



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA  
LECHE QUE LLEGA AL CENTRO DE ACOPIO  
LICONSA EN ÁLVARO OBREGÓN,  
MICHOACÁN EN EL PERÍODO DICIEMBRE  
2014-SEPTIEMBRE 2015**

SERVICIO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA  
**PMVZ. SARAI BARAJAS FERNÁNDEZ**

Morelia Michoacán, Abril del 2016.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LA LECHE  
QUE LLEGA AL CENTRO DE ACOPIO LICONSA EN  
ÁLVARO OBREGÓN, MICHOACÁN EN EL  
PERÍODO DICIEMBRE 2014-SEPTIEMBRE 2015**

SERVICIO PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**PRESENTA**

**PMVZ. SARAI BARAJAS FERNÁNDEZ**

ASESOR:

**DR. JOSÉ HERRERA CAMACHO**

Morelia Michoacán, Abril del 2016

---

( )

## Agradecimiento

A mis padres Miguel Barajas Barajas y Ma. Rosa Diocelina Fernández Martínez, por haberme criado con la mentalidad de crecer y formar un futuro, por impulsarme a seguir estudiando y a pesar de los momentos difíciles que pasamos como familia lograr salir a delante, más recientemente a mi mama que nos ha sacado adelante y me ha apoyado en esta etapa escolar. A mis hermanos Zaira y Miguel Barajas Fernández que siempre han estado en mi vida para acompañarme y hacerla más feliz.

A mis amigos de la facultad que son la familia que escogí que se convirtieron en hermanos y que sin duda siempre llevaran un lugar importante en mi corazón, les agradezco infinitamente sus palabras de aliento cuando me vieron triste, una sonrisa, una carcajada, un buen consejo, un mal consejo, la paciencia para enseñarme o explicarme. Siempre serán mi familia muchas gracias por su hermandad más que amistad Cecilia Martínez Montiel, Marisol Sánchez Galván, Rosa Gloria De León Roblero, David Ulises García Avalos José Ignacio De Anda Giles, Natalio Alfredo Blas Lara, Baldemar Vargas Salguero, José Luis Ortiz Chávez, infinitas gracias a ustedes por todas las historias que compartimos y las aventuras que vivimos y los momentos especiales que tuvimos durante la carrera.

A mis profesores que me enseñaron lo mejor de cada uno de ellos y que sin duda fueron una gran base para lo que ahora soy les agradezco no solo la enseñanza también la amistad que me han brindado y el apoyo a salir adelante.

Al centro de acopio LICONSA que me brindo la oportunidad de conocer su forma de trabajo y facilitarme la información para poder realizar este trabajo.

La autora del presente trabajo, Sarai Barajas Fernández, nació el día 21 de septiembre de 1991 en Acuitzio, municipio de Acuitzio del Canje Michoacán, México.

## Contenido

Antecedentes De La Leche .....	11
Razas .....	12
<input type="checkbox"/> Holstein .....	12
<input type="checkbox"/> Jersey .....	13
<input type="checkbox"/> Suizo Europeo .....	14
<input type="checkbox"/> Suizo Americano .....	15
La Ubre Bovina.....	16
Morfología Externa .....	18
<input type="checkbox"/> Aparato Suspensorio De La Ubre.....	18
<input type="checkbox"/> Anatomía De La Glándula Mamaria .....	20
Mamogénesis.....	21
Galactopoyesis.....	24
Expulsión De La Leche .....	25
Involución .....	26
Flujo Sanguíneo .....	26
Prolactina .....	27
Leche .....	27
Parámetros Físicoquímicos De La Leche Bovina .....	28
<input type="checkbox"/> Agua .....	29
<input type="checkbox"/> Proteínas .....	30
<input type="checkbox"/> Grasa.....	30
<input type="checkbox"/> Minerales Y Vitaminas.....	31
Mantenimiento De La Actividad Secretora .....	32
Factores Que Pueden Afectar La Producción De Leche .....	33
<input type="checkbox"/> Época De Parto .....	33
<input type="checkbox"/> Factores Climáticos .....	34
<input type="checkbox"/> Alimentación .....	34
<input type="checkbox"/> Condición Corporal Al Parto .....	35
<input type="checkbox"/> Edad.....	35
Mastitis .....	37

□ Mastitis Subclínica.....	37
□ Mastitis Clínica .....	38
Dinámica Celular De La Producción.....	38
Materiales Y Metodos.....	39
Resultados Y Discusión .....	47
Bibliografía.....	54

## FIGURAS

Figura 1. Hembra ejemplar de ganado Holstein .....	12
Figura 2. Hembra ejemplar de Jersey .....	13
Figura 3. Hembra ejemplar de suizo europeo .....	14
Figura 4. Hembra ejemplar de ganado suizo americano .....	15
Figura 5. La ubre bovina .....	16
Figura 6. Aparato suspensorio de la ubre .....	19
Figura 7. Conformación de la ubre .....	19
Figura 8. Lactación.....	21
Figura 9. Mamogénesis.....	21
Figura 10. Proceso de galactopoyesis .....	24
Figura 11. Expulsión de la leche .....	25
Figura 12. Flujo sanguíneo de la ubre.....	27
Figura 13. Andén del centro de acopio y báscula.....	39
Figura 14. Pistola de alcohol y caja de petri.....	40
Figura 15. Báscula .....	40
Figura 16. Pantalla de microscopio, señala en resultado de una muestra. ....	41
Figura 17. Crioscopio y copillas .....	42
Figura 18. Calibradores del crioscopio A y B .....	43
Figura 19. Calibradores del crioscopio C y líquido refrigerante .....	43
Figura 20. Muestra de reductasa con coloración azul homogénea .....	44
Figura 21. Material para conteo de célula somática y reactivo.....	45
Figura 22. Medio de cultivo .....	46
Figura 23. Incubadora a 37°C, para cultivo de antibiótico .....	46

## TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de calidad de leche cruda. LICONSA, 2007 .....	29
Tabla 2. Concentraciones minerales y vitamínicas en la leche (mg/100ml) .....	31

## GRÁFICAS

Gráfica 1. Concentración promedio mensual de grasa en la leche del centro de recolección LICONSA en el municipio de Álvaro Obregón.....	47
Gráfica 2. Concentración promedio mensual de proteína cruda en la leche del centro de recolección LICONSA en el municipio de Álvaro Obregón.....	49
Gráfica 3. Concentración promedio mensual de reductasa en la leche de la recolección en el municipio de Álvaro Obregón .....	50
Gráfica 4. Concentración promedio mensual de células somáticas en la leche de la recolección LICONSA en el municipio de Álvaro Obregón.....	52
Gráfica 5. Concentración promedio mensual del volumen en la leche de la recolección LICONSA en el municipio de Álvaro Obregón.....	53

## **Resumen**

Esta investigación se desarrollo en el centro de acopio Liconsa de Álvaro Obregón, Michoacán durante el periodo diciembre 2014- septiembre 2015, se establecieron los parámetros en los que la leche debería ser aceptada y se analizaron los valores en los que la leche llegaba de acuerdo al productor, formando una base de datos para ser estudiados al final del periodo. La leche es un producto de secreción natural de la glándula mamaria de los bovinos sanos, obtenida por el ordeño, la calidad de la leche se mide por parámetros como la grasa, células somáticas, proteínas entre otras. La calidad y el volumen están muy ligados entre sí y se ven afectados por factores ambientales, nutricionales y genéticos.

Palabras clave: leche, calidad, grasa, valores, volumen.

## **Abstract**

This research was developed in the Centre of gathering Liconsa of Álvaro Obregón, Michoacán during the period December 2014- September 2015, were established the parameters in winch the milk should be accepted and discussed the values in which the milk reached agreement producer, forming a data base to be studied at the end of the period. Milk is a product of natural secretion of the mammary gland of healthy cattle, obtained by milking, the milk quality is measured by parameters such as fat, somatic cells, proteins, among others. The quality and volume are very linked to each other and are affected by environmental, nutritional, and genetic factors.

\_\_\_\_\_ ( ) \_\_\_\_\_



## ANTECEDENTES DE LA LECHE

La ganadería bovina en México se inicia con la introducción de los primeros bovinos por parte de los españoles, alrededor del año de 1524, logrando con rapidez su desarrollo y multiplicación por las condiciones naturales favorables que ofrecía nuestro país. (Rodríguez, 2008)

Durante la época de la colonia, los conquistadores ejercieron un control total sobre el ganado, por las grandes extensiones de tierra que poseían. Por disposiciones reglamentarias, se fijaron límites y derechos para la posesión de la tierra, dando origen a las "ESTANCIAS" que es la primera etapa en la creación de la "HACIENDA", a través de los años, la cual existió hasta la época pos revolucionaria.

Los esquemas productivos y comerciales que provocaron un crecimiento importante de la ganadería extensiva, de 1542 a 1810, fueron básicamente las grandes extensiones de explotaciones ganaderas, que establecían cerca de las ciudades, con el fin de proporcionar el suministro de alimento a la población. En el siglo XIX, esta ganadería se sigue desarrollando en las haciendas como unidades productivas agropecuarias, con posesión privada de la tierra y trabajadores permanentes, con una producción dirigida fundamentalmente a satisfacer el mercado interno.

A principio del siglo XX, debido a la necesidad de repoblar los inventarios, se importaron razas lecheras, lo cual repercutió, en corto plazo, en el crecimiento de la producción de leche y permitió la consolidación de la lechería comercial a partir de los años 40. En el periodo de 1950 a 1970 se presenta un proceso de integración horizontal y vertical de la actividad lechera, que da como resultado algunas de las pasteurizadoras de lácteos que actualmente existen en cuencas lecheras como La Laguna o Aguascalientes y Querétaro.

## RAZAS

- HOLSTEIN

Esta raza se originó en dos provincias septentrionales de Holanda: frislan occidental y país bajo del norte. Poco se sabe de su más remoto origen, pero no hay duda de que fue Holanda el núcleo de cual se diseminó esta raza sin objeciones, es la más formidable lechera de la historia. (Bavera, 2005)



*Figura 1. Hembra ejemplar de ganado Holstein*

Sin duda es la raza lechera más pesada, presenta dos variantes en cuanto a color de pelaje: el berrendo blanco con negro y el blanco con rojo. La variante dominante es el berrendo en negro, siendo de carácter recesivo la variante en rojo. No hay animales enteramente blancos ni enteramente negros, un porcentaje elevado de ellos muestran color equilibrado aun así hay animales con predominancia de alguno de los colores. Los cuernos están siempre presentes, no obstante, el descornado es práctica común. (Bustos, 2016)

En Holanda el ganado Frisón muestra más bastedad y menos angulosidad que sus descendientes en América, donde, a través de una exigente selección y programas genéticos, se ha producido el típico animal lechero con las siguientes características:

- ✓ Cuerpo anguloso, amplio, descarnado; considerado en periodo de lactancia.
- ✓ Cuello largo descarnado, bien implantado
- ✓ Capacidad corporal relativamente grande en proporción al tamaño; barril profundo y medianamente ancho, cinchera grande.

- ✓ Ubre de gran capacidad y buena forma, fuertemente adherida; pezones medianos y colocación en cuartos y a plomo muy bien irrigada. (Díaz, 2009).

- JERSEY

Es la más difundida de las razas lecheras inglesas. En 1784 se comenzó a exportar ejemplares a Inglaterra y las pruebas realizadas allí confirmaron su superioridad en el rendimiento de grasa, único componente valorado en esa época.



*Figura 2. Hembra ejemplar de Jersey*

La vaca Jersey se adapta rápidamente a los distintos climas de nuestro país. Su fecundidad permite obtener un menor intervalo entre partos, su mansedumbre, su rusticidad probada en cualquier clima y su longevidad la hace económicamente superior. (Jersey, 2007)

Su rendimiento lechero, en relación a su peso, compite codo a codo con el de la raza holstein-friesian ya que puede producir hasta 13 veces su peso en leche. Respecto a la leche, se trata de la más rica en grasa y sólidos totales de todas las razas; en promedio contiene 3,6% de proteína y 4,60% de grasa. Los sólidos no grasos (proteína, azúcares y minerales) totalizan 9.7, para un promedio de 14,1% de sólidos totales. (Lippert, 2016)

- SUIZO EUROPEO

El ganado pardo suizo es originario de los Alpes Suizos y se cree que es una de las razas de carne más antigua del mundo, históricamente se desarrolló como una raza de doble propósito. (AMCGSR, 2007)



Figura 3. Hembra ejemplar de suizo europeo

Surgieron a partir de cruzamientos entre *bos Taurus primigenus* o *uro* y *bos Taurus brachyceros*. Los registros monásticos y de tierras comunales, indican que, en el transcurso de los últimos 1,000 años. Han existido estos animales cuernicortos y de color castaño y que se explotaba como animales de carne y trabajo. Se mantuvieron en esta forma primitiva hasta el siglo XIX, cuando la adopción de forrajes y de sistemas perfeccionados de explotación abrió el camino para el mejoramiento de la crianza. Una vez que esto fue posible se aprovecharon los potenciales de producción lechera y surgió el animal de triple aptitud, aunque todavía se utiliza para el trabajo agrícola, la tendencia moderna se orienta hacia un animal de doble propósito (leche y carne). (Bustamante, 2004)

La capa es de color uniforme pardo grisáceo de intensidad variable, entre ligera y oscura, prefiriéndose las tonalidades oscuras. Alrededor del morro existe un anillo de color claro, pero la faja de color claro a lo largo del dorso, en la región inguinal, el color del pelo es también más claro que en el cuerpo, la piel es elástica, de grosor medio y pigmentada; el pelo es corto, fino y suave.

La cabeza es corta pero ancha y el cuerpo tiene un perfil dorsal derecho, pecho profundo y costillares bien arqueados. La papada no es muy pronunciada y el perfil ventral con frecuencia es paralelo al dorsal, pero los cuartos traseros son

largos y anchos y la musculatura llega hasta los jarretes. Las patas poseen osamenta fuerte y las pezuñas son duras y oscuras. (AMCGSR, 2015).

- SUIZO AMERICANO

Entre 1869 y 1880 se importaron a Estados Unidos alrededor de 130 cabezas de ganado provenientes de Suiza, las cuales se seleccionaron únicamente por producción de leche para formar la raza conocida como Pardo Suizo Lechero ó Suizo Americano ó Brown Swiss, registrada como raza lechera en 1906 y considerada diferente a la raza Braunvieh que le dio origen. (Briggs y Briggs, 1980).



*Figura 4. Hembra ejemplar de ganado suizo americano*

El ganado Suizo Americano se caracteriza por ser de talla mediana, su capa es de un solo color café-gris, pero varía en tono, pudiéndose encontrar animales de tonalidades claras gris cremosa, la cabeza ancha y la cara moderadamente larga, la espalda es amplia y la línea dorsal recta, el pecho es profundo con costillas bien arqueadas y los cuartos traseros bien desarrollados. El pelo es corto, suave y fino. Las patas son algo cortas y las pezuñas negras.

Su estructura ósea es angulosa, cuello fino y largo, ubres amplias con ligamentos fuertes, pezones de tamaño y forma deseables, cuerpo con menor cobertura muscular manteniendo su fortaleza y gran facilidad en su desplazamiento, debido a sus excelentes aplomos. (AMCGSR, 2007)

## LA UBRE BOVINA

La ubre representa un conjunto de cuatro glándulas llamadas cuarto o cuarterón, de origen dérmico, cubiertas por una piel suave al tacto, provista de vellos finos excepto en los pezones. Su apariencia es redondeada, se encuentra fuera de la cavidad del cuerpo, adosándose a la pared abdominal por medio del aparato suspensorio. (Moez, 2003)

Cada glándula tiene su propio conjunto de ductos que conducen la leche hasta el seno lactífero glandular. Las glándulas drenan su contenido al exterior a través de un conducto que finaliza en un pezón (papilla mammae) por glándula. Suele ser frecuente la presencia de pezones supe mamarios, en casi el 20-40% de las vaca, relacionados a veces con tejidos glandular funcional, especialmente en los cuartos posteriores. (Moez, 2003) Figura 5.



*Figura 5. La ubre bovina*

La ubre se halla dividida en dos mitades, derecha e izquierda, mediante un surco inter mamario profundo (sulcusintermamarius) producido por la tensión del ligamento suspensor mamario (Schillo, 1992). Los cuarterones pertenecientes a cada media ubre no están claramente delimitados, e incluso en ocasiones al parénquima de uno de ellos puede introducirse en la porción parenquimatosa de otro, aunque sin fusión entre ellos. Sin embargo, existe una independencia fisiológica y patológica entre cuartos sin que haya conexión entre sus conductos, secretando cada uno de ellos leche de composición diferente y pudiendo sufrir mastitis de modo independiente. Los cuartos posteriores están ligeramente más

desarrollados que los anteriores y contienen 25 a 50% más de tejido secretor, pudiendo llegar a producir hasta 60% de la leche total secretada por la ubre (índice antero-posterior = 40%). (Schillo y Hileman, 1992<sup>a</sup>)

El peso de la ubre cambia con la edad de la vaca, el estado de lactación, la cantidad de leche presente en la glándula, y las características genéticas. Forsyth (1999) señaló que la ubre de una vaca adulta pesa entre 14 y 32 kg, pero los valores extremos pueden oscilar entre 10 y 114 kg. Hay que tener en cuenta, en las vacas lecheras actuales, la ubre puede llegar a pesar de 50 a 75 kg debido a la gran cantidad de tejido secretor de leche que se almacena entre ordeños. La ubre más deseada es alargada, amplia y de moderada profundidad, extendida hacia adelante, bien suspendida a una altura razonable del suelo, con ligamento posterior marcado, simétrica y equilibrada entre cuarto. (Bath, 1984)

Para describir la morfología de la ubre y evaluar el rendimiento lechero del animal y su aptitud de ordeño mecánico, se definen diversos parámetros morfológicos que corresponden a medidas de la ubre, pezón y de la cisterna. Las ubres más voluminosas son las que producen más leche, con correlaciones entre la producción lechera y las medidas de la ubre que oscilan entre 0.50 y 0.48 (Artur, 1991).

Las características morfológicas que mejor definen el tamaño de la ubre son la profundidad, la longitud, la distancia al suelo y el volumen. Normen y Van Vleck (1972) indicaron una correlación positiva de la profundidad de la ubre (distancia entre la inserción perineal de la ubre y la base) con la producción de leche ( $r=0,27$ ) y la producción de materia grasa ( $r=0,23$ ). La longitud de la ubre (distancia desde la inserción perineal de la ubre y la inserción abdominal), es una variable muy relacionada con la producción lechera ( $r=0,80$ ) y con la suspensión de la ubre, ya que las ubres poco descolgadas se insertan normalmente muy cranealmente ( $r=0,56$ ; Witt, 1963).

En el mismo contexto Claudio (2007) señaló que las vacas lecheras con un ligamento suspensor de la ubre muy marcado, presentan una leche más baja en células somáticas. La ubre debe hallarse a unos 50 cm del suelo para facilitar el

ordeño y evitar el riesgo de infección mamaria. Hay que señalar que, además de voluminosas, las ubres deben ser elásticas, para poder almacenar la leche producida. Según Ayadi (2003) la elasticidad se valora mediante el coeficiente de expansión, que relaciona la superficie mamaria entre pezones antes y después del ordeño, y que tiene una relación media-baja con la producción de leche ( $r= 0,25-0,39$ ).

## MORFOLOGIA EXTERNA

- APARATO SUSPENSORIO DE LA UBRE
  - ✓ La piel que protege y colabora en la suspensión y estabilidad de la ubre.
  - ✓ El cordón areolar, que forma una banda entre la superficie dorsal de la ubre y la pared abdominal
  - ✓ La fascia superficial o tejido areolar subcutáneo que sujeta la piel a los tejidos contiguos
  - ✓ Ligamento suspensor lateral, que está parcialmente constituido de tejido elástico, pero principalmente por tejido conjuntivo fibroso blanco; este ligamento tiene su origen en el tendón subpélvico y se extiende hacia abajo y delante de la ubre, proyectándose también desde la pared de la cara interna de la región crural; se encuentra muy cerca de la línea media dirigiéndose hacia la porción posterior de la ubre. (Téllez) Figura 6. El par de niveles profundos del ligamento suspensorio lateral, se origina también del tendón subpélvico. Estas capas laterales profundas prácticamente envuelven la ubre, se insertan en la superficie convexa de la misma y por medio de numerosas fibras emitidas penetran hacia el interior de la glándula, continuándose con la red intersticial propia de la glándula. Luego, estos dos últimos elementos forman una parte muy importante de la sujeción de la glándula mamaria.



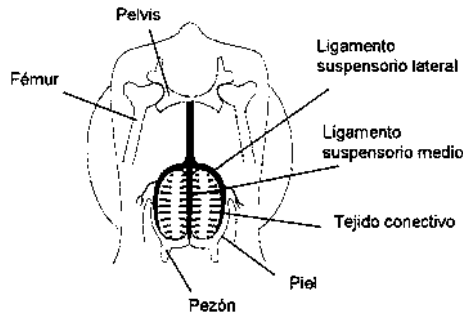


Figura 6. Aparato suspensorio de la ubre

- ✓ El tendón subpélvico, prácticamente no forma parte de las estructuras de la suspensión, pero es el que origina los niveles de los ligamentos laterales superficiales y profundos.
- ✓ Dos láminas elásticas amarillas, por el hecho de originarse de la túnica abdominal, constituyen el ligamento suspensorio medio, se originan de la pared abdominal y se insertan en la porción media, entre las dos mitades de la ubre, formando una separación entre estas mitades. Este ligamento posee una gran capacidad elástica y le permite a la ubre conservar un adecuado equilibrio dentro de su estabilidad, además de tener una función importante en la sujeción de la glándula (Smith, 1968). Una debilidad del cordón areolar y el alargamiento de los ligamentos laterales y medio suspensorio, pueden originar que la ubre adquiera una posición baja o caída y en casos severos se vuelven pendulosas. (Hanses, 1983)Figura 7.

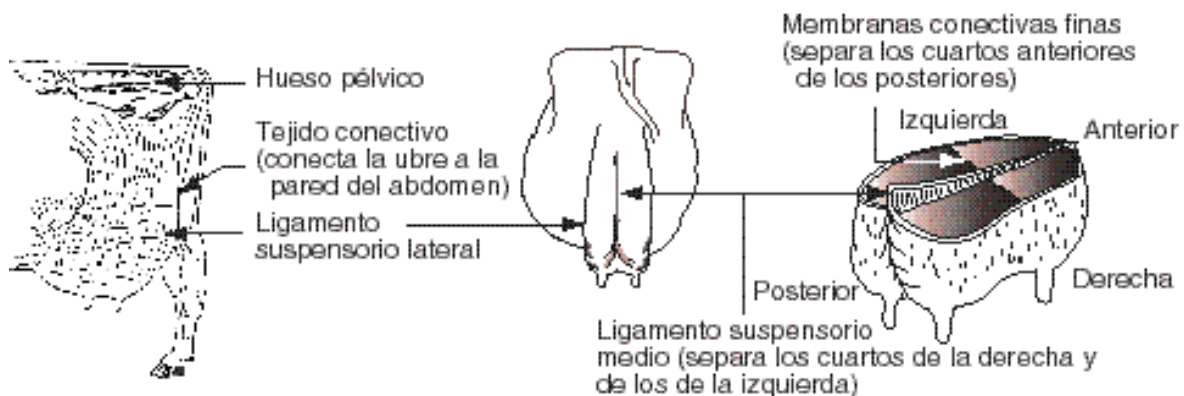


Figura 7. Conformación de la ubre

- ANATOMÍA DE LA GLÁNDULA MAMARIA

El desarrollo de la glándula mamaria se inicia en el feto en todas las especies mamíferas. En el feto bovino, desde el ectodermo, las líneas mamarias son visibles desde el día 35. Alrededor del tercer mes los canales mamarios se forman en los alvéolos. El sistema excretorio es completado al final del segundo trimestre de la vida fetal. Al comienzo del tercer mes pos parto la glándula mamaria comienza a crecer 2-4 veces más rápido que el resto del cuerpo hasta la pubertad. (Forsyth, 1999)

En la pubertad comienzan estímulos hormonales, la FSH provoca el desarrollo de los folículos y estos sintetizan estrógenos, mientras la LH produce luteinización y como consecuencia, la síntesis de progesterona. Los estrógenos son responsables durante esta etapa del desarrollo de los conductos, que se van ramificando y la progesterona estimula el desarrollo lóbulo-alveolar. (Carvajal, 2015)

Cuando el animal queda gestante, la glándula alcanza su máximo desarrollo influida por un gran número de hormonas. La progesterona y los estrógenos desempeñan el mismo papel mencionado durante la pubertad, con la diferencia de que los altos niveles de progesterona durante la gestación van a favorecer la formación de numerosos lobulillos conteniendo alveolos secretores.

Los niveles basales de prolactina en esta etapa son también fundamentales para el desarrollo del epitelio lóbulo-alveolar, la GH estimula el crecimiento de los conductos y la ACTH favorece el crecimiento de la mama en general mediante la acción de los glucocorticoides. Al final de la gestación, la mama está preparada para iniciar el proceso de secreción de leche o lactogénesis. (Brosh, 1998)

La lactación puede dividirse en periodos consecutivos: mamogénesis, lactogénesis, galactoyesis e involución. Cada fase caracterizada por un estricto control hormonal, involucradas las hormonas reproductivas (estrógenos, progesterona, lactogeno-placentaria, prolactina y oxitocina) las cuales actúan directamente sobre la glándula mamaria. Hormonas del metabolismo (hormona crecimiento, corticoesteroides, tiroides, insulina) estas funcionan en distintas

partes del cuerpo y a menudo tienen efecto sobre la glándula. Finalmente las hormonas de producción local que incluyen la hormona de crecimiento, prolactina, paratiroidea-peptídica (PTHrp) y leptina (recientemente descrita, hormona con síntesis en el tejido adiposo pero también en la glándula mamaria). (Claudio, 2007)

Figura 8

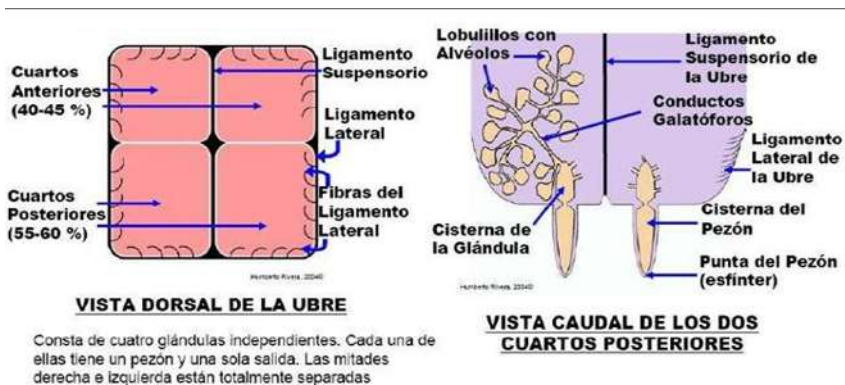


Figura 8. Lactación

### MAMOGÉNESIS

La mamogénesis no ocurre en ausencia de prolactina y hormona del crecimiento, estas son necesarias para el desarrollo de la glándula mamaria con especial referencia a las hormonas sexuales esteroideas. La proliferación del epitelio mamario es dependiente de estrógenos y progesterona, a través de la gestación. Los receptores específicos para estas hormonas se expresan en niveles muy bajos durante la mamogénesis y lactogénesis. (Glauber, 2007)

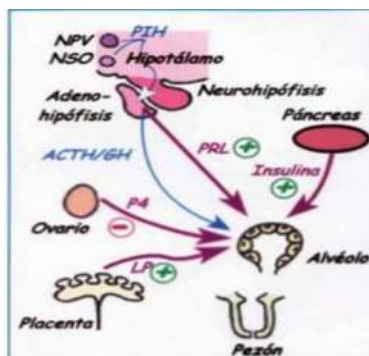


Figura 9. Mamogénesis

La lactogénesis consiste en una serie de cambios mediante los cuales las células alveolares sufren un proceso de diferenciación que las capacita para secretar leche. Entre estos cambios, destaca el número en la actividad de enzimas responsables de la síntesis de componentes de la leche como la lactosa, caseína, triglicéridos, etc. Las hormonas necesarias para que estos cambios ocurran son la prolactina, el lactogéno placentario, la insulina, los glucocorticoides, la hormona del crecimiento y la progesterona. Aunque todas estas hormonas ya han sido estudiadas, se sintetizan las funciones específicas de algunas de ellas relacionadas con la lactogénesis. (Castillo, 2010)

Los niveles basales de prolactina durante la gestación se elevan marcadamente unas dos semanas antes del parto y alcanza su pico justo antes del nacimiento. Una de las principales funciones intracelulares de la prolactina es la fijación del ARNm de la caseína al retículo endoplasmático rugoso, estabilizándolo y permitiendo su acumulación; además, acelera la transcripción del gen de la caseína y estimula la traducción del ARNm de la caseína mediante la captación incrementada de aminoácidos precursores. En menor proporción, la prolactina induce la producción de  $\alpha$ -lactoalbumina para la síntesis de lactosa e interviene en el transporte de iones y aminoácidos, en la síntesis de lípidos. (Castillo, 2010)

El papel de la insulina en la lactogénesis se dirige al aumento de la permeabilidad de la célula mamaria, la captación de glucosa y la incorporación de acetato para su transformación en ácidos grasos, además de intervenir en la estimulación de la síntesis proteica y en la producción de ARNm y de favorecer la mitosis. (García-Trujillo, García- López 1990)

Al inicio de la lactación se observa un aumento de la disponibilidad y captación de glucocorticoides por las células de la glándula mamaria. El cortisol induce la diferenciación del retículo endoplasmático rugoso y del aparato de golgi en las células secretoras, lo que es fundamental para permitir la acción posterior de la prolactina induciendo la síntesis de caseína y  $\alpha$ - lactoalbumina. (García-Trujillo, García- López 1990). En consecuencia, se considera que existe un efecto

sinérgico entre la prolactina y el cortisol para el proceso de la lactogénesis. (Castillo 2010)

El papel de la GH en la primera fase de la lactogénesis parece estar exclusivamente relacionado con el aumento de las propiedades lactogénicas de la prolactina y el cortisol. (Flint y Knight, 1997)

La progesterona, al contrario que las hormonas referidas hasta ahora. Inhibe la lactogénesis. Y lo hace por dos mecanismos. En primer lugar inhibe la capacidad de la prolactina para incrementar su número de receptores y en segundo lugar inhibe la producción de lactosa, caseína y  $\alpha$ -lactoalbumina, así como la secreción total de la glándula mamaria. (Flint y Knight, 1997)

Lactogénesis es el inicio de la síntesis y secreción de la leche por las células epiteliales de los alveolos mamarios, la acostumbra dividirse en 2 fases:

Fase 1, consiste en una diferenciación estructural y funcional limitada del epitelio secretor durante el último tercio de la preñez.

Fase 2, corresponde al completamiento de la diferenciación del epitelio secretor durante el periodo peri parto, coincidente con el inicio de una intensa y copiosa síntesis y secreción de la leche. (Forsyth, 1999)

El proceso de lactogénesis se inicia alrededor de la mitad de la preñez. Este proceso se conoce como lactogénesis fase 1. En este estado, se produce la diferenciación y crecimiento de las células epiteliales y la diferenciación bioquímica y estructural de las células. La síntesis de lactosa depende de la enzima lactosa sintetasa, la cual permite la unión de la glucosa y la galactosa para formar lactosa. La lactosa sintetasa se forma en un complejo entre la galactosiltransferasa y la lactoalbumina. Pero la activación completa del gen de la  $\alpha$ -lactoalbumina solo se logra en el momento que se inicia la fase 2. Precisamente, la presencia de la  $\alpha$ -lactoalbumina en el suero sanguíneo es una medida indirecta de la presencia de esta fase. Un ejemplo claro es en vacas de leche en su primera preñez, las concentraciones de  $\alpha$ -lactoalbumina son indetectables hasta el día 200 preparto. Luego, se inicia un aumento a partir del día 120 preparto, es decir, inicio de fase 1,

y un segundo aumento exponencial, alrededor de los 15 días preparto, vale decir durante la fase 2 de la lactogénesis. (Cerón, 2002)

## GALACTOPOYESIS

El término galactopoyesis hace referencia a la capacidad de la glándula mamaria para secretar cantidades elevadas de leche y en la mayoría de los animales esta capacidad se adquiere en el periodo perinatal. Los factores que desencadenan la galactopoyesis son fundamentales endocrinos. (Forsyth, 1999) La disminución de los niveles de estrógenos y progesterona en el parto aumenta la sensibilidad de la mama a la acción de la prolactina y glucocorticoides, además una vez que las células mamarias han completado su diferenciación, la progesterona pierde su capacidad de inhibir la lactación. Otro factor importante es el aumento de los niveles de glucocorticoides que circulan libres en sangre y por último los estímulos procedentes de las contracciones uterinas durante el parto aumentan, por vía hipotalámica, la producción de prolactina y glucocorticoides. (Castillo, 2010) Figura 10.

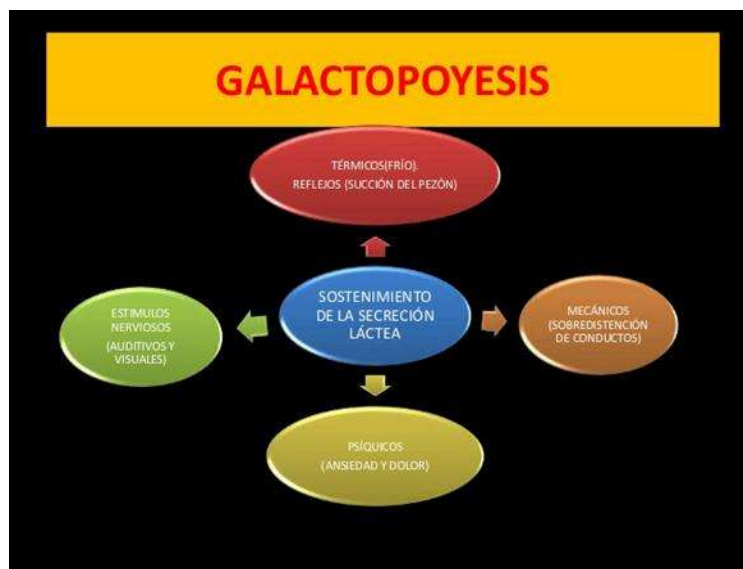


Figura 10. Proceso de galactopoyesis

La producción de leche es controlada por las hormonas lactogénicas prolactina y hormona de crecimiento (HC) durante la lactogénesis y lactopoyesis. Prolactina y

HC son esenciales para la transición de proliferativo a glándula mamaria lactando a través del dominio de HC sobre la prolactina durante la galactopoyesis en rumiantes a diferencia de humanos y cobayos. La acción de la prolactina es a través del epitelio mamario en forma directa o factores de transcripción semejante a la HC que actúa en forma directa en la glándula mamaria o indirectamente con producción de IGF-I local o producida en el hígado. Las células mamarias bovinas presentan receptores IGF-I y II receptoras de insulina y proteínas de unión IGF. (Glauber. 2007)

### EXPULSIÓN DE LA LECHE

El reflejo neuroendocrino de succión, es uno de los ejemplos mejor estudiados de interacción entre el sistema nervioso vegetativo y el hormonal. Las funciones de la oxitocina. Durante la lactación, las neuronas que secretan oxitocina sufren una serie de cambios, observándose un mayor número de contactos soma-soma o soma-dendrita y doble sinapsis. Esto parece estar relacionado con la descarga de potenciales de acción de forma sincronizada por parte de dichas células. El patrón de secreción de oxitocina es de tipo pulsátil y está relacionado con la succión, además de con otros estímulos visuales o auditivos que también desencadenan el reflejo de expulsión. (Forsyth, 1999) Figura 11.



Figura 11. Expulsión de la leche

## INVOLUCIÓN

Se refiere a la regresión gradual mamaria después de cumplir su función durante la lactación fisiológica. El curso de eventos durante este estadio es importante dado que tiene impacto sobre la futura lactancia. Este proceso también está controlado por un proceso endocrino, experimentos in vitro indican que la pérdida de células epiteliales por apoptosis está relacionada con la disminución de nivel de prolactina, Hormona de crecimiento y IGF-I. Se sugiere que la HC normalmente estimula la síntesis de IGF-I y optimiza la acción de la prolactina. Las vacas en lactancia son usualmente secadas entre 8-9 semanas previas al parto programado. El periodo de secas es un área prioritaria. (Flint y Knight 1997)

## FLUJO SANGUINEO

El parénquima mamario y su red de capilares se desarrollan en el paralelo y comparativamente en una tasa más lenta de la preñez. El desarrollo de conductos y bifurcaciones del parénquima mamario madura con el crecimiento mamario. El volumen sanguíneo se expande en el animal preñado y alrededor del 15% de la producción cardiaca está directamente relacionado con la unión placentofetal hasta el final de la preñez. Un óptimo flujo sanguíneo de la glándula es esencial para la producción de leche. El flujo sanguíneo mamario aumenta tremendamente al parto, es luego correlacionado con la producción de leche y disminuye luego del pico de lactancia cuando comienza a declinar la producción. (Glauber. 2007).  
Figura 12.



### Anatomía de la Ubre de la Vaca y Flujo Sanguíneo

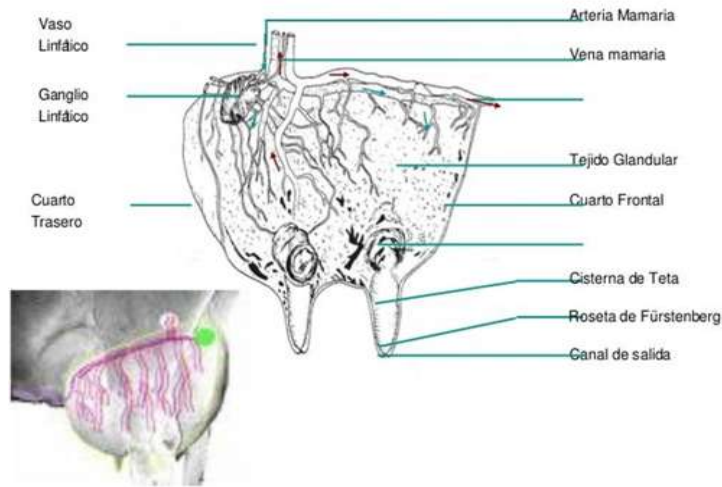


Figura 12. Flujo sanguíneo de la ubre

### PROLACTINA

La prolactina juega un importante papel en el desarrollo morfológico y funcional de la glándula mamaria, así como en la actividad secretora del cuerpo lúteo.

### LECHE

Secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas o cualquier otra especie animal, excluyendo el calostro. (LICONSA, 2014)

Desde el punto de vista legal, el Ministerio de Salud mediante el decreto 2437 del 30 de agosto de 1983, y según el Artículo 2 del capítulo 1, define que “la leche es el producto de la secreción normal de la glándula mamaria de animales bovinos sanos. (Agudelo y Bedoya, 2005)

Definición legal, “leche es el producto íntegro y fresco de la ordeña de una o varias vacas, sanas, bien alimentadas y en reposo, exenta de calostro y que cumpla con las características físicas y microbiológicas establecidas.

Definición dietética, la leche es uno de los alimentos más completo que se encuentra en la naturaleza, por ser rica en proteínas, grasas, vitaminas y minerales, necesarias para la nutrición humana. (Liconsa, 2014)

Definición física, la leche es un líquido de color blanco opalescente característico debido a la refracción de la luz cuando los rayos de luz inciden sobre las partículas coloidales de la leche en suspensión. Cuando es muy rica en grasa presenta una coloración cremosa, debido al caroteno que contiene la grasa, la leche baja en grasa toma color ligeramente azulado. (Liconsa, 2014)

## PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LA LECHE BOVINA

La norma mexicana NMX-F-700-COFOCALEC-2004, Sistema Producto Leche – Alimento- Lácteo- Especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba, establece como indicador de calidad microbiológica de la leche cruda la cuenta total de bacterias mesofílicas aerobias, describiendo el requerimiento en cuatro clases o categorías de producto:

Clase 1: <100 000 UFC/ML

Clase 2: 101 000 a 300 000 UFC/ ML

Clase 3: 301 000 a 599 000 UFC/ML

Clase 4: 600 000 a 1 200 000 UFC/ML

(Senasica, 2010)

<b>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</b>	<b>ESPÉCIFICACIONES/ LECHE CRUDA</b>
Prueba de alcohol a 75° GL	Negativa
Acidez (expresada como ácido láctico)	Mínimo 1,3 – máximo 1,6 g/L
Grasa propia de la leche	Mínimo 30g/L
Punto crioscópico	-0,530 a -0,560 °H
Densidad	Mínimo, 1,0295 g/ MI
Proteína	Mínimo 30g/L
Reductasa	Mínimo 120 minutos
Antibiótico (inhibidores bacterianos)	Negativo
Caseína	Mínimo 24g/L
Prueba de limpieza	Ausente
Prueba de cocción	Negativa, sin coagulación
<b>CONSERVADORES</b>	
Peróxido de hidrogeno	Negativa
Derivados clorados	Negativa
Formaldehidos	Negativa
Sales cuaternarias de amonio	Negativa
<b>NEUTRALIZANTES</b>	
Compuestos alcalinos	Negativa
<b>ADULTERANTES</b>	
Suero de quesería	Ausente
Grasas vegetales	Ausente

*Tabla 1. Especificaciones de calidad de leche cruda. LICONSA, 2007*

- AGUA

La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria. La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día

que su suministro es limitado o no se encuentra disponible. Esta es una de las razones por las que la vaca debe tener libre acceso a una fuente de agua abundante todo el tiempo. (Bonet, et al; 2008)

- **PROTEÍNAS**

La mayor parte de la leche se encuentra en forma de proteína. Los bloques que construyen a todas las proteínas son los aminoácidos. la concentración de proteína varía en la leche de 3.0 a 4.0% (30-40 gramos por litro). El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche. Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche- cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor la cantidad de proteína.

Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseína (80%) y proteínas séricas (20%) históricamente esta clasificación es debida al proceso de fabricación de queso, que consiste en la separación del cuajo de las proteínas séricas luego de que la leche se ha coagulado bajo la acción de la renina (una enzima digestiva colectiva del estomago de los terneros). (Bonet, et al; 2008)

- **GRASA**

Normalmente, la grasa (o lípido) constituye desde el 3,5 hasta el 6.0% de la leche, variando entre razas de vacas y con las practicas de alimentación. Una ración demasiado rica en concentrados que no estimula la rumia en la vaca, puede resultar en una caída en el porcentaje de la grasa (2,0 a 2,5%).

La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado d una capa de fosfolipidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa. Siempre que se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión.

La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en firma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos. Las porciones de ácidos grasos de diferente largo determina el punto de fusión de la grasa y por lo tanto la

consistencia a la mantequilla que deriva de ella. La grasa de la leche contiene principalmente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de ocho átomos de carbono) producidas de unidades de ácido acético derivadas de la fermentación ruminal.

Esta es una característica única de la leche comparada con otra clase de grasas animales y vegetales. Los ácidos grasos de cadena larga en la leche son principalmente los insaturados (deficientes en hidrogeno), siendo los predominantes el oleico (cadena de 18 carbonos), y los polinsaturados linoleico y licolenico. (Bonet, et al; 2008)

- MINERALES Y VITAMINAS

<b>MINERALES</b>	<b>mg/100 ml</b>	<b>VITAMINAS</b>	<b>ug/100 ml<sup>1</sup></b>
Potasio	138	Vit. A	30,0
Calcio	125	Vit. D	0,06
Cloro	103	Vit. E	88,0
Fósforo	96	Vit. K	17,0
Sodio	8	Vit. B1	37,0
Azufre	3	Vit. B2	180,0
Magnesio	12	Vit. B6	46,0
Minerales trazas <sup>2</sup>	<0,1	Vit. B12	0,42
		Vit. C	1,7

*Tabla 2. Concentraciones minerales y vitamínicas en la leche (mg/100ml)*

<sup>1</sup> ug = 0,001 gramo

<sup>2</sup> Incluye cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, selenio, yodo y otros.

La leche es una fuente excelente para la mayoría de los minerales requeridos para el crecimiento del lactante. La digestibilidad del calcio y fosforo es generalmente alta, en parte debido a que se encuentra en asociación con la caseína de la leche.

Como resultado, la leche es la mejor fuente de calcio para el crecimiento del esqueleto del lactante y el mantenimiento de la integridad de los huesos en el adulto. Otro mineral de interés en la leche es el hierro. Las bajas concentraciones de hierro en la leche no alcanzan a satisfacer las necesidades del lactante, pero este bajo nivel pasa a tener un aspecto positivo debido a que limita el crecimiento bacteriano en la leche el hierro es esencial para el crecimiento de muchas bacterias. (Bonet, et al; 2008)

## MANTENIMIENTO DE LA ACTIVIDAD SECRETORA

Tras el parto son necesarios dos tipos de estímulos, la succión y la secreción de diversas hormonas:

La succión por amamantamiento y ordeño evita la inhibición de la secreción que provocaría el aumento de la presión mamaria por el efecto de llenado, y estimula poderosamente la secreción de prolactina y glucocorticoides.

Las principales hormonas que intervienen en la regulación de la galactopoyesis son la prolactina, la GH, la ACTH, los glucocorticoides, la tiroxina, los estrógenos y la progesterona. (Flint y Knighth, 1997)

La prolactina tiene un papel discutido en el mantenimiento de la producción láctea porque se han realizado estudios en algunas especies (rumiantes) que indican que su ausencia no afecta a esta etapa de la lactación, mientras que en otras (conejas, cerda, perra y gata) su ausencia inhibe la secreción láctea. (Recabarren M)

La GH es, sin embargo la hormona galactopoyetica en los rumiantes, incrementando los rendimientos de producción láctea mediante cambios en el metabolismo de las proteínas, grasas y carbohidratos de la madre para dirigir los nutrientes hacia la síntesis de leche. (Tellez)

La unión de los glucocorticoides, liberado por acción de la ACTH, a sus receptores en la glándula mamaria, estimula la captación de glucosa por célula secretora.

Las hormonas tiroideas se encuentran en proporciones menores a las habituales durante los primeros estudios de la lactación, pero no posteriormente y esto permite reducir el metabolismo periférico y utilizar los sustratos energéticos en el tejido mamario. (Téllez)

Los estrógenos inhiben la síntesis de leche porque provocan la desaparición de las miofibrillas de las células mioepiteliales, impidiendo, por tanto el reflejo de expulsión.

La progesterona, a diferencia de los que ocurría en la primera etapa de la lactogénesis, no tiene efecto en la galactopoyesis ya establecida debido a que se une a receptores en la grasa de la leche dentro de la célula y se anula su actividad biológica. (Castillo, 2010)

## FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Fisiológicos: se encuentran las características genéticas (especie, raza), edad, número de lactancia, gestación, periodo seco, estado corporal al parto y momento de la lactancia. (Morales, 1999)

Ambientales: época del parto, enfermedades, factores climáticos temperaturas húmedas, ordeño frecuencia e intervalo, alimentación pre y postparto naturaleza y composición de la dieta balance de la dieta. (Bath, 1984)

- ÉPOCA DE PARTO

El momento de parición afecta no solo la curva de lactancia, sino también la cantidad de leche producida. Cuando la parición se produce unos dos meses antes del pico de máxima producción de forraje, las vacas tienden a producir leche en forma bastante uniforme durante los primeros cuatro meses de lactancia, pero sin rendimientos muy altos.

La máxima producción de lactancia se registra durante el primer mes, acentuándose el descenso de la producción a partir de los sesenta días. Este tipo

de lactancia con producción máxima en el primer mes se obtiene cuando la parición se produce en el momento de máxima abundancia (Bavera, 2005).

- FACTORES CLIMÁTICOS

Sin duda alguna la temperatura afecta la composición y producción de la leche, la máxima producción de leche se logra con una temperatura que oscila en las 4-21°C.

Cuando la temperatura ambiental es de 24°C o superior, se reduce el consumo de alimento con disminución de producción láctea. Por otro lado, aproximadamente a -27°C, aumento el consumo de alimento y disminuye la producción de leche (Garcia-Trujillo y Garcia-Lopez, 1990), la temperatura es el factor más importante en nuestras condiciones, por su doble acción sobre el pasto y los animales.

Los fenómenos meteorológicos que influyen en el consumo son: temperatura, humedad, viento, radiación, lluvia y altitud.

El principal problema climático lo constituye el efecto combinado de la lluvia y el viento, todos los productores lecheros conocen que cuando existe lluvia y viento los animales dejan de comer, lo que implica que bajara la producción de leche; dada esta situación es aconsejable que durante el invierno los animales permanezcan estabulados todo el día, o al menos, durante la noche. (Brosh et al., 1998)

Entre las condiciones ambientales que se relacionan con la productividad láctea, se citan la temperatura ambiental, la humedad relativa, la radiación solar, la velocidad del viento, el efecto de la duración del día y la precipitación diaria. (WingChing-Jones y Perez, 2008)

- ALIMENTACIÓN

El manejo alimenticio de las vacas lecheras es unos de los factores que tienen mayor incidencia en la producción de leche. Esto se hace más importante si se considera que el costo alimenticio incide por lo menos en un 50% del costo total



del litro de leche. Por otra parte, una buena alimentación permite una mejoría en la producción de leche, sanidad y reproducción del ganado lechero. (López y Álvarez 2005)

Las vacas deben ser alimentadas de acuerdo a sus requerimientos nutritivos. Estos últimos variando de acuerdo al peso vivo, nivel de producción y momento de la lactancia que se encuentran los animales. (Rearte, 1992)

- **CONDICIÓN CORPORAL AL PARTO**

La ingestión reducida de energía después del parto afecta sensiblemente la producción de leche, no afectando en el mismo nivel la ingestión de proteínas. Es decir, que las hembras con mejor condición corporal produjeron mayor cantidad de leche. (Bavera, 2005)

Diversas investigaciones han demostrado que por cada 30 kg de incremento de peso vivo al momento del parto se logran incrementos en la producción de leche de 122 kg, 8 kg de grasa y 4 kg de proteína durante las primeras 20 semanas de la lactancia (Rearte, 1992). Sin embargo los efectos de la condición corporal sobre los porcentajes de grasa y proteína en la leche son pequeños.

Otro aspecto importante es el comportamiento de la condición corporal (CC) en el rebaño, durante el periodo lluvioso el 86% de los animales tiene una CC entre 3.0 y 3.5; mientras que en el periodo poco lluvioso solo el 64% de los animales manifiestan ese rango de CC y el 25% de las vacas tuvo una CC de 2.5 (López y Álvarez 2005).

- **EDAD**

En general podría decirse que la pubertad es el periodo del desarrollo somático de un individuo joven que alcanza su madurez sexual, teniendo valores normales de gonadotropinas, evolución compleja de los genitales y caracteres sexuales secundarios, haciéndose apto para la gestación. (Morales, 1999)

Son muy amplias las diferencias que se pueden encontrar entre razas e incluso de una misma raza, con respecto a la edad y peso con que un determinado individuo alcanza la pubertad. Teniendo en cuenta que el efecto de la edad y peso pueden ser minimizados por el efecto de las condiciones ambientales y de manejo, es muy difícil establecer unos parámetros e incluso poder llegar a comparación entre razas. Roy, (1974) sostiene que la pubertad se alcanza aproximadamente cuando en el animal obtiene 50% del peso total de adulto, en las novillas de raza cárnica, mientras que en las novillas de actitud lechera la edad tiene lugar entre el 45-55% del peso adulto.

Aunque la pubertad está relacionada con el peso en algunas especies y con la edad en otras, en el bovino el peso y la edad son importantes en la determinación de la pubertad, Yelichet et al, (1995). Son muy numerosos los estudios que demuestran como el nivel de nutrición se refleja sobre la madurez sexual, según la relación conocida que existe entre el desarrollo general del individuo, crecimiento corporal y desarrollo de los órganos reproductivos.

Algunos autores postulan que el estado nutricional está afectando la pulsatilidad de la hormona luteinizante (LH) en novillas en desarrollo, Schillo, (1992).

El estado nutricional determina el tamaño corporal y el peso vivo a lo largo de la vida. Los bajos planos de nutrición durante el periodo prepuberal atrasa la iniciación de la pubertad por inhibición del desarrollo del sistema reproductivo endocrino. El efecto de la nutrición sobre el comienzo de la pubertad ha sido citado por Artur et al; (1991); quien constató que cuando se alimenta a las novillas con un plano nutricional alto, medio o bajo, la pubertad tiene lugar a los 9,11 y 15 meses respectivamente.

Existe una correlación positiva entre el periodo del año y la parición de la pubertad. La estación del año implica grados de luminosidad, humedad y temperatura que son características de una determinada época del año, y que de acuerdo con la especie, puede actuar acelerado o retardando el advenimiento de la pubertad. Los mecanismos hormonales por los cuales la estación altera la edad a la pubertad no están completamente dilucidados.

En la modulación estacional de la aparición de la pubertad, esta se acompaña por cambios en el volumen del ovario y desarrollo folicular, Hansen et al; (1983). Efectos estacional durante la foliculogenesis en la etapa prepuber esta mediada por alteraciones en la secreción de hormona luteinizante (LH). En general, parece que la estación influye en la pubertad de las novillas así también como su época de nacimiento (primavera o verano); esto parece estar condicionado por una serie de mecanismo o controles en interrelaciones ambientales-sistema nervioso-actividad reproductiva. Aun el desarrollo folicular es más regular en primavera y otoño que en periodos de invierno, Schillo et al; (1992<sup>a</sup>).

## MASTITIS

Varios autores han definido la mastitis, como la respuesta inflamatoria de la glándula mamaria a una agresión. (Kerr y Wellnitz, 2003;Bannerman et al., 2004;Hansen et al., 2004). Es considerada la enfermedad infecciosa del ganado lechero de mayor impacto económico debido a una disminución en la producción de leche y deterioro en la calidad (Ceron-Muñoz y col., 2002; Wellenberg y col., 2002). Una gran variedad de microorganismos son sido involucrados como causales de mastitis bovina, siendo *Staphylococcus aureus* el principal agente infeccioso por su prevalencia y patogenicidad, ocasionando más del 80% de las infecciones intramamarias. Se caracteriza por la entrada de células somáticas, principalmente neutrófilos polimorfonucleares (PMN), a la glándula mamaria y por un aumento en el contenido de proteasa en la leche producida (Kerry y Wellnitz, 2003).La mastitis bovina puede clasificarse de acuerdo al grado de la inflamación y a las lesiones locales e implicaciones sistemáticas en la vaca. En general se clasifica en: “Mastitis subclínica” y “Mastitis clínica”.

- MASTITIS SUBCLÍNICA

Se caracteriza por la presencia de un microorganismo en combinación con un conteo de células somáticas en leche, esta puede desarrollar fácilmente una inflamación y no tener tratamiento (Gallegos y Moncada, 2011)

- MASTITIS CLÍNICA

Es definida como una anormalidad en la glándula mamaria de la vaca o la leche, que puede ser fácilmente observada (Tollersrud et al., 2000). Presenta tumefacción o dolor en la ubre, enrojecimiento de la misma, la leche puede presentar una apariencia anormal y en algunos casos, hay aumento de la temperatura rectal, letargo, anorexia e incluso la muerte (Heringstad et al., 2000).

#### DINÁMICA CELULAR DE LA PRODUCCIÓN

El número de células secretoras de leche y su actividad determina la producción y la forma de la curva de lactancia. La dinámica celular y la producción láctea perduran durante 240 días de lactación en vacas Holstein de alta producción. El número de células secretorias aumenta al comienzo de la lactancia mientras que la producción de la leche se disminuye (Recabarren M). La producción de leche por célula aumenta significativamente a partir del pico de la lactancia y tiende a ser constante durante la lactación. El aumento de leche hasta el pico de la lactancia podría deberse a la continua diferenciación celular más que al aumento de número, mientras la disminución de leche después del pico probablemente sea debido a pérdida en el número de células secretoras y no a una pérdida de la actividad secretoria. La pérdida en número de células secretorias es debido a la tasa de muerte celular por apoptosis en la ubre. (Nilsson, 1959)

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó dentro del periodo de diciembre 2014 a septiembre 2015 en el centro de acopio 0462 LINCOSA ubicado en la calle Fco. I Madero #8, Álvaro Obregón, en las coordenadas 19° 48" de latitud norte y 101°02" de longitud oeste, a una altura de 1,800 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el Estado de Guanajuato y Santa Ana Maya, al este con Queréndaro e Indaparapeo, al sur con Charo, al oeste con Tarímbaro y al noroeste con Cuitzeo. Su distancia a la capital del Estado es de 26 km. Para iniciar se llegó al centro de acopio y se observó todo el procedimiento desde la reciba de la leche pasando por los diferentes análisis y hasta el almacenamiento del producto. Figura 13, se muestra el andén del centro de acopio que es el primer lugar donde la leche llega ahí se toma una muestra de alcohol y si está bajo las condiciones necesarias es pasada a la báscula.



*Figura 13. Andén del centro de acopio y báscula*

En el centro de acopio de recibe leche fría a  $-5^{\circ}$  y también leche caliente en un rango de  $27^{\circ}$  a  $31^{\circ}$ .

La primer prueba que se realiza en el centro de acopio es la de alcohol, que consiste en diluir alcohol al 96% en 25 ml de agua destilada y mezclarlas hasta que quede una solución de 75% de alcohol que es medida con un alcoholímetro, esta solución es usada en una pistola de alcohol que tiene un orificio en la parte más lejana del mango por el cual entran 2ml de leche que se revuelven con 2 ml de alcohol y es vertido en una caja de Petri,(Figura 14) si al movimiento se observan grumosos la leche no es recibida y los productores se hacen acreedores a una multa, en caso contrario en el que la leche no presente grumos es recibida y pesada se extrae una muestra en un vaso de precipitados que es ingresada al laboratorio.



*Figura 15. Báscula*



*Figura 14. Pistola de alcohol y caja de petri*

Ahí se separa la muestra en varias pruebas:

Microscan: este aparato de medición trabaja con solución flusing para el día y Stella para la noche, se calibra con solución flusing al inicio del día se usa la muestra del vaso de precipitados mide la grasa, los sólidos totales y las proteínas.

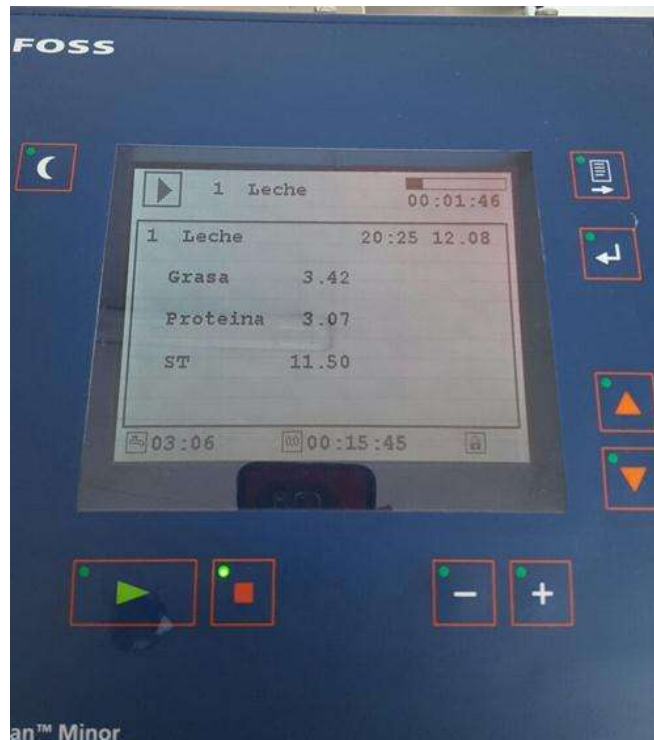


Figura 16. Pantalla del microscan, señala en resultado de una muestra.

Crióscopo: es un aparato muy exacto se encuentra a  $-6^{\circ}$  o  $-7^{\circ}\text{H}$  y debe ser calibrado correctamente, se vierten 2 ml de leche en una copilla y es ingresada al aparato este mide el punto de congelación en grados horvet ( $^{\circ}\text{H}$ ). Figura 17, por consecuente nos permite saber la cantidad de agua en la muestra, los calibradores son; A: solución patrón de sacarosa al 7%, B: solución patrón de sacarosa al 10%, C: solución patrón de verificación a  $-510^{\circ}\text{H}$  y líquido refrigerante etilen-glicol 1:2 V/V SOLN. Figura 18 y 19.



*Figura 17. Crióscopo y copillas*





Figura 18. Calibradores del crioscópo A y B



Figura 19. Calibradores del crioscópo C y líquido refrigerante

Reductasa: es una prueba que nos mide el tiempo de oxidación del azul de metileno el tiempo determinado para esta prueba es de 120 a 180 min, si la muestra sobre pasa los 120 min nos indica que la muestra está libre de bacterias por lo contrario si la muestra cambia de color en menos de 120 min se considera como una muestra con una proliferación de bacterias. Figura 18. Otro objetivo de esta prueba es reafirmar la leche con antibiótico positivo ya que si sobrepasa por mucho los 180 min es porque el antibiótico mato a las bacterias y la reacción de reductasa es más tardada por la escasa cantidad de bacterias. Para realizar la prueba se toman 20 ml de leche en un tubo de ensayo se añaden .5 ml de azul de metileno y se mezcla por inversión hasta que se homogenice y adquiera coloración azul, se lleva a la incubadora a una temperatura de 37°C, y se tiene en frecuente observación. (Thornton y Hasting 1929)



*Figura 20. Muestra de reductasa con coloración azul homogéneo*

Células somáticas: para realizar esta prueba se necesitan tiras reactivas y un contador de células somáticas. Figura 19. Se pone una gota de leche en uno de los extremos de la tira reactiva que está marcado y se ponen 3 gotas de una solución activadora. Es colocada en un lugar obscuro por 2 horas y después leído por el contador.



*Figura 21. Material para conteo de célula somática y reactivo*

Antibiótico: la prueba de antibiótico es una de las más sencillas de aplicar, ya que solo se coloca una gota en un pequeño recipiente que contiene un medio de cultivo enriquecido en un tiempo de 3 horas, si la muestra es positiva la coloración del cultivo no cambia de color lo que nos indica que la leche si tiene antibiótico y si la leche no tiene antibiótico el color del cultivo cambia a amarillo y se considera negativo. Figura 22 y 23



Figura 22. Medio de cultivo

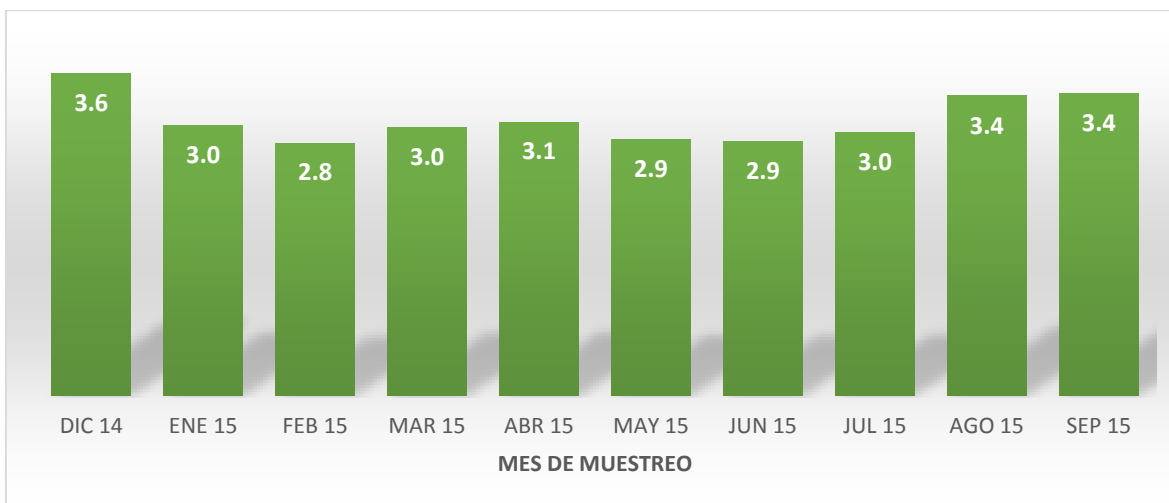


Figura 23. Incubadora a 37°C, para cultivo de antibiótico

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la selección genética apropiada nutrición y manejo adecuado de la apropiada nutrición y manejo adecuado de la lactancia son parte clave en la obtención de leche. Los factores genéticos sin duda hacen la diferencia en el volumen lacto de cada individuo o explotación lechera, aunado en el estado de lactación y el numero de lactancias.

El porcentaje promedio de grasa (grafica 1), mostro ligeras fluctuaciones a lo largo del período de muestreo, observando el valor más bajo (2.8 %) durante el mes de febrero mientras que el valor más alto registrado fue de 3.6% en el mes de diciembre de 2014.



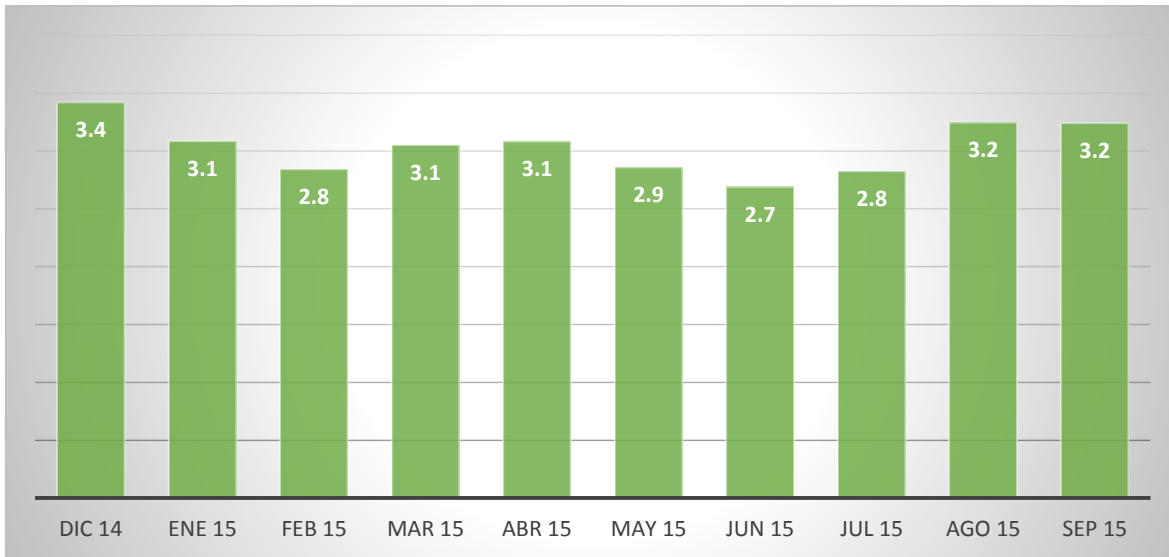
*Gráfica 1. Concentración promedio mensual de grasa en la leche del centro de recolección LICONSA en el municipio de Álvaro Obregón*

La grasa es el componente lácteo más variable entre y dentro de razas. La raza que produce leche con el mayor tenor de grasa es la Jersey, consideremos un rango de  $3.11 \pm 0,51\%$  de grasa por litro y más sin embargo observamos los meses de febrero, mayo y junio que son los valores más bajos reportados, están dentro de la variación. Morales S., 1999.

Algunos autores han determinado que el porcentaje de variabilidad del perfil de ácidos grasos y proteínas de la leche que está determinado por el componente genético (heredabilidad) está entre bajo y moderado, pudiendo alterarse la composición mediante la selección genética. Andres M. carvajal A & Bredford Kerr.

El número ordinal de lactancias, tiene un efecto sobre el porcentaje y la producción de grasa, el porcentaje de proteína de la leche y la composición de dicha proteína. Se informa una disminución en el porcentaje de materia grasa de 0,2% al pasar de 5 lactancias. Se espera que la producción total de grasa aumente conjuntamente con el aumento de la producción de leche, aunque a menudo se observa una caída en el porcentaje de materia grasa. El estado de la lactancia influye en el contenido de la grasa, proteína y minerales. Al inicio de la lactación, es decir, cuando se está produciendo calostro, se encuentran altas concentraciones de grasa (principal fuente de energía en las primeras etapas de vida del ternero). Posteriormente la grasa disminuye durante los primeros 2 meses de lactación y tiende a aumentar nuevamente en forma gradual y lenta conforme la lactación progresa. (Morales, 1999)

En el caso de la proteína cruda (grafica 2), también mostró fluctuaciones durante el período de muestreo, observando febrero, mayo, junio y julio una concentración menor del 3% (2.8, 2.9, 2.7 y 2.8 %, respectivamente), mientras que en el mes de diciembre de 2014 se reportó una concentración alrededor de 3.5%.



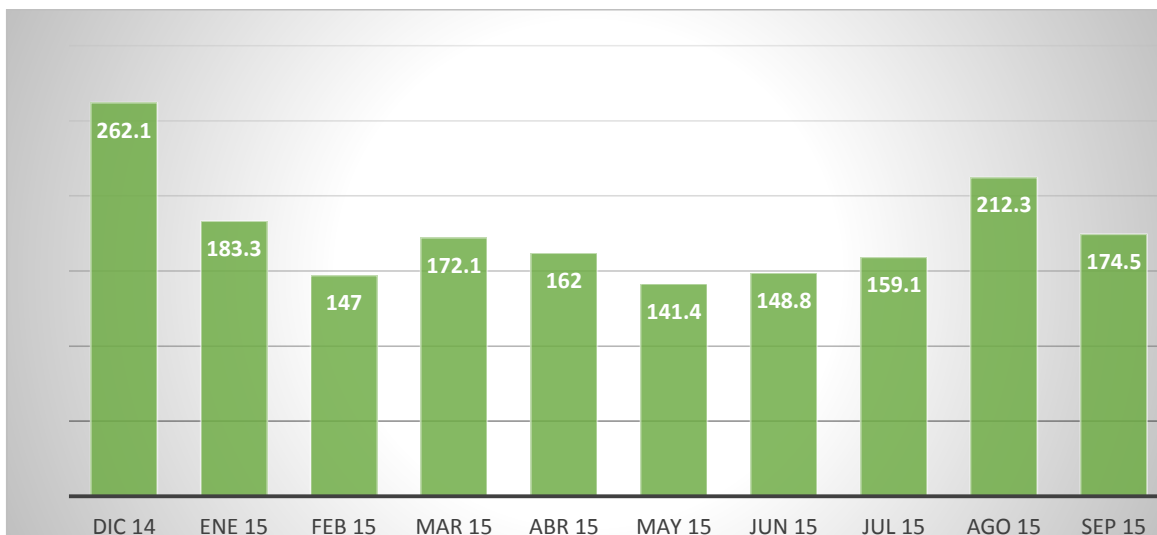
*Gráfica 2. Concentración promedio mensual de proteína cruda en la leche del centro de recolección LICONSA en el municipio de Álvaro Obregón*

Al igual que la grasa la proteína cruda se concentra en la etapa de lactación se presenta como inmunoglobulinas, con el rol importante de darle al ternero inmunidad. A su vez la proteína cae abruptamente en pocos días, en la transición de calostro hacia la leche y alcanza el mínimo alrededor de las 5 a 10 semanas de lactancia, correspondiendo con la máxima producción de leche, posteriormente el contenido de proteína tiende a aumentar gradualmente conforme progresa la lactancia o bien aumentar cuando la vaca gaste nuevamente. (Morales, 1999)

La concentración de la proteína dietaría afecta la producción de leche y consecuentemente el porcentaje de proteína láctea, sin afectar mayormente el porcentaje de materia grasa, salvo que se afecte el crecimiento microbiano y la actividad celulítica, que es la contribuye con el sustrato para la síntesis de materia grasa en la glándula mamaria. Así, todos aquellos factores que influyen sobre la fermentación ruminal y el crecimiento microbiano afecta el contenido de proteína de la leche. Un insuficiente aporte de proteína dietaría reduce la producción de baja degradabilidad ruminal. También bajo ciertas circunstancias productivas y de manejo alimentario, es posible usar la suplementación de aminoácidos protegidos, para mejorar el contenido de proteína láctea. (Morales S, 1999).



Como se observa en la grafica 3, de reductasa los valores más bajos se encuentra en el mes de mayo con 141.4 minutos al mes. A comparación del mes de diciembre de 2014 que el valor supera los 250 minutos.



*Gráfica 3. Concentración promedio mensual de reductasa en la leche de la recolección en el municipio de Álvaro Obregón*

El tiempo en horas que tarda en pasar el azul de metileno de su forma oxidada (azul) a la reducida (incolora), bajo condiciones controladas es proporcional a la calidad sanitaria de la leche y aunque no es posible establecer con exactitud el número de microorganismos, es factible clasificar el producto dentro de ciertos grados aceptables o no aceptables, en base a los siguientes valores:

1. Regular a buena: 6-8 horas
2. Aceptable: 2-6 horas
3. Mala: menos de 2 horas

(Senasica, 2010)

Una alteración de la acción REDOX es la lactosa, la cual es un azúcar reductor y podría recibir alguna consideración como agente que contribuye en la reducción de los colorantes que se utilizan para evaluar la calidad en la leche. Se le ha dado especial importancia a un grupo llamado “metabolitos”.



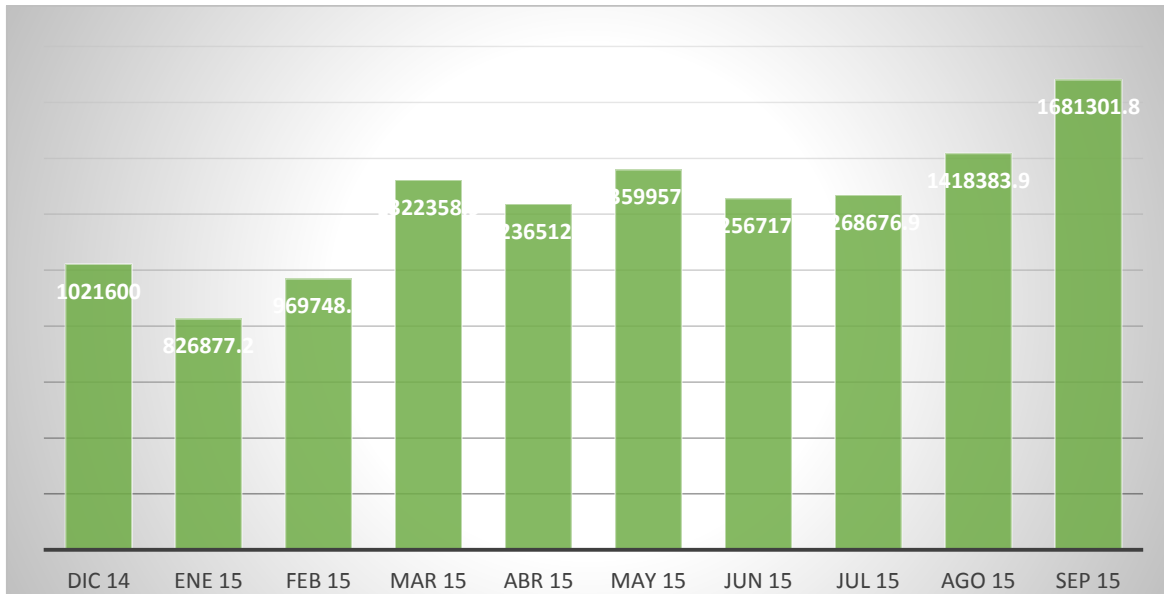
Algunos autores han estudiado la Cisteína (metabolito) proviene del Glutati3n, sobre la reductasa del azul de metileno. Al adicionar una parte de Cisteína a 1000 partes de leche los resultados encontrados establecen caídas súbitas del potencial redox en la leche alcanzando decoloraci3n completa en menos de 1 hora. (Thornton, H y Hastings, E., 1929).

En un estudio llevado a cabo por Nilsson llamado "rol de la Xantino oxidasa", investigo los cambios de potencial redox que ocurren en leche normal y leche mastitica adicionando diferentes donadores de hidrogeno; estas sustancias son capaces de activar los sistemas enzimáticos de la leche como la de Xantino oxidasa, el cual genera marcadas caídas.

Influencia del contenido de grasa y leucocitos sobre la capacidad de reducci3n de la leche. En investigaciones se encontró que un contenido alto de grasa fue asociado con una mayor rapidez en la caída del potencial en leche mastitica, esto se debe evidentemente a los siguientes factores: la Xantino oxidasa está ligada a la grasa y está por lo tanto, presente en mayor concentraciones en muestra con un alto contenido de la misma y; la superficie sobre la cual la reacci3n puede ocurrir es mayor en leche rica en grasa. Por consiguiente el sistema Xantino oxidasa, está concentrado principalmente en la superficie de la membrana de los gl3bulos grasos. (Nilsson,G. 1959).

Durante el periodo de estudio las células somáticas tuvieron los valores más bajos reportados fueron los de los meses de enero con 826877.2cs/mm y febrero con 969748.2 cs/mm, siendo septiembre el valor más alto 1681301.8 cs/mm.

Tomando como referencia que de 0 a 100,000 cs/mm es leche sana o normal, de 100,000 a 200,000 es leche sospechosa con una infecci3n a nivel fisiológico y más de 200,000 cs/mm es una leche con mastitis. (Wellenbg et al., 2004).



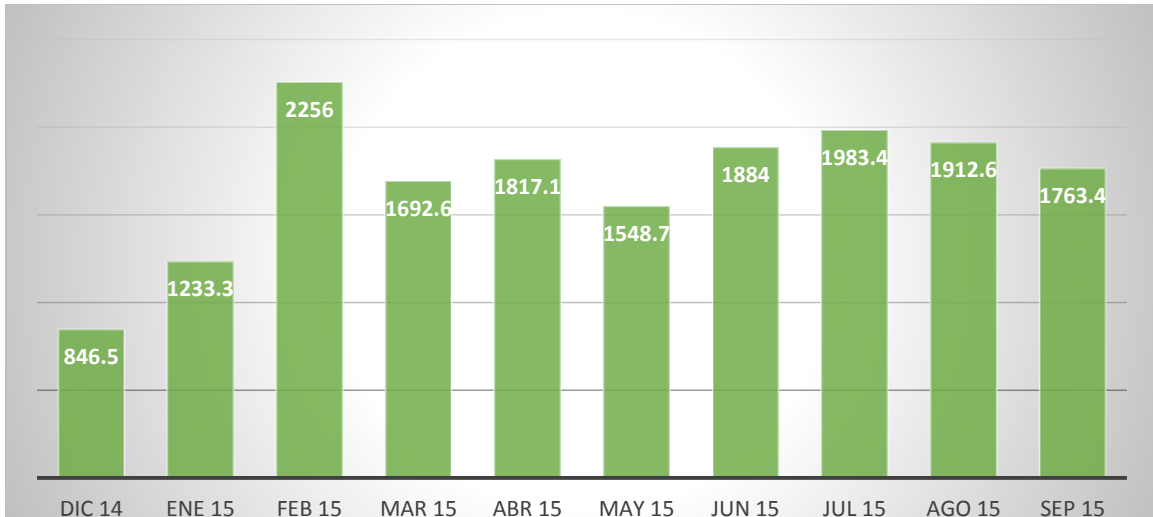
*Gráfica 4. Concentración promedio mensual de células somáticas en la leche de la recolección LICONSA en el municipio de Álvaro Obregón*

El recuento de células somáticas, es el número de células existentes en leche. Se utiliza como indicador de la infección de la glándula mamaria (Cerón et al, 2002). La infección intramamaria es el principal factor causante de cambios en el conteo de células somáticas en la leche. Una razón de las cuentas ligeramente elevadas en animales no infectados es que algunos cuartos tuvieron una infección previa de la cual no se han recuperado totalmente. (Cerón, 2002)

Los niveles elevados de células somáticas de manera anormal pueden ser resultado de diversos factores:

1. La vaca está infectada con microorganismos causantes de la mastitis.
2. Fase de lactación
3. La ubre esta lesionada
4. Variaciones diarias y de temporada
5. Frecuencia de ordeño
6. Estrés
7. Variación fisiológica
8. Cantidad de cuartos o vacas afectadas. (Cerón, 2002)

Se puede observar en la grafica 5, que el valor de diciembre de 2014 es el más bajo con apenas 846.5 litros esto tiene una explicación coherente ya que fue el inicio del centro de acopio y el número de productores que asistían a dicho lugar era menor, en comparación con el mes de febrero que el volumen sobre pasa los 2000 litros en el cual se estableció un número de productores.



*Gráfica 5. Concentración promedio mensual del volumen en la leche de la recolección LICONSA en el municipio de Álvaro Obregón*

Los resultados de la selección genética, apropiada nutrición y manejo adecuado de la lactancia son parte clave en la obtención de leche. Los factores genéticos sin duda hacen una diferencia en el volumen lácteo de cada individuo o explotación lechera, aunado a el estado de lactancia y el número de lactancias.

También está bien establecido el efecto del manejo, el ambiente, la frecuencia, tipo de ordeño y salud de la ubre.

## BIBLIOGRAFIA

Agudelo, G. D.A. y Bedoya, M. O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Biotecnología Pecuaria, Semillero de Investigación SISMO. Vol. 2: P. 39.

AAC. Jersey, 2007. Producción animal

Alex Rodríguez, 2008. Historia de la leche

AMCGSR (Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Suizo de Registro). 2007. Reglamento de exposiciones. 28 p.

AMCGSR (Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Suizo de Registro). 9/10/2015. Del suizo europeo.

Carvajal a & BredfordKerr b. a Instituto de investigaciones agropecuarias, INIA Remehue, Osorno. b Centro de estudios científicos (CECs), Vllidia. Publicado originalmente en manuales INIA Chile. Lunes, 20 abril 2015

Artur, G.H.; Noakes, D.E. y Pearson, H. (1991). Reproducción y obstetricia en veterinaria. Sexta edición. Edit. Interam McGraw-Hill. New York. 3-225

Ayadi M., G. Caja X. SUCH & C. H. Knigth. 2003. Efectos de la supresión de un ordeño a la semana sobre la producción de leche en vacas lecheras. Información técnica económica agraria (ITEA). Produccion Animal, 24 (vol. extra): 169-171.

Bath D.L., Dickinson F.N., Tucker H.A., Appleman R. D., 1984. Ganado lechero, principios, prácticas, problemas y beneficios. 2ª Edición. Cap. 18.

Bannerman DD, PaapeMJ, Lee J, Zhao X, Hope JC, Y RainardP. 2004: Escherichia Coli and Staphylococcus aureus. Elicit Differential Innate Immune Responses Following Intramammary Infection. Clinical Diagnostic Laboratory Immunology. 11 (3): 463-472.

Bavera G. 2005. Lactancia y desdedefinitivo. Cursos de producción bovina de Carne, FAV UNRC.

Briggs, H.M., and D.M. Briggs. 1980. Modern Breeds of Livestock. Fourth Edition. Macmillan Publishing Co. 113 pp.

Bonet S. B; et al. 2008. Libro blanco de los lacteos

Brosh A, Aharoni Y, Degen AA, Wright D, Young B A. 1998. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in hot environment. J. Anim. Sci. 76: 2671-2677.

Bustamante. G J.J. Razas y mejoramiento genético de bovinos de doble propósito. Folleto técnico No. 1. Agosto 2014.

Bustos H. 2016. La leche y su historia

Castillo. C. K., 2010. Fisiología de la leche. Agro 2.0

Glauber E.C. 2007. Veterinaria Argentina. FISILOGIA DE LA LACTACION EN LA VACA LECHERA.

Cerón F, Tonhati H, Duarte J, Olivera J, Muñoz-Berrocal M, and Jurado-Gómez 2002 Factors affecting somatic cell counts and their relations with milk constituent yield in buffaloes. Journal of Dairy Science. 85:2885-2889.

Díaz C. J.; 2009. Origen y características de la raza Holstein.

Forsyth I. 1999. Mammary gland, overview. Enciclopedia of reproduction. Vol 3. Ed. por E. Knobil. pp 81-88.

Flint. D. J., Knight. H. C., 1997. Interactions of prolactin and growth hormone (GH) in the regulation of mammary gland function and epithelial cell survival. J. of Mammary

Gland Biology and Neoplasia 2: 41-48.

Gallegos, A., Moncada, J., N. 2011. Uso De Extractos De Semillas De Cítricos Para El Control De La Mastitis Bovina.

García- Trujillo, García- López. 1990. Mecanismos que desencadenan la producción de leche. En: Bases para la producción de leche. I. Lactancia y Reproducción. Editorial EDICA. La Habana, Cuba. p. 21.

Hansen, D. J.; Kamwanja, L.A. y Hause, E.R. (1983). Photoperiod influences age at puberty of heifers. *J. Anim. Sci.* 51: 985.

Hansen PJ, Soto P, Natzke RP. 2004. Mastitis and Fertility in Cattle-Possible Involvement of Inflammation or Immune Activation in Embryonic Mortality. *American Journal of Reproductive Immunology.* 51: 294-301.

Heringstad, B.; Klemetsdal, G.; Ruane, J. 2000. Selection for mastitis resistance in dairy cattle: a review with focus on the situation in the Nordic countries. *Livestock Production Science.*64:95- 106.

Kerr DE, y Wellnitz O. 2003. Mammary Expression of New Genes to Combat Mastitis. *J Anim. Sci.* 81 (suppl.3): 38-47

López O, Álvarez J L. 2005. Consejos prácticos para alimentar y reproducir bien a nuestras vacas lecheras. *Revista ACPA.* 3:37

LICONSA. Guía para el control de calidad en la recepción de leche cruda en centros de acopio. NOM-155-SCFI-2012. Enero de 2014. P. 3.

Lippert M. 2016. Accelerated genetics

Moez A. 2003. Evaluación de la estructura interna de la ubre mediante ecografía y efectos de la frecuencia de ordeño en vacas lecheras.

Morales S. Maria Sol. Factores que afectan la composición de la leche. 1999 vol. 5 no 1. *Revista TecnoVet*

Nilsson, G. Reducing properties of normal and abnormal milk and their importance in bacteriological grading of milk. En: *microbiology and molecular biology reviews.* Vol 23, no. 2 (June 1 1959); p41-47.

Rearte D. 1992. Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. EEA. CERBAS. INTA. Centro regional Buenos Aires Sur Argentina. p 94.

Rodriguez. A. 2008. Historia de la leche

Schillo, K.K. (1992). Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 70: 1271.

Schillo, K.K.; Hall J.; yHileman, S. (1992a). Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer J. Anim. Sci., 70: 3994-3996.

Sergio E. Recabarren M., LABORATORIO DE FISILOGIA Y ENDOCRINOLOGIA ANIMAL, MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, DEPARTAMENTO DE CIENCIAS PECUARIAS.

Senasica. 2010. Manual de buenas prácticas pecuarias en unidades de producción de leche bovina.

TELLÉZ. A. S.; ROMERO. L. Anatomía y fisiología de la glándula mamaria. ANATOMIA Y FISILOGIA DE LA GLANDULA MAMARIA.P. 217.

Thornton, H y Hastings, E. Studies on oxidation-reduction in milk.Oxidation-reduction potenciales and the mechanism of reduction. En: Journal Of Bacteriology, vol. 18 no 5 (1929); p 293-317.

Tollersrud, T., Kenny, K., Reitz, A. J. Jr. and Lee, J. C. 2000.Genetic and Serologic Evaluation of Capsule Production by Bovine Mammary Isolates of Staphylococcus aureus and Other Staphylococcus spp.from Europe and the United States. Journal of

Clinical Microbiology. 38:2998-3003.

Yelich J.V.; Wettemann R. P.; Dolezal H. G.; Lusby, Kos; Bishop P.D.K. y Spicer, L. J. (1995). Of growth rate on carcass composition and lipid partitioning puberty and growth hormone, Insulin- Like growth factor 1, insulin, and metabolites before puberty in beet heifers. J. Anim. Sci. 73: 2390-2394.

Wellenberg, G.J., van der Poel, W. H. M. and Van Oirschot, J. T. 2002. Viral infections and bovine mastitis: a review. Veterinary Microbiology, Article 2361, pp 2-21.

WingChing-Jones R, Perez R.2008. Condiciones ambientales y producción de leche un hato de ganado jersey en el trópico húmedo: el caso del módulo lechero. Agronomía costarricense 32(1): p. 87-94.