stone, J.B. Burke, J.D. Ainsline, H.R. and Van Vleck, L.D. : Changes in milk production in relation to changes in feeding and management practice in dairy herd improvement association herd. *J. Dairy Sci.* **49**:277-280. (1965).
- 75.- Sutton, J.D. : Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.* **72**:2801-2814. (1989).
- 76.- Tamime, A.Y. : *Yogurt, ciencia y tecnología. Acritbia*. Zaragoza, España. 1991.
- 77.- Tanida, H. Swanson, L.V. and Hohenboken, W.D. : Effects of artificial photoperiod on eating behavior and other behavioral observation of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **76**:585-591. (1984).
- 78.- Thomas, E.L. : Trends in milk flavors. *J. Dairy Sci.* **64**:1023-1027. (1981).
- 79.- Tucker, H.A. : Physiological control of mammary growth, lactogenesis, and lactation. *J. Dairy Sci.* **64**:1403-1421. (1981).
- 80.- Vazquez, G.R. : El Marco internacional de la ganadería bovina mexicana, tendencias e influencias. In: Memorias del XIV. Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias: Acapulco, Guerrero, México. 1994. pp 27 *Exactitude*. México D.F. (1994).
- 81.- Villa Issa, M.R. : Situación actual y perspectivas de la industria lechera en México. In: Memorias del Seminario Internacional "Mejoramiento genético de bovinos lecheros". *Centro de Ganadería*. Colegio de Postgraduados. pp 9 - 28. Montecillo, México. (1990).
- 82.- Vinay, J.C. Avil, A. y Morales, M. : Composición y producción de leche de vacas Holstein, Suizo pardo, y cruza con Cebú en el trópico subhúmedo. In: Memorias del XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Acapulco Guerrero, México. 1994. pp 48 *Exactitude*. México D.F. (1994).
- 83.- Warner, J.N. : Principios de la tecnología de lácteos. *A.C.T. editor*. México, D.F. 1980.
- 84.- Wiggans, G.R. : Methods to estimate milk and fat yields from a.m./p.m. plans. *J. Dairy Sci.* **64**:1621-1624. (1981).
- 85.- Zaragoza, H. R. : Comunicación personal. ALPURA. Cuautitlán Izc. México, Méx. (1995).