



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**"EVALUACION DE LA CALIDAD DE LECHE DE VACAS
HOLSTEIN FRIESIAN Y PARDO SUIZO DE
DIFERENTES PARTOS"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN ALIMENTOS

PRESENTAN:

MARIA DE LOURDES RODRIGUEZ ARREDONDO

JOSE GUADALUPE SANTOYO RODRIGUEZ

ASESORES: M. en C. MARIA GUADALUPE LOPEZ PALACIOS

IA. MIGUEL ROMAN MATIAS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2001



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.



SECRETARÍA NACIONAL
DE EDUCACIÓN
PÚBLICA

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

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

"Evaluación de la calidad de leche de vacas Holstein
Friesian y Pardo Suizo de diferentes partos".

que presenta el pasante: José Guadalupe Santoyo Rodríguez
con número de cuenta: 9432212-7 para obtener el título de:
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 30 de Septiembre del 2019

PRESIDENTE Dra. Sara E. Vaidés Martínez
VOCAL M. en C. Adriana Llorente Bousquet
SECRETARIO M. en C. Guadalupe López Palacios
PRIMER SUPLENTE I.A. Patricia Muñoz Aguilar
SEGUNDO SUPLENTE C. Araceli Guzmán Ledezma



SECRETARÍA NACIONAL
DE EDUCACIÓN

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

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

"Evaluación de la calidad de leche de vacas Holstein
Friesian y Pardo Suizo de diferentes partes"

que presenta la pasante: Maria de Lourdes Rodriguez Arellano
con número de cuenta: 9460239-3 para obtener el título de :
Ingeniera en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 30 de Septiembre de 2003

PRESIDENTE Dr. Sara E. Valdés Martínez

VOCAL M. en C. Adriana Lorente Bousquets

SECRETARIO M. en C. Guadalupe López Salas

PRIMER SUPLENTE I.A. Patricia Niño Aguilar

SEGUNDO SUPLENTE Q. Araceli Gaspar Medina

AGRADECIMIENTOS

Gracias te doy DIOS MIO, por la bendición de la vida, por mi familia, por darme fuerzas para lograr está meta, por tu infinita misericordia. GRACIAS

A MIS PADRES:

Por darme la vida, por todo el tiempo que me dedicaron, por no permitirme renunciar en los momentos difíciles, por esas noches de desvelos esperando mi llegada. Los AMO

A MIS HERMANOS:

Por el apoyo que siempre recibí de ustedes, y por sus palabras de aliento. Los quiero mucho

A MIS AMIGAS:

Araceli y Miryam: por estar conmigo siempre que necesite de ustedes y por brindarme su amistad incondicional.

A NUESTRA ASESORA:

Guadalupe López Palacios: Gracias por el apoyo que nos diste durante todo el tiempo que duro la elaboración de la tesis y por la paciencia que tuviste con nosotros.

A LOS PROFESORES:

Sara E. Valdés y Miguel Román: Por el apoyo que nos brindaron durante la fase experimental de este trabajo, facilitándonos, instalaciones, material y cuanto estuvo a su alcance.

A JOSÉ, MI ESPOSO:

Gracias amor por haber estado conmigo en todos esos momentos en que necesite de alguien en quien apoyarme, por comprender mis variaciones de carácter, por brindarme tantos maravillosos momentos y por amarme como siempre lo has hecho. TE AMO GORDITO

LOURDES

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por darme la dicha de la vida para gozar de bellos momentos y la oportunidad de conocer nuevos amigos, los cuales me brindaron su amistad incondicional. GRACIAS

A MIS PADRES:

Por todo el tiempo dedicado y el apoyo brindado, sus desvelos y desmañadas esperando a que llegaré, en ocasiones de la escuela, en ocasiones quien sabe de donde, y gracias a sus consejos regaños y uno que otro cate ahora podemos ver nuestro sueño realizado.

A MIS HERMANOS:

Por el apoyo y palabras que siempre recibí de ustedes, que de una u otra manera hicieron que no desistiera y seguiré siempre adelante, por todo ello gracias.

A NUESTRA ASESORA:

Guadalupe López Palacios: Gracias por el apoyo que nos diste durante todo el tiempo que duro la elaboración de la tesis y por la paciencia que tuviste con nosotros.

A LOS PROFESORES:

Sara E. Valdés y Miguel Román: Por el apoyo que nos brindaron durante la fase experimental de este trabajo, facilitandonos, instalaciones, material y cuanto estuvo a su alcance.

A MI ESPOSA:

Muy en especial, quiero agradecerte los grandes momentos compartidos, tu apoyo incondicional durante toda la carrera y por haber aguantado tanto mi mal humor, gracias a lo cual seguimos juntos disfrutando la vida, y ahora esperando otra gran alegría " FELICIDADES MAMÁ"

JOSÉ

DEDICATORIA

*A un pequeño y precioso ser
El cual esta por nacer
Y llenará nuestras vidas de dichas y bendiciones
Y a quien esperamos ya con grandes iluciones.*

*Ese pequeño es nuestro bebe
Quien nos devolvio la fé
Para seguir adelante
Sin detenernos ni un sólo instante.*

*Él es el motivo más grande
Por el cual hemos logrado
Nuestra meta realizar
Para de esta manera a él poderlo disfrutar.*

CON AMOR DE TUS PADRES

ÍNDICE

	PÁGINA
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	5
HIPÓTESIS	5
PARTE 1: Marco Teórico	
1 La leche	7
1.1 Definición de leche	7
1.2 Características esenciales de la leche	7
1.3 Características sanitarias y fisicoquímicas de la leche	8
1.4 Composición de la leche	10
1.4.1 Alteraciones de la leche provocadas por los microorganismos	12
1.5 Importancia de los componentes de la leche en su composición	18
1.5.1 Proteína	19
1.5.2 Grasa	19
1.5.3 Lactosa	20
1.5.4 Minerales de la leche	20
1.5.5 Vitaminas de la leche	21
1.5.6 Importancia de los componentes de la leche en su transformación	21
1.5.6.1 Separación de materia grasa	24
1.5.6.2 Homogeneización de la leche	24
1.5.6.3 Pasteurización de la leche	25
1.5.6.4 Esterilización de la leche	25
1.5.6.5 Concentración de la leche	25
1.5.6.6 Deshidratación de la leche	26
1.5.6.7 Leches fermentadas	26
1.5.6.8 El queso	26
1.5.6.9 Utilización del lactosuero	27
1.5.6.10 Los helados	27

2 Factores que afectan la producción de leche	27
2.1 Factores Climáticos	27
2.1.1 Temperatura	28
2.1.2 Humedad y velocidad de aire	31
2.1.3 Confort de los animales	32
2.2 Factores geográficos y de producción	32
2.2.1 Localización de las cuencas lecheras en México	32
2.2.2 Producción de ganado lechero	33
2.2.3 Alimentación del ganado lechero y su efecto en la composición química de la leche	35
2.2.4 Alimentación para vacas secas	37
2.2.5 Vacas en lactancia temprana	37
2.2.6 Vacas lactantes	38
2.2.7 Raza	38
2.2.8 Edad y tamaño de la vaca	39
2.2.9 Aparición de estros	39
2.3 Características de las razas de bovinos Holstein- Friesian y Pardo Suizo	40
2.3.1 Holstein Friesian	40
2.3.2 Pardo Suizo	41

PARTE 2: Metodología

2 Metodología	44
2.1 Obtención de las muestras de leche	44
2.2 Preparación de las muestras	46
2.3 Características químicas	46
2.3.1 Determinación de Proteína	46
2.3.2 Determinación de Grasa	46
2.3.3 Determinación de Humedad	46
2.4 Características físicas	46
2.4.1 Densidad	46

2.4.2	Acidez	47
2.4.3	Estabilidad al calentamiento	47
2.5	Producción láctea	47
2.6	Análisis estadístico	47
PARTE 3:	Resultados	
3	Resultados	49
3.1	Características fisicoquímicas	49
3.1.1	Efecto de raza	49
3.1.2	Efecto de parto	50
3.1.3	Efecto de etapa	53
3.1.4	Efecto interacción Raza - Parto	55
3.1.5	Efecto interacción Raza - Etapa	58
3.1.6	Efecto de interacción Parto - Etapa	60
3.1.7	Efecto de interacción Raza - Parto - Etapa	64
3.2	Estabilidad al calor	70
3.3	Producción láctea	72
3.3.1	Efecto del número de parto	73
3.3.2	Efecto de interacción Raza - Parto	73
PARTE 4:	Discusión de Resultados	
4	Discusión de resultados	77
4.1	Características químicas	77
4.2	Características físicas	83
4.3	Estabilidad al calor	85
4.4	Producción láctea	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
	CONCLUSIONES	89
	RECOMENDACIONES	90

LITERATURA CONSULTADA	91
ANEXOS	
ANEXO 1: Análisis de varianza de las características Fisicoquímicas de leche de bovinos Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	96
ANEXO 2: Análisis de varianza para la producción láctea de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	97
ANEXO 3: Requerimientos nutrimentales para la vaca lechera	98
ANEXO 4: Anatomía de la ubre de una vaca lechera	104

LISTA DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
	10
1.- Características Fisicoquímicas de la leche	
2.- Composición Química de la leche	11
3.- Composición química de la leche para diferentes especies	11
4.- Características de las regiones climáticas del país	29
5.- Clasificación de las zonas productoras de leche	33
6.- Producción lechera en México por zonas (miles de litros)	34
7.- Producción Nacional de leche por año	35
8.- Contenido medio de grasa, sólidos no grasos y sólidos totales de leche procedente de las cinco principales razas lecheras	38
9.- Media (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	49
10.- Media (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) por parto	52
11.- Media (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) por etapa	53
12.- Media (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS), de la interacción raza - parto	56
13.- Media (\pm desviación estándar) del porcentaje de grasa de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) que presentó interacción raza - etapa	59
14.- Media (\pm desviación estándar) de las características físicas de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) que presentaron interacción parto - etapa	62

15.- Media (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de raza Holstein Friesian (HF) que presentaron interacción raza - parto - etapa	66
16.- Media (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de raza Pardo Suizo (PS) que presentaron interacción raza - parto - etapa	68
17.- Valores reportados para la evaluación de estabilidad al calor de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	71
18.- Media (\pm desviación estándar) de la producción láctea (l/día) de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) por parto	73
19.- Media (\pm desviación estándar) de la producción láctea (l/día) de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) que presentó interacción raza - parto	74

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1.-Clasificación de los climas por zonas de producción	30
2.- Producción láctea por zona de producción para el periodo comprendido entre los años de 1991-1996	34
3.- Producción láctea por año para el periodo comprendido entre 1991-1996	35
4.- Curva de lactancia	37
5.- Imagen de una vaca Holstein-Friesian	41
6.- Imagen de una vaca Pardo Suizo	42
7.- Cuadro Metodológico General	45
8.- Efecto de la raza en las características fisicoquímicas para leche de Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	50
9.- Efecto del no. de parto en las características fisicoquímicas de leche de razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	52
10.- Efecto de la etapa en las características fisicoquímicas para leche de razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	54
11a.- Efecto de la interacción raza-parto en el porcentaje de grasa de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	57
11b.- Efecto de la interacción raza-parto en el porcentaje de proteína de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	57
11c.- Efecto de la interacción raza-parto en el porcentaje de humedad de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	57
11d.- Efecto de la interacción raza-parto en la acidez de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	58
11e.- Efecto de la interacción raza-parto en la densidad de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	58
12.- Efecto de la interacción raza-etapa en el porcentaje de grasa de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)	60

13a.- Efecto de la interacción 1er parto-etapa en la acidez y densidad de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo(PS)	61
13b.- Efecto de la interacción 2° parto-etapa en la acidez y densidad de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo(PS)	61
13c.- Efecto de la interacción 3er parto-etapa en la acidez y densidad de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo(PS)	63
13d.- Efecto de la interacción 4°parto-etapa en la acidez y densidad de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo(PS)	63
13e.- Efecto de la interacción 6°parto-etapa en la acidez y densidad de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo(PS)	64
14a.- Efecto de la interacción raza-parto-etapa en el porcentaje de humedad de leche de Holstein Friesian (HF)	67
14b.- Efecto de la interacción raza-parto-etapa en la densidad de leche de Holstein Friesian (HF)	67
15a.- Efecto de la interacción raza-parto-etapa en el porcentaje de humedad de leche de Pardo Suizo (PS)	69
15b.- Efecto de la interacción raza-parto-etapa en la densidad de leche de Pardo Suizo (PS)	69
16a.- Comportamiento en porcentajes de la estabilidad de leche de Holstein Friesian (HF) en función de las etapas	72
16b.- Comportamiento en porcentajes de la estabilidad de leche de Pardo Suizo (PS) en función de las etapas	72
17.- Comportamiento de la producción láctea de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) por parto	74
18a.- Comportamiento de la producción láctea de Holstein Friesian (HF) para la interacción raza - parto	75
18b.- Comportamiento de la producción láctea de Pardo Suizo (PS) para la interacción raza - parto	75
19.- Anatomía de la vaca	106

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la composición química de leche de vacas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) de 1° a 6° parto, a fin de identificar cual presentaba mejores características químicas. Se utilizaron muestras de 16 vacas HF y 14 vacas PS. El muestreo se realizó cada 15 días. La determinación de estabilidad de la leche se realizó después del ordeño. La dieta a la que estaban sometidos los animales contenía salvado de trigo, zacate y concentrado proteínico comercial al 18%. Se empleó un modelo factorial (2X5X6) raza x parto x etapa y se compararon las medias por el método de Tukey. Las características de composición evaluadas fueron: grasa, proteína y humedad. En la composición química de la leche se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre razas, partos y etapas para grasa, proteína y humedad. Las vacas PS presentaron más grasa y proteína que las HF. Entre partos el contenido de grasa fue mayor en el 4° parto. Se observó que la grasa y proteína disminuían después del primer mes en el seguimiento de la lactancia. También se detectaron efectos de interacción significativos ($p < 0.05$) entre raza-parto, raza-etapa, raza-parto-etapa. La interacción parto-etapa no presentó significancia ($p > 0.05$).

De los resultados obtenidos en estabilidad al calor en vacas HF se observó que el 31.25% fueron estables en toda la evaluación y el 68.75% de las muestras presentaron inestabilidad. Para vacas PS se observó que el 50% de las muestras fueron estables, por lo que la inestabilidad en diversas etapas fue menor en comparación con las vacas HF. Basándose en los resultados obtenidos se concluye que la leche de vacas HF presenta un menor porcentaje de proteína y grasa en comparación con las vacas PS en la lactancia inicial hasta el 4° parto y además la leche de vacas PS es más estable que la HF por lo que la estabilidad en ambas razas depende de factores fisiológicos propios del animal.

Palabras claves: Leche, grasa, proteína, humedad, acidez, densidad, producción, Pardo, Holstein, estabilidad

INTRODUCCIÓN

En el siglo XVII se afirmaba que “aunque la leche parece una sustancia única, se halla en realidad compuesta de tres sustancias distintas, a saber, nata, suero y cuajada” pese al tiempo transcurrido ésta es todavía una aproximación válida a la composición de la leche.¹ La leche de vaca es un producto nutritivo que se consume tanto en su estado natural (líquido) como en los más diversos productos elaborados de la misma.

La leche es uno de los productos principales de la alimentación de los niños, por eso su calidad esta reglamentada por los organismos nacionales e internacionales.² Tanto en la práctica como en las regulaciones que amparan su venta, la leche fresca representa un tipo especial de alimentos por constituir el componente primordial de la dieta y por ocupar en el mundo occidental, un lugar muy destacado en la dieta de niños y adultos. Su control compete a las autoridades municipales y estatales, más que a las del gobierno federal.¹

Cada estado ejerce control sobre las inspecciones veterinarias en las lecherías estableciendo los requisitos de sanidad para toda la cadena de operaciones de manejo y procesamiento de la leche. Esto es esencial para la protección de la salud pública, ya que la leche incorrectamente manejada puede ser una fuente de contaminación. Su aceptación depende de un control sanitario estricto por lo que las prácticas sanitarias empleadas en la industria lechera sirven desde hace años como una guía para la industria alimentaria en general.³

La disponibilidad de leche para la población ha sido variable; de 1970 a 1975 aumento ligeramente el consumo per cápita de 136 litros al año ha 144 litros anuales, pero de 1975 a 1980 disminuyo hasta 100 litros anuales.⁴ Para el año 2000 se espera un consumo de 17 331 millones de litros. Los laboratorios especializados en el control de la leche y los productos lácteos, están interesados fundamentalmente en el control bacteriológico y las determinaciones químicas suelen encaminarse a la detección del aguado o el desnatado y al control de la pasteurización.¹

De todos los productos alimenticios, la leche es el más estrictamente regido por disposiciones legales, la ley fija una norma mínima para el contenido de grasa y para el total de sólidos. También hay normas federales que controlan la composición y prohíben condiciones que constituirían la adulteración de la leche y de los productos lácteos que figuran en el comercio nacional.³

Se sabe que los factores que influyen en la calidad y rendimiento de la producción láctea

son la genética, nutrición, temperatura ambiental, la edad y la etapa de lactancia.

La edad tiene efecto preciso sobre la producción, la mayor parte de las vacas llegan a la madurez y a la producción máxima de leche alrededor de los 6 años después de lo cual ésta declina.^{6,7,8}

El período de lactancia es el comprendido entre los partos durante los cuales la vaca produce la leche. El periodo normal es de aproximadamente 10 meses. Cuando la vaca pare, la primera leche que secreta se llama calostro.^{5,6,9} Los cambios del calostro a leche normal se efectúan en un periodo de 2 a 10 días y la leche generalmente se considera apta para el consumo humano después de la sexta ordeña siguiente al parto.⁶

Inmediatamente después del parto se inicia la producción de leche, con un rendimiento relativamente alto y la cantidad secretada sigue aumentando durante las próximas 3 a 6 semanas, al cabo de las cuales se alcanza la producción máxima. Las vacas de alta producción necesitan generalmente más tiempo que las vacas de baja producción para llegar a la máxima producción láctea.^{5,9}

Con excepción de la lactosa, cada uno de los componentes varía en cuanto a sus propiedades químicas, físicas y biológicas, de acuerdo con el animal que la produce.³

Los constituyentes de la leche se dividen en dos grupos, a saber: el agua y los sólidos. Los constituyentes distintos al agua se llaman sólidos totales (ST). Los sólidos totales, excepto la grasa reciben el nombre de sólidos no grasos (SNG). Todos los constituyentes, con excepción de la crema, se conocen como suero de leche. La caseína y la albúmina forman la mayor parte de la proteína de la leche, también el 0.05 % de globulina se encuentra presente.⁶ El agua varía del 82 al 90 %; la grasa del 2.5 al 8.0 %; la caseína del 2.3 al 4.0 %; la albúmina del 0.4 al 1.0 %; la lactosa, del 3.5 al 6.0%; y los minerales del 0.5 al 0.9%. El agua y grasa son los constituyentes más variables. El contenido de minerales varía menos que el de cualquier otro constituyente.^{3,6}

Las proteínas de la leche y la lactosa se encuentran sólo en la leche. La grasa de la leche es única, porque tiene una proporción muy alta de ácidos grasos de cadena corta, con un grado elevado de saturación. Los aminoácidos libres, la glucosa, el acetato y los ácidos grasos de cadena larga son los precursores primarios, de las proteínas, la lactosa y los ácidos de cadena corta y larga, respectivamente, de la leche. La limitación de cualquiera de estos precursores reduce la producción de leche y modifica su composición.⁵ La leche secretada por una ubre sana está estéril, pero la contaminan rápidamente los microorganismos en el exterior de la vaca y en el equipo de ordeña.³

Cualquier vaca no da la misma leche, tanto en cantidad como en calidad, durante todos

los días de su vida, y si comparamos dichos animales con otros de otra raza las diferencias son más evidentes.⁸ Uno de los principales factores que alteran la composición de la leche es la cantidad total de leche producida en una ordeña dada. Hay muchos factores que pueden alterar la composición de la leche, pero el mecanismo que participa puede ser indirecto; mientras que la causa directa del cambio de composición será la cantidad de leche producida.⁵

La producción y composición de la leche son el resultado de la liberación de muchos elementos dentro de la vaca y su ambiente externo. Desde el punto de vista comercial los aspectos más importantes de la composición de la leche son su contenido de grasa, sólidos no grasos y el total de sólidos, ya que la cantidad de estos constituyentes afecta a la calidad de productos como la mantequilla, el queso o la leche concentrada. Al respecto, el precio que recibe el productor por su leche depende de su contenido en sólidos no grasos y sólidos totales.¹⁰

La determinación de las proteínas en la leche, tiene capital importancia, cuando ésta se destina a la producción de quesos o cuando haya de prepararse para la elaboración de leches maternizadas.¹¹

Las propiedades fisicoquímicas de las micelas de la caseína juegan un importante papel en diversos tratamientos tecnológicos, algunos ejemplos de esto es la elaboración de queso y la gelificación de la leche concentrada esterilizada.¹²

Con la determinación de la grasa en la leche se establece la genuinidad de esta y sus valores económicos, así como posible adulteración con agua o un desnatado.¹¹ La grasa da al producto un sabor más rico, más cuerpo y mejor textura.¹

Otras propiedades de importancia en la producción de lácteos, son la acidez y densidad de la leche la determinación de la acidez que se emplea para graduar la calidad tanto de la crema como de la leche y también sirve como guía para el control de los procesos lecheros, tales como la maduración de quesos y elaboración de crema.^{1,11,13} La densidad es una prueba que se realiza rápidamente y sirve para conocer la proporción de aguado que puede haber sufrido una leche.¹¹

Rutinariamente, también se realiza la prueba de alcohol, que sirve para comprobar si la leche que se está utilizando es estable al calentamiento, y por lo tanto, decidir si esta se puede someter a un proceso de transformación a temperaturas elevadas.¹⁴

Debido a que estos atributos de calidad son importantes para procesar la leche y satisfacer las preferencias de los consumidores, se hace necesaria la investigación con un enfoque a determinar la calidad de la leche. Las razas de vacas Holstein Friesian y Pardo

Suizo se emplean comúnmente en México y los estudios realizados se han enfocado a la eficiencia reproductiva y productiva del animal, sin profundizar en la calidad química de la leche. Por lo tanto, se decidió emplear ambas razas para evaluar su leche, a fin de conocer su calidad química que pueden ofrecer en comparación y adecuar la información obtenida en la mejora tecnológica del uso de la leche en la industria láctea nacional.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar la calidad de leche proveniente del periodo de lactancia inicial de vacas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) de 5 diferentes partos consecutivos.

PARTICULARES

- I.- Evaluar la cantidad de proteína de leche proveniente del periodo de lactancia inicial de vacas HF y PS de diferentes partos.
- II.- Evaluar la cantidad de grasa de leche proveniente del periodo de lactancia inicial de vacas HF y PS de diferentes partos.
- III.- Evaluar la humedad de leche proveniente del periodo de lactancia inicial de vacas HF y PS de diferentes partos.
- IV.- Evaluar las características físicas de leche proveniente del periodo de lactancia inicial de vacas HF y PS de diferentes partos.
- V.- Analizar la información de las características de calidad de la leche proveniente del periodo de lactancia inicial de vacas HF y PS de diferentes partos.

HIPÓTESIS

Ho: Las vacas Holstein Friesian y Pardo Suizo producirán una leche de igual calidad en el periodo de lactancia inicial de diferentes partos.

Ha: Las vacas Holstein Friesian y Pardo Suizo producirán una leche de diferente calidad en el periodo de lactancia inicial de diferentes partos.

PARTE 1

MARCO TEÓRICO

1 LA LECHE

1.1 DEFINICIÓN DE LECHE

Se entiende por leche para consumo humano la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas y bien alimentadas. Cuando la leche proceda de otra especie animal, se designará, con el nombre de ésta. Se excluye el producto obtenido quince días antes del parto y cinco días posteriores al mismo o cuando tenga calostro. (ART. 240) ¹⁵

La leche no pasteurizada, cruda o bronca para consumo humano, deberá satisfacer los siguientes requisitos:

I. Su composición corresponderá al producto de la ordeña; no deberá estandarizarse ni manipularse de cualquier otra manera, y

II. Por lo menos cinco de las últimas seis cuentas bacterianas de muestras tomadas en el establo en un mes, deberán ser menos de 1 000 000 de col/ml de mesofílicos aerobios y no deberá dar lugar a más de 100 col/ml de organismos coliformes. (ART. 265) ¹⁵

La leche cruda o bronca para consumo humano, deberá expendirse en un lapso no mayor de tres horas después de la ordeña, lo que se verificará al no coagular la leche con la prueba de alcohol al 68% y en ningún caso se expendirá envasada. (ART. 266) ¹⁵

1.2 CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE LA LECHE

La leche es un medio homogéneo en el cual se pueden distinguir tres fases^a las cuales se mencionan a continuación:

- 1) La emulsión: formada por la materia grasa en forma globular.
- 2) La suspensión: debida al contenido de caseína ligada a las sales minerales.
- 3) La solución o fase hídrica: que forma el medio general continuo.

La fase hídrica se puede considerar como la fase formada por el conjunto de sustancias disueltas en el agua, cualquiera que sea el tamaño de las moléculas (incluidas las proteínas solubles).

^a FASE: Es un medio heterogéneo a cualquier parte que constituya una materia homogénea.

Existen cuatro características esenciales de la leche que se encuentran relacionadas con su composición, a saber son:

1) Complejidad.- La leche es un líquido segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, tras el nacimiento de la cría. Es un líquido de composición compleja, blanca y opaca, de sabor dulce y pH cercano a la neutralidad.

2) Heterogeneidad.- La leche es una emulsión de materia grasa, en forma globular. Este líquido es así mismo, una suspensión de materias proteicas en un suero constituido por una solución verdadera que contiene, principalmente, lactosa y sales minerales. Existen en la leche cuatro tipos de componentes importantes: grasa, proteínas (caseína y albuminoides), lactosa y sales. A estos se les añaden otros componentes numerosos, presentes en cantidades mínimas: lecitinas, vitaminas, enzimas, nucleótidos, y gases disueltos, entre otros.

3) Variabilidad de la composición.- La composición de la leche varía en el transcurso del ciclo de la lactación. En la época del nacimiento, la mama segrega el calostro, líquido que se diferencia principalmente de la leche en su parte proteica y salina. También afecta el estado de salud de un animal a otro.

4) Alterabilidad.- La leche es un producto que se altera muy fácilmente, especialmente bajo la acción del calor. Numerosos microorganismos pueden proliferar en ella, en especial aquellos que degradan la lactosa con producción de ácido, ocasionando, la floculación de una parte de las proteínas.¹⁶

1.3 CARACTERÍSTICAS SANITARIAS Y FÍSICOQUÍMICAS DE LA LECHE

Se considera adulterada la leche cuando:

- a) Se expendan o suministre con una clasificación sanitaria diferente a la autorizada;
- b) Su naturaleza, composición o características sanitarias, no correspondan a las especificaciones del presente reglamento;
- c) Haya sufrido tratamiento que disimule su alteración o encubra defectos en el proceso;
- d) Se le haya sustraído alguno o varios de sus componentes normales, con excepción de la grasa, que podrá estandarizarse al límite permitido, y

e) Se le haya agregado cualquier otra sustancia, aunque sea componente normal, a excepción de las vitaminas A y D en la leche semidescremada. (ART. 246) ¹⁵

Se considera alterada la leche según la ley, cuando por causas naturales haya sufrido modificación en su composición intrínseca que:

1. Reduzca su poder nutritivo;
2. La convierta en nociva para la salud, o
3. Modifique sus características fisicoquímicas u organolépticas fuera de los límites previstos. (ART. 247) ¹⁵

Se considera contaminada la leche cuando contenga:

- a) Microorganismos patógenos, cuerpos extraños, residuos de antibióticos, hormonas, y
- b) Microorganismos no patógenos, sustancias plaguicidas, metales pesados, bacteriostáticas, bactericidas, radiactivas o cualquier sustancia tóxica en cantidades que rebasen los límites máximos establecidos. (ART. 248) ¹⁵

La leche para consumo humano, además de ajustarse a las disposiciones sanitarias anteriores, deberá satisfacer lo siguiente:

- I. Provenir de animales sanos y limpios;
- II. Ser pura, limpia y estar exenta de materias antisépticas, conservadores y neutralizantes;
- III. Ser de color, olor y sabor característicos;
- IV. No coagular por ebullición;
- V. No contener sangre, ni pus;
- VI. Densidad, no menor de 1.029, a 15°C;
- VII. Contener únicamente grasa propia de la leche;
- VIII. Tener grado de refracción a 20°C, no menor de 37 ni mayor de 39;
- IX. Tener acidez (expresada en ácido láctico), no menor de 1.4 ni mayor de 1.7 g/l;
- X. Contener no menos de 85 ni más de 89g por litro de sólidos de leche no grasos;
- XI. Contener no menos de 0.85 ni más de 1.2 g/l de cloruros (expresados en cloro);
- XII. Tener un punto crioscópico entre -0.530° y -0.560°;
- XIII. tener reacción negativa al aprueba de alcohol al 68%;
- XIV. Tener reacción positiva a la prueba de alcohol al 96%;
- XV. Contener lactosa de 43 a 50 g/l;
- XVI. Contener únicamente proteínas propias de la leche, en un mínimo de 30 g/l; a excepción de la leche pasteurizada de alta calidad que contendrá como mínimo 33 g/l;
- XVII. Ser negativa a la prueba de los inhibidores, y

XVIII. Ser negativa al prueba de sacarocinta. (ART. 249)¹⁵

A continuación se mencionan las características fisicoquímicas de la leche mismas que deberán ser tomadas en cuenta para su valoración. Ver cuadro 1.

Cuadro 1: Características fisicoquímicas de la leche¹⁷

Característica	Valor
Densidad a 15°C	1.030-1.034 g/cm ³
Calor específico	0.93
Punto de congelación	-0.55°C
PH	6.5-6.6
Acidez	16-18 grados Dornic*
Índice de refracción a 20°C	1.35

Grados Dornic * en decigramos de ácido láctico por litro

1.4 COMPOSICIÓN DE LA LECHE

La composición química promedio de la leche se ve influenciada por factores tales como:

- * El animal productor
- * Variaciones hereditarias
- * Las diferentes razas
- * La alimentación de la vaca
- * Edad
- * La hora de la ordeña
- * Las condiciones climáticas
- * Condiciones fisiológicas de la vaca.
- * Alteraciones provocadas por m.o. (ver cuadro 2):

Cuadro 2: Composición química promedio de leche de vaca ¹⁸

Componentes	%
Agua	87.6
Sólidos totales comprendiendo	12.4
Proteína	3.3
Grasa	3.6
Lactosa	4.7
Calcio	0.12
Fósforo	0.10
Hierro	0.03X10 ⁻³
Magnesio	0.01

El cuadro 3 ejemplifica análisis típicos de la leche producida por diversas especies animales y empleada como alimento humano. Aunque la vaca es la principal fuente de leche para el consumo humano en México y en muchos otros lugares del mundo, en la India la mayor parte de la leche se obtiene de la búfala. En el sur de Europa predomina la leche de las cabras y ovejas. ³

Cuadro 3: Composición química promedio de leche para diferentes especies ⁶

Mamífero	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Minerales (%)	Sólidos tot.(%)
Vaca	4.00	3.50	4.90	0.70	13.10
Chiva	4.09	3.71	4.20	0.78	12.86
Mujer	3.70	1.63	6.98	0.21	12.57
Yegua	1.59	2.69	6.14	0.51	10.96
Burra	1.50	2.10	6.40	0.30	10.30
Oveja	6.18	5.15	4.17	0.93	16.43
Camello	5.4	3.00	3.30	0.70	12.39
Búfala	12.4	6.03	3.74	0.89	23.91

1.4.1 ALTERACIONES DE LA LECHE PROVOCADAS POR LOS MICROORGANISMOS¹⁹

De acuerdo con el tipo de componentes químicos de la leche, se presentan alteraciones en estos debido principalmente al efecto de microorganismos. Numerosos componentes de la leche pueden degradarse por vía microbiana; pero las alteraciones más notables resultan de la degradación de los tres principales:

a) LACTOSA.

Es el principal alimento energético de las bacterias, y puede experimentar diferentes fermentaciones, puede también metabolizarse por microorganismos aerobios. Las proporciones de los productos de fermentación varían con las condiciones de cultivo. Cualesquiera que sean las bacterias que fermentan la lactosa, siempre hay producción de ácidos orgánicos; con mucha frecuencia se observa la coagulación de la leche; sin embargo, la producción de sustancias neutras, alcoholes y cetonas, puede ser la dominante, acompañada de un descenso del pH. Excepto en las bacterias lácticas "homofermentativas", existe siempre producción de gases en cantidades notables. Con los microorganismos aerobios, el último término de la degradación es bióxido de carbono y agua, pero suele haber una acumulación de sustancias intermedias, sobre todo ácidos cetónicos. Las bacterias sacarolíticas (que utilizan los azúcares) también realizan síntesis; algunas cepas pueden combinar entre sí moléculas glucídicas para formar sustancias viscosas.

b) PROTEÍNAS.

En general se descomponen tras coagulación enzimática, con formación de sustancias fijas y gases. Esta transformación es más rápida en medio neutro o alcalino, pero puede producirse igualmente en medio ácido.

c) MATERIAS GRASAS.

Son hidrolizadas por las lipasas microbianas; esta reacción es bastante lenta pero influye rápidamente sobre el sabor.

d) DEFECTOS CAUSADOS POR MICROORGANISMOS

Corrientemente, una alteración dada no se produce tan sólo por la presencia de una especie determinada, sino por una asociación. Por otra parte, y vista en su conjunto, una transformación puede haber sido provocada por especies a veces muy alejadas entre sí. En la práctica, se conoce la transformación microbiana de la leche por ciertos aspectos a propiedades características antes de conocer la o las especies bacterianas en juego.

Ocurre que varios tipos de modificaciones aparecen simultáneamente; en unos casos son fermentaciones complejas debidas a varias especies, en otras se trata de una sola especie. Por ejemplo, una bacteria del grupo coliforme puede producir en la leche : acidificación, formación de gas, olor y viscosidad simultáneamente.

Las asociaciones de microorganismos son muy importantes en las transformaciones útiles de los productos lácteos, puesto que ofrecen posibilidades fermentativas nuevas que no pueden llevarse a efecto con las especies aisladas. Probablemente este es el caso de las fermentaciones productoras de aroma. En efecto, la imposibilidad de aislar un organismo capaz de producir una determinada fermentación aromática se debe al hecho de que ésta obedece a una asociación de gérmenes diferentes.

El número de microorganismos presentes en la leche debe ser, en general, muy elevado para que aparezca una modificación sensible. Una leche determinada puede contener numerosos gérmenes sin presentar una apariencia anormal.

Cuatro características los distinguen de los otros: 1) Las condiciones de desarrollo no existen en la leche en el momento del ordeño. Los gérmenes responsables no se encuentran en la mama sana. 2) Los defectos se agravan con el tiempo. 3) Pueden transmitirse por inoculación de una leche a otra. 4) El calor (pasteurización, esterilización, etc.) destruye los gérmenes responsables e impide la aparición del defecto.

Si bien, en el caso de la leche de consumo cualquier alteración constituye un defecto, no ocurre lo mismo con los derivados de la leche, ya que la fabricación de algunos de ellos depende precisamente de la actividad microbiana de distinta índole, como en el caso de los quesos, el yogurt o en la crema agria, donde la presencia de microorganismos es importante para obtener las características particulares para cada producto. Sin embargo, los defectos microbianos constituyen un factor limitador, basta recordar que en el arte de su fabricación entra, en gran parte, el control de la microflora.

A) Acidificación

A temperaturas medias (15-35°C), la fermentación acidificante de la lactosa bajo la influencia de la microflora de contaminación, es la alteración más rápida que se manifiesta en todos los productos lácteos líquidos, no estériles, que contienen lactosa: leche, crema, queso fresco, lactosuero, etc. Las bacterias lácticas constituyen la parte más interesante de la microflora acidificante de los productos lácteos; pero es preciso insistir sobre el hecho de que no son ellas solas las que producen cantidades elevadas de ácidos diversos incluido el ácido láctico. Determinados microorganismos esporulados del género *Bacillus* merecen una mención especial; en primer lugar, coagulan la leche sin notable

acidificación por acción de una proteasa; después degradan activamente la lactosa y producen una mezcla de ácidos (hasta 0.9%). Poco numerosos en las condiciones ordinarias, pueden seleccionarse mediante un tratamiento térmico a temperatura elevada, o por conservación prolongada de los productos a temperatura bastante alta, ya que algunos son termófilos. El *Bacillus coagulans*, cuya temperatura óptima se encuentra hacia los 45°C, tiene una gran importancia práctica en las leches concentradas, es aerobio facultativo, pero puede desarrollarse con muy poco oxígeno en los botes de leche evaporada insuficientemente esterilizada, deteriorándola. El *Bacillus calidolactis* o *B. Lactis acidophilus*, se encuentra en las leches pasteurizadas, es un verdadero termófilo, no se desarrolla por debajo de los 40°C y su temperatura óptima es de unos 60°C. La acidificación de la leche se opone a otras alteraciones. Los fermentos lácticos inhiben el desarrollo de los gérmenes que se desarrollan preferentemente en los medios neutros o poco ácidos; constituyen una protección contra numerosos gérmenes proteolíticos que digieren el medio y provocan la putrefacción.

B) Coagulación (sin acidificación) y proteólisis

La descomposición proteolítica de la leche va precedida, en general, por una coagulación más o menos completa originada por determinadas bacterias que producen enzimas comparables a la quimotripsina. La coagulación tiene lugar en medio neutro o tras una ligera acidificación. Después la cuajada es digerida y licuada progresivamente. Las temperaturas bajas (alrededor de 10-15°C) favorecen esta transformación. Las bacterias de este tipo se encuentran muy difundidas, pero sin embargo el accidente (de contaminación) es poco frecuente en la práctica debido a la presencia de las bacterias lácticas:

1) *Bacillus* (esporulados aerobios). Se manifiestan en los productos calentados (leche pasteurizada y crema pasteurizada), cuando se hallan en presencia del aire y se mantienen a una temperatura suave (20-30°C). Algunas de las variedades más comunes del bacilo son: *B. cereus* y *B. subtilis*. El *B. cereus* no es solamente un mo. proteolítico, produce una lecitinasa que disgrega los glóbulos grasos; y parece que es el principal responsable del defecto de la "crema cortada". Es más perjudicial que el *B. subtilis* en el aspecto técnico, ya que es un germen frecuente en las leches pasteurizadas no recontaminadas.

2) Bacterias no esporuladas. La coagulación suele ser incompleta, el fenómeno más importante es la proteólisis que sigue la contaminación. Se trata principalmente de gérmenes de los géneros *Proteus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, etc. En la práctica, son poco

importantes.

3) Cocos. Diferentes especies, sobre todo el *Str. Liquefaciens* coagulan la leche antes de la acidificación que se desarrolla en el siguiente punto.

C) fermentación gaseosa

La espuma o burbujas de gas que se forman casi siempre en los productos ácidos es el bióxido de carbono. Por ejemplo, las cremas conservadas en verano, durante largo tiempo, se vuelven frecuentemente espumosas. La fermentación gaseosa puede producirse igualmente en la leche, el queso, el suero, etc. En los productos líquidos, el gas se escapa inmediatamente después de su formación, y el producto no se vuelve realmente gaseoso o espumoso más que cuando se encuentra en un recipiente cerrado.

1) Levaduras de la lactosa. Las especies importantes en relación con la fermentación gaseosa de la leche y de los productos derivados no esporulados, soportan acideces bastante elevadas y tienen un punto óptimo de temperatura por encima de los 30°C, no producen más que un poco de alcohol. En la leche y en condiciones ordinarias, raramente se manifiestan; son más activas en la crema y en los quesos frescos. A temperaturas suaves y tras la acidificación, producen activamente gas y un olor característico de la levadura. El gas producido es bióxido de carbono.

2) Bacterias coliformes. Estos mo. están casi siempre presentes en la leche; pero su número puede ser muy reducido en buenas condiciones de trabajo, son indeseables y producen independientemente de ácidos y gas, olores desagradables y en ocasiones sustancias viscosas. El gas producido no es bióxido de carbono puro sino que le acompaña un poco de hidrógeno. Si el contenido de gérmenes coliformes en la leche es pequeño y al mismo tiempo tiene estreptococos lácticos en proporción suficiente, estos últimos dominan rápidamente. Se ha comprobado que las bacterias coliformes poseen una gran tolerancia para amplias variaciones de temperatura; en la práctica pueden desarrollarse entre 16 y 40°C. A partir de los 20°C su crecimiento es rápido. Estas bacterias son perjudiciales para los quesos frescos en el curso del desuerado, ya que provocan el hinchamiento de la pasta. Siendo poca sensibles a los antibióticos utilizados en el tratamiento de la mamitis, se vuelven muy perjudiciales en las leches que contienen estas sustancias. En la leche se encuentran sobre todo: *E. coli* (procedente principalmente de las heces fecales y de aguas contaminadas) y *Cloaca o Aerobacter aerogenes* (procedente de aguas contaminadas, suelo y vegetales).

3) *Costridios* (esporulados, aerobio). Se desarrollan en la leche cuando las bacterias acidificantes se han destruido por calentamiento y el medio se encuentra exento de aire.

Producen un gas compuesto por bióxido de carbono e hidrógeno, y algunas veces también metano. Tiene poca importancia en la leche cruda y en la crema; por el contrario, tiene mucha en la leche esterilizada y en los derivados lácteos neutros (leche evaporada, quesos fundidos) conservados en envases herméticamente cerrados, así como en los grandes quesos de pasta cocida (Gruyere) a los que hacen hincharse.

D) Fermentación viscosa

Existen organismos muy variados que, al desarrollarse en los productos lácteos líquidos, pueden aumentar su viscosidad de tal manera que se forman filamentos al introducir y sacar un objeto en el líquido: el producto se escurre como un jarabe. Pueden igualmente formarse masas viscosas con aspecto de gel. La causa de la viscosidad es la secreción de gomas (polisacáridos, galactanos) y mucinas (sustancias glucido-nitrogenadas). En general, el aumento de la viscosidad es mucho más acusado cuando la fermentación tiene lugar a baja temperatura (10-12°C). La fermentación viscosa es perjudicial para la leche de consumo; la consistencia del líquido es desagradable y en el consumidor despierta una sospecha de mala calidad higiénica, sin embargo, los microorganismos causales son inofensivos. Por el contrario, el aumento de la viscosidad puede buscarse para determinados productos lácteos, como el yogurt o la crema. La pasteurización a 72°C evita este accidente ya que los gérmenes responsables resisten poco al calor. La desinfección del material es un medio eficaz de lucha. El agua utilizada en lechería contiene frecuentemente gérmenes responsables de la viscosidad.

1) Producción de viscosidad en medio neutro o poco ácido. Los mo. causantes suelen encontrarse en las leches crudas. En general la viscosidad no aumenta si se desarrolla al mismo tiempo una fermentación ácida. El *Alcaligenes viscosus* es el germen más corriente; precisa la presencia de aire y no se desarrolla manifiestamente más que en la capa cremosa superficial, por lo que las capas de leche inferiores no son viscosas. Vive bien a 10°C y a 37°C casi no se produce materia viscosa. Este organismo está fuertemente encapsulado, en los cultivos viejos las células se reúnen en una masa gelatinosa.

2) Producción de viscosidad en medio ácido. La producción de viscosidad va frecuentemente asociada a la fermentación láctica, sobre todo por *Str. lactis* variedad *hollandicus*, *lactobacillus bulgaricus* y *L. casei*. Su característica es muy inconstante, sin embargo, cuando se aísla una cepa productora de viscosidad en condiciones bien determinadas de temperatura, la propiedad persiste si las condiciones se mantienen. Cuando la acidez aumenta considerablemente, la viscosidad disminuye. La viscosidad es

tanto más acusada cuando más baja sea la temperatura del cultivo (12-18°C). La formación de productos viscosos no está ligada a la presencia de cápsulas. El *L. bulgáricus* no está encapsulado, y el *Str. lactis* lo está irregularmente.

E) Producción de olores y sabores

Son diversos los microorganismos que producen lipasas y que pueden ser responsables de la rancidez que aparece en la leche, la mantequilla y otros productos lácteos. Las bacterias lipolíticas comunes (Gram-) se encuentran en los géneros *Pseudomonas* (*P. fluorescens*, *P. fragi*) y *Acromobacter* (*A. lipolyticum*); son al mismo tiempo proteolíticas y se les encuentra siempre en las aguas sucias. En la leche y la crema, la rancidez debida a las bacterias se produce a temperaturas bastante bajas (de 5 a 10°C) y corrientemente va precedida por un olor etéreo. Muchos mohos producen lipasas. Los ácidos grasos liberados son tóxicos para las bacterias e inhiben rápidamente su desarrollo, sin embargo, ciertos microorganismos parecen asimilar estos ácidos, por lo que su acumulación se retrasa. Los ácidos grasos volátiles (butírico, caproico, caprílico), resultantes de una hidrólisis limitada de la materia grasa, son componentes normales del sabor de algunos quesos.

A veces es difícil diferenciar los sabores procedentes de acciones microbianas, de los que tienen su origen en otras causas (alimentación, olores absorbidos, etc.). Así por ejemplo, ciertos sabores a jabón, nabo, heno, cebolla, etc., pueden deberse a acciones bacterianas. El sabor a malta, que puede confundirse con el "sabor a cocido", se encuentra en ocasiones en la leche cruda, y se debe a una variedad de bacterias lácticas común: el *S. lactis*, var. *maltigenes*. Los sabores amargos son debidos a bacterias proteolíticas, especialmente al *Str. liquefaciens*, y a veces a levaduras como la *Torula amara*. Se han encontrado *Actinomyces* en leche de sabor amargo y mohoso. El "sabor a patata o humedad", se debe a *Pseudomonas graveolens*, germen que se desarrolla bien a temperaturas bajas. Este sabor persiste tras la pasteurización. Las bacterias coliformes se manifiestan en ocasiones por sabores desagradables difíciles de definir, el *Aerobacter aerogenes* se ha considerado como responsable de un "sabor a medicamento". En la mantequilla puede encontrarse este germen en grandes cantidades pues se desarrolla bien a 15°C. Existen bacterias no identificadas que producen sabores aromáticos, a frutas, no desagradables, en general, no son persistentes y suelen ser reemplazados por otros menos agradables. Las levaduras confieren a la crema un sabor a "levadura" indeseable y algunas bacterias proteolíticas aportan sabores a "queso viejo", la conservación de las cremas sin pasteurizar y mal cuidadas, producen numerosas

anomalías de sabor, de origen microbiano. El sabor y olor a “butírico” se observa en las cremas mantenidas en recipientes bien cerrados y más corrientemente en el suero, este defecto se debe a los *Clostridios*.

F) Producción de color

Las leches coloreadas a causa de los microorganismos, son raras. Las leches limpias no experimentan este defecto, lo mismo que las leches calentadas. Por el contrario, se observa en las cremas crudas. En los productos coloreados se han identificado tres especies de microorganismos: *Pseudomona cyanogenes* en las leches en vías de acidificación, que colorea de azul la superficie; *Pseudomonas synxantha* que colorea de amarillo la capa de crema y por último, *Serratia marcescens*, que colorea de rojo la leche o la crema. En las cremas conservadas, se ven a veces manchas de color rosado debidas a la levadura *Torula glutinis*. En la superficie húmeda de los quesos, se encuentran manchas de colores diversos: rosado, rojo y marrón, debidas a una flora compleja de levaduras y bacterias proteolíticas. Los mohos dan manchas o zonas coloreadas de apariencia seca sobre los quesos; el pigmento se localiza en los mismos organismos y no se difunde. Estos microorganismos son normalmente agentes necesarios para la maduración, pero también pueden presentarse coloraciones indeseables debidas a la proliferación de gérmenes perjudiciales sobre la corteza o en la masa interior.

G) Alcalinidad

Unos cuantos microorganismos, como *Alcaligenes viscolactis*, *Pseudomonas fluorescens* y *Micrococcus ureae*, producen álcali o neutralizan la acidez que se ha desarrollado en la leche. Las levaduras y los mohos muy rara vez son los responsables de esta modificación en la leche.

1.5 IMPORTANCIA DE LOS COMPONENTES DE LA LECHE EN SU COMPOSICIÓN

La leche de bovino está constituida principalmente de carbohidratos (lactosa), proteínas (caseínas, lactoalbúmina, lactoglobulina, etc.), así como por un número importante de enzimas, lípidos y sales minerales. Esta composición general puede variar significativamente de acuerdo con el estado de lactación y otros parámetros relacionados con su producción y manejo.²⁰

1.5.1 PROTEÍNA

La vaca convierte la proteína de la pastura en proteína alimenticia con una eficiencia del 31%, que en la conversión es la más alta para cualquier proteína animal.

De todos los componentes proteicos de la leche son probablemente las caseínas las que más se estudian dado su papel determinante en el estado y estabilidad del sistema del que forman parte.²⁰

Los fosfatos de calcio y magnesio, citratos y proteínas de la leche se encuentran dispersos en fase acuosa, en forma coloidal más que en solución. Estas últimas incluyen las caseínas, precipitadas al acidificar la leche y las proteínas del suero. La primera es una fracción formada por un grupo heterogéneo de fosfoproteínas, que tienen la característica de precipitar en la leche cruda al alcanzar pH de 4.6 (su punto isoeléctrico) y a 20°C. Las proteínas que en estas condiciones permanecen en solución son las denominadas del suero. La caseína representa aproximadamente el 80% del total de las proteínas de leche y las del suero el 20% restante.^{21,22}

Las caseínas de la leche se asocian unas con otras y con parte de las sales de la leche en estructuras denominadas micelas. Estas micelas básicamente esféricas son responsables de la blancura opalescente de la leche. Frecuentemente se hace referencia a este complejo micelar como un fosfocaseinato de calcio, es decir, son proteínas conjugadas que contienen fosfatos inorgánicos (las más conocidas son la caseína y la pepsina)^{21,22}

El principal constituyente de la fracción de lactoalbúmina de la leche se denomina β -lactoglobulina y se cree que en la leche no hervida, este factor es el causante del bajo volumen y calidad inferior del pan de levadura ya que forma parte de la fracción de globulina de las proteínas del suero de la leche.²¹

1.5.2 GRASA

La Ley General de Salud de México determina el contenido de grasa para la leche entera en 30 g/l como mínimo. El estándar internacional propone un mínimo contenido de grasa del 3.25 por ciento.¹⁵

Los glicéridos de la grasa de la leche difieren de otros de origen animal en que contienen ácidos grasos de cadena corta (C4-C10) saturados que dan lugar a ciertos sabores deseados en productos como el queso y a sabores desagradables en la mantequilla

rancia o en la leche entera seca.²¹ La grasa se presenta en la leche como una emulsión. Las dimensiones y los arreglos de los glóbulos de grasa afectan las propiedades de la leche para formar crema, la viscosidad de ésta, la facilidad para separar la crema y el batido de ésta para convertirla en mantequilla.⁶

Las gotas de grasa contribuyen a la viscosidad en leche y crema: a mayor número, más viscoso es el producto, así mismo dan el pH de la leche fresca. El caroteno disuelto en los glóbulos de grasa, proporciona el tinte cremoso en la leche y a crema.²¹

La porción soluble de la grasa es la responsable de que la leche absorba los olores, en tanto que los compuestos no solubles afectan la consistencia de la grasa.

La grasa es uno de los principales constituyentes de casi todos los derivados lácteos, tales como mantequilla, queso y helado.⁶ La presencia de ácido butírico en la leche de vaca puede utilizarse para estimar la proporción de mantequilla en los alimentos. La adulteración de mantequilla o de helados de leche puede detectarse analizando los ácidos grasos.²³

1.5.3 LACTOSA

La lactosa es el único hidrato de carbono en la leche, tiene la misma fórmula que el azúcar de caña, pero difiere de ésta en su dulzura y en otras propiedades. Siendo el azúcar de caña aproximadamente seis veces más dulce que la lactosa. El sabor característico de la leche se debe a la unión de lactosa y sales presentes en la misma.

La lactosa es un disacárido formado por D-galactosa y D-glucosa.²²

La lactosa es un importante constituyente de los derivados de la leche, siendo aproximadamente el 40% de los sólidos totales de la leche. La lactosa es cambiada fácilmente por la acción bacteriana en ácido láctico, lo que provoca que la leche tome un sabor agrio. La lactosa, comercialmente, se obtiene del suero mediante la evaporación del mismo y tiene propiedades nutritivas que no poseen otros azúcares. Los usos principales de la lactosa son para hacer las cubiertas de las píldoras y otras medicinas, y para modificar la leche en la alimentación de los infantes.²³

1.5.4 MINERALES DE LA LECHE

El contenido mineral de la leche es el menos variable de todos sus constituyentes, Los minerales de la leche son esenciales como alimento para los jóvenes puesto que ayudan

a construir los huesos y a promover el desarrollo adecuado de los dientes.⁶

Un componente no proteico que tiene importancia capital en los fenómenos de estabilización y coagulación es el calcio y otras sales.

En la leche de vaca, casi 2/3 partes del total del calcio es coloidal, en su mayoría se encuentra formando complejos de calcio y fosfato con las caseínas.

En la leche de bovino se encuentran muchas otras sales y elementos traza; sin embargo, todos ellos son de menor importancia en los fenómenos de estabilización y desestabilización del sistema coloidal de la leche al compararse con el calcio, fósforo y citrato.²⁰

Aun cuando el contenido mineral medio de la leche es de 0.7%, proporciona una de las principales razones por las cuales la leche es un alimento tan importante, especialmente para los niños.⁶

1.5.5 VITAMINAS DE LA LECHE

La leche es una de las principales fuentes de vitaminas, ya que todas las vitaminas conocidas se encuentran presentes en ella, aun que no todas en abundancia. La clase y la calidad del alimento proporcionado a la vaca tiene influencia sobre el contenido de vitaminas de la leche.⁶

Las vitaminas son componentes menores de la leche, cuya importancia radica fundamentalmente en la calidad nutricional de la misma.

Además de su valor como micronutrientes, muchas de las vitaminas influyen en la estabilidad del sabor de la leche.²²

Los carotenoides presentes en la leche son de un color amarillo intenso y son los responsables del color amarillo de la leche y el queso. Algunas de las vitaminas suelen sufrir inactivación por alguno de los procesos a que la leche se ve sometida, ya sea como leche fluida o algunas de sus presentaciones (leche evaporada, leche en polvo, etc.) o en los productos derivados de la misma, como en el queso.²⁰

1.5.6 IMPORTANCIA DE LOS COMPONENTES DE LA LECHE EN SU TRANSFORMACIÓN

Desde el punto de vista físico, la leche constituye un sistema complejo: es una suspensión coloidal de partículas, en una fase acuosa dispersante. Por un lado, las partículas son

glóbulos de materia grasa (en general, de 3 a 5 μm de diámetro), pero en otro aspecto hay micelas proteicas (del orden de 0.1 μm de diámetro), formadas por la interacción de caseínas y otras proteínas entre sí y con las sales minerales presentes en la fase acuosa. Estas son las partículas en suspensión que resultan responsables de la "consistencia", opalescencia y aspecto blancuzco de la leche; este último carácter se debe, a la dispersión de la luz por las micelas proteicas.^{21,24,6}

Resulta especialmente interesante la obtención de caseína y, en general, proteínas de la leche con propiedades funcionales específicas (poder emulsionante, capacidad de retención de agua o grasa, acción ligante).^{24,6}

Cuando se coagulan las caseínas, quedan en solución las otras proteínas, conjuntamente con la lactosa y sales minerales para constituir lo que se llama lactosuero.

Durante el cuajado de la leche, el cuajo ataca a la caseína κ , escindiendo el enlace péptido fenilalanina-metionina, con liberación de un glicopéptido. La para caseína κ así formada ya no estabiliza más el complejo con la caseína α_s y, en presencia de calcio, los conjuntos micelares se polimerizan y coagulan, formando un gel, la cuajada, que por sinéresis expulsa el líquido llamado lactosuero. Este proceso es el que se aprovecha en quesería para obtener la cuajada.²⁴

La velocidad y el grado de coagulación y sinéresis son tanto más elevados cuanto mayor sean los contenidos en caseína, calcio y acidez de la leche. La caseína se precipita o separa de la leche, cuando se agria o cuando se le agrega ácido o cuajo. La caseína entonces se conoce como requesón y se convierte en el principal constituyente del queso.⁶ Las propiedades físico-químicas de las micelas de la caseína juegan un importante papel en varios tratamientos tecnológicos, además de la elaboración de queso. Como ejemplo, se puede mencionar la gelificación de la leche concentrada esterilizada; la aparición de ese defecto se favorece por el almacenamiento en frío antes de la esterilización de la leche concentrada, así como por el almacenamiento a una temperatura elevada del producto terminado; la geificación se retarda manteniendo la leche, después de la concentración y antes de la esterilización.²⁴

La β -lactoglobulina incide en los tratamientos tecnológicos de la leche; su desnaturalización por calentamiento reduce el riesgo de coagulación de leche durante la esterilización; pero por el contrario puede conducir a la formación de una cuajada insuficientemente firme, durante la preparación de ciertos quesos porque la β -lactoglobulina desnaturalizada queda adsorbida por la superficie de las micelas de caseína e impide la acción del cuajo.²⁴

Hasta estos últimos años, la caseína se utilizó, para la alimentación animal o para la fabricación de aprestos, colas, envoltura para encurtidos y carnes, y aun de textiles ("Lanital"), otro de los usos de la caseína es como constituyente principal de las pinturas solubles en agua fría. Hoy, nuevas técnicas permiten utilizarla en alimentación humana: enriquecimiento proteico de pastas alimenticias, bizcochos, salchichas, etc.^{6,24}

En la leche, los glóbulos grasos tienen tendencia a coalescer en la superficie y formar la crema; el calentamiento a 80°C y el descenso del pH aceleran este fenómeno; en oposición, las lecitinas presentes en la membrana que rodea los glóbulos grasos contribuyen por su acción emulsificante a mantener los glóbulos grasos dispersos en la fase acuosa. Por consiguiente, los tratamientos mecánicos o térmicos, que afectan a la membrana, favorecen la desemulsificación.²⁴

La membrana de los glóbulos grasos es importante para evitar que la grasa salga y se convierta en un aceite libre provocando el desgrase, cuando se calienta la leche, lo que sucede en la pasteurización o al agitarla, cuando se maneja en latas o tanques.⁶

La lactosa tiene un papel importante en los productos lácteos, ya que es el sustrato de fermentación para las bacterias lácticas que la hidrolizan a glucosa y galactosa, pues transforman esas hexosas en ácido láctico.²²

En numerosos casos, su presencia origina problemas, ya sea desde el punto de vista nutricional (intolerancia a la lactosa) o por su incidencia tecnológica (higroscopicidad de las leches en polvo, cristalización de la lactosa en las leches concentradas y en cremas heladas).^{24,6}

La descomposición de la lactosa por las bacterias en ácido láctico no es conveniente para la leche, la crema o el helado. En algunos derivados lácteos, tales como el queso suave, la crema comercial, y la mantequilla, el sabor característico y el olor se deben a esta fermentación ácida.

Más de la mitad de los sólidos de la leche descremada y de la leche en polvo es lactosa, y muchos otros productos lecheros contienen una cantidad apreciable de la misma. Debido a que este azúcar no es muy soluble, puede separarse o cristalizar en productos lecheros como leches condensadas azucaradas y helado, produciendo una condición arenosa, lo cual se debe controlar.⁶

La crema es una emulsión grasa/agua, es decir, donde el agua constituye la fase continua. Contiene del 65 a 70% de agua y la casi totalidad de lípidos y vitaminas liposolubles de la leche.

La textura de la mantequilla depende, entre otras causas, de la finura y uniformidad de las

gotitas dispersas en la fase lipídica; sobre esto tienen una gran importancia la acidez de la crema y la temperatura de la mantequera.^{21,24}

Los quesos se preparan por coagulación de las micelas de caseína de la leche.

El calentamiento de la leche motiva un descenso del pH, así como una pérdida de iones calcio y magnesio; por el contrario, aumenta el contenido en fosfato tricálcico coloidal, lo que tiene importancia en la sensibilidad de la leche, es decir, de las micelas de la caseína, al calor (estabilidad al calentamiento).²⁴

Una consecuencia del descenso de pH es la coagulación de la caseína durante el calentamiento de la leche; se dice que la leche se cortó.⁶

La acidez se opone al crecimiento de microorganismos e interviene en la maduración.²⁴

1.5.6.1 SEPARACIÓN DE MATERIA GRASA

La leche descremada se concentra y deshidrata. La leche descremada en polvo puede disolverse fácilmente en agua y sirve para la preparación de bebidas, como ingrediente en bollería y dulcería; en la preparación de yoghurt y otras leches fermentadas y para la alimentación de animales.

Algunas veces se emplea la leche en polvo descremada en la preparación industrial de leche reconstituida y por la adición de aceite vegetal, vitaminas A y D y emulsificación en el agua.²⁴

1.5.6.2 HOMOGENEIZACIÓN DE LA LECHE

La homogeneización mejora la consistencia de la leche, aumenta su blancura, elimina el desnatado y hace los lípidos más digestibles, porque las lipasas digestivas penetran mejor en una emulsión más fina. Por esta misma razón, la leche homogeneizada es sensible a las lipasas endógenas de la leche. Se considera que la homogeneización también mejora la digestibilidad de las caseínas, porque hace la cuajada estomacal menos compacta, así mismo la leche homogeneizada presenta un gusto más suave, mayor capacidad de formación de espuma y carece de propensión a formar grumos.^{21, 22, 24} Las diferencias en el comportamiento al cocimiento de la leche homogeneizada, son debido al aumento de la superficie de los glóbulos de grasa en la leche y al esparcimiento de la caseína sobre esta superficie. La leche homogeneizada es más blanca, más opaca, y más viscosa que la no homogeneizada con el mismo contenido de grasa.^{21,24}

1.5.6.3 PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE

La pasteurización no sólo sana la leche, al eliminar bacterias termolábiles, patógenas y enzimas, sino que también prolonga el tiempo de conservación.

La leche pasteurizada a temperaturas bajas no es estéril y posee un periodo de vida limitado, a temperaturas de refrigeración. Mientras que la pasteurización a temperaturas altas junto con técnicas de envasado aséptico dan como resultado un producto sin sabor a "cocido" y de mayor tiempo de vida.²²

La pasteurización no modifica prácticamente el sabor de la leche y cambia muy poco su valor nutritivo.^{21,24}

1.5.6.4 ESTERILIZACIÓN DE LA LECHE

La leche esterilizada es muy útil sobre todo cuando no se dispone de una cadena de refrigeración para su distribución. Frecuentemente, se emplea para la alimentación de niños pequeños.

La esterilización en envases metálicos permite la eliminación completa de bacterias y esporas, aún cuando los procesos que rebasan los tratamientos normales de pasteurización, producen modificaciones en las características fisicoquímicas de la leche.²²

Los efectos del calor son más o menos intensos según el pH natural de la leche, que no es siempre el pH de máxima estabilidad térmica; suele ser de 6.6-6.7.²⁴

1.5.6.5 CONCENTRACIÓN DE LA LECHE

La concentración de la leche, previamente pasteurizada y homogeneizada se realiza por evaporación a presión reducida, entre 50-60°C, salvo que se trate de leche descremada. Su conservación queda asegurada por esterilización ("leche concentrada sin azúcar"), o bien por adición de azúcar ("leche concentrada azucarada") o incluso congelación.

La esterilización origina un fuerte aumento de la viscosidad debido a la agregación de micelas de caseína y puede conducir a la formación de grumos, cuajo o gelificación. Una leche concentrada muy blanca, es decir sin caramelizar ligeramente y por tanto sin ningún "gusto a cocido", no tiene el beneplácito del consumidor.

Las leches concentradas esterilizadas y las concentradas con azúcar, están sujetas a

alteraciones, durante el almacenamiento; además de la gelificación y el desarrollo de ciertos microorganismos en la superficie de la leche concentrada azucarada en envases insuficientemente llenos, se debe mencionar el pardeamiento no enzimático.²⁴

1.5.6.6 DESHIDRATACIÓN DE LA LECHE

La producción de leche en polvo se hace a partir de leche pasteurizada y concentrada hasta un 40-55% de materia seca. La concentración va precedida de un calentamiento, que estabiliza las proteínas y además inactiva las lipasas. La leche en polvo está sujeta al pardeamiento no enzimático, durante el almacenamiento.

Si la leche no fue descremada, la oxidación de los lípidos también puede causar alteraciones; la oxidación se acelera considerablemente, por la presencia de hierro y sobre todo cobre.

La leche en polvo se utiliza mucho para la alimentación de los niños de corta edad. La leche en polvo, descremada, se emplea como ingrediente rico en proteínas en la preparación industrial de numerosos alimentos.²⁴

1.5.6.7 LECHE FERMENTADAS

Las especies que interesan en tecnología lechera pertenecen a los géneros *Streptococcus*, *Leuconostoc* y *Lactobacillus*, especies que al desarrollarse transforman la lactosa en ácido láctico, lo que origina un descenso de pH. Por debajo del pH 4.5, la mayor parte de las bacterias patógenas no se desarrollan; La leche fermentada más conocida es el yoghurt.

También se pueden preparar sin fermentación productos análogos a los de la leche fermentada: leches gelificadas, por adición de ácido, de cuajo, de pectina de bajo contenido en metoxilo.²⁴

1.5.6.8 EL QUESO

Cada día es más frecuente la pasteurización previa de la leche, ya que esto permite una mejor higiene del queso y la normalización del posterior proceso de maduración bacteriana, mediante la siembra de cepas seleccionadas. Para ciertos tipos de quesos, da, en cuanto a sus caracteres organolépticos, resultados más satisfactorios el empleo de

leche cruda.

Cuando es necesario, se ajustan el contenido graso y proteínas de los quesos, mediante la adición de crema o leche desnatada.

Frecuentemente se consigue la coagulación de la caseína por acción del cuajo; la rapidez de formación de la cuajada depende, entre otras causas, de la proporción de cuajo y de la temperatura.²⁴

1.5.6.9 UTILIZACIÓN DEL LACTOSUERO

El lactosuero, que representa el 90% del volumen de la leche, fue hasta ahora desechado durante la elaboración del queso, salvo una pequeña proporción que se aprovecha, después de seco, para alimentación animal.

El cultivo de levaduras sobre el lactosuero también permite obtener un producto más rico en proteínas, lo que es interesante para la alimentación animal.²⁴

1.5.6.10 LOS HELADOS

Los helados (cremas congeladas), se obtiene por congelación de una mezcla pasteurizada de leche, crema y azúcar, perfumada con la ayuda de frutas, jugos de frutas o de alguno de los aromas naturales autorizados (chocolate, almendra, café, vainilla, cacahuete, malta, caramelo).

La proporción de materia grasa y de residuo seco no deben ser inferiores al 8 ó 6% y 33 ó 31% respectivamente.

La grasa se solidifica, el agente estabilizante forma un gel con la fase acuosa, lo que aumenta la viscosidad de la mezcla, permitiendo un batido más corto y evita la formación de grandes cristales de hielo.²⁴

2 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LECHE

2.1 FACTORES CLIMÁTICOS

El clima puede afectar al ganado en dos formas:

a) Provocando un efecto directo sobre el animal.

Reflejado en un cambio de los hábitos alimenticios del animal, lo que trae principalmente

como consecuencia una reducción en la producción láctea, así como cambios en los componentes de la leche.

b) Actuando sobre el medioambiente del animal

Al cambiar el hábitat del animal se modifica su alimentación, trayendo como consecuencia una reducción en el rendimiento lechero.

Para identificar los climas hay varias clasificaciones, una de las cuales es la siguiente:

De acuerdo con la Subdirección Pecuaria de la Dirección General de Extensión Agrícola (SEPDGA) en su Publicación " El extensionismo pecuario en la situación actual de la ganadería nacional y en su proyecto para 1983 ", los climas se clasifican en base a sus características en cinco regiones del país (Ver figura 1). Ver cuadro 4.

2.1.1 Temperatura

Los medios para el intercambio de calor por el animal son conducción, evaporación, convección y radiación. Una de las principales formas de intercambio es a través de la evaporación que constituye el sistema más eficiente para eliminar el calor.

En el intercambio térmico por evaporación, la humedad y velocidad del aire son de gran importancia, ya que cuando la humedad es baja la evaporación se facilita, en tanto que cuando ésta se eleva, la evaporación es nula. En este intercambio térmico la cantidad y tipo de pelo del bovino es importante.

La conducción es una segunda forma empleada por el animal en el intercambio térmico para disipar de su núcleo central orgánico el calor, este intercambio será lento o rápido dependiendo de la temperatura exterior, cuando la temperatura exterior es de 13 – 15°C el proceso será rápido en tanto que si la temperatura exterior es de 32°C o más será lento.

La radiación solar es otra forma de intercambio calorífico en el bovino y en este caso es de importancia la radiación solar reflejada por el terreno y objetos que se encuentren en el medio del animal.

Por convección, el bovino tendrá este intercambio térmico externa o internamente mediante la sangre circulante. ⁴

Cuadro 4.- Características de las regiones climáticas del país⁴

REGIÓN	CARACTERÍSTICAS
<p>1.- Región árida y semiárida</p>	<p>Es la más extensa de las cinco regiones. Los climas son secos, áridos y la evaporación excede a la precipitación. El periodo de lluvias es definido y se presenta en verano con una precipitación pluvial que varía de 50 a 600 mm. La temperatura media anual es de 22°C; la vegetación de mayor importancia es el pastizal. Se produce avena, cebada, sorgo, forrajes, que auxilian la producción ganadera de la región.</p>
<p>2.- Región templada</p>	<p>Se localiza en el centro del país. Es un clima donde la temperatura media anual es de 18°C, semiseco estepario, altura sobre el nivel del mar entre 1500-2500 metros y la precipitación pluvial entre 400 y 900 mm.</p> <p>La fuente forrajera es similar a la que se obtiene de la región árida, pero con mayor capacidad de carga. En las zonas de riego se produce maíz, sorgo, avena, garbanzo y alfalfa (que se utilizan principalmente en la ganadería lechera).</p>
<p>3.- Región tropical húmeda</p>	<p>Se caracteriza por la presencia de selva mediana, en ella existen especies arbóreas.</p> <p>También se cuenta con regiones cubiertas de sabanas. La temperatura del mes más frío es mayor a los 18°C y la precipitación pluvial superior a los 1200mm anuales.</p>
<p>4.- Región tropical seca</p>	<p>Se localiza desde el nivel del mar hasta los 600 metros de altitud, la precipitación pluvial varía entre 600 a 1200 mm anuales y la temperatura del mes más frío es superior a los 18°C. Las lluvias son en verano y con periodo bien definido. En la zona del Golfo, se realiza la engorda de novillos y el ordeño temporal de ganado cruzado de cebú y suizo.</p>
<p>5.- Región montañosa</p>	<p>Cuenta con elevaciones mayores a los 1000 metros, el clima es templado frío y la temperatura media anual en el sur es de 17°C y menor en el norte. Esta región cuenta con reducidas áreas cultivadas con gramíneas donde se encuentra parte de nuestra ganadería. ⁴</p>

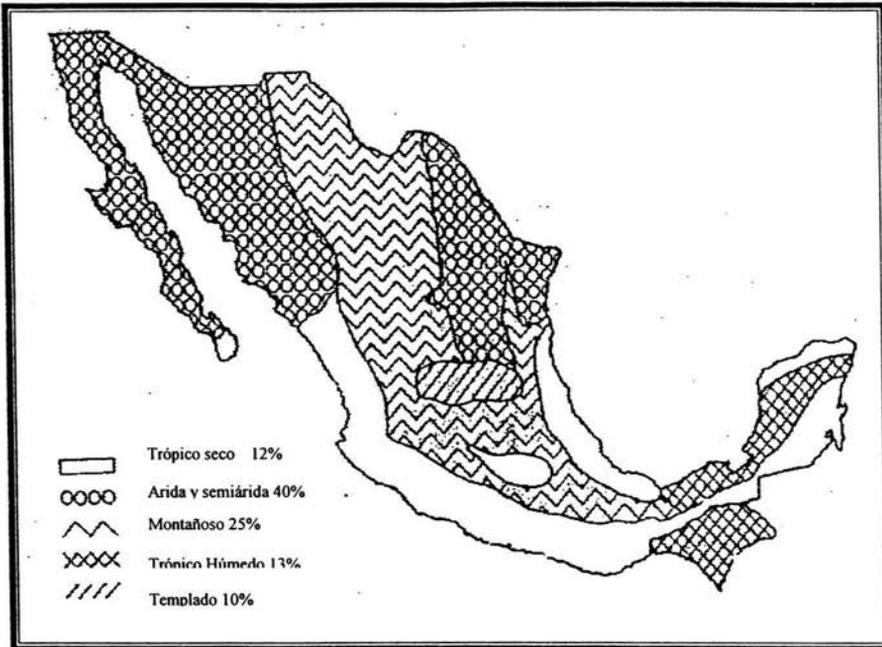


Figura 1. Clasificación de los climas por zonas de producción.

El ritmo respiratorio aumenta aproximadamente 5 veces cuando la temperatura se eleva de 10 a 41°C. La producción de leche y el consumo de alimento se reduce automáticamente, tratando de disminuir la producción de calor en el cuerpo cuando las temperaturas se elevan. De hecho, la eliminación del apetito es la causa primordial de la disminución de los rendimientos de leche.⁵

En general la temperatura ambiente deseable por el bovino es entre 15 y 18°C.⁴ Cuando los valores de temperatura ambiente son rebasados desequilibrando la zona de neutralidad térmica del bovino, se altera el consumo de alimento, agua y baja la producción de leche.

La temperatura corporal y el ritmo respiratorio se incrementan; al incrementarse la temperatura del aire, el apetito del bovino disminuye y, por lo tanto, decrecen las

ganancias y rapidez de crecimiento.

La exposición continua o alternada a temperaturas medias de 24°C o mayores por 20 días o más, ocasionara una disminución significativa en la leche producida. El porcentaje de grasa en la leche se modifica a temperatura de 29°C; entre 27-32°C el contenido de lactosa y nitrógeno disminuyen en la leche producida.⁴

A temperaturas muy altas (por encima de 29°C), la producción de leche se reduce con frecuencia más que la de materia grasa, lo que puede dar como resultado un aumento pequeño del porcentaje de materia grasa de la leche. Conforme desciende la temperatura por debajo de 24°C, aumenta el porcentaje de grasa y sólidos no grasos.⁵

Se ha comprobado que el frío merma energías al animal, pues tiene que contrarrestar en calorías la baja temperatura; todo lo cual se traduce en una reducción cuantitativa de la producción láctea.⁹

Las condiciones atmosféricas rigurosas disminuyen generalmente la cantidad total de leche producida y puede influir en el porcentaje de grasa. Las temperaturas superiores a 30°C afectan en gran medida a las vacas, sobretodo si se acompaña de humedad elevada.⁷

En general, los porcentajes de grasa y sólidos no grasos de la leche son mayores en invierno y menores en verano. Las vacas que paren en otoño o en invierno producen más grasa y sólidos no grasos de las que dan a luz en primavera y verano.⁵

La producción mayor en las vacas que paren en otoño se debe probablemente a las temperaturas óptimas, la falta de moscas y más alimento digerible que los que se encuentran disponibles en otoño, invierno y a comienzos de la primavera.

El efecto de la estación del año del parto es prácticamente desdeñable, cuando se les administra a las vacas alimentos almacenados durante todo el año.⁵

2.1.2 Humedad y Velocidad del aire

Un ambiente fresco y húmedo disminuye la secreción de la piel o mucosas, favoreciendo la secreción mamaria. Por esta razón, los establos no deben estar excesivamente secos ni demasiado ventilados. La humedad ambiente es de importancia; la temperatura ideal es la comprendida entre los 15 y 18°C y la humedad relativa la que esta entre 80 y 90%.⁹

La humedad relativa aceptable para los alojamientos es de 70 a 80% y un volumen de aire de 0.37 en invierno y 0.93 en verano m³ / h / kg de peso vivo, y una velocidad de aire de 5 a 8 km / h.⁴

2.1.3 Confort de los animales

Los animales lecheros tienen pocas exigencias respecto a alojamiento. Es esencial la protección contra las tormentas, corrientes de aire y vientos fuertes en tiempo frío. El ganado vacuno posee una gran resistencia al frío y vive bien con bajas temperaturas siempre que el local esté seco y no esté expuesto a corrientes directas de aire.

Es muy importante la sombra en tiempos calurosos; para evitar enfermedades y para la producción de leche de calidad, es necesario un medio limpio, seco e higiénico.

La libertad de movimiento, como la que se logra en alojamientos amplios o corrales de tamaño adecuado, es muy importante para evitar daños a la ubre o a las patas.⁹

El proporcionar sombra, el uso de ventiladores, las duchas y el aire refrigerado, alivian las tensiones térmicas.

Quizá sea más importante proporcionar el tipo adecuado de alimentos y escoger vacas cuyo apetito no disminuya con facilidad en las épocas de tensión térmica.

Por otra parte, en climas cálidos y secos, el uso de sombras frescas y relativamente poco costosas, por evaporación, en las que se sopla aire sobre agua reducirán la temperatura del aire hasta en 20°C y estimularán rendimientos de leche de 7 % en comparación con el ganado sin sombra.⁴

2.2 FACTORES GEOGRÁFICOS Y DE PRODUCCIÓN

2.2.1 Localización de las cuencas lecheras.

El ganado especializado en producción lechera se encuentra en las principales cuencas lecheras del país, que son la Laguna (Coahuila y Durango), Querétaro, Valle de México, Puebla, Aguascalientes, Sinaloa, Jalisco, Baja California Norte, Hidalgo, Guanajuato, San Luis Potosí, Zacatecas, Chihuahua, Sonora.

En esas regiones se produce el 59 % del total de leche del país.⁴

Las zonas de producción que se localizan en el país son 5, las cuales enlistan a continuación los estados que aportan parte de la producción de leche por zona:

Cuadro 5.- Clasificación de las zonas productoras de leche

ZONA DE PRODUCCIÓN	ESTADOS COMPRENDIDOS
ZONA NORTE	Baja California Norte y Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango.
ZONA CENTRO	Estado de México, Distrito Federal, Morelos, Querétaro, Tlaxcala, Puebla, Guanajuato, Aguascalientes, San Luis Potosí, Hidalgo, Zacatecas.
ZONA OESTE	Tamaulipas, Nuevo León, Veracruz, Tabasco.
ZONA ESTE	Jalisco, Sinaloa, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Colima, Nayarit.
ZONA GOLFO	Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Campeche.

2.2.2 Producción de ganado lechero

Las construcciones para el ganado vacuno lechero se deben diseñar para facilitar:

- 1.- La libertad y comodidad de las vacas
- 2.- Seguridad en las tareas
- 3.- Sanidad del ganado
- 4.- Conservación de las camas
- 5.- Destino del estiércol

La producción económica del ganado vacuno para leche depende tanto de la inversión que se haga en instalaciones y equipo, que deben ser prácticos y convenientes, como del cuidado, alimentación y manejo del ganado. Hay una gran diferencia entre los sistemas de producción lechera. La mayor diferencia existe entre los rebaños de la granja que generalmente pastan en su pradera y producen sus pastos para el invierno, y los grandes establecimientos que operan en sistemas intensivos. Además, dentro de cada zona hay otras variaciones según se trate de una empresa que se designe para producir leche o vaquillonas de reposición o una combinación de ambos.

Finalmente, existen diferencias debido a encontrarse en una zona particular en condiciones apropiadas para salud y mercado y la disponibilidad de materiales, mano de obra y las preferencias individuales. ⁷ Con el propósito de tener un parámetro de comparación en cuanto a la producción láctea producida por bovinos durante el periodo comprendido del año 1991 al año 1996 general y por estados, se muestran los cuadros 6 y 7, dándose su representación gráfica en las figuras 2 y 3:

Cuadro 6: Producción lechera por zonas (miles de litros) ²⁵

ZONA	1991	1992	1993	1994	1995	1996
NORTE	1559680	1577253	1923397	1964158	1981457	2231417
CENTRO	2319841	2409409	2504675	2469534	2557816	2618330
OESTE	744504	780312	801197	767839	848207	688838
ESTE	1859073	1955147	1919794	1855341	1772722	1816711
GOLFO	233817	244089	255015	213341	238396	231126

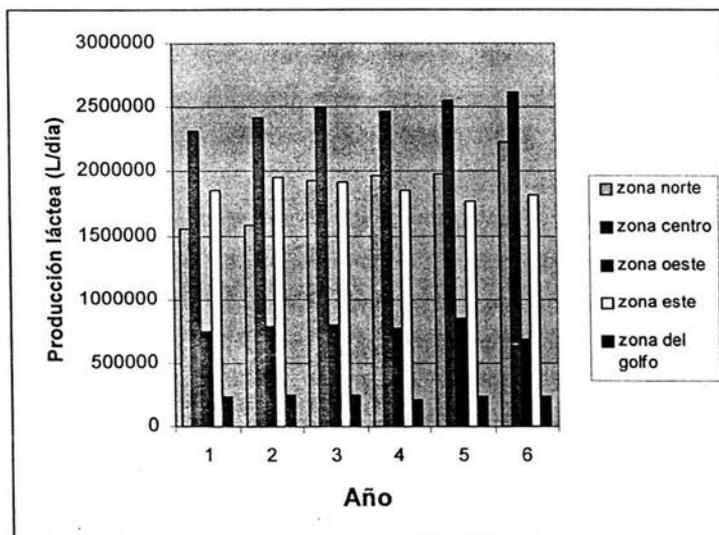


Figura 2: Producción láctea por zona de producción para el periodo comprendido entre los años de 1991 - 1996

Cuadro 7: Producción Nacional de leche por año ²⁵

AÑO	MILLONES DE LITROS
1991	6717115
1992	6966210
1993	74040708
1994	7320213
1995	7398598
1996	7586422

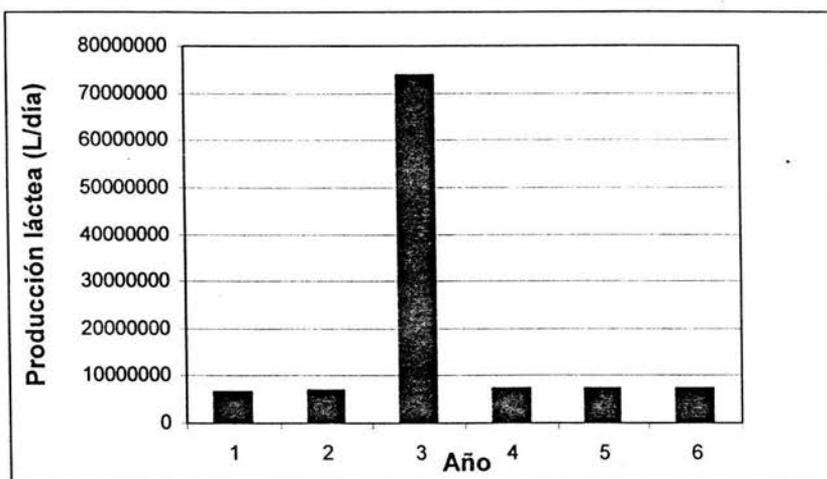


Figura 3: Producción láctea por año para el periodo comprendido entre 1991-1996

2.2.3 Alimentación del ganado lechero y su efecto en la composición química de la leche

En cuanto al efecto de la alimentación sobre la leche durante la lactación, los alimentos afectan la cantidad de leche producida, a su composición, o a ambos de diversos modos. El factor más notable es probablemente la cantidad de energía recibida con los alimentos. La alimentación deficiente de las vacas tiene un notable efecto de reducción en las

cantidades de leche producida. El grado de reducción en la producción depende de la intensidad, de la deficiencia en la alimentación y del tiempo que esta dure.

Uno de los momentos más críticos, en relación con la alimentación, es la que sigue inmediatamente al parto. Si las vacas obtienen una alimentación completa, lo más pronto posible después del parto, y mantienen su consumo de energía lo más cercano posible a sus necesidades energéticas, podrán alcanzar su potencial hereditario de producción y mantenerlo durante periodos más largos.⁹

El alimentar en forma escasa a las vacas reduce la producción de leche y el porcentaje de lactosa, pero hace que se incremente el contenido de grasa, proteína y minerales de la leche. La administración de una ración adecuada invierte estos síntomas. Por regla general, cualquier ración que incremente la producción de leche reducirá el porcentaje de grasa. La ración normal del ganado lechero contiene generalmente de 3 a 4% de grasa.

Hay numerosos métodos de alimentación que reducen el porcentaje de grasa de la leche y estimulan simultáneamente una mayor producción. Quizá la práctica más común sea una ración con pocos forrajes toscos y un contenido alto de granos. Para evitar la disminución de la materia grasa, se necesita en la ración, por lo menos, de 15–17% de fibra cruda. Otro método utilizado para evitar esta disminución de la materia grasa incluyen la administración de bicarbonato de sodio o potasio, carbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de calcio y suero parcialmente deslactosado.

Las vacas lecheras en buena condición durante el primero o los primeros meses después del parto, dan una leche que es más rica en grasa que la de las vacas que entran a la lactancia muy delgadas.

Las vacas a las que se les administran grandes cantidades de granos durante el periodo seco producirán una leche más rica en materia grasa y sólidos no grasos durante unos 4 meses después del parto, que las vacas con un régimen de alimentación más modesto.⁵

La restricción del contenido de proteínas de los alimentos reduce la producción de la leche y hace disminuir la porción de los sólidos no grasos de la leche. La adición de proteínas a la dieta por encima de los niveles normales no hace aumentar el rendimiento de leche y sólo incrementa ligeramente el contenido de proteína.

La lactosa es relativamente insensible a los cambios de la dieta de las vacas. Casi el único régimen de nutrición que modifica la lactosa es la alimentación deficiente, en cuyo caso disminuye ligeramente el contenido de lactosa.⁵

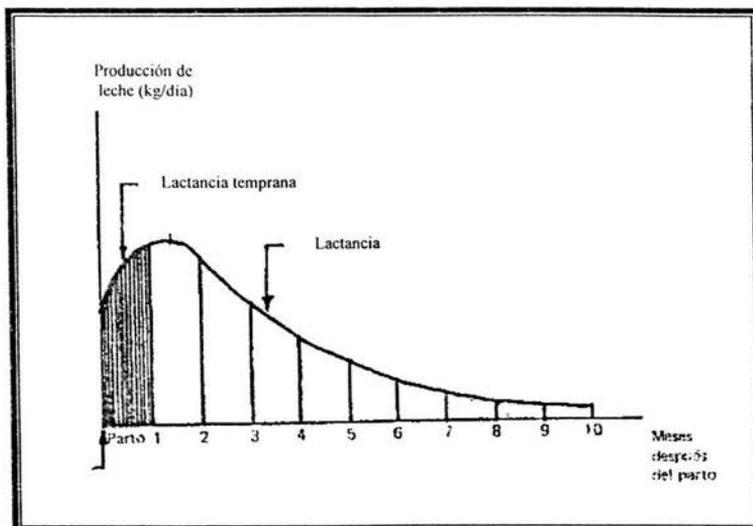


Figura 4. Curva de lactancia

2.2.4 Alimentación para vacas secas

La alimentación previa al parto tiene influencia sobre la producción de la leche en el siguiente periodo de lactación.

En casos extremos, incluso la composición de la leche se ve afectada. Estos efectos no podrán ser remediados por una alimentación generosa después del parto. Por esto, la vaca debe ser bien alimentada durante el periodo seco.²⁶

2.2.5 Vacas en lactancia temprana

Durante la lactancia temprana, o sea, las primeras cinco semanas después del parto, una parte relativamente grande de los alimentos ingeridos es usada para producir leche. Un kilogramo adicional de alimento por día desde los treinta días después del parto, hace producir dos veces más leche, en comparación con un suministro adicional a los 60 días después del parto.

Cuando la alimentación es adecuada y la vaca está sana, la producción máxima por día ocurrirá normalmente en la quinta semana después del parto.²⁶

2.2.6 Vacas lactantes

La curva de lactancia es la representación gráfica de la producción de leche de una misma vaca del hatob^o entero. Se mide la producción de un día a intervalos regulares.

La curva de lactancia se aplica para determinar el nivel de alimentación. También, permite hacer juicio retrospectivo del éxito de la alimentación efectuada en el pasado.²⁶ Ver figura 4.

2.2.7 Raza

Hay diferencias notables en la composición y el rendimiento de la leche entre las diversas razas de ganado lechero.⁵

La variación en la capacidad de las vacas para producir leche, grasa y sólidos no grasos es una característica hereditaria.⁷

La grasa es el constituyente más variable de la leche, mientras que los minerales y la lactosa son los menos variables. Las diferencias en la frecuencia de genes que controlan la calidad y cantidad de los componentes de la leche, explican, en gran parte, las diferencias genéticas promedio entre las razas. Sin embargo, las diferencias entre individuos de una raza, son a menudo mayores que las que existen entre razas.⁵

Por lo común, la producción total de leche disminuye y el contenido de grasa butírométrica aumenta según la raza, en el orden siguiente: Holstein, Ayrshire, Suiza, Guernsey y Jersey, como se puede observar en el Cuadro 8.⁷

Cuadro 8: Contenido medio de grasa, sólidos no grasos y sólidos totales de leche procedente de las cinco principales razas lecheras²⁶

RAZA	GRASA (%)	SÓLIDOS NO GRASOS %	SÓLIDOS TOTALES (%)
Holstein	3.45	8.48	11.93
Ayrshire	3.85	8.87	12.72
Suiza	4.01	9.40	13.41
Guernsey	4.98	9.57	14.51
Jersey	5.14	9.43	14.57

2.2.8 Edad y tamaño de la vaca

La edad de la vaca tiene un efecto definitivo sobre la producción total de leche. La mayor parte de las vacas llegan a la madurez y a su máxima producción, a los 6 y 8 años de edad. La producción aumenta gradualmente hasta esa edad y luego tiende a decrecer.

Las vacas maduras producen aproximadamente 25% más leche que las vaquillas de 2 años. El mayor peso corporal explica cerca del 5% de este incremento mientras que el 20% restante es el resultado de la ubre durante los embarazos repetidos.

Las vacas grandes producen más leche que las pequeñas; pero el rendimiento de leche no varía en proporción directa al peso corporal. Si no que lo hace en potencia de 0.7 del peso corporal. Así pues, una vaca dos veces mayor que otra produce por lo común sólo un 70% más en lugar de un 100% más de leche.⁵

2.2.9 Aparición de estros

Un punto al que cada día se va prestando mayor atención son las relaciones sexuales y su influencia en la lactación. Como que existe una estrecha relación entre la glándula hipofisiaria y la función lactógena, al mismo tiempo que hay un ciclo ovárico-sexual que la regula, la misma glándula pineal o hipofisiaria, la cantidad y calidad de leche en momentos de actividad normal sexual, se altera.⁸

Los estros pueden reducir temporalmente el rendimiento de leche; pero las pruebas experimentales no son congruentes; las vacas de gran producción presentan con frecuencia una demora en su regreso al estro después del parto.⁵

En el día del celo y al día siguiente, tanto la producción de leche como el tanto por ciento de grasa pueden variar notablemente; en más o menos, sin una tendencia fija.⁹

Durante el celo, la cantidad disminuye y la acidez natural o la artificial, que inmediatamente después del ordeño se presenta, es muy elevada.

De ahí que la leche ordeñada en momentos de celo es de más fácil alteración que la de otros días. En las vacas ninfómanas, esto es, las que están continuamente en celo, la leche es totalmente inaprovechable, teniendo que ser destinadas al matadero.⁸

La prueba de la leche de una vaca cuando se encuentra en celo tiene poca importancia y generalmente no constituye una indicación exacta de lo que podría ser la prueba de su leche 24 horas después.⁶

^b :hato.- grupo de cabezas de ganado que se someten a las mismas condiciones ambientales.

1.8 CARACTERÍSTICAS DE LAS RAZAS DE BOVINOS HOLSTEIN-FRIESIAN Y PARDO-SUIZO

Existen cinco principales razas lecheras, las cuales han sido probadas con resultados satisfactorios, estas son: Ayrshire, Pardo Suizo, Guernesey, Holstein-Frisian y Jersey.²⁷ A continuación se mencionan las características de las vacas con que se llevó a cabo el presente trabajo.

2.3.1 HOLSTEIN-FRIESIAN

Esta raza de vacas lecheras es originaria del norte de Holanda, especialmente de la provincia de Frisia (Friesland) y las provincias del norte de Alemania.^{6,27}

Este ganado ha sido conocido desde hace mucho por su gran tamaño y elevado rendimiento de leche. Son excelentes para pastar sobre buenos pastos, pero sólo califican como regulares en pastos medios o malos.⁶

El diseño de su color es de proporciones variables de blanco y negro, con marcas claramente definidas y rabo blanco.^{6,27} Ocasionalmente se puede producir un animal de pelambre rojo y blanco de padres que lo tengan negro y blanco siempre que éstos lleven el factor rojo como recesivo. Los cuernos se inclinan hacia delante, se curvan hacia adentro y se aguzan hacia la punta.⁶

La vaca adulta es un animal relativamente refinado con marcadas características lecheras.⁶

La vaca madura debe pesar entre 680 y 725 kg y un toro maduro entre 907 y 1089 kg, las terneras pesan un promedio de 40.8 kg al nacer y son fuertes y vigorosas.²⁷

Las vacas de la raza Holstein- Friesian producen más leche que las de ninguna otra raza, pero su contenido graso es el menor, en promedio 3.7%.^{6,27}

La leche de esta raza es buena tanto para usarse como fluida o para propósitos de elaboración de productos (Ver figura 6).⁶

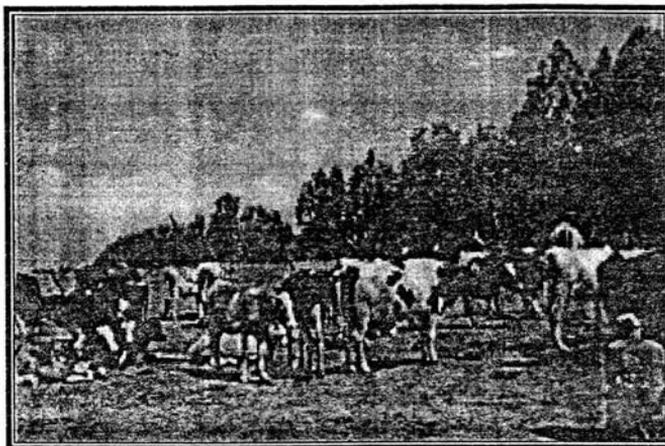


Figura 5. Imagen de una vaca Holstein Friesian.

1.8.2 PARDO SUIZO

Originaria de Suiza se desarrolló en los valles y en las ásperas montañas, especialmente en el cantón de Schwyz.

En Suiza, la raza se mantuvo para tres propósitos: leche, carne y deportes de caza. Los animales de esta raza producen buena cantidad de leche y son lo bastante robustos para soportar los cambios de sus alojamientos de invierno en los valles a los succulentos pastos de verano en las montañas.⁶ Es una raza fuerte y vigorosa.²⁷

La especialización de esta raza para propósitos lecheros tuvo lugar en los Estados Unidos en 1900.⁶

Las vacas suizas lecheras son completamente distintas de otras razas lecheras tanto en el color como en la formación, son robustas, muy musculosas y carece de ciertos refinamientos que tienen las otras vacas.⁶ El color varía desde pardo plateado hasta castaño oscuro. La nariz y la lengua son negras y una banda de color claro se extiende alrededor de la nariz y el hocico.^{6, 27} El color manchado se encuentra rara vez y no es deseable. Tienen los cuernos inclinados hacia adelante y ligeramente levantados. Son moderadamente pequeños en la base, de longitud mediana y agudizados hacia las puntas, que son de color negro.⁶

Una vaca madura debe pesar entre 635 y 680 kg; un toro entre 816 y 952 kg. Las terneras son grandes y fuertes y al nacer pesan aproximadamente 43 kg.

La vaca Suiza Parda tiene un pecho muy desarrollado y la papada y el cuerpo muy carnosos.²⁷

El contenido graso de la leche de las vacas de esta raza es de 4.0% a 4.1% es adecuada tanto para usarse como leche natural o para propósitos de elaboración.^{6,27} Se dice que estos animales son persistentes productores y que también tienen una larga vida de producción en el hato. A causa de su fuerte musculatura, gran tamaño y del color claro de su grasa, se colocan alto como valor de carne cuando se venden para matanza (Ver figura 7).⁶

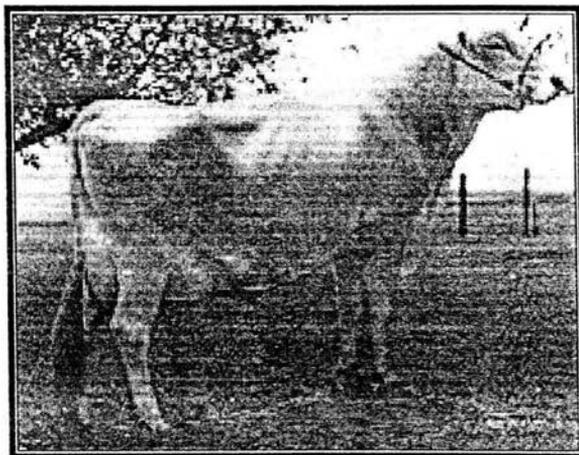


Figura 6. Imagen de una vaca Pardo Suizo.

PARTE 2

METODOLOGÍA

2 METODOLOGÍA

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Tecnología de Calidad de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, con muestras obtenidas de un rancho situado en Santa Catarina Estado de México. La metodología empleada se muestra en la figura 8.

Para la realización de las pruebas de calidad de leche se utilizaron muestras de bovinos Holstein Friesian y Pardo Suizo, las cuales se sometieron a una misma alimentación que contenía salvado de trigo, zacate molido y BOVI 100 (Lechera al 18%, La hacienda). El manejo de los animales fue en libre pastoreo.

Dentro del estudio se consideraron animales con diferente número de parto.

La toma de muestras para la investigación se inició entre el sexto y décimo día después del parto para cada animal, posteriormente se realizó un muestreo cada 15 días durante el periodo de Lactancia Inicial (tres meses después del parto).

El trabajo se desarrollo a partir de cuatro objetivos particulares para describir las características de calidad de la leche obtenida.

A continuación se describe cada una de las partes contenidas en la figura 8, marcando las condiciones y forma de trabajo de cada una de ellas.

2.1 OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS DE LECHE

Para la realización de este trabajo se emplearon muestras de 30 bovinos de leche de los cuales 16 fueron de la raza Holstein Friesian (HF) y 14 Pardo Suizo (PS).

Las muestras fueron tomadas aproximadamente 10 días después del parto considerándose como el tiempo cero, está fue la primera muestra, la muestra siguiente fue tomada a los 15 días, 30 días, 45 días, 60 días y 75 días haciendo un total de 6 muestras^c.

La edad promedio de las vacas HF se encontraron entre 4.5 y 15 años con partos que iban del primero al sexto, mientras que las vacas PS presentaron edades entre 3.5 y 11 años con partos del primero al cuarto. En ningún caso se utilizaron vacas de quinto parto.

^c NOTA: el tiempo comprendido entre cada muestreo fue considerado como etapa

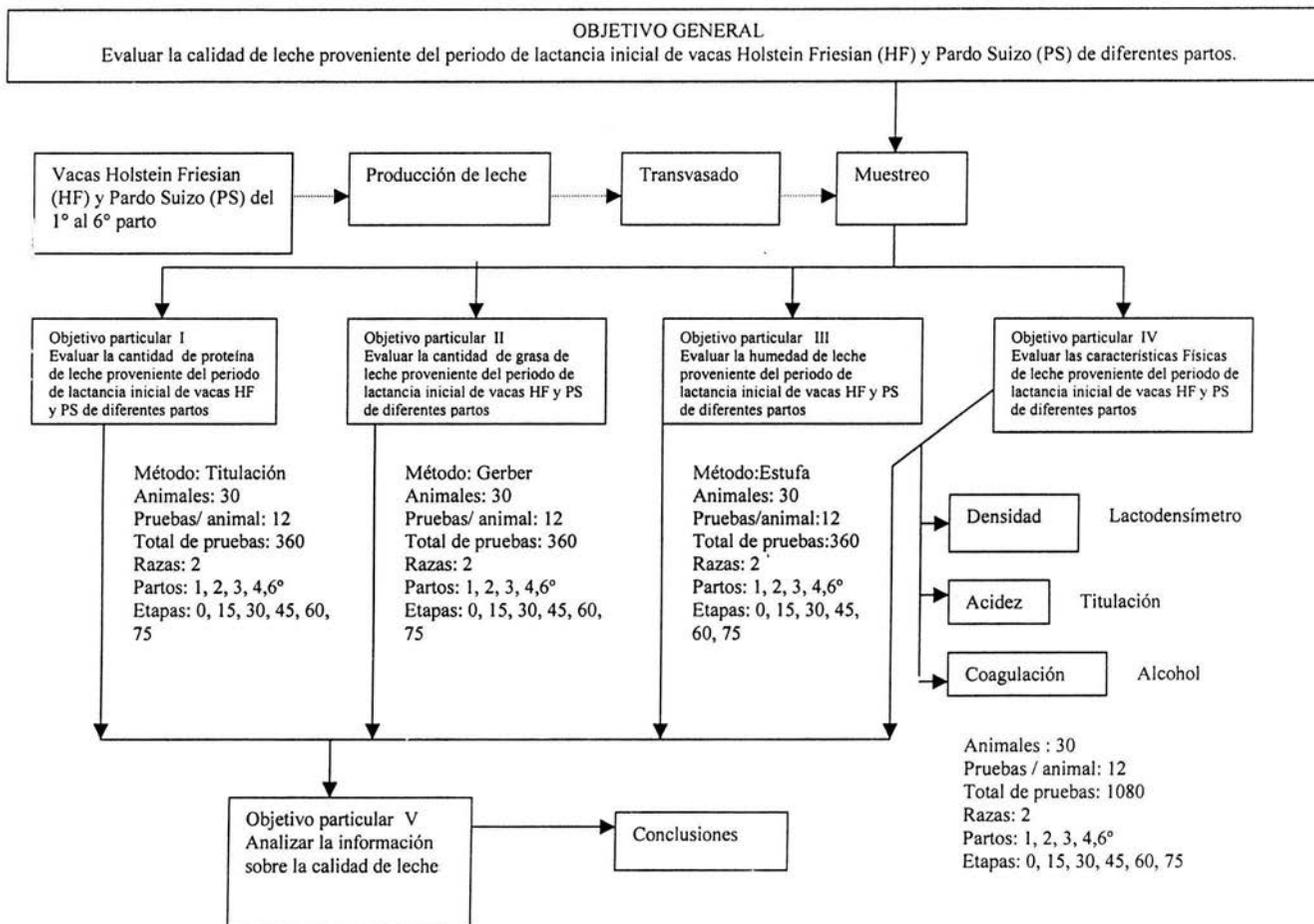


Figura7. Cuadro Metodológico General

2.2 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se utilizaron porciones de 400 mililitros. La producción de leche de cada animal se trasvaso varias veces con el propósito de homogenizar el líquido, de tal forma que la muestra fuera homogénea. La leche fue almacenada en recipientes herméticamente cerrados en refrigeración hasta su uso. Para cada prueba de calidad se emplearon 60 muestras.

2.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

2.3.1 Determinación de Proteína

Se realizó una titulación con formol, donde se llevó a cabo una degradación de las proteínas de la leche dando como resultado la formación de péptidos, siguiéndose de una titulación con NaOH hasta obtener una solución neutra, se utilizó fenolftaleína como indicador para lograr el viraje de identificación.¹¹

2.3.2 Determinación de Grasa

Se realizó el método de Gerber, donde el principio del análisis del contenido graso, según este método, comprende la separación de la grasa de su fase acuosa mediante la centrifugación, luego de haber añadido ácido sulfúrico a la leche.^{28,29}

2.3.3 Determinación de Humedad

Este método está basado en la pérdida de peso debido a una eliminación de agua por medio de un calentamiento (a 65°C) hasta obtener peso constante.¹

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

2.4.1 Densidad

En un lactodensímetro se realizó la medición de la densidad relativa, que es el resultado de dividir la masa de un volumen igual de agua a una temperatura dada.^{28,29}

2.4.2 Acidez

La prueba de acidez por titulación está basada en el principio de que cuando un álcali se agrega a la leche en una proporción adecuada, ésta se convierte en neutra y un pequeño exceso de ácido hace que la mezcla presente un ligero color rosado.^{13,14,28}

2.4.3 Estabilidad al calentamiento

El método se basa en añadir a la leche una cantidad medida de alcohol etílico; si ésta ha sufrido acidificación o es anormal por contener calostro o provenir de vacas afectadas con mastitis, se forman coágulos y el ensayo se reporta como positivo.^{11,28,29}

2.5 PRODUCCIÓN LÁCTEA

Se midieron los valores de la producción láctea que se tuvieron en cada periodo de muestreo a fin de determinar el comportamiento y la diferenciación existente entre las variables que se manejaron en la presente investigación.

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de datos se usó un modelo de análisis factorial $2 \times 5 \times 6$ donde se consideró el grupo racial (Holstein Friesian y Pardo Suizo), el número de parto de cada vaca (1, 2, 3, 4, 6°) y seis niveles de evaluación de cada vaca durante la lactancia inicial. Para el caso de diferencias significativas se realizó una prueba de separación de medias empleando el método de Tukey (el cual determina la diferencia significativa). Se empleó el programa estadístico SAS para la obtención de resultados estadísticos.

PARTE 3

RESULTADOS

3 RESULTADOS

3.1 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

Los objetivos perseguidos en este estudio se refieren al análisis de calidad, de las pruebas fisicoquímicas de la leche comparando la raza Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS), los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Los valores del análisis de varianza de las características fisicoquímicas de la leche de las razas HF y PS se muestran en el Cuadro A del anexo 1.

3.1.1 Efecto de la raza

Al realizar la comparación entre la raza HF y la PS se encontró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$)^d para los porcentajes de grasa, proteína y humedad. Las medias y la desviación estándar para cada raza se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Media (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

Característica	Raza HF (n=192)	Raza PS (n=168)	Promedio
GRASA ⁺	3.85 \pm 0.79 ^a	4.53 \pm 0.97 ^b	4.19 \pm 0.88
PROTEÍNA ⁺	3.05 \pm 0.44 ^a	3.24 \pm 0.18 ^b	3.14 \pm 0.31
HUMEDAD ⁺	86.84 \pm 1.32 ^b	86.27 \pm 1.15 ^a	86.55 \pm 1.23
ÁCIDEZ*	19.33 \pm 4.88 ^a	18.62 \pm 2.26 ^a	18.97 \pm 3.57
DENSIDAD**	1.0284 \pm 0.0019 ^a	1.0287 \pm 0.0016 ^a	1.0285 \pm 0.0017

^{a, b}: Literales diferentes en un mismo renglón indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$)

n: número de muestras empleadas para cada característica química o física por raza.

⁺: composición porcentual

*: grados Dornic

** : g/cm³

^d

^d NOTA: Pruebas con nivel de confianza del 95%
($p < 0.05$) diferencia significativa de las medias
($p > 0.05$) no hay diferencia significativa de las medias

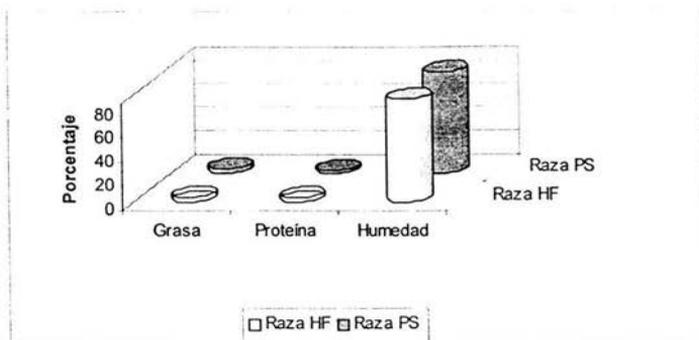


Figura 8: Efecto de la raza en las características fisicoquímicas para leche de Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

La raza HF presentó un menor contenido de grasa en su leche en comparación con la leche de PS. El contenido de proteína que presentó la leche de HF fue menor que el de la leche de PS.

Mientras que la humedad encontrada en la leche de HF fue mayor que la de la leche de PS.

La acidez y densidad de la leche no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$)^d entre las razas estudiadas.

Estas comparaciones se pueden apreciar gráficamente en la figura 8, en donde se distingue que los porcentajes de grasa y proteína de la leche son menores mientras la humedad se eleva para la raza HF en comparación con la raza PS.

3.1.2 Efecto del Parto

Los resultados obtenidos para los diferentes partos (1°, 2°, 3°, 4° y 6°) presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los porcentajes de grasa, proteína, humedad y en la densidad. Las medias y la desviación estándar de las características de la leche se muestran en el Cuadro 10.

El porcentaje de grasa de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el 4º parto y el 3º y 6º parto. El 1º y 2º parto no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con los demás partos.

El porcentaje de proteína de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el 2º parto y el 3º y 6º parto. El 1º y 4º parto no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con los demás partos.

El porcentaje de humedad de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el 4º y 6º parto y el 1º y 2º parto. El 3º parto no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) con los demás partos.

Para la densidad de la leche se encontró que entre el 1º y 2º parto no existen diferencias significativas ($p > 0.05$), y además, entre el 3º, 4º y 6º parto no existen diferencias significativas ($p > 0.05$); sin embargo, ambos grupos presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre sí.

La acidez de la leche no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las razas estudiadas.

En la figura 9 se presenta el comportamiento de las características fisicoquímicas de la leche para los cinco partos estudiados.

Gráficamente se observa que el contenido de grasa empieza a modificarse a partir del tercer parto, ya que en los dos primeros no se tiene variación alguna.

El contenido de proteína durante los dos primeros partos es similar, además de ser más alto, ya que la tendencia del contenido de proteína hasta el sexto parto es disminuir.

La humedad de la leche tiende a aumentar a partir del tercer parto, mientras que entre los dos primeros no existe gran diferencia.

La densidad aunque gráficamente no se aprecia una gran variación, si existe y además es significativa, debido principalmente a las diferencias porcentuales de componentes en la leche.

Cuadro 10. Media (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) por parto

Parto	GRASA ⁺	PROTEÍNA ⁺	HUMEDAD ⁺	DENSIDAD ^{**}
1ro. (n=72)	4.14 \pm 0.78 ^{ab}	3.20 \pm 0.45 ^{ab}	86.14 \pm 1.09 ^a	1.0293 \pm 0.0017 ^b
2do. (n=48)	4.35 \pm 0.88 ^{ab}	3.31 \pm 0.40 ^b	86.21 \pm 1.25 ^a	1.0297 \pm 0.0013 ^b
3ro. (n=204)	4.13 \pm 0.99 ^a	3.06 \pm 0.40 ^a	86.75 \pm 1.29 ^{ab}	1.0280 \pm 0.0016 ^a
4to. (n=24)	4.54 \pm 1.04 ^b	3.29 \pm 0.65 ^{ab}	86.82 \pm 1.24 ^b	1.0286 \pm 0.0016 ^a
6to. (n=12)	3.65 \pm 0.68 ^a	3.23 \pm 0.040 ^a	87.12 \pm 1.32 ^b	1.0285 \pm 0.0019 ^a

^{a, b}: Literales diferentes en la misma columna indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$)

n: número de muestras empleadas para cada característica química o física por parto

+ : composición porcentual (%)

** : g/cm³

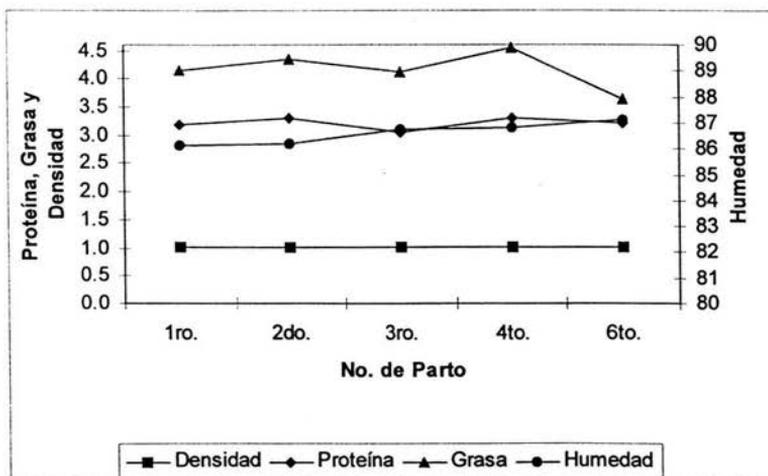


Figura 9: Efecto del no. de parto en las características fisicoquímicas de leche de razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

3.1.3 Efecto de la Etapa

Las medias y la desviación estándar para cada una de las etapas se muestra en el Cuadro 11. Al comparar entre las diferentes etapas, se encontró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) para las características fisicoquímicas evaluadas.

Cuadro 11. Medias (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) por etapa

ETAPA	Características químicas			Características físicas	
	GRASA ⁺	PROTEÍNA ⁺	HUMEDAD ⁺	ACIDEZ [*]	DENSIDAD ^{**}
1 (n=60)	4.94 \pm 0.89 ^b	3.79 \pm 0.48 ^b	85.56 \pm 0.98 ^a	20.33 \pm 3.28 ^{ab}	1.0299 \pm 0.0020 ^b
2 (n=60)	4.54 \pm 0.96 ^{ab}	3.10 \pm 0.3 ^{ab}	86.69 \pm 1.09 ^a	18.33 \pm 2.12 ^a	1.0284 \pm 0.0020 ^{ab}
3 (n=60)	3.99 \pm 0.75 ^{ab}	3.04 \pm 0.31 ^{ab}	86.78 \pm 1.09 ^{ab}	18.01 \pm 2.48 ^a	1.0287 \pm 0.0015 ^{ab}
4 (n=60)	3.79 \pm 0.71 ^a	2.94 \pm 0.28 ^a	86.76 \pm 1.38 ^{ab}	18.86 \pm 3.98 ^{ab}	1.0283 \pm 0.0017 ^{ab}
5 (n=60)	3.90 \pm 0.81 ^a	2.94 \pm 0.28 ^a	86.68 \pm 1.27 ^a	18.13 \pm 2.31 ^a	1.0281 \pm 0.0012 ^a
6 (n=60)	3.86 \pm 0.93 ^a	3.03 \pm 0.28 ^{ab}	87.04 \pm 1.29 ^b	20.37 \pm 6.67 ^b	1.0281 \pm 0.0014 ^a

^{a, b}: Literales diferentes en una misma columna indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$)

n: número de muestras empleadas para cada característica química o física por etapa.

+ : composición porcentual (%)

*: grados Domic

** : g/cm³

El porcentaje de grasa de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la etapa 1 y las etapas 4,5,6. Las etapas 2 y 3 no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás etapas. El porcentaje de proteína de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la etapa 1 y las etapas 4 y 5.

Las etapas 2, 3 y 6 no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás etapas.

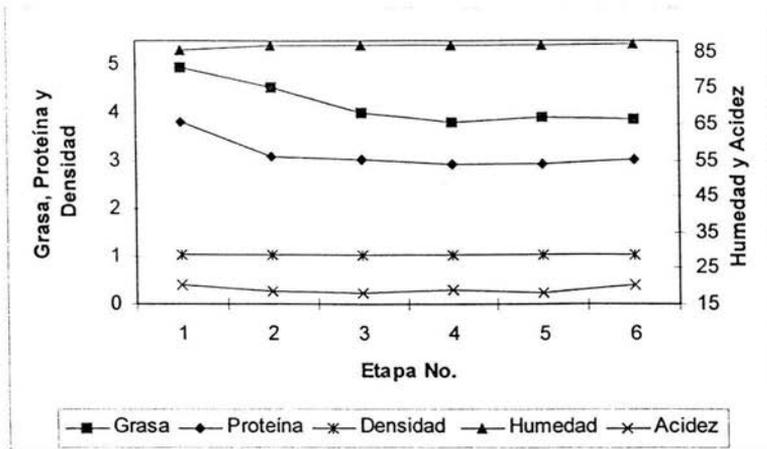


Figura 10: Efecto de la etapa en las características fisicoquímicas para leche de razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

El porcentaje de humedad de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la etapa 6 y las etapas 1, 2 y 5. Las etapas 3 y 4 no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás etapas. La acidez de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la etapa 6 y las etapas 2, 3 y 5. La etapa 4 no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás etapas.

La densidad de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la etapa 1 y las etapas 5 y 6. Las etapas 2, 3 y 4 no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás etapas.

Estas comparaciones se pueden apreciar gráficamente en la figura 10.

El comportamiento del contenido de grasa y proteína nos indica que en cuanto va transcurriendo el periodo de lactancia tienden a disminuir hasta llegar a estabilizarse y tener un valor promedio constante. Por el contrario, el contenido de humedad va aumentando.

La acidez aunque presenta variaciones, estas no se presentan en un amplio rango.

La densidad presenta variaciones, en relación a las variaciones de los componentes en la leche.

En general, el gráfico de la figura 10 muestra que después del 1er mes de lactancia los componentes de la leche tienden a presentar un valor promedio constante.

3.1.4 Efecto de interacción Raza - Parto

Al hacer la comparación entre la raza y el parto se detectó un efecto de interacción ($p < 0.05$) válido para las características fisicoquímicas estudiadas; es decir, que las características de la leche variaron tanto por el grupo racial al que pertenece como por el no. de parto. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 12.

El porcentaje de grasa de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la raza PS de 4º parto y la raza HF de 3º y 4º parto. La grasa de la leche de la raza HF de 1º y 2º parto y de la raza PS de 1º, 2º y 3º parto no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás razas y no. de parto.

El porcentaje de proteína de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la raza PS de 4º parto y la raza HF de 1º, 3º y 4º parto. La proteína de la leche de la raza HF de 2º y 6º parto y de la raza PS de 1º, 2º y 3º parto no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás razas y no. de parto.

El porcentaje de humedad de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la raza HF de 4º parto y la raza PS de 4º parto. La humedad de la leche de la raza HF de 1º, 2º, 3º y 6º parto y de la raza PS de 1º, 2º y 3º parto no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás razas y no. de parto.

La acidez de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la raza HF de 6º parto y la raza PS de 4º parto. La acidez de la leche de la raza HF de 1º, 2º, 3º y 4º parto y de la raza PS de 1º, 2º y 3º parto no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás razas y no. de parto.

La densidad de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la raza HF de 2º parto y la raza HF de 3º y 4º parto. La densidad de la leche de raza HF de 1º y 6º parto y de la raza PS de 1º, 2º, 3º y 4º parto no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás razas y no. de parto.

La interacción raza-parto puede observarse gráficamente para cada una de las características fisicoquímicas estudiadas en las figuras 11a, 11b, 11c, 11d y 11e.

La tendencia gráfica del contenido de grasa muestra que durante el 1er parto entre ambas razas no existe diferencia, que la diferencia entre razas se aprecia en forma notable a partir del 3er parto. (ver figura 11a)

El contenido de proteína durante el 1er parto para cada raza es diferente, y aunque este tiende a disminuir y aumentar entre partos, la diferencia más notoria entre las razas se da a partir del 3er parto. (ver figura 11b)

La tendencia gráfica de la humedad de la leche muestra que durante el 1er parto entre ambas razas no existe diferencia, al igual que en grasa. Las diferencias entre razas se observan a partir del 2do parto. (ver figura 11c)

En cuanto a la acidez, se observa que la leche de HF presenta mayores variaciones y tiende a ser más ácida que la leche de PS. En cambio, la acidez de la leche de PS tiende a ser similar después del 2do parto. (ver figura 11d)

La densidad de la leche de HF presenta mayores variaciones en los diferentes partos, debido a las diferencias en los componentes presentes en la leche. Sin embargo, en vacas PS se observa que las variaciones entre los diferentes partos son mínimas. (ver figura 11e)

Cuadro 12. Media (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS), de la interacción raza – parto

R	P	n	GRASA ⁺	PROTEÍNA ⁺	HUMEDAD ⁺	ACIDEZ ⁺	DENSIDAD ^{**}
HF	1	36	4.13 \pm 0.82 ^{ab}	3.10 \pm 0.32 ^a	86.07 \pm 1.00 ^{ab}	18.19 \pm 1.68 ^{ab}	1.0295 \pm 0.0017 ^{ab}
HF	2	24	4.19 \pm 0.88 ^{ab}	3.37 \pm 0.46 ^{ab}	86.03 \pm 0.98 ^{ab}	20.16 \pm 4.05 ^{ab}	1.0305 \pm 0.001 ^b
HF	3	108	3.69 \pm 0.72 ^a	2.96 \pm 0.44 ^a	87.15 \pm 1.32 ^{ab}	19.44 \pm 5.19 ^{ab}	1.0277 \pm 0.0016 ^a
HF	4	12	3.85 \pm 0.78 ^a	2.92 \pm 0.39 ^a	87.67 \pm 1.13 ^b	18.41 \pm 5.51 ^{ab}	1.0276 \pm 0.0009 ^a
HF	6	12	3.65 \pm 0.68 ^a	3.23 \pm 0.46 ^{ab}	87.12 \pm 1.32 ^{ab}	21.00 \pm 8.27 ^b	1.0285 \pm 0.0019 ^{ab}
PS	1	36	4.15 \pm 0.75 ^{ab}	3.31 \pm 0.53 ^{ab}	86.21 \pm 1.18 ^{ab}	19.66 \pm 2.47 ^{ab}	1.0291 \pm 0.0016 ^{ab}
PS	2	24	4.42 \pm 0.89 ^{ab}	3.25 \pm 0.33 ^{ab}	86.38 \pm 1.47 ^{ab}	18.37 \pm 1.46 ^{ab}	1.0290 \pm 0.0012 ^{ab}
PS	3	96	4.62 \pm 1.03 ^{ab}	3.16 \pm 0.33 ^{ab}	86.31 \pm 1.10 ^{ab}	18.38 \pm 2.35 ^{ab}	1.0284 \pm 0.0016 ^{ab}
PS	4	11	5.30 \pm 0.7 ^b	3.69 \pm 0.64 ^b	85.89 \pm 0.42 ^a	17.90 \pm 0.70 ^a	1.0298 \pm 0.0015 ^{ab}

^{a, b}: Literales diferentes en una misma columna indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$)

n: Número de muestras empleadas por característica química o física para la interacción raza- parto

+ : composición porcentual (%)

*: grados Dornic

** : g/cm³

R: raza

P: parto

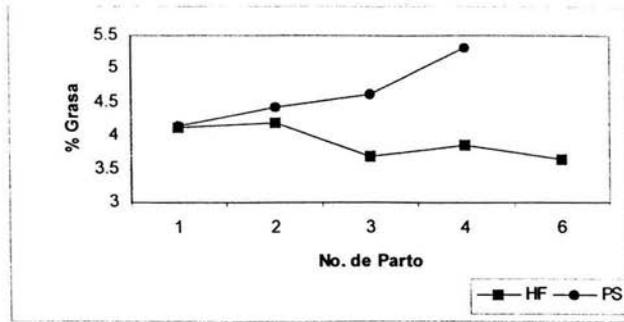


Figura 11a: Efecto de la interacción raza-parto en el porcentaje de grasa de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

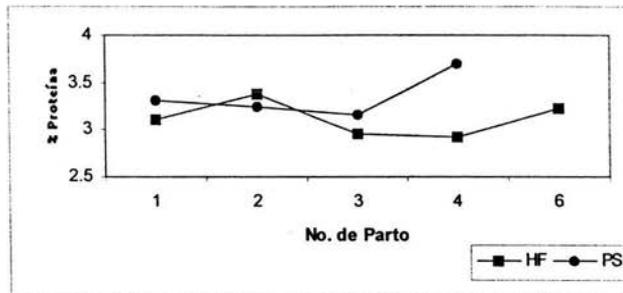


Figura 11b: Efecto de la interacción raza-parto en el porcentaje de proteína de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

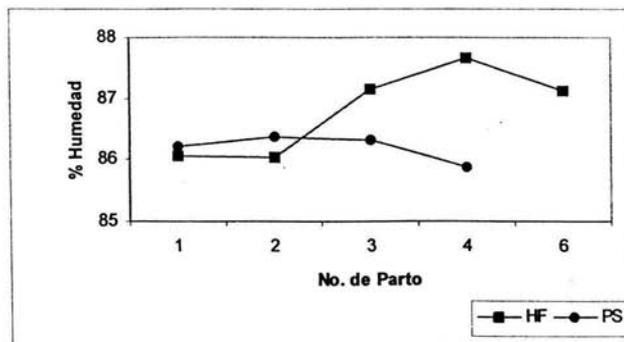


Figura 11c: Efecto de la interacción raza-parto en el porcentaje de humedad de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

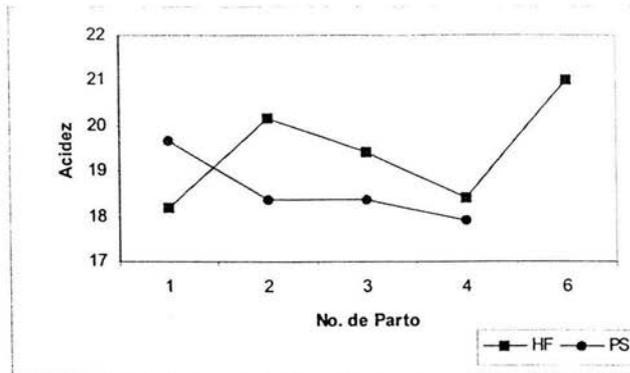


Figura 11d: Efecto de la interacción raza-parto en la acidez de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

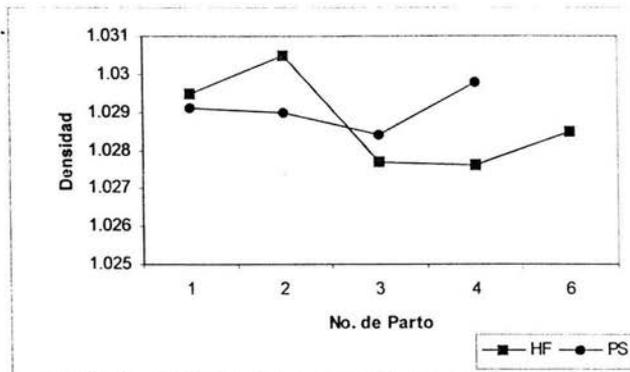


Figura 11e: Efecto de la interacción raza-parto en la densidad de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

3.1.5 Efecto de interacción Raza - Etapa

Al comparar los datos de las características estudiadas de la leche entre raza y etapa se detectó un efecto de interacción ($p < 0.05$) para el porcentaje de grasa; es decir, que el porcentaje de grasa de la leche varió tanto por la raza como por la etapa en la cual se tomó la muestra. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 13.

El porcentaje de grasa de la leche presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la 1ª etapa de las razas HF y PS, y la raza HF de 4ª, 5ª y 6ª etapa.

La grasa de la leche de raza HF de 2ª y 3ª etapa y de la raza PS de 2ª, 3ª, 4ª y 5ª etapa no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con las demás razas y no. de etapa.

El comportamiento gráfico para el porcentaje de grasa en la interacción raza-etapa puede observarse en la figura 12.

La tendencia gráfica de el porcentaje de grasa de leche nos muestra que en la 3ª etapa no existe diferencia entre ambas razas. Existiendo diferencia en el resto de las etapas, la cual es mínima en la etapa 4.

La leche de PS presentó un mayor porcentaje de grasa, el cual disminuyó hasta la 3ª etapa para volver a incrementarse en las siguientes etapas, mientras que el porcentaje de grasa de leche de HF siempre presentó tendencia a disminuir.

Cuadro 13. Medias (\pm desviación estándar) del porcentaje de grasa de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) que presentó interacción raza – etapa

RAZA	ETAPA	n	GRASA ⁺
HF	1	32	4.41 \pm 0.73 ^b
HF	2	32	4.19 \pm 0.85 ^{ab}
HF	3	32	3.97 \pm 0.73 ^{ab}
HF	4	32	3.61 \pm 0.47 ^a
HF	5	32	3.63 \pm 0.81 ^a
HF	6	32	3.32 \pm 0.56 ^a
PS	1	28	5.56 \pm 0.64 ^b
PS	2	28	4.93 \pm 0.92 ^{ab}
PS	3	28	4.01 \pm 0.78 ^{ab}
PS	4	28	3.99 \pm 0.87 ^{ab}
PS	5	28	4.21 \pm 0.70 ^{ab}
PS	6	28	4.50 \pm 0.88 ^{ab}

^{a, b}: Literales diferentes en una misma columna indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$)

n: número de muestras empleadas para el porcentaje de grasa para la interacción raza – etapa

+ : composición porcentual (%)

Etapa: tiempo en el que se tomó la muestra

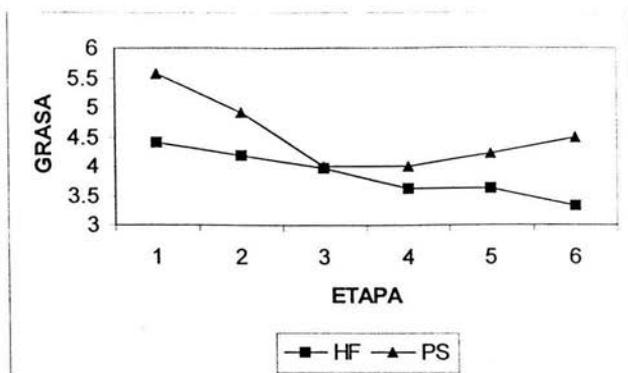


Figura 12: Efecto de la interacción raza-etapa en el porcentaje de grasa de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

3.1.6 Efecto de interacción Parto - Etapa

La comparación de las características de la leche entre el parto y la etapa en que se tomó la muestra detectó un efecto de interacción ($p < 0.05$) para las características físicas; es decir, que la acidez y densidad de la leche dependieron del no. de parto de la vaca así como de la etapa en que se tomó la muestra. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 14.

La interacción parto-etapa puede observarse de manera gráfica para acidez y densidad en las figuras 13a, 13b, 13c, 13d y 13e. La tendencia gráfica para la acidez en el 1er parto muestra un comportamiento estable a partir de la 2da etapa, presentando la mayor diferencia en la 1ra etapa. La densidad presentó tendencia a disminuir en todas las etapas. (ver figura 13a)

Gráficamente se observa que en el 2do parto la acidez presenta la diferencia más marcada en la 1ra etapa, a pesar de que en el resto de las etapas no se nota una diferencia muy marcada esta si es significativa. La tendencia gráfica de la densidad es disminuir e incrementarse, a partir de la 4ta etapa disminuye y es en la 1ra etapa en la cual se presenta la diferencia más marcada en la etapa 1. (ver figura 13b)

La acidez durante el 3er parto para cada etapa es diferente, y aun cuando tiende a disminuir y aumentar entre etapas, la diferencia más notoria se observa en la 1ra etapa. La tendencia gráfica de la densidad no presentó diferencia entre las etapas 5 y 6, con

tendencias a disminuir e incrementarse en todas las etapas, la mayor diferencia se observa en la 1ra etapa. (ver figura 13c)

El comportamiento gráfico de la acidez en el 4° parto presenta tendencia a disminuir, con la mayor variación en la etapa 4 en la cual se incrementa significativamente. Mientras que la densidad muestra una tendencia clara a disminuir, con la mayor variación en la etapa 1. (ver figura 13d)

Durante el 6° parto la acidez tiende a un comportamiento gráfico constante, aún cuando si existe diferencia entre los valores observados, la diferencia más clara se observa en la etapa 6, con un claro incremento. La densidad presenta una tendencia a disminuir hasta volverse constante en las últimas etapas. (ver figura 13e)

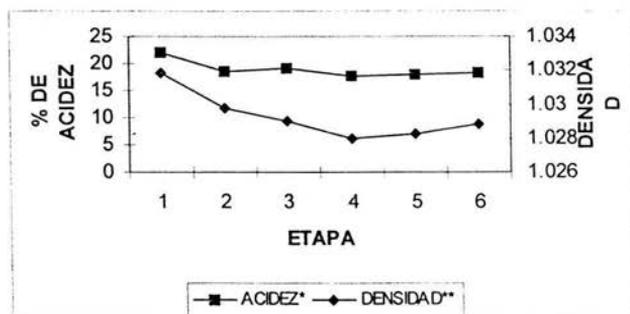


Figura 13a: Efecto de la interacción 1er parto-etapa en la acidez y densidad de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo suizo (PS)

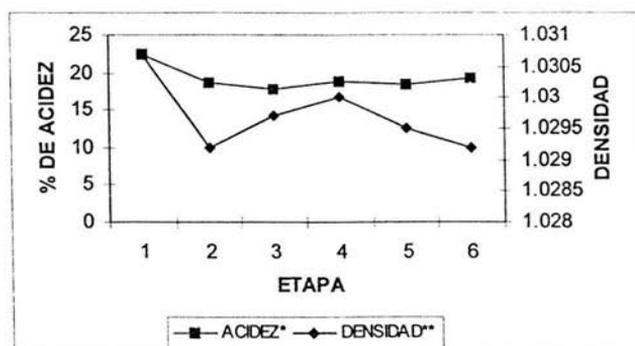


Figura 13b: Efecto de la interacción 2° parto-etapa en la acidez y densidad de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo suizo (PS)

Cuadro 14. Media (\pm desviación estándar) de las características físicas de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) que presentaron interacción parto - etapa

PARTO	ETAPA	N	ACIDEZ*	DENSIDAD**
1	1	12	22.16 \pm 2.12 ^b	1.0318 \pm 0.0011 ^b
1	2	12	18.58 \pm 0.79 ^{ab}	1.0298 \pm 0.0016 ^{ab}
1	3	12	19.08 \pm 2.84 ^{ab}	1.0290 \pm 0.0008 ^{ab}
1	4	12	17.58 \pm 0.51 ^{ab}	1.0280 \pm 0.0013 ^{ab}
1	5	12	17.83 \pm 1.69 ^{ab}	1.0283 \pm 0.0009 ^{ab}
1	6	12	18.33 \pm 0.65 ^{ab}	1.0288 \pm 0.0012 ^{ab}
2	1	8	22.50 \pm 6.52 ^b	1.0307 \pm 0.0013 ^{ab}
2	2	8	18.75 \pm 0.88 ^{ab}	1.0292 \pm 0.0024 ^{ab}
2	3	8	17.75 \pm 0.70 ^{ab}	1.0297 \pm 0.0008 ^{ab}
2	4	8	18.87 \pm 0.83 ^{ab}	1.0300 \pm 0.0007 ^{ab}
2	5	8	18.50 \pm 0.92 ^{ab}	1.0295 \pm 0.0009 ^{ab}
2	6	8	19.25 \pm 2.31 ^{ab}	1.0292 \pm 0.0008 ^{ab}
3	1	34	19.47 \pm 2.24 ^{ab}	1.0288 \pm 0.0017 ^{ab}
3	2	34	18.32 \pm 2.70 ^{ab}	1.0276 \pm 0.0016 ^a
3	3	34	17.79 \pm 2.73 ^{ab}	1.0285 \pm 0.0017 ^{ab}
3	4	34	18.88 \pm 4.41 ^{ab}	1.0281 \pm 0.0018 ^{ab}
3	5	34	18.47 \pm 2.76 ^{ab}	1.0277 \pm 0.0012 ^a
3	6	34	20.73 \pm 7.25 ^{ab}	1.0277 \pm 0.0015 ^a
4	1	4	18.25 \pm 0.50 ^{ab}	1.0305 \pm 0.0017 ^{ab}
4	2	4	17.00 \pm 1.15 ^a	1.0285 \pm 0.0028 ^{ab}
4	3	4	17.25 \pm 1.50 ^a	1.0285 \pm 0.0005 ^{ab}
4	4	4	24.00 \pm 6.92 ^b	1.0290 \pm 0.0011 ^{ab}
4	5	4	16.50 \pm 0.57 ^a	1.0280 \pm 0.0000 ^{ab}
4	6	4	15.75 \pm 1.52 ^a	1.0273 \pm 0.0005 ^{ab}
6	1	2	19.50 \pm 0.70 ^{ab}	1.0320 \pm 0.0000 ^b
6	2	2	18.00 \pm 0.00 ^{ab}	1.0300 \pm 0.0000 ^{ab}
6	3	2	18.00 \pm 0.00 ^{ab}	1.0280 \pm 0.0000 ^{ab}
6	4	2	16.00 \pm 0.00 ^a	1.0270 \pm 0.0000 ^a
6	5	2	16.00 \pm 0.00 ^a	1.0270 \pm 0.0000 ^a
6	6	2	28.50 \pm 0.00 ^b	1.0270 \pm 0.0000 ^a

^{a, b}: Literales diferentes en una misma columna indican las diferencias significativas de las medias ($p < 0.05$)

n: número de muestras empleadas por característica física para la interacción parto - etapa

*: grados Domic

** : g/cm³

Etapa: tiempo en el que se tomó la muestra

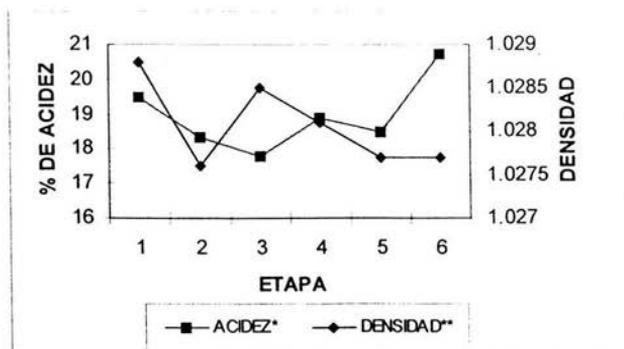


Figura 13c: Efecto de la interacción 3er parto-etapa en la acidez y densidad de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo suizo (PS)

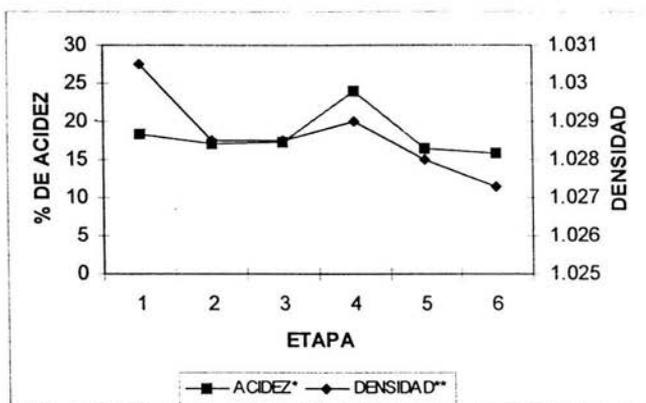
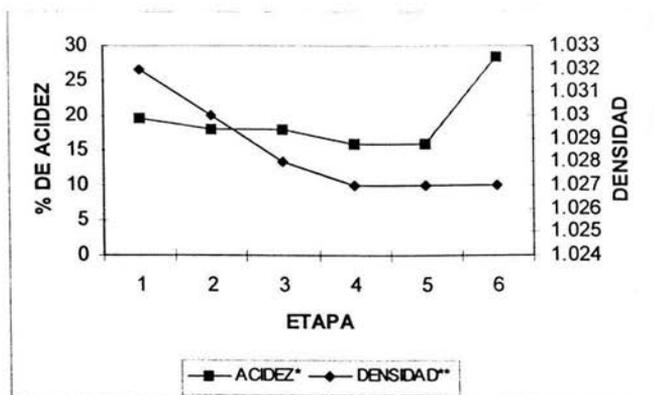


Figura 13d: Efecto de la interacción 4º parto-etapa en la acidez y densidad de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo suizo (PS)

Los resultados de la interacción para la acidez de la leche presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre 1^{er} parto - 1^a etapa, 2^o parto - 1^a etapa, 4^o parto - 4^a etapa, 6^o parto - 6^a etapa y 4^o parto - 2^a, 3^a, 5^a, 6^a etapa, y 6^o parto - 4^a, 5^a, 6^a etapa.

El 3^{er} parto en sus 6 etapas no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) con los demás partos y etapas. Se observó que los resultados de la interacción parto - etapa para la densidad de la leche presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el 1^{er} parto - 1^a etapa, 6^o parto - 1^a etapa y el 3^{er} parto - 2^a, 5^a, 6^a etapa, y 6^o parto - 4^a, 5^a, 6^a etapa.

El 2^o y 4^o parto en sus 6 etapas correspondientes no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) con los demás partos y etapas.



Figuras 13e: Efecto de la interacción 6°parto-etapa en la acidez y densidad de la leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo suizo (PS)

3.1.7 Efecto de interacción Raza – Parto - Etapa

La comparación de las características de la leche para la interacción raza - parto - etapa, detectó un efecto de interacción ($p < 0.05$) para el porcentaje de humedad y la densidad; es decir, que estas características variaron, tanto por la raza, el parto y la etapa. Las medias y la desviación estándar para la interacción raza - parto - etapa se muestran en los Cuadros 15 y 16.

Se encontró que los resultados de la interacción raza - parto - etapa para la humedad de la leche no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las razas HF y PS para el 2° parto - 1ª etapa.

La humedad de la leche de vacas HF no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre el 4° y 6° parto para la 4ª, 5ª y 6ª etapa.

El porcentaje de humedad de vacas HF en la 1ª etapa para 2° y 6° parto no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$).

La humedad de la leche de vacas HF de 2° parto - 4ª etapa presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) con la humedad de la leche de vacas PS de 2° parto - 4ª etapa.

La humedad de la leche de vacas HF de 4° parto - 5ª y 6ª etapa presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) con la humedad de la leche de vacas PS de 4° parto - 5ª y 6ª etapa.

Se observó que la interacción raza - parto - etapa para la densidad de la leche presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las razas HF y PS para 2º parto - 2ª etapa y 4º parto - 2ª y 4ª etapa.

La densidad de la leche de la raza HF no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) para 1º parto - 1ª y 2ª etapa, 2º parto - 1ª y 2ª etapa y 6º parto - 1ª y 2ª etapa.

No se presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en los valores de densidad de la leche de la raza HF para el 2º parto en sus 6 etapas.

La humedad es una característica de la leche que al presentarse la disminución en los componentes de la misma tiende a incrementarse, contrario a la densidad la cual disminuye, lo que se observa gráficamente para leche de HF y en relación con el parto y la etapa en las figuras 14a y 14b.

La tendencia gráfica de la humedad para los partos 3, 4 y 6 es incrementarse, mientras que los partos restantes se incrementan y disminuyen en las diferentes etapas. La etapa en la cual gráficamente se observa menor diferencia es la 2da. (ver figura 14a)

Gráficamente la densidad por parto presenta tendencia a disminuir, estabilizándose en las últimas etapas, y observándose diferencia para todas las etapas. El 2º parto tiene un comportamiento constante en todas las etapas, y la mayor diferencia se observa en la 2da etapa. (ver figura 14b)

La interacción PS-parto-etapa para humedad y densidad de leche puede observarse gráficamente en las figuras 15a y 15b.

El comportamiento gráfico de la humedad presenta diferencias marcadas en todas las etapas y para todos los partos, con un comportamiento que tiende a incrementarse y disminuir, con un porcentaje mayor al inicial en la última etapa. (ver figura 15a)

Gráficamente se observa que la densidad en la interacción PS-parto-etapa tiende a incrementar y disminuir para todos los partos en las diferentes etapas; presentando la mayor diferencia en las dos primeras etapas y llegando a una densidad menor a la inicial en las últimas etapas. (ver figura 15b)

Cuadro 15. Media (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de raza Holstein Friesian (HF) que presentaron interacción raza- parto- etapa

RAZA	PARTO	ETAPA	n	HUMEDAD ⁺	DENSIDAD ^{**}
HF	1	1	6	85.82 \pm 0.16 ^{ab}	1.0323 \pm 0.0005 ^b
HF	1	2	6	86.67 \pm 0.71 ^{ab}	1.0306 \pm 0.0013 ^b
HF	1	3	6	86.09 \pm 0.65 ^{ab}	1.0286 \pm 0.0005 ^{ab}
HF	1	4	6	85.43 \pm 0.63 ^a	1.0286 \pm 0.0013 ^{ab}
HF	1	5	6	86.23 \pm 1.26 ^{ab}	1.0280 \pm 0.0008 ^{ab}
HF	1	6	6	86.17 \pm 1.74 ^{ab}	1.0286 \pm 0.0010 ^{ab}
HF	2	1	4	84.87 \pm 0.32 ^a	1.0310 \pm 0.0011 ^b
HF	2	2	4	86.52 \pm 1.28 ^{ab}	1.0310 \pm 0.0023 ^b
HF	2	3	4	85.98 \pm 0.46 ^{ab}	1.0305 \pm 0.0005 ^b
HF	2	4	4	86.90 \pm 0.38 ^{ab}	1.0305 \pm 1.0005 ^b
HF	2	5	4	85.31 \pm 0.48 ^a	1.0300 \pm 0.0000 ^b
HF	2	6	4	86.62 \pm 0.88 ^{ab}	1.0300 \pm 0.0000 ^b
HF	3	1	18	86.55 \pm 0.95 ^{ab}	1.0293 \pm 0.002 ^{ab}
HF	3	2	18	87.17 \pm 1.35 ^{ab}	1.0275 \pm 0.0013 ^a
HF	3	3	18	87.22 \pm 1.32 ^{ab}	1.0276 \pm 0.0015 ^a
HF	3	4	18	87.24 \pm 1.39 ^{ab}	1.0275 \pm 0.0010 ^a
HF	3	5	18	87.11 \pm 1.41 ^{ab}	1.0271 \pm 0.0012 ^a
HF	3	6	18	87.57 \pm 1.43 ^b	1.0273 \pm 0.0017 ^a
HF	4	1	2	86.22 \pm 0.75 ^{ab}	1.0290 \pm 0.0000 ^{ab}
HF	4	2	2	87.04 \pm 1.25 ^{ab}	1.0260 \pm 0.0000 ^a
HF	4	3	2	87.01 \pm 0.42 ^{ab}	1.0280 \pm 0.0000 ^a
HF	4	4	2	88.61 \pm 0.40 ^b	1.0280 \pm 0.0000 ^a
HF	4	5	2	88.59 \pm 0.82 ^b	1.0280 \pm 0.0000 ^a
HF	4	6	2	88.57 \pm 0.08 ^b	1.0270 \pm 0.0000 ^a
HF	6	1	2	84.87 \pm 1.02 ^a	1.0320 \pm 0.0000 ^b
HF	6	2	2	86.73 \pm 0.32 ^{ab}	1.0300 \pm 0.0000 ^b
HF	6	3	2	87.12 \pm 0.31 ^{ab}	1.0280 \pm 0.0000 ^a
HF	6	4	2	88.08 \pm 0.97 ^b	1.0270 \pm 0.0000 ^a
HF	6	5	2	87.90 \pm 0.61 ^b	1.0270 \pm 0.0000 ^a
HF	6	6	2	87.93 \pm 1.24 ^b	1.0270 \pm 0.0000 ^a

^{a, b}: Literales diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

n: número de muestras empleadas por característica química y física para la interacción raza- parto- etapa

+ : composición porcentual (%)

** : g/cm³

Etapa: tiempo en el que se tomó la muestra

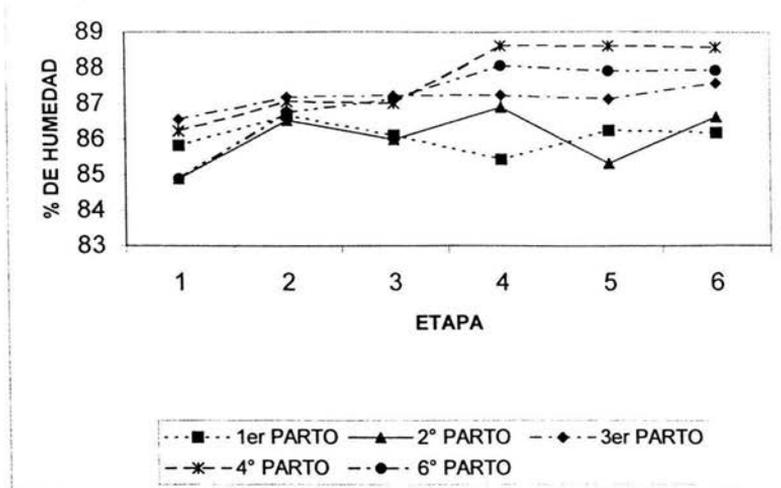


Figura 14a: Efecto de la interacción raza-parto-etapa en el porcentaje de humedad de leche de Holstein Friesian (HF)

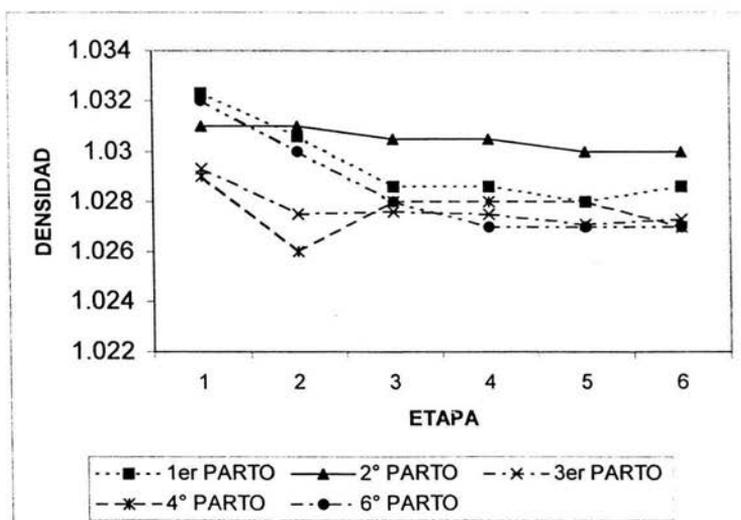


Figura 14b: Efecto de la interacción raza-parto-etapa en la densidad de leche de Holstein Friesian (HF)

Cuadro 16. Medias (\pm desviación estándar) de las características fisicoquímicas de la leche de raza Pardo Suizo (PS) que presentaron interacción raza - parto – etapa

RAZA	PARTO	ETAPA	n	HUMEDAD ⁺	DENSIDAD ^{**}
PS	1	1	6	84.86 \pm 0.33 ^a	1.0313 \pm 0.0013 ^b
PS	1	2	6	86.43 \pm 0.42 ^{ab}	1.0290 \pm 0.0015 ^{ab}
PS	1	3	6	87.08 \pm 1.14 ^{ab}	1.0293 \pm 0.0010 ^{ab}
PS	1	4	6	86.64 \pm 1.58 ^{ab}	1.0273 \pm 0.0010 ^a
PS	1	5	6	85.68 \pm 0.79 ^{ab}	1.0286 \pm 0.0010 ^{ab}
PS	1	6	6	86.59 \pm 1.12 ^{ab}	1.0290 \pm 0.0015 ^{ab}
PS	2	1	4	84.32 \pm 0.68 ^a	1.0305 \pm 0.0017 ^b
PS	2	2	4	85.94 \pm 1.35 ^{ab}	1.0275 \pm 0.0005 ^a
PS	2	3	4	87.05 \pm 0.67 ^{ab}	1.0290 \pm 0.0000 ^{ab}
PS	2	4	4	85.74 \pm 1.15 ^{ab}	1.0295 \pm 0.0005 ^{ab}
PS	2	5	4	87.85 \pm 0.47 ^b	1.0290 \pm 0.0011 ^{ab}
PS	2	6	4	87.40 \pm 1.02 ^b	1.0285 \pm 0.0005 ^{ab}
PS	3	1	16	85.06 \pm 0.43 ^a	1.0282 \pm 0.0013 ^{ab}
PS	3	2	16	86.27 \pm 0.93 ^{ab}	1.0277 \pm 0.0019 ^a
PS	3	3	16	86.58 \pm 1.06 ^{ab}	1.0293 \pm 0.0016 ^{ab}
PS	3	4	16	86.69 \pm 1.39 ^{ab}	1.0287 \pm 0.0022 ^{ab}
PS	3	5	16	86.54 \pm 0.81 ^{ab}	1.0285 \pm 0.0007 ^{ab}
PS	3	6	16	86.71 \pm 0.92 ^{ab}	1.0282 \pm 0.0011 ^{ab}
PS	4	1	2	85.63 \pm 0.34 ^{ab}	1.0320 \pm 0.0000 ^b
PS	4	2	2	86.36 \pm 0.08 ^{ab}	1.0310 \pm 0.0000 ^b
PS	4	3	2	85.88 \pm 0.01 ^{ab}	1.0290 \pm 0.0000 ^{ab}
PS	4	4	2	85.93 \pm 0.16 ^{ab}	1.030 \pm 0.0000 ^b
PS	4	5	2	85.43 \pm 0.60 ^{ab}	1.0280 \pm 0.0000 ^a
PS	4	6	2	86.40 \pm 0.00 ^a	1.0280 \pm 0.0000 ^a

^{a,b}: literales diferentes en una misma columna indican diferencia significativa de las medias ($p < 0.05$)

n: número de muestras empleadas por característica física para la interacción raza - parto – etapa

+ : composición porcentual (%)

** : g/cm³

Etapa: tiempo en el que se tomó la muestra

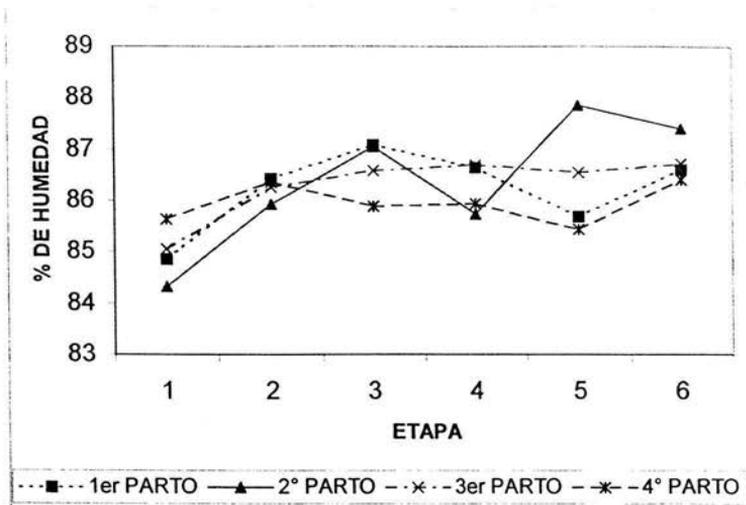


Figura 15a: Efecto de la interacción raza-parto-etapa en el porcentaje de humedad de leche de Pardo Suizo (PS)

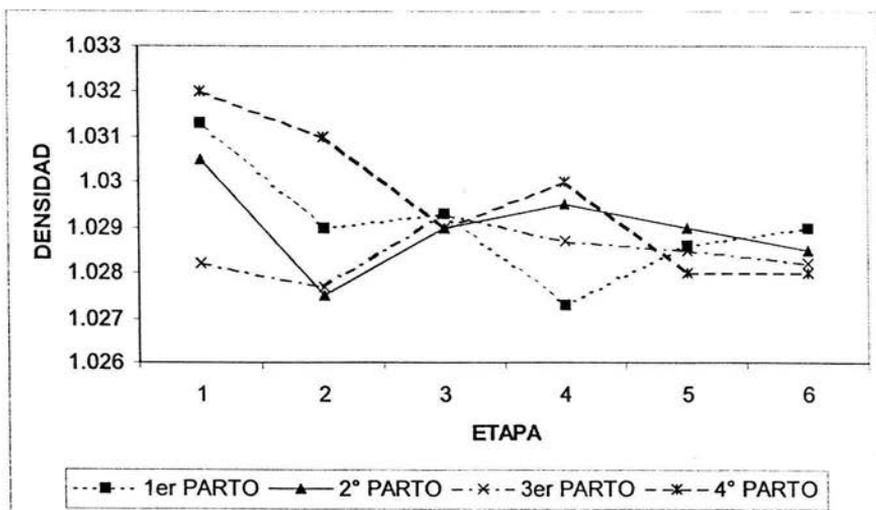


Figura 15b: Efecto de la interacción raza-parto-etapa en la densidad de leche de Pardo Suizo (PS)

3.2 ESTABILIDAD AL CALOR

La prueba de estabilidad al calor permitió conocer si es posible someter la leche estudiada a tratamientos térmicos con el propósito de transformarla, como es el caso de la elaboración de quesos, leches condensadas, evaporadas, etc. La inestabilidad de la leche se manifiesta con la presencia de grumos al agregar el alcohol a la muestra. Dicha prueba se llevó a cabo con leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS), para cada vaca considerando el número de parto, así como las 6 etapas de muestreo. Las muestras que resultaron estables al calor fueron enunciadas con las siglas EE (etapas estables), y por lo tanto las que no fueron estables al calor como EI (etapas inestables). De los resultados obtenidos en la prueba de estabilidad al calor para leche de vacas Holstein Friesian (HF) se encontró lo siguiente:

El 31.25% de las muestras de leche fueron estables en las 6 etapas mientras que el 68.75% de las muestras presentaron inestabilidad al calor en 1, 2 o 3 etapas.

Se presentó inestabilidad al calor en una etapa en el 25.0% de las muestras de leche.

La inestabilidad al calor en dos etapas se presentó en el 25% de los casos.

La inestabilidad al calor en tres etapas se presentó en el 18.75% de los casos.

De los resultados obtenidos en la prueba de estabilidad al calor para leche de la raza Pardo Suizo (PS) se encontró lo siguiente:

Se encontró una estabilidad en el 50% de los casos al igual que las muestras que se presentaron con inestabilidad al calor.

Se presentó inestabilidad al calor en una etapa en el 21.43% de las muestras de leche.

La inestabilidad al calor en dos etapas se presentó en el 14.28% de los casos.

La inestabilidad al calor en cuatro etapas se presentó en el 14.28% de los casos.

Los resultados para la evaluación de estabilidad al calor se muestran en el Cuadro 17.

La tendencia gráfica de la estabilidad al calor para leche de HF y PS en las diferentes etapas se puede apreciar en las figuras 16a y 16b.

La leche de HF presentó mayor porcentaje de inestabilidad para 1, 2 y 3 etapas, que estabilidad en las 6 cuyo porcentaje fue de 31.25%. (ver figura 16a)

El comportamiento gráfico de la estabilidad de leche de PS presentó estabilidad igual a la inestabilidad para las etapas con un 50% del total.(ver figura 16b)

Cuadro 17. Valores reportados para la evaluación de estabilidad al calor de leche de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

Raza	No. Parto	Estabilidad al calor						Total EE	Inestabilidad al calor						Total EI	
		ETAPAS							ETAPAS							
		1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		
HF	1	*	*	*	*	*	*	6								0
HF	1		*	*	*	*	*	5	*							1
HF	1		*	*	*	*	*	5	*							1
HF	2	*	*	*	*	*	*	6								0
HF	2	*	*	*	*	*	*	6								0
HF	3	*	*	*	*	*	*	6								0
HF	3	*	*	*	*	*	*	6								0
HF	3		*	*	*	*	*	5	*							1
HF	3		*	*	*	*	*	5	*							1
HF	3	*		*	*	*		4		*					*	2
HF	3	*		*	*			3		*				*	*	3
HF	3			*	*	*		3	*	*					*	3
HF	3		*	*	*		*	4	*				*			2
HF	3		*	*			*	3	*			*	*			3
HF	4		*	*		*	*	4	*			*				2
HF	6		*	*	*	*	*	4	*					*		2
PS	1		*	*	*	*	*	5	*							1
PS	1		*	*	*	*	*	5	*							1
PS	1	*	*		*	*	*	5			*					1
PS	2	*	*	*	*	*	*	6								0
PS	2			*	*	*	*	4	*	*						2
PS	3	*	*	*	*	*	*	6								0
PS	3	*	*	*	*	*	*	6								0
PS	3			*	*			2	*	*				*	*	4
PS	3			*	*	*	*	4	*	*						2
PS	3				*	*		2	*	*	*	*				4
PS	3	*	*	*	*	*	*	6								0
PS	3	*	*	*	*	*	*	6								0
PS	3	*	*	*	*	*	*	6								0
PS	4	*	*	*	*	*	*	6								0

EE: Etapas estables

EI: Etapas inestables

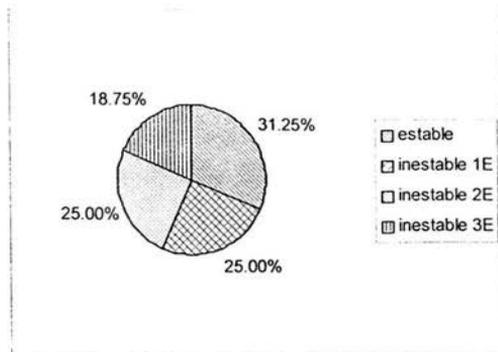


Figura 16a: Comportamiento en porcentajes de la estabilidad de leche de Holstein Friesian (HF) en función de las etapas

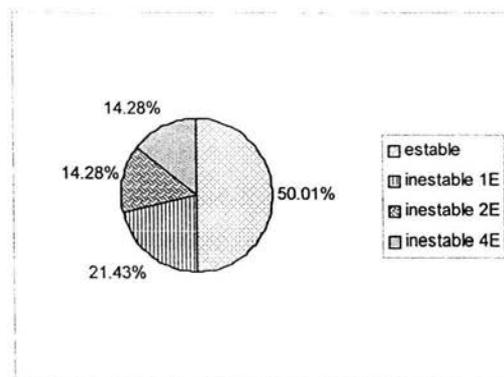


Figura 16b: Comportamiento en porcentajes de la estabilidad de leche de Pardo Suizo (PS) en función de las etapas

3.3 PRODUCCIÓN LÁCTEA

Los resultados obtenidos para la producción láctea comparando las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) se presentan a continuación. Los valores del análisis de varianza de la producción láctea de las razas estudiadas se muestran en el Cuadro B del anexo 2. Los efectos de raza, etapa, interacción raza x etapa, interacción parto x etapa e interacción raza x parto x etapa no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$).

3.3.1 Efecto del No. de Parto

Al hacer la comparación entre los partos de las razas HF y PS, se encontró que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) para la producción láctea. Las medias y la desviación estándar para cada parto se muestran en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Media (\pm desviación estándar) de la producción láctea (l/día) de las razas Holstein friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) por parto

Parto	Producción láctea (l/día)
1	24.94 \pm 3.55 ^b
2	26.20 \pm 2.93 ^b
3	27.49 \pm 3.90 ^b
4	21.65 \pm 3.95 ^{ab}
6	16.66 \pm 1.02 ^a

La producción láctea no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre el 1º, 2º y 3º parto. El 6º parto presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el 1º, 2º y 3º parto, más no así con el 4º parto. En la tendencia gráfica de la producción de acuerdo al no. de parto, se puede observar que no existe una gran diferencia entre la ubicación de los tres primeros partos y que estos son mayores en comparación con el descenso que presentan los puntos correspondientes al 4º y 6º parto. La producción máxima se localiza en el 3er parto y la mínima en el parto no. 6. (ver figura 17)

3.3.2 Efecto de Interacción Raza – Parto

Al hacer la comparación entre raza y parto para la producción láctea se detectó un efecto de interacción ($p < 0.05$); es decir, que la producción láctea varió tanto por la raza como por el no. de parto. Las medias y la desviación estándar para esta interacción se muestran en el Cuadro 19. La producción láctea no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre el 1º, 2º y 3º parto de la raza HF y el 3º parto de la raza PS.

La producción láctea no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) entre el 4º y 6º parto de la raza HF.

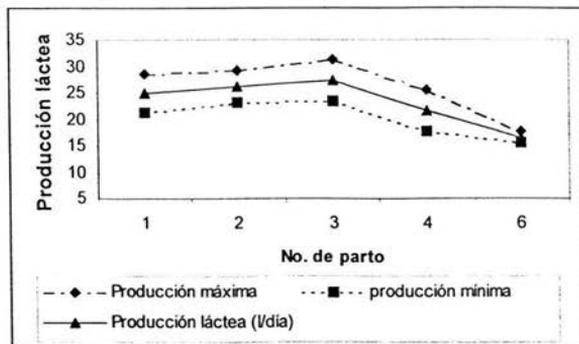


Figura 17: Comportamiento de la Producción láctea de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) por parto

En las figuras 18a y 18b se presenta la tendencia gráfica de la producción de acuerdo a la raza y no. de parto, en donde se puede observar que a partir del 3^{er} parto la producción de leche de la raza PS es mayor que la raza HF. El comportamiento gráfico de la producción para leche de HF en sus diferentes partos conserva la tendencia general, teniendo la máxima producción en el 3er parto y disminuyendo notablemente hacia el 6^o parto. (ver figura 18a) En cambio la tendencia gráfica para leche de PS presenta la producción mínima en el 1^o parto y al igual que en la leche de HF la producción máxima se observa en el 3er parto. (ver figura 18b)

Cuadro 19. Media (\pm desviación estándar) de la Producción láctea (l/día) de las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) que presentó interacción raza - parto

Interacción		Producción
Raza	Parto	Láctea (l/día)
HF	1	26.55 \pm 1.96 ^b
HF	2	27.33 \pm 2.05 ^b
HF	3	27.02 \pm 3.66 ^b
HF	4	18.50 \pm 2.89 ^a
HF	6	16.66 \pm 1.02 ^a
PS	1	23.33 \pm 4.04 ^{ab}
PS	2	25.08 \pm 3.28 ^{ab}
PS	3	28.02 \pm 4.10 ^b
PS	4	25.09 \pm 0.53 ^{ab}

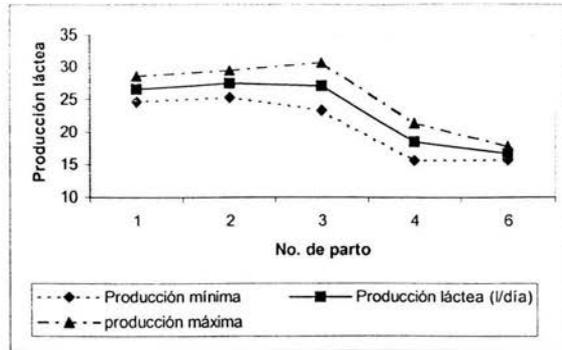


Figura 18a: Comportamiento de la Producción láctea de Holstein Friesian (HF) para la interacción raza – parto

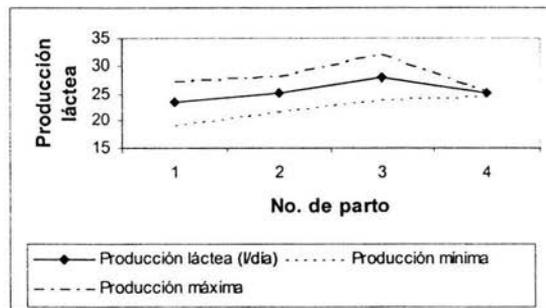


Figura 18b: Comportamiento de la Producción láctea de Pardo Suizo (PS) para la interacción raza - parto

Las tendencias de las desviaciones a nivel general muestran que existe el mismo comportamiento que puede observarse en las figuras 18a y 18b, lo que significa que el factor que está presente en la desviación de los puntos evaluados en el presente trabajo siempre presenta la misma variabilidad con respecto a los valores promedio.

PARTE 4

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En sistemas intensivos de producción lechera son bien conocidos los factores que afectan la curva de producción (genética, condiciones ambientales, edad, nutrición); no obstante, dada la heterogeneidad de los sistemas en pequeña escala, se deben de realizar estimaciones regionales para poder estudiar y mejorar la situación de la producción lechera en estas zonas. Las características de calidad de la leche no han sido suficientemente estudiadas en México, y mucho menos en regiones de producción en pequeña escala. Se sabe que la producción de leche en pequeña escala aporta cerca del 25% del total de la producción nacional y el 35% del consumo.^{30,31}

En la literatura a la que se ha tenido acceso no se han encontrado estudios similares, sin embargo, diversos estudios realizados en áreas como la producción de bovinos lecheros y aspectos tecnológicos para elaboración de productos lácteos coinciden con algunos de los resultados obtenidos en la presente investigación.^{30,31} Se emplearon las razas Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS) debido a que son las de mayor producción y las más difundidas para la explotación lechera en México.

4.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

En los dos grupos raciales estudiados se encontraron diferencias significativas en el contenido de grasa, proteína y humedad de la leche; de estas características se apreció una diferencia marcada entre la raza HF y PS (ver Cuadro 9). Esto contrasta con observaciones hechas por otros investigadores, quienes también detectaron diferencias significativas en la composición química de la leche de HF en comparación con otros grupos raciales.

La composición de la leche se ve afectada por factores tales como: la raza, variaciones individuales dentro de cada raza, etapa de lactancia, sanidad, edad de la vaca y los aspectos nutricionales.^{32, 33, 34} Del efecto de estos factores, se ha observado que las concentraciones de grasa y proteína son las que presentan mayores variaciones en comparación con otros componentes propios de la leche.

En algunos estudios generalizados sobre la producción de leche se ha encontrado que la fase de lactación y la condición de la vaca afecta el contenido de grasa, tendiendo a ser

baja cuanto más avanzada es la edad de la vaca y puede presentar un incremento cuando existe un problema o enfermedad del animal.³⁵

Datos disponibles indican que el porcentaje de grasa varía muy poco durante sus primeros seis periodos de lactancia, después de ese tiempo existe una disminución gradual. Las vacas producen aproximadamente 25 % más de leche en la madurez (6 años) que cuando tienen dos años de edad.^{6,7,8}

También se ha encontrado que el ambiente y el estado fisiológico de la vaca condicionan la cantidad y calidad, principalmente, de la grasa y proteína de la leche, y por lo tanto se condiciona el rendimiento de la leche al momento de elaborar un producto lácteo.³⁶

En cuanto al aspecto nutricional, cuando la energía de la dieta de la vaca es baja el contenido de proteína en la leche desciende entre un 0.1% y un 0.4%. Por el contrario, un exceso de energía en la dieta ocasiona un efecto negativo sobre la cantidad de grasa de la leche.³⁶

Con respecto a las variaciones de los componentes de la leche es importante mencionar que la variación en el contenido de humedad, que presenta diferencias significativas ($p < 0.05$), provoca que los demás componentes aumenten su porcentaje. Por lo tanto, el porcentaje de proteína y grasa en la leche de PS (3.24% y 4.53%) es mayor que en la leche de HF (3.05% y 3.85%).

En un estudio realizado por Covington (1993) en distintas razas encontró diferencias significativas en el contenido de grasa y proteína de la leche. Los valores promedio para la raza HF de los contenidos de grasa (3.66%) y proteína (3.19%) fueron los más bajos en comparación con los obtenidos con otras razas como Ayrshire, Guernsey, Jersey y Pardo Suizo. En el mismo estudio se encontró que los valores promedio para la raza PS de los contenidos de grasa (4.02%) y proteína (3.56%) fueron más altos que los obtenidos para las razas HF y Ayrshire, pero se encontraron por debajo de los obtenidos para la raza Guernsey y Jersey.³⁷

De estos valores se puede observar que la composición promedio de la leche de vacas HF de esta investigación presentan hasta un 4.93% más de grasa y un 4.39% menos de proteína, y que la composición promedio de la leche de vacas PS de esta investigación presentan hasta un 11.26% más de grasa y un 8.99% menos de proteína. Aquí, es importante considerar que la grasa y proteína presentes en la leche permiten que se distinguen algunas características sensoriales deseables en los productos lácteos, principalmente en la textura, el aroma y color de los productos, además de que son

componentes que presentan cambios interesantes durante la transformación tecnológica de la leche (coagulación, emulsificación).^{10, 12, 31, 36}

En los rendimientos queseros son considerados los contenidos de proteína y grasa de la leche para determinar la cantidad de queso, ya que a mayor cantidad de estos componentes mayor cantidad de queso se obtiene. Para determinar este rendimiento tiene una gran influencia la relación del cociente grasa/proteína, ya que se ha encontrado que a relaciones de este cociente por arriba de 1.4 se presentan grandes pérdidas de grasa en la elaboración de quesos.³⁶

Para el presente estudio la relación del cociente grasa/proteína para HF es de 1.26 y para PS es de 1.39, esto se verá reflejado en las características de los productos lácteos a los que se destine la leche de las razas estudiadas. Siendo más favorable la recuperación de grasa para los productos elaborados a partir de la leche de HF que los elaborados a partir únicamente de leche de PS.

El contenido de grasa resultó ser mayor en PS, lo que provoca que la relación grasa/proteína se acerque a 1.4, es por eso, que se hace más difícil emulsionar cantidades mayores de grasa.³⁶

Los datos obtenidos en esta investigación coinciden con que el contenido de proteína y grasa de la leche se correlacionan con la genética individual de los animales.³⁶ Y además se puede corroborar con los datos de rendimiento quesero que obtuvo Covington (1993) en la elaboración de un queso Cheddar, donde el rendimiento para la raza HF (11.54) y PS (11.07) fueron de los más altos en comparación con otras razas.³⁷

Medina et al. (1997) reportaron que los porcentajes de grasa y proteína de la leche de vacas HF Neocelandesas son más altos que en HF Americanas, de estos datos se puede nuevamente ver que existe una relación entre los componentes químicos de la leche y la genética individual de los animales de una misma raza.³²

Por otro lado, las diferencias en la composición química y las características físicas de la leche según el número de parto de las vacas se presentaron en el Cuadro 10, identificándose diferencias significativas ($p < 0.05$) en el contenido de grasa, proteína, humedad y en la densidad de la leche.

La mayor proporción de grasa se presentó en el 4º parto y la menor en el 6º parto, pero el contenido de grasa de la leche de vacas de 1er parto se vio incrementado hasta el 2º parto, descendió y se incrementó en el 4º parto, mientras que a partir del 6º parto se vio disminuido nuevamente. Para el caso del contenido de proteína se registró un aumento del 1er parto al 2º, pero a partir del 3er parto disminuyó el porcentaje de proteína. Esto

contrasta con las revisiones hechas por Canales et al. (2000) quienes mencionan que a partir del 2º parto se registra una disminución gradual de la grasa y la proteína de la leche.³⁶

De acuerdo con los cambios en los contenidos de grasa y proteína por parto, el contenido de humedad también se vio afectado, siendo este mayor a partir del 3er parto, con lo que se tiene una mayor posibilidad de deterioro de la leche, por lo que hay que poner especial atención en la conservación y manejo de la leche que se obtuviera de estos animales.

En un estudio realizado con vacas HF en Israel, se encontró que en vacas de 1er parto los contenidos de grasa y proteína fueron 3.10% y 3.02% respectivamente, para vacas de 2º a 3er parto los valores promedio de grasa y proteína fueron 3.13% y 3.04% respectivamente, para vacas de 4º a 5º parto los valores promedio de grasa fueron 3.16% y 3.03% respectivamente.³⁸

En el comportamiento del contenido de grasa en el estudio realizado en Israel, se observa un incremento de 0.96% del 1er parto al 2º-3º, y de este al 4º-5º parto un incremento del 0.95%. Situación que se observo en la presente investigación, presentándose un incremento de 4.83% del 1er parto al 2º, y del 3º al 4º parto un incremento del 9.03%. Para el contenido de proteína en el estudio realizado en Israel, se observa un incremento de 0.66% del 1er parto al 2º-3º, y de este al 4º-5º una disminución de 0.33%. En la presente investigación se observo que del 1er parto al 2º se incremento un 3.32%, y a partir del 2º parto se presentaba una disminución de 7.55%.

Las tendencias en ambos estudios son las mismas, sin embargo, el cambio en los valores se ven influidos por factores propios del animal o externos a este.

En un estudio realizado por Scott et al. (1995) encontraron que el contenido de grasa de la leche en vacas HF de 1er parto después de 6 meses de lactancia (3.37%) se veía incrementado en un 5.33% con respecto al contenido graso de la leche de vacas HF de más de dos partos después de 6 meses de lactancia (3.56%), sin embargo, no registró el mismo comportamiento para el contenido de proteína de la leche entre vacas HF después de 6 meses de lactancia de 1er parto y más de dos partos.³⁹

Hansen et al. (1994) encontraron que el contenido de grasa para 1er parto (3.75%) se veía incrementado en 1.06% para el contenido de grasa registrado para vacas Holstein de dos partos o más (3.79%); y el contenido de proteína para 1er parto (3.04%) presentó una disminución de 1.32% para el contenido de proteína registrado para vacas de dos partos o más.³⁹

Basándose en esto, se puede ver que el comportamiento según el número de parto es el mismo; sin embargo, el valor de la diferencia será mayor o menor dependiendo de los factores propios del medio ambiente, genética, fisiología de la vaca y condiciones de manejo que influyen en el estudio.

El tiempo que transcurre después del parto, también marca diferencias importantes en las características químicas y físicas de la leche, la etapa o número de días transcurridos después del parto se presentaron en el cuadro 11, identificándose diferencias significativas ($p < 0.05$) en el contenido de grasa, proteína, humedad, acidez y densidad de la leche.

El mayor porcentaje de grasa se presentó al inicio de la producción láctea, después de haber transcurrido el período de producción de calostro (10 días en promedio), ese porcentaje de grasa no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$) durante los primeros 30 días; sin embargo, el porcentaje de grasa disminuyó durante los siguientes 45 días no presentándose diferencias significativas ($p > 0.05$) entre estos.

En un estudio realizado por Klei et al. (1997), encontraron que el porcentaje de grasa se incrementó conforme pasaron los días presentándose el mayor porcentaje a los 300 días. Dicho estudio se realizó en tres periodos los cuales comprendieron entre 1-99 días el 1er, 100-199 el 2º y 200-299 días el 3º, en un total de 100 vacas Holsteins.⁴⁰ De acuerdo con lo anterior, el presente estudio se encuentra entre el 1er y 2º periodo realizado por Klei et al. (1997) y observa el comportamiento descrito anteriormente.⁴¹

El porcentaje de proteína presentó la misma tendencia que la grasa. Los estudios realizados por Klei et al. (1997) concuerdan con Allen et al. (1986), Campos et al. (1994), Pearson et al. (1979) y Gengler et al. (1999).^{41, 42, 43, 44, 45}

Como se mencionó anteriormente, al existir variación en los componentes, se ve afectada la humedad, para este caso, la humedad de la leche aumentó significativamente ($p < 0.05$) entre la 1er etapa evaluada (10 días aproximadamente después del parto) y la 6ª (85 días aproximadamente después del parto).

En raza y parto se encontraron diferencias significativas en el contenido de grasa, proteína y humedad de la leche; de estas características se apreció una mayor diferencia entre partos más que entre razas (ver Cuadro 12).

El mayor porcentaje de grasa se observó para la raza PS de 4º parto, notándose para la misma raza, que el porcentaje de grasa fue menor en los animales de los primeros partos; en cambio, para la raza HF los porcentajes mayores de grasa se presentaron en el 1º y 2º parto, descendiendo conforme al número de parto. Los valores encontrados presentaron

diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el 4° parto de PS y 3°, 4° y 6° parto de HF, no se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$) para las demás relaciones.

El porcentaje de proteína máximo se encontró al igual que la grasa en el 4° parto para las vacas de la raza PS; sin embargo, presentó un comportamiento para el 1er parto de mayor a menor, incrementándose en el último parto. Para la raza HF el porcentaje mayor se encontró en el 2° parto, presentando un comportamiento más desordenado ya que en el 6° parto se encontró el 2° porcentaje en importancia y el siguiente en el 1er parto, conservando sólo en el 3° y 4° parto una relación decreciente. La diferencia significativa ($p < 0.05$) se presentó entre PS 4° parto y HF 3° y 4° parto, el resto de las relaciones no presentó diferencia significativa ($p > 0.05$).

El porcentaje de humedad como se sabe se ve afectado por las variaciones en el resto de los componentes, para este caso la humedad mayor se presentó en la raza HF y la menor en PS lo que refleja el comportamiento antes mencionado; sin embargo, en ambas razas la humedad fue de menor a mayor conforme al número de parto para HF no presentando diferencia significativa ($p > 0.05$) y en la raza PS la humedad durante los tres primeros partos fue muy parecida disminuyendo en el 4° parto, lo que comprueba los mayores porcentajes de grasa y proteína.

De acuerdo con Miglior (1995) se encontró que el porcentaje de grasa (3.78 ± 0.43) y proteína (3.22 ± 0.22) para vacas Holstein de primera lactación (305 días), en Canada, observan una relación similar con el presente estudio, cuyos valores son ligeramente superiores en grasa (4.13 ± 0.82) y menores en proteína (3.10 ± 0.32).⁴⁶

Para la interacción raza x etapa el único parámetro que presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) fue el porcentaje de grasa, ver Cuadro 13.

Realizando una comparación entre razas, se encontró, que la HF presentó mayor variación entre las etapas, cuyo porcentaje disminuye conforme pasan las mismas incrementándose en la 5° etapa y disminuyendo nuevamente en la 6° etapa. La raza PS presenta un comportamiento similar a HF hasta la 4° etapa, después de la cual el valor se incrementa. Para ambas razas el mayor porcentaje de grasa se presentó en la 1ra etapa, y la diferencia significativa ($p < 0.05$) se encontró entre la 1ra etapa de PS y a partir de la 4ta etapa de HF.

La interacción raza x parto x etapa, presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) en la humedad de la leche, ver cuadros 15 y 16.

La humedad se ve influenciada por la variación en los componentes de la leche, dependiendo por tanto el porcentaje de humedad de los porcentajes de grasa y proteína

obtenidos, así como, de los demás componentes, en la presente investigación se encontró que para la raza HF el 6° parto es el que presenta mayores variaciones entre sus etapas, los partos 3 y 4 conservaron un comportamiento de mayor a menor, mientras que los 2 partos restantes presentaron un comportamiento irregular. Mientras que para la raza PS el parto que presentó mayor variación entre sus etapas fue el 2 encontrándose en sus etapas los valores máximo y mínimo, el 3er parto tuvo un comportamiento de mayor a menor y los 2 partos restantes observaron un comportamiento irregular, principalmente en la humedad, que como se menciona anteriormente, está en función de los demás componentes. El parto en el que coincide el comportamiento para ambas razas fue el 3°.

4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

En cuanto a las características físicas, se encontró que en la 6ª etapa la acidez de la leche es mayor, no existiendo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los valores registrados para acidez en la 1er y 3er etapa. La mayor densidad de la leche se registró en la 1er etapa y fue descendiendo conforme pasaban más días. Los cambios en la densidad se debieron principalmente a que los cambios en grasa y proteína se presentaron de la 1er etapa a la 6ª, viéndose disminuidos en esta última.

De acuerdo con Bouda et al, (1997) en un estudio realizado con vacas de cruce Holstein Fresian x Cebú a las 3 semanas, 2, 3 y 7 meses después del parto, se encontró que entre el 30 y 60% de las vacas padecían de cetonuria en un 30 – 60% de las vacas.⁴⁷

La mayoría de los trastornos metabólicos en las vacas lecheras ocurren durante el período posparto, como consecuencia de las alteraciones para adaptarse a las necesidades energéticas de la gestación y la producción láctea.

Cuando el aporte de carbohidratos en la dieta es insuficiente, la cantidad de oxalacetato se encuentra deprimido de tal modo que se acumulan grandes cantidades de compuestos grasos parcialmente oxidados (cuerpos cetónicos), los cuales caracterizan el cuadro típico de cetonuria, cetonemia e hipoglucemia provocando además la acidez de la leche.

Es importante conocer los parámetros metabólicos dinámicos, así como su relación con la presentación de enfermedades clínicas o subclínicas en el posparto, producción, componentes, y su relación con la condición corporal y con el período reproductivo.

La acidosis es causa de disminución del contenido de grasa en la leche, así como de la condición.

De acuerdo con la investigación presentada por Bouda et al. (1997) y en comparación con el presente trabajo los valores en los cuales se presentó cetonuria fueron al inicio o tiempo cero debido a la cercanía con la producción de calostro, y a los 75 días muy probablemente a un factor externo indeterminado que no fue evaluado en este estudio.⁴⁷

En relación a las características físicas se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre ambas razas con un comportamiento desordenado para la raza HF, con el valor más bajo en el 1er parto, incrementándose en el 2° parto, y conservando un comportamiento decreciente en los 2 siguientes partos y elevándose hasta presentar el valor mayor para ambas razas en el 6° parto; en cambio la acidez en la leche de las vacas PS presentó un comportamiento ordenado de mayor a menor siendo el valor encontrado para el 4° parto el menor para esta y entre ambas razas. La densidad más alta de la leche se encontró en el 2° parto de HF y la menor en 3° y 4° parto de la misma raza conservando el mismo comportamiento que la acidez, salvo en la raza PS de 4° parto.

La interacción parto x etapa para la leche analizada presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) sobre las características físicas, acidez y densidad, ver Cuadro 14.

La acidez se vio más influenciada en el 4° y 6° parto, en los cuales se observó, mayor variación entre sus etapas. Para el 1° y 2° parto la acidez más alta se encontró en la 1ª etapa, en el 6° parto en la 6ta etapa, y el resto de los valores no presentaron diferencia significativa ($p > 0.05$). Del 2° al 4° parto presentaron un comportamiento similar disminuyendo a partir de la 1ra etapa para posteriormente incrementarse en la 4ta. En cuanto a la densidad se encontró que la mayor variación entre sus etapas se presentó en la leche de 3ro y 6° parto. El único parto que presentó un comportamiento regular en sus etapas descendente fue el 6°, en el cual se encontraron los valores máximo y mínimo. Del 1° al 4° parto conservaron un comportamiento irregular, con disminuciones e incrementos irregulares, siendo del parto 2 al 6 en donde la disminución se da en las dos últimas etapas.

La interacción raza x parto x etapa, presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) en la característica física de densidad la leche, humedad y, ver Cuadros 15 y 16.

En cuanto a la densidad, la leche de las vacas HF de 6° parto fue la que presentó la mayor variación en sus etapas caracterizándose por contar con el valor mínimo de densidad, mientras que el valor máximo se encontró en el 1er parto en su primera etapa, los partos que presentaron un comportamiento igual, de mayor a menor en todas sus etapas fueron el 2 y el 6, la densidad al igual que la humedad se ve influenciada por la cantidad de los componentes de la leche incluyendo la humedad, los demás partos

tuvieron un comportamiento irregular que se caracterizó por contar en la primera etapa con el valor más alto para cada uno de los partos. Mientras que la leche de las vacas PS de 4° parto en todas sus etapas presentó la mayor variación en el valor de la densidad, con un comportamiento de mayor a menor.

4.3 ESTABILIDAD AL CALOR

La prueba de estabilidad al calor es un parámetro que nos permite decidir si la leche con que se está trabajando puede ser sometida a tratamientos térmicos para su transformación, evitándose con esto el desperdicio de energía calorífica. Esta prueba se ve influenciada por el porcentaje de humedad, ya que a mayor porcentaje de humedad, la leche es más susceptible a su descomposición.^{11,28,29,48}

Para dicha determinación se encontró que la leche de vacas HF es más inestable al calor que la de PS, esto se observa en los resultados, que nos indican un 68.75% de inestabilidad en 1 o más etapas para la leche de HF, mientras que para la raza PS únicamente se encontró un 50% de inestabilidad, siendo una diferencia de 18.75%. De acuerdo con los valores encontrados ambas razas HF y PS presentaron mayor inestabilidad en el 3er parto; variando para HF entre 1 y 3 etapas, y para PS en 2 o 4 etapas. El parto con mayor estabilidad para HF fue el 2° y para PS el 4°. Los partos restantes presentaron variación entre 1 y 2 etapas.

4.4 PRODUCCIÓN LÁCTEA

La producción láctea encontrada en el periodo de lactancia inicial (3 meses después del parto) para la leche de vacas de las razas HF y PS, presentaron diferencia significativa ($p < 0.05$) en relación con el parto y la interacción raza x parto, ver Cuadros 18 y 19.

Con respecto al parto se encontró que la producción máxima fue presentada por las vacas de 3er parto, para la leche mezcla de ambas razas, HF y PS, y la mínima en el 6° parto. En general el comportamiento va en incremento llegando a una máxima producción en el 3er parto, para después descender hasta la producción mínima en el 6° parto.

La producción láctea se vio afectada tanto por la raza, como por el número de parto. Encontrándose que las vacas HF de mayor producción son las de 2° parto, mientras que

las vacas PS con mayor producción son las de 3er parto, que coincide con el valor encontrado en relación a la composición química por parto. Sin embargo la producción mínima que cumple con lo reportado para el parto, fue la leche de la raza HF, y las vacas PS con la mínima producción fueron de 1er parto.

El comportamiento para las vacas HF fue en aumento hasta el 2° parto, para después disminuir hasta el 6° parto en el cual se encontró la producción mínima; en cambio para las vacas de la raza PS la producción mínima se encontró en el 1er parto, incrementándose hasta el 3er parto en el que se reportó la producción máxima, para enseguida disminuir. Según Klei et al, (1997) Allen et al,(1986) Campos et al,(1994) y Pearson et al, (1979) en un estudio realizado con vacas Holstein existió un incremento del 10.4% en la producción láctea después del parto y en la medición final.^{41, 42, 43,44}

De acuerdo con un estudio realizado por Medina et al, (1997) la raza HF americana, es la que produce los mayores volúmenes de leche de todas las razas especializadas; sin embargo, la composición en términos del contenido de grasa y proteína, es menor en comparación con las razas Jersey, Guernsey, Shorthorn y Ayrshire.³²

En un estudio realizado por González, et al, (1997) y Salas, et al, (1997) con 30 vacas Holstein de 1° a 6° parto, la producción láctea por día fue de 21.38 ± 0.39 kg, y la máxima producción se obtiene al 4° parto con 16.21 kg al día, la mínima en la producción se reportó para el 1er parto (10.42 kg), al hacer la comparación con los valores encontrados en el presente estudio se observa que la producción máxima se presentó en el 2° parto con 27.33 kg y la mínima en el 6° parto con 16.66 kg; la media en la producción por día fue de 23.21 ± 2.31 kg.^{30,31}

Para Barash et al, (1996) en un estudio realizado en vacas Holstein en Israel, en el cual se manejaron 3 grupos; el 1° de 2 años, el 2° de 3-4 años y el 3° de 4-6 años, que serían presumiblemente de 1°, 2° y 3er parto, y en los cuales se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$), la producción máxima la presentan las del 1er grupo, siendo, de 24.90 kg por vaca y la mínima en el 3er grupo, con un valor de 10.96 kg por vaca y el 2° grupo tuvo un valor promedio de 16.92 Kg por vaca, mientras que en el presente estudio la producción máxima se encontró en el 2° parto con 27.33 kg.³⁸

De acuerdo con Scott et al, (1995) en un estudio realizado con vacas Holstein de 6 meses a 6 ½ meses de lactación y en el cual se manejaron 5 dietas diferentes, para el 1er parto y más de 1 parto se encontró una diferencia de 21.30% en la producción en kg por día, entre el 1er parto y el 2° parto, siendo el 2° parto el que presentó el valor más alto de

producción.³⁹ Lo que concuerda con el presente estudio en el cual la producción máxima fue presentada por las vacas de 2° parto.

En una comparación hecha por Hansen et al, (1994) con vacas de 1° y 2° parto se encontró la producción máxima en el 2° parto y una diferencia en el porcentaje de grasa de 1.06%, siendo el más alto en el 2° parto y de 1.32% en el porcentaje de proteína con el valor más alto en el 1er parto.⁴⁰

Comparando con el presente estudio, efectivamente el mayor porcentaje de grasa se encontró en el 2° parto, pero no así el de proteína ya que en este particular caso fue el 2° parto el que conservó el valor más alto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se obtuvieron del trabajo son:

- 1.- Se deben considerar los factores (climáticos, geográficos, raciales, etc) relacionados con la producción lechera para poder definir un plan adecuado a cada explotación lechera.
- 2.- La producción láctea y su rendimiento se ven afectados significativamente por el tipo de raza y el número de parto de las vacas productoras.
- 3.- Los componentes químicos que presentan variaciones significativas frente a los factores involucrados en la producción son la proteína y la grasa.
- 4.- Las características fisicoquímicas de la leche no presentan grandes cambios en la producción láctea de diferentes razas y número de parto.
- 5.- La raza que presenta mayor estabilidad y producción es la Pardo Suizo (PS).
- 6.- El número de parto en el cual se observa la mayor producción para ambas razas es el tercero.
- 7.- El grupo racial, el número de partos y la etapa son factores que influyen significativamente ($p < 0.05$) sobre la calidad de la leche de bovino en el periodo de lactancia inicial, así como en la producción láctea, resulta de importancia considerar su influencia con el propósito de lograr la explotación de bovinos lecheros.

RECOMENDACIONES

De acuerdo con los datos aportados en la presente investigación para las características fisicoquímicas y producción de leche de vacas Holstein Friesian y Pardo Suizo en el periodo de lactancia inicial, se recomienda:

- * Hacer un seguimiento de la misma en las dos etapas restantes de la lactación, para leche obtenida de vacas manejadas en libre pastoreo, con el propósito de conocer el comportamiento de dichas características; y poder caracterizar las zonas de producción a pequeña escala.
- * Se propone hacer estudios sobre la estandarización de grasa y proteína en la leche de diferentes etapas con el propósito de obtener mayores rendimientos en la elaboración de productos lácteos.
- * Es conveniente considerar el tipo de alimentación en las diferentes etapas y su influencia sobre los componentes de mayor variación como son proteína y grasa.
- * Se propone que en nuevas investigaciones, la edad y la raza son factores que deben ser considerados si se quiere lograr una producción alta y leche de calidad.

LITERATURA CONSULTADA

- 1.- Potter, N.N. La ciencia de los alimentos. 1ª ed., D.F., México: EDUTEX, S.A., 1973 : 379-390
- 2.- Ostrovsky, A. Fundamentos de la tecnología de los productos alimenticios. 1ª ed., Moscú, Rusia: MIR, 1988: 237-241
- 3.- Hart, F., Leslie A.M., Fisher, H., Johnstone. Análisis moderno de los alimentos. 1ª ed., Zaragoza, España: ACRIBIA, 1971: 133-140
- 4.- Avila, T.S. Producción intensiva de ganado lechero. 5ª imp. D.F., México: CECSA, 1990: 21-33
- 5.- Bath, D.L. Ganado lechero, principios, prácticas, problemas y beneficios. 2ª ed., D.F., México: Editorial Interamericana, S.A. de C.V., 1985: 335-344
- 6.- Judkins, H.F. La leche su producción y procesos industriales. 6ª imp. D.F., México: CECSA, 1977: 37-54, 72-87
- 7.- Ensminger, M.E. Producción bovina para leche. 1ª ed., Buenos Aires, Argentina: El Ateneo, 1977: 44-45, 226-227, 280-287
- 8.- Romagosa, J.A. Manual de crianza de vacunos. 3ª ed., Barcelona, España: Editorial Aedos, 1975: 313-317
- 9.- Davis, R.F. La vaca lechera, su cuidado y explotación. 5ª reimp., D.F., México: Limusa, 1977: 40-59, 243
- 10.- Porter, J.W.G. Leche y productos lácteos. 1ª ed., Zaragoza, España: ACRIBIA, 1981: 9-15, 27-34
- 11.- Muños, A.J.E. La leche y sus derivados. 1ª ed., Quito, Ecuador: Editorial Cultura Ecuatoriana, 1978: 20-50
- 12.- Cheftel, J.C., Cheftel, H. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Volumen I, 1ª ed., Zaragoza, España: ACRIBIA, 1976: 43-62
- 13.- Hill, H. Leche, producción y control. 1ª ed., Zaragoza, España: Editorial Academia León, 1969: 4-10, 42-68
- 14.- Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. Diario Oficial de la Federación, D.F., México, 9-VIII-1999: Sección 2, pag. 1-8, 39-42

- 15.- Reglamento para el Control Sanitario de la Leche. Legislación vigente en materia de Salubridad y disposiciones conexas, Servicios Coordinados de Salud Pública en el Edo. de México, 1974: 222-224, 227
- 16.- Alais, C. Ciencia de la leche. 1ª reimpresión, España: Compañía editorial Continental, S.A , 1971: 345-361
- 17.- Veisseyre, R. Lactología técnica. 2ª ed., Zaragoza, España: ACRIBIA, 1980: 2-7, 37-41, 47-50
- 18.- Hawthorn, J. Fundamentos de la ciencia de los alimentos. 1ª ed., Zaragoza, España: Acribia, 1983: 123-130
- 19.- Silliker, J.H, Elliot, R.P, Baird-Parker, A.C, Bryan, F.L, Chrisian, J.H.B, Clark, D.S, Olson, J.C, Roberts, T.A. Ecología microbiana de los alimentos. Volumen II, Zaragoza, España: ACRIBIA,1980: 472-525
- 20.- Pérez, G.E.J, Pérez, G.E.J.P. Bioquímica y microbiología de la leche. 1ª ed., D.F., México: LIMUSA, 1984: 30-45
- 21.- Charley, H. Tecnología de alimentos. 1ª ed., D.F., México: LIMUSA, 1987: 380-388
- 22.- Fennema, O.R. Introducción a la ciencia de los alimentos. 1ª Reimp., Barcelona, España: REVERTÉ, S.A., 1985: 724-764
- 23.- Robinson, D.S. Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos.1ª ed., Zaragoza, España: ACRIBIA, S. A., 1991: 245-250
- 24.- Cheftel, J.C, Cheftel, H. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. 1ª reimpresión, 2ª ed., Zaragoza, España: ACRIBIA, 1988: 250-253, 286-287
- 25.- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI, D.F., México, 1996: pag. Electrónica: inegi.gob.mx
- 26.- Bovinos de leche. Manual para la educación agropecuaria. SEP 6ª reimpresión, D.F., México: Trillas, 1986: 22-30, 55-68, 73-76
- 27.- Reaves, P.M., Henderson, H.O. La vaca lechera, alimentación y crianza. 1ª ed., D.F., México: Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1969: 296-297
- 28.- Manuales para la educación agropecuaria. Control de calidad de productos agropecuarios. SEP, 3ª reimpresión, D.F., México: Trillas, 1984: 24-77
- 29.- López, A.E. Técnicas sobre Análisis Físicoquímico y Microbiológico de Leches. 1ª ed., Bogotá, Colombia: Editado por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, 1982: 140-175

- 30.- Salas, R.G, Ortega, G.R, Gutiérrez, V.E, Hernández, C.J, Zarco, Q.L. Curvas de producción láctea bajo producción en pequeña escala. Memorias, del XXI Congreso Nacional de Buiatría: 1997 Julio 9-12; Colima (Colima) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1997: 145-147.
- 31.-González, L.G, Esperón, S.E.A, Gómez, O.R.S. Desarrollo de la capacidad productiva de productores de bajos ingresos y de producción lechera en pequeña escala en comunidades rurales y urbano populares. Memorias del Seminario Taller Nacional en Sistemas de Producción de leche en pequeña escala; 1997 México (DF): 1997: 17-20
- 32.- Medina, C.M, Paasch, M.L, Pérez, G.E.J.P, Vázquez, D.N, Lemus, R.V. Comparación de la composición de la leche de vaquillas de primer parto Holstein Friesian Neocelandesas y Holstein Friesian Americanas en pastoreo controlado. Memorias del XXI Congreso Nacional de Buiatría; 1997 Julio 9-12; Colima (Colima) México. México (D.F): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1997: 142-144.
- 33.- Oldharm, J.D, Sutton, J.D. Composición de la leche y la vaca de alta producción, 1ª ed. México: AGT Editor, S.A., 1983.
- 34.- Scott, R. Fabricación de queso. 1ª ed. Zaragoza, España: Acribia, S.A.,1991.
- 35.-Schacher, M.A, Coulter, D. Panorama Mundial. Industrial Lácteas 1980: 26 (4): 10, 12
- 36.- Canales, I.C, Oyague, J.M. Rendimientos Queseros I. Conceptos y Factores que afectan. Rev. Alimentaria 2000; abril: 103-113
- 37.-Covington, C. Genetic and environmental factors affecting milk composition and their relationship to cheese yield, en cheese yiel and factors affecting its control, Proceedings of the International Dairy Federation (IDF) Seminarin Cork. Ireland. IDF/FIL. Brussels, 1993
- 38.- Barash, H, Silanikoue, N, Weller, J.I. Effect of season of birth on milk, fat and protein production of Israel Holsteins. J. Dairy Sci. 1996; 79 (6): 1016-1020
- 39.- Scott, T.A, Shaver, D, Zepeda, L, Yandell, B, Smith, T.R. Effects of rumen – inert fat on lactation, reproduction and health of high producing Holstein Herds. J. Dairy Sci. 1995; 78 (11): 2435 – 2451
- 40.- Hansen, P.W, Otterby, E.D, linn, G.J, Anderson, J.F, Eggert, G.R. Multi – Farm use of bovine somatotropin for two consecutive lactations and its effects on lactation performance, health and reproduction. J. Dairy Sci. 1994; 77 (1): 94 - 110

- 41.- Klei, R.L, Lynch, M.J, Barbano, M.D, Oletenacu, A.P, Lednor, J.A, Bandler, K.D. Influence of milking three times a day on milk quality. *J. Dairy Sci.* 1997; 80 (3): 427-436
- 42.- Allen, D.B, De Peters, E.J, Laben, R.C. Three times a day milking: effects on production, reproduction efficiency and udder health. *J. Dairy Sci.* 1986;69: 1441
- 43.- Campos, M.C, Wilcox, C.J, Head, H.H, Webb, D.W, Hayen, J. Effects on production of milking three times daily on first lactation Holsteins and Jerseys in Florida. *J. Dairy Sci.* 1994; 77: 770
- 44.- Pearson, R.E, Fulton, L.A, Thompson, P.D, Smith, J.W. Three time a day milking during the first half of lactation. *J. Dairy Sci.* 1979; 62: 1941
- 45.- Gengler, N, Tijani, A, Wiggans, G.R, Vantassell, C.P, Philpot, J.C. Estimation of (Co) variances of test day yields for first lactation Holsteins in United States. *J. Dairy Sci.* 1999; 82 (1)
- 46.- Miglior, F, Burnside, B.E, Kennedy, W.B. Production traits of Holstein cattle: Estimation of nonadditive genetic variance componets and inbreeding depression. *J. Dairy Sci.* 1995; 78 (5): 1174-1180
- 47.- Bouda, J, Paasch, M.L, Candanosa de, M.E, Quiroz, R.G, Pérez, G.R.J, Padilla, A.S. Estudio del metabolismo energético en vacas de doble propósito. Memorias del XXI Congreso Nacional de Buiatría: 1997 Julio 9-12; Colima (Colima) México. México (DF): Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos, AC, 1997: 142-144
- 48.-Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario, manual de técnicas de laboratorio para el taller de lácteos (análisis físicos y químicos de la leche), CBTa ,1985
- 49.- Diggins, R.V. Vacas lecheras y sus derivados, 8ª impresión, D.F., México: Continental, S.A., 1979.

ANEXOS

ANEXO 1

Cuadro A: Análisis de varianza de las características Fisicoquímicas de leche de bovinos Holstein Friesian y Pardo Sulzo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Humedad	Proteína	Grasa	Acidez	Densidad
Modelo	54	CM= 4.2879 F= 3.67 p<0.05	CM= 0.8776 F= 10.68 p<0.05	CM= 3.1019 F= 6.12 p<0.05	CM= 38.1085 F= 3.38 p<0.05	CM= 0.00001 F= 5.40 p<0.05
Raza ®	1	CM= 12.7613 F= 10.91 p<0.05	CM= 3.0583 F= 37.23 p<0.05	CM= 19.9836 F= 39.43 p<0.05	CM= 11.3490 F= 1.01 n.s.	CM= 0.000002 F=1.06 n.s.
Parto (P)	4	CM= 6.6367 F= 5.67 p<0.05	CM=0.9913 F= 12.07 p<0.05	CM= 1.5361 F= 3.03 p<0.05	CM= 14.3809 F= 1.28 n.s.	CM= 0.00004 F=19.07 p<0.05
Etapa (E)	5	CM= 11.8734 F=10.15 p<0.05	CM= 4.3700 F= 53.20 p<0.05	CM= 8.6431 F= 17.05 p<0.05	CM= 62.2411 F= 5.52 p<0.05	CM= 0.00003 F=13.38 p<0.05
R x P	3	CM= 10.0863 F= 8.62 p<0.05	CM= 0.9400 F= 11.44 p<0.05	CM= 6.1459 F= 12.13 p<0.05	CM= 35.0148 F= 3.11 p<0.05	CM=0.00002 F= 12.57 p<0.05
R x E	5	CM= 0.9674 F= 0.83 n.s.	CM= 0.0559 F=0.68 n.s.	CM= 1.4230 F=2.81 p<0.05	CM= 21.8242 F= 1.94 n.s.	CM= 0.000000 F= 0.11 n.s.
P x E	20	CM= 0.9459 F= 0.81 n.s.	CM= 0.1201 F= 1.46 n.s.	CM= 0.6313 F=1.25 n.s.	CM= 51.3756 F= 4.56 p<0.05	CM= 0.000005 F= 2.46 p<0.05
R x P x E	15	CM= 2.0659 F= 1.77 p<0.05	CM= 0.1176 F= 1.43 n.s.	CM= 0.5177 F= 1.02 n.s.	CM= 18.0181 F= 1.60 n.s.	CM= 0.000004 F= 1.92 p<0.05
Error	305	CM= 1.1697	CM= 0.0821	CM= 0.5068	CM= 11.2669	CM= 0.00000
Total	359	SC= 584.0293	SC= 71.5454	SC= 318.9691	SC= 5455.9889	SC= 0.0011

SC= Suma de cuadrados

CM= Cuadrado medio

F= Valor de la prueba F

P= Probabilidad

n.s.= No hay diferencia significativa (p<0.05)

ANEXO 2

Cuadro B: Análisis de Varianza para la producción láctea de las raza Holstein Friesian (HF) y Pardo Suizo (PS)

Fuente de variación	Grados de libertad	Producción láctea		
Modelo	54	CM= 59.5366	F= 5.03	p<0.05
Raza (R)	1	CM= 12.0422	F=1.02	n.s.
Parto (P)	4	CM= 466.4570	F= 39.42	p<0.05
Etapa (E)	5	CM= 21.9560	F= 1.86	n.s.
R X P	3	CM= 177.2446	F=14.98	p<0.05
R X E	5	CM= 7.1884	F= 0.61	n.s.
P X E	20	CM= 3.2691	F= 0.25	n.s.
R X P X E	15	CM= 15.1570	F= 1.28	n.s.
Error	305	CM= 11.8329		
Total	359	SC= 6764.4694		

ANEXO 3

Requerimientos Nutrimientales para la vaca lechera

Las raciones para bovinos de leche deben incluir agua, materia seca, proteína, fibra, vitaminas y minerales en cantidades suficientes y bien balanceadas.⁷ Esto debido a que la calidad en la alimentación se vera reflejada en la composición de la leche.

Agua

Las necesidades de agua dependen de la edad y de la raza del animal, de su producción, del clima y del consumo de materia seca. Animales jóvenes necesitan menos agua. Para la producción de un litro de leche, la vaca necesita de hasta 2 litros de agua; en general necesitan hasta 5 litros de agua por cada kilo de materia seca consumida.²⁶

Materia seca

Un bovino consume por día una cantidad de materia seca de aproximadamente 2–3% de su peso vivo según su producción lechera. Normalmente se dan 2/3 partes de ésta en forma de forraje.²⁶

Proteínas

Las necesidades de proteína para los bovinos pueden expresarse en proteína total, pero es mejor hacerlo en proteína digestible (PD). Las vacas lecheras necesitan aproximadamente de 70 a 100 g de proteína digestible por cada kilogramo de materia seca que consumen.²⁶

Fibras

Los rumiantes requieren cierta cantidad de fibra para estimular la función del rumen y mantener el nivel de grasa en la leche. Para vacas lecheras, 17 – 22% de fibra cruda (FC) en la materia seca es óptimo. Si el contenido de fibra es menor de 17% de la materia seca de la ración, el porcentaje de grasa en la leche se reduce.²⁶

Energía

La energía es el combustible para los animales. Las fuentes más importantes de energía son los carbohidratos y algunas veces, también las grasas. Las necesidades de energía se dividen en las de mantenimiento y las de producción.

Si la cantidad de energía en la ración es insuficiente, las bacterias del rumen no pueden convertir las proteínas requeridas y, por consecuencia, disminuye la producción de leche.²⁶

Vitaminas

Las vitaminas A y D son las más importantes para los bovinos. Las vitaminas del grupo B y la vitamina K son sintetizadas por las bacterias en el rumen.²⁵ En cambio las vitaminas A y D no se sintetizan en el cuerpo de la vaca, por lo que sus niveles en la leche, se ven afectados por las cantidades que haya en los alimentos y, para la vitamina D, la cantidad de exposición del animal a los rayos solares.⁵

La deficiencia de vitamina A disminuye el apetito, se presenta pérdida de peso, diarrea, ceguera, baja fertilidad, aborto, crías débiles.²⁶

Minerales

Los minerales más importantes para los bovinos son: calcio, fósforo, magnesio, sodio, cobre, cobalto y yodo. La deficiencia de calcio puede provocar la fiebre de la leche. El fósforo tiene influencia sobre la infertilidad. La deficiencia de sodio provoca una baja producción, falta de apetito y pérdida de peso por deshidratación del cuerpo; cuando se presentan problemas se dan a la vaca 30 g de sal común por día.

El cobre actúa en varios procesos metabólicos. En caso de deficiencia, los animales muestran un pelo feo con decoloraciones, diarrea y baja producción; en el caso de que los animales muestren deficiencia se dan 500 mg de sulfato de cobre por día a animales de más de un año, y hasta 250 mg a los becerros.

El cobalto es una parte esencial de la vitamina B₁₂. En caso de deficiencia, el animal muestra malas condiciones, el crecimiento y la producción disminuyen; para corregir la deficiencia se dan 500 mg de sulfato de cobalto por día a los becerros y 100 mg a animales de mayor edad.²⁶

El yodo forma parte de la hormona tiroidea que controla el crecimiento, tiene influencia sobre la producción de la leche. La deficiencia de yodo causa agrandamiento de la glándula tiroidea, el crecimiento y la producción disminuyen.

Los bovinos necesitan también hierro, manganeso, azufre, potasio, cinc y molibdeno.²⁶

Los alimentos de la vaca lechera

Como se ha mencionado anteriormente la alimentación del ganado lechero tiene singular importancia sobre la composición y producción de leche, por lo que es importante el considerar el tipo de alimentos que consume el animal.

Pasturas secas

El ganado lechero es un magnífico consumidor de pasturas. Cuando la ración esta balanceada en forma adecuada, las vacas se encargan de convertir en leche grandes cantidades de piensos de poco costo.

Leguminosas

Las leguminosas marchan a la cabeza en materia de pastura para el ganado lechero, con la alfalfa en primer lugar. La alfalfa no tiene rival como pastura seca, siendo muy elevado su contenido de proteína y de nutrientes totalmente digeribles.

Algunos tréboles, frijol de soya y algunas otras leguminosas se consideran en muy alta estima como pasturas para el ganado lechero. Cuando la mayor parte de la pastura esta formada por leguminosas, resulta un considerable ahorro en los concentrados de proteína. Las leguminosas disminuyen el riesgo de deficiencias en minerales y vitaminas, ya que contienen muchos de estos nutrientes.⁴⁹

Pajas o henos no leguminosos

El heno es un forraje conservado de pastos, de paja y de alfalfa. Su composición difiere de los forrajes verdes porque durante el proceso de secado ocurren pérdidas por respiración, filtración, fermentación y defoliación.

Si no se alimentan con ningún otro material, las vacas adultas pueden consumir

fácilmente hasta 14 kilogramos diarios. Pero es conveniente limitar el consumo a 8 o 9 kilogramos diarios como máximo.

Se puede estimar la calidad del heno según su color y el estado de desarrollo de la planta al momento del corte.²⁶

El heno de alfalfa es un buen complemento del ensilaje de maíz. El maíz provee la energía, y la alfalfa la proteína de la ración.²⁶

Los pastos domésticos como el bromo, timothy, puntero, mijo, pastos de jardín y muchos otros proporcionan forraje. Sin embargo, el contenido de proteínas, y de algunos minerales y vitaminas son considerablemente más bajos que en las leguminosas. Cuando se usan extensivamente henos o pajas no leguminosas, se debe tener mucho cuidado si se desea balancear la ración.²⁷

Olotos, rastrojo de maíz y paja

Todos estos forrajes son bajos en su contenido de proteínas, minerales, vitaminas y contenido total de nutrientes digeribles. Su valor es dudoso como alimento para el ganado lechero. Una buena vaca lechera debe consumir, grandes cantidades de alimentos altamente digeribles.

Para una producción provechosa en condiciones generales, se debe proporcionar del 60 al 70% por medio de forrajes. El forraje de alta calidad como las leguminosas y el buen ensilaje, resultan los alimentos más baratos.⁴⁹

Pulpa de remolacha

La pulpa de remolacha es el residuo de las remolachas azucareras después de que se les ha eliminado el contenido de azúcar. A menudo se les considera como forraje, pero su contenido de nutrientes es más parecido al de los concentrados de granos. La pulpa de remolacha lleva aproximadamente el 80% del total de nutrientes digeribles que el maíz, pero su contenido de proteína es más bajo.

Pastos

El alimento natural del ganado lechero son los pastos. El centeno sembrado en otoño proporciona pastos primaverales tempraneros en zonas adecuadas, y puede continuarse

con pastos domésticos, o bien con una mezcla de leguminosas y pastos. En términos generales, una combinación de leguminosas y pastos proporcionan más pasturas por hectárea de un forraje altamente nutritivo, que cualquier otra siembra de pasto común. ⁴⁹

Forrajes

Cultivos forrajeros tales, como el maíz, la avena, trigo, cebada y sorgos verdes, son buena fuente de energía, pero el contenido de proteína es bajo. Deben ser suplementados con concentrados ricos en proteína. ²⁶

Ensilajes

Un buen ensilaje es excelente pienso para las vacas lecheras. Sin embargo, debido a su fuerte olor, es preferible proporcionarlo como alimento inmediatamente después de la ordeña, para impedir que la leche absorba el olor. ⁴⁹

La calidad de un ensilaje depende del proceso de conservación, especialmente de la fermentación. Si el forraje está bien conservado, las pérdidas del valor nutritivo son pequeñas pero cuando la fermentación ha sido mala, el valor alimenticio del ensilaje puede bajar mucho.

Uno de los problemas del ensilaje como alimento es su consumo voluntario. El consumo varía considerablemente de un ensilaje a otro. Los ensilajes en descomposición o mohosos no son consumidos muy bien. También la materia seca influye en el consumo. El consumo aumenta, a mayor porcentaje de materia seca. Además, la acidez y los tipos de ácidos tienen importancia en la ingestión.

El valor alimenticio de un buen ensilaje es suficiente para el mantenimiento del animal, y una producción de 10 kilogramos de leche por día. El ensilaje de maíz contiene pocos minerales, por lo que es necesario suplementarlo. ²⁶

Concentrados

Son los alimentos con un alto contenido de energía y relativamente poca fibra. Los granos de los cereales contienen poca grasa, proteína y minerales, pero mucho almidón. Su contenido de vitamina A y D no es muy alto. Los más importantes son: trigo, centeno, cebada, avena, maíz y sorgo.

El trigo no es muy adecuado para bovinos porque puede causarle problemas de digestión. El centeno puede ser suministrado hasta 2 kilogramos por día por animal adulto. La cebada es buen alimento para vacas lecheras. La avena contiene más grasa, fibras y minerales y menos carbohidratos que el trigo. Para animales jóvenes es buen alimento. El maíz contiene poca proteína y minerales, es buen alimento energético. El sorgo es también un buen alimento, y se usa mucho en mezclas.

También se usan muchos de los residuos de la industria aceitera como concentrados para bovinos. Estos constituyen un buen alimento porque su contenido de proteína, grasa, minerales y aminoácidos es alta. Pero no se deben tener otras semillas o tierra, y debe ser fresco, el color no debe ser muy oscuro.

La soya es un buen alimento, pero disminuye la cantidad de grasa butírica. Además, la manteca puede obtener un sabor a soya. A las vacas lecheras se les puede suministrar 1.5 kilogramos de soya por día, por animal.²⁶

Alimentos de origen animal

Estos pueden ser divididos en productos de alta calidad, con precios elevados como leche y harina de pescado, y en productos de desecho, como harina de sangre y harina de huesos.

La leche entera es un alimento muy bueno, que contiene todos los componentes necesarios, con excepción de hierro y cobre. Económicamente puede ser más conveniente reemplazarlo por leche artificial, o por derivados de leche. La leche descremada es una buena fuente de proteínas, pero no contiene mucha energía. El suero es ácido y no es recomendable para animales muy jóvenes.

La harina de carne es una buena fuente de proteína, pero se descompone fácilmente, y puede ser peligrosa. Debe ser bien esterilizada, porque puede transmitir enfermedades, como ántrax.

La harina de sangre contiene también mucha proteína. La harina de huesos es usada como suplemento de minerales, especialmente calcio y fósforo. Debe ser esterilizada. La harina de pescado es un buen alimento para animales jóvenes como fuente de proteína.²⁶

ANEXO 4

Anatomía de la ubre de una vaca lechera

La ubre consta de cuatro cuartos con las siguientes partes (Ver figura 19).²⁶

- 1) Teta con su esfínter
- 2) Cisterna de la teta
- 3) Cisterna del cuarto
- 4) Anillos que divide las cisternas
- 5) Conducto de la leche
- 6) Alvéolos con células que segregan la leche

La ordeña es un proceso fisiológico, que se muestra esquemáticamente.

Como se observa en la siguiente figura el ordeñador debe inicialmente proporcionar limpieza a la ubre de la vaca, para posteriormente aplicar masaje sobre la misma, los impulsos percibidos por la vaca pasan al cerebro por medio de los nervios, estos impulsos son recibidos por el cerebro, el cual manda el mensaje a la hipófisis, misma que se encarga de producir la hormona oxitocina, posteriormente esta hormona es transportada en la sangre, y pasando por el corazón va por la sangre hasta la ubre, en la cual provoca la contracción de los músculos alrededor de los alvéolos, con dicha contracción la leche baja a la cisterna y puede ser sacada (Ver figura 19).²⁶

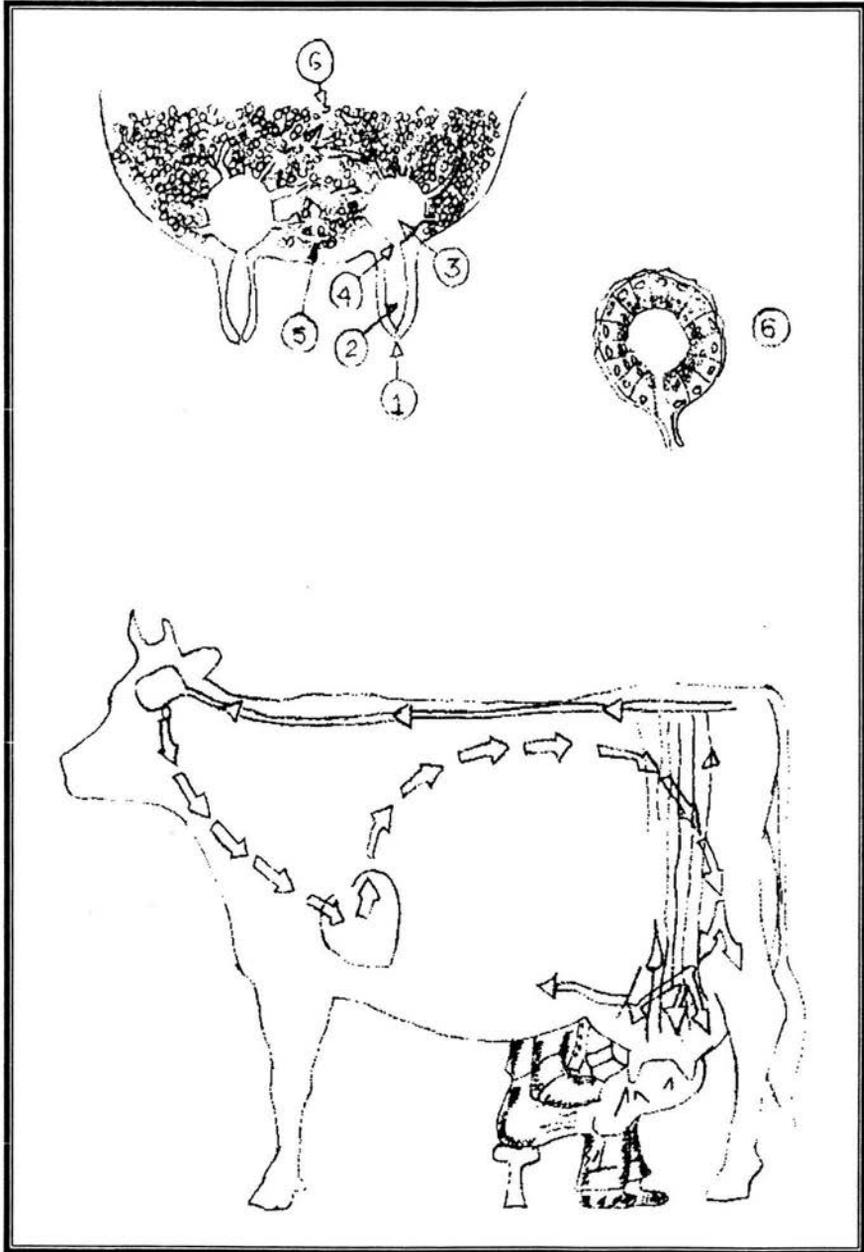


Figura 19. Anatomía de la vaca.