I.- INTRODUCCION

La ganadería bovina sin duda ha presentado una de las principales actividades del sector agropecuario del estado, por la gran aportación que realiza con la producción lechera, por otro lado, el consumo de los diferentes productos derivados de esta, han hecho que la producción genere mayor ganancia para quienes la producen, tanto como para los que la transforman, aumentando así la demanda y los costos. La leche puede definirse como el producto íntegro y fresco de la ordeña de una o varias vacas (u otros animales), sanas (bien alimentadas y en reposo), exenta de calostro y que cumpla con las características físicas, químicas y microbiológicas establecidas.

 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 y animal, es por esto que la leche debe ser de buena calidad; libre de residuos y sedimentos; no debe ser insípida, ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido bajo de bacterias; y libre de sustancias químicas como antibióticos o detergentes, debe tener una composición y acidez normales.

La inocuidad de la leche es el principal factor determinante de la calidad de sus derivados y para que esta pueda llevarse a cabo es fundamental la aplicación de buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea; Para que la leche se considere de buena calidad y que esté libre de agentes patógenos se debe determinar por el proceso de análisis fisicoquímico. Esto nos proporciona los datos necesarios para evaluar los rangos que contengan en relación a sus componentes, de esta manera se determina juntamente con los parámetros ya establecidos si están dentro del rango que debería mantener.

Aun cuando Chiapas no figura como uno de los principales productores de leche en México, en el medio rural existen importantes variaciones en su producción, comercialización y consumo entre la época de sequía y la de lluvias; tal situación crea la necesidad de utilizar ese recurso de manera eficiente elaborando productos y subproductos lácteos con las condiciones idóneas que garanticen la inocuidad del producto prima y a la salud de los consumidores, obteniendo el mejor rendimiento posible de ello y evitando su desperdicio.

Planteamiento del problema

Determinación del problema

Objetivos

Objetivo general

Por lo que el objetivo general del presente trabajo es Analizar las características fisicoquímicas y biológica de la leche cruda determinando las siguientes variables: % Proteína, % Grasa, % Sólidos no grasos, % Lactosa, % Sólidos totales, Agua adicionada, Densidad, Prueba de Alcohol, Acidez Titulable (grados °Dornic) y Conteo de Células Somáticas

Objetivo específico

Justificación

Enfoque cuantitativo

Variable cuantitativa

Peso del animal, raza del animal , número de partos, edad del animal, tipo de alimentación, litros de agua suministrada al animal, método de ordeño

Variable cualitativa

Medio ambiente, estado de ánimo del animal, nivel de estrés al momento del ordeño

Método de investigación

Investigación de campo

Marco referencial y teórico

Definición de la leche

Según (Reza, 2012) “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”

La Ley Federal de Salud, en su artículo 240 establece que la leche para el consumo humano se entiende a la secreción natural de la glándula mamaria de vacas sanas y bien alimentadas y cuando proceda de otra especie animal se designará con el nombre de ésta. Se excluye el producto obtenido cinco días posteriores al parto y quince días antes del mismo. (Marín, 2007 )

La calidad de la leche implica tres aspectos: La cantidad, sus componentes (Lactosa, proteínas, grasa, SNG, Solidos totales, Densidad, PH, Agua adicionada) y los factores contaminantes (contaminación bacteriológica, conteo celular somático y presencia de residuos quimicos). La calidad de la leche depende de la prevención de enfermedades y el bienestar animal. (Reza, 2012)

2.2.-Características fisicoquímicas de la leche

La leche tiene una estructura física compleja con tres estados de agregación de la materia:

 1. Emulsión, en la que se encuentran, principalmente, las grasas.

 2. Disolución coloidal de parte de las proteínas.

 3. Disolución verdadera del resto de las proteínas, la lactosa y parte de los minerales.

Las partículas son de dos tipos: unas tienen forma globular de 1.5 a las 0 micras de diámetro y están constituidas por lípidos; las otras son más pequeñas, de 0,1 micras de diámetro y corresponden a micelas proteicas que llevan adosadas sales minerales (Amiot, 1991).

 Al dejarla en reposo o al someterla a una centrifugación ligera, se puede separar una fracción grasa, la crema, más o menos amarillenta. Si, tras el reposo, se hierve, se favorece la aglutinación de la grasa, y se forma una película semisólida en la superficie, la nata (Magariño, 2000).

En el caso de que se coagulen las proteínas, se obtendrá una masa friable más o menos blanquecina, la cuajada, y un resto líquido más o menos turbio que corresponde a la fracción hidrosoluble con la lactosa disuelta, el suero. Los valores de las principales propiedades fisicoquímicas de la leche natural se muestran en el cuadro 1.

Fuente: (Hazard, 1997)

Composición de la leche

La leche está compuesta por agua, grasas, proteínas, azúcares (lactosa), minerales, vitaminas y algunas sustancias presentes en menor concentración, como son: enzimas, nucleótidos, lecitinas y gases disueltos, es de color blanco-amarillento y de apariencia opaca, su olor es característico, pero si la ración contiene compuestos aromáticos puede adquirir olores anormales (Keating, 2002).

La leche de vaca, es la que con más frecuencia se consume, tiene 87.5 % de agua, 35 % de proteínas (caseína, lactalbúmina y lactaglobulina), 45 % de lactosa, 6% de (fosfatos y cloruro de sodio), grandes cantidades de vitaminas A, B y además de pocas cantidades de vitamina C (Hazard, 1997)

 Importancia de la producción láctea En Chiapas

La producción pecuaria en México, es una de las principales actividades económicas en el sector agropecuarias, que aunadas a las actividades agrícolas representan las participaciones más altas en cuanto aportación del PIB agropecuario nacional. (Nuñes, 2012)

Los incrementos permanentes alcanzados en los últimos 10 años en la producción de leche, son consecuencia de mejoras en la tecnificación de la producción lechera en las regiones identificadas como altamente productoras, así como en la aplicación de técnicas en el manejo de ganado con mejores características productivas de razas especializadas en producción lechera y en el equipamiento de las explotaciones, propiciando una mayor inversión en el sector. (SAGARPA, 2010)

Según los datos del INEGI, generados a partir del último censo ganadero, la producción de leche nacional proviene en un 63 por ciento de ganado especializado y el 37 por ciento restante de ganado de doble propósito. De acuerdo a estos datos, los estados con mayor producción de leche proveniente de ganado especializado son Jalisco con un 18.8 por ciento, Región Lagunera con 19.2 por ciento, Chihuahua con 9.3 por ciento y Veracruz con 6.9 por ciento. De la leche proveniente de ganado de doble propósito el principal estado productor es Veracruz con 15 por ciento, seguido de Jalisco con 10 por ciento, Sinaloa con 8 por ciento, Sonora con 6 por ciento y Chiapas con 5.5 por ciento. (SAGARPA, 2010)

La producción de leche en Chiapas es de 366.3 millones de litros anuales, con lo que ocupa el lugar 11 a nivel nacional, con un valor de mil 370 millones de pesos y un inventario ganadero de 2.4 millones de cabezas. (Pedrero, 2017)

El estado de Chiapas, a pesar de no figurar entre los primeros cinco estados productores de leche de bovino, mostró tendencias a la alza en los últimos 10 años, reflejando un mayor dinamismo a las presentadas a nivel nacional, practicándose la actividad lechera bajo tres sistemas de producción, el tradicional, el semitecnificado y el tecnificado, predominando en el estado de Chiapas el primer sistema de producción, caracterizado por la ganadería familiar que se desarrolla con poca tecnología que se refleja en productividades bajas, siendo las regiones de Villaflores, Tonalá, Pichucalco estas regiones son las que presentan la mayor concentración de la producción lechera en el estado de Chiapas. (Nuñes, 2012)

La ganadería en el estado se encuentra en franco desarrollo, pues los productores tienen el respaldo de la federación. Aproximadamente el 80 por ciento de esta leche es industrializada por micro y pequeñas empresas procesadoras, los llamados queseros, 15 por ciento por medianas y grandes empresas, incluso Liconsa, y el cinco por ciento restante se vende para consumo directo. (Pedrero, 2017)

Análisis de la calidad fisicoquímica de la leche

Se habla frecuentemente de calidad, pero no siempre se atiende al significado completo y al concepto verdadero de este término. Por una parte, la leche, al ser segregada, adquiere en cada caso individual ciertas características físicas y químicas que determinan su composición. Por otra parte, hay que tener en cuenta el estado de salud del animal productor, ya que la leche, así como puede ser un excelente alimento, puede también constituir un peligroso medio de difusión de enfermedades (Keating, 1986).

La calidad Fisicoquímica de la leche la da el contenido de: Proteína, Grasa, Solidos No Grasos, Densidad, Lactosa y Proteína lo cual es determinado por una serie de controles exhaustivos que tienen como objetivo que el producto final no solo sea seguro desde el punto de vista alimentario, sino que también tenga una adecuada calidad nutricional y organoléptica, y cumpla con los estándares y normativas establecidas (Pascual, 2004)

Cuando la leche cruda llega a la planta de fabricación para ser procesada como producto final (leche o derivado lácteo) se realizan los siguientes análisis:

•Inspección visual: Con el objetivo de comprobar color, principalmente, apariencia y posible contaminación macroscópica (Pascual, 2004).

•El análisis de los componentes mayoritarios con la Ayuda de Aparatos específicos y pruebas de laboratorio que determinan proteínas, grasa, SNG, Densidad, Lactosa y Proteína; y además se debe realizara análisis de punto de células somáticas, Prueba de Alcohol y Acidez Titulable (Pascual, 2004).

 Contenido de Proteína

Los niveles de proteína en la leche de vaca se encuentran en un 2,50 a 3,50%, por lo cual la leche que se encuentre dentro de este rango es considerada como leche de buena calidad, valores menores a los establecidos, como consecuencia nos darán un menor rendimiento en la industrialización de dicho producto (Vargas, 1999).

 Este nutriente le da el color característico a la leche y se encuentra formando un sistema coloidal estable asociado al calcio, fósforo y magnesio. Las sustancias nitrogenadas de la leche se pueden clasificar en tres grupos: caseínas, las llamadas proteínas del suero y las sustancias nitrogenadas no proteicas (UNAD, 2016)

Las proteínas de la leche se sintetizan en su mayor parte en la glándula mamaria excepto la seroalbúmina y la inmunoglobulina que proviene de la sangre (vargas, 1999).

La leche producida en los primeros días después del parto y hacia el final de la lactación tiene un contenido de proteínas del suero mucho mayor que la leche de mitad de lactación (V. Amam y Sutherland, 1995).

 La concentración de proteína es de gran importancia en la calidad de coagulación de la leche para la fabricación de queso y yogurt, siendo mejor con una mayor concentración de caseína, obteniéndose más kg de queso por litro de leche a medida que aumenta la concentración de proteína (Alais, 1985)

Contenido de Grasa

El componente de la leche que presenta mayor variabilidad es la grasa; está conformada principalmente por la combinación física de triglicéridos y éstos a su vez están formados por un alcohol (glicerol) y 14 o más ácidos grasos. Cuando la leche es muy rica en grasa, presenta una coloración cremosa, debido al caroteno que contiene la grasa, la leche baja en grasa toma un color ligeramente azulado (UNAD, 2016).

 El factor que más interfiere en el porcentaje de grasa en la leche es la concentración de la fibra en la dieta o la relación forraje/concentrado. Así, cuanto mayor es la concentración de fibra, mayor es la de la grasa en la leche debido, a la proporción de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen en función de la diferencia de dietas (Harding, 1995).

El contenido de grasa en la leche puede variar, constituyen alrededor del 3 al 4 % del contenido sólido de la leche de vaca, dependiendo de la raza, la alimentación, etc. por ejemplo, el contenido de grasa suele ser mayor en el ganado Bos indicus que en el Bos taurus. El contenido de materias grasas de la leche del ganado B. indicus puede ser de hasta el 5.5% (FAO, 2019).

Los glóbulos grasos tienen un tamaño de 0,1 a 6 micras y se encuentran rodeados de una membrana de fosfolípidos y proteínas que le imparten semi-estabilidad y evitan su coalescencia. La estabilidad de la emulsión se rompe con el batido, la congelación o la acción de agentes químicos (ácidos, detergentes, etc) (Sepúlveda, 2007).

Contenido de lactosa

La leche es la única fuente conocida de lactosa, la leche de vaca tiene 4.9 % de lactosa, una cantidad que no llega a endulzar debidamente a la leche. El poder edulcolorante de la lactosa es cinco veces menor que el de la sacarosa y junto a las sales de la leche es la responsable de su sabor característico (DGPA, 2005).

Este componente se sintetiza totalmente en la glándula mamaria a partir de la glucosa y los ácidos grasos volátiles (en rumiantes). Además, en la producción de quesos, la lactosa permanece mayormente en el suero constituyendo la mayor parte del extracto seco (Vargas, 1999)

Sólidos no grasos

El porcentaje de sólidos no grasos (SNG) de la leche de vaca es de 8.86%- 9.40% las cuales también puede variar en función del tipo de alimentación suministrada a los animales; pero el tipo de variación es mucho menor de lo observado en relación al porcentaje de grasa. Esta variación parece estar relacionada con el nivel de energía, una vez que, el aumento de este valor en la dieta de vacas de alta producción puede conducir a un aumento de hasta 0.2% en el porcentaje de SNG (Gonzales, 2010).

Es importante destacar que la variación de SNG es cíclico, sobre todo, por la variación del nivel de proteína de la leche, lo que evidencia la importancia de este parámetro para la evaluación del rendimiento industrial del producto utilizado como materia prima (Gonzales, 2010).

El porcentaje de SNG decrece progresivamente con la edad del animal. Así, dentro de un ciclo de lactación, los SNG, presenta una variación inversa a la curva de producción de leche, o sea, durante el primer mes los SNG es alto, disminuyendo al segundo mes cuando existe el pico de producción de leche y vuelve a aumentar al final de la lactación, a medida que la producción disminuye (Gonzales, 2010).

 Las enfermedades que ocurren en las vacas sobre todo la mastitis, pueden causar alteración significativa en la composición de la leche. Los animales con mastitis clínica o subclínica, presentan disminución porcentual de grasa y SNG así como, reducción en los niveles de lactosa y en algunos casos de proteína (Bramley, 1996).

- Solidos totales

La leche está constituida en un 85-90% por agua, el 10-15% restante es lo que se conoce como sólidos totales. La grasa, las proteínas, la lactosa y los minerales son los principales constituyentes en la leche; la suma de estos componentes establece los niveles de sólidos totales. (Montero, 2011).

La lactosa, grasa y proteína son los componentes más importantes que interviene en el porcentaje de sólidos totales en la leche, así mismo entre los factores que influyen significativamente en el contenido de sólidos de la leche se encuentran: raza, dieta, salud ruminal, época del año, disponibilidad y calidad del pasto, producción de leche y etapa de lactancia, contenido de células somáticas (Vargas, 1999).

El apropiado balance de nutrientes en las raciones alimenticias, maximizar el consumo de alimentos, monitoreo periódico de la dieta y periódicas correcciones por cambios cuantitativos y/o cualitativos en los recursos utilizados, son los puntos críticos a considerar para maximizar la producción de sólidos en leche (Taverna, 2005).

Prueba de alcohol

Es uno de los test claves que tiene la finalidad de detectar la estabilidad térmica de la leche cruda; es decir, si la leche tiene la capacidad de resistir altas temperaturas de procesamiento sin presentar coagulación visible, de lo contrario no estaría apta para su industrialización (Molina, et al., 2001).

Se mezclan cantidades iguales de leche y alcohol al 70% (la concentración de alcohol varía entre 68-75% dependiendo del destino final que se le dará a la leche.), sí se produce la coagulación quiere decir que la acidez de la leche es demasiado elevada. La prueba de alcohol se fundamenta en que la leche cruda incrementa la acidez por la acción de las bacterias, se modifica las estructuras proteicas y la leche se coagula (se corta) cuando se mezcla con alcohol o se somete a ebullición. Normalmente la leche positiva a la prueba de alcohol tiene mal sabor y olor (Alais, 1985).

Resultados positivos a la prueba de alcohol generalmente se deben a un elevado grado de acidez; algunas muestras que presentan acidez de 1.3 a 1.6 g / L y pH de 6.6 normales dan positivo a la prueba principalmente por altos contenidos de cloruros, calcio y sodio, o por la presencia de calostro en la leche (Torres y Orozco, 2013).

 Acidez titulable

La acidez titulable constituye, fundamentalmente, una medida de la concentración de proteínas y de fosfatos en leches de buena calidad higiénica-sanitaria. Esta expresada convencionalmente como contenido de ácido láctico y determinada mediante procedimientos normalizados. Para su determinación se agrega a la leche el volumen necesario de una solución alcalina estandarizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador hasta alcanzar el pH donde cambia a un color rosado (Taverna,et al., 2005).

La acidez titulable incluye a la acidez natural de la leche y también a la verdadera. La leche natural no contiene ácido láctico sin embargo da una reacción acida debido a la presencia de caseína, ácido carbónico, fosfatos y citratos. Mientras que la leche verdadera, es la que está dada por la presencia del ácido láctico y otros ácidos originados durante la fermentación; a esta acidez también se le conoce como acidez desarrollada o real. Durante la fermentación de la lactosa ocurre además otras fermentaciones que dan origen a olores o aromas característicos y por esto a pesar de que el ácido láctico es inodoro se dice que la leche acida posee un olor característico (Orozco, 2013).

Factores que afectan la acidez titulable

La acidez titulable de la leche fresca disminuye conforme avanza el período de lactación y suele ser baja en la leche mastítica (Taverna,et al., 2005).

Medición de acidez titulable

La acidez se mide por titulación y corresponde a la cantidad de hidróxido de sodio utilizado para neutralizar los grupos ácidos. Se puede medir en “grados Dornic” (°D) que corresponde al volumen de solución de hidróxido de sodio N/9 utilizada para titular 10 ml de leche en presencia de fenolftaleína. Este resultado expresa el contenido en ácido láctico. Un grado Dornic equivale a 0,1 g/l de ácido láctico ó 0,01% en gramos de ácido láctico por litro o por kilogramo. Si se utiliza hidróxido de sodio N/9 con 10 ml de leche, el volumen de reactivo en milímetros da directamente el resultado (Taverna,et al., 2005).

La leche fresca tiene normalmente de 16-19° Dornic. Una acidez inferior a 16°d son sospechosas de agregar agua, neutralización, o de proceder de vacas con mastitis. Valores de acidez superior a 19°d son imputables a leches de más de 10 horas (ordeño de la noche) y valores superiores a 23°d corresponden a leches muy ácidas que han perdido la estabilidad térmica por lo que no podrían pasteurizarse y/o esterilizarse, ya que se produciría una coagulación (Alais, 1985).

La prueba de Dornic es el más utilizado para determinar la acidez, pues lo mismo detecta aumento de la concentración de ácido láctico debido a la fermentación de los azúcares de la leche, relacionándose con la calidad microbiológica del producto. Sin embargo, otros componentes que producen acidez, pueden interferir en este parámetro entre los cuales se destacan los citratos, fosfatos y proteínas. Es por esta razón, que el análisis de la leche recién ordeñada de diferentes vacas, presentan resultados individuales, variando entre 10-30ºD, debido a la presencia de estos componentes y no del ácido láctico (Gonzales, 2010).

La leche recién ordeñada de vacas Jersey presenta en forma general, mayor acidez que las holandesas, debido a la concentración más elevada de proteína. Considerando lo mencionado anteriormente, sería importante definir criterios y patrones específicos para el valor de la acidez para una región y raza del animal y solamente, el análisis de rutina en la leche es capaz de determinar los valores reales y adecuados para cada productor o centro de acopio. Es importante mencionar que la leche descartada basándose en este criterio, sin considerar los análisis microbiológicos (conteo total bacteriano CTB y prueba de la reductasa), puede llevar a descartes injustos de leche, una vez que, un valor de acidez levemente aumentado, puede ser debido tanto a la contaminación bacteriana o al nivel de proteínas en la leche (Gonzales, 2010).

 Las alteraciones en la leche durante la síntesis o almacenamiento pueden originar cambios en la acidez. Además, determinadas adulteraciones hacen variar estos valores: el aguado la rebaja, el desnatado y adición de suero no la modifican y la neutralización la rebaja considerablemente. Aunque existen diferentes modos de expresar la acidez la forma más habitual de expresión son los grados Dornic (ºd) y el porcentaje de ácido láctico (Taverna,et al., 2005).

Densidad de Leche

La densidad es otra medida de calidad importante en la leche y está directamente relacionada con la cantidad de grasa, sólidos no grasos y agua que contiene la leche. Para el caso de la leche fresca, la densidad indica en forma presumible la posible adulteración por el agregado de agua o por la remoción del contenido graso. Esta constante es afectada por la temperatura, de allí que la lectura de densidad se refiere siempre a una temperatura fija, normalmente 15 ºC y en algunos casos 20ºC (Mendoza, 2004).

La densidad de la leche puede fluctuar entre 1.028 a 1.034 g/ml a una temperatura de 15°C; su variación con la temperatura es 0,0002 g/ml por cada grado de temperatura. La densidad de la leche varía entre los valores dados según sea la composición de la leche, pues depende de la combinación de densidades de sus componentes, que son los siguientes:

Agua: 1.000 g/ml Grasa: 0.931 g/ml Proteínas: 1.346 g/ml

Lactosa: 1.666 g/ml Minerales: 5.500 g/ml

La densidad mencionada (entre 1,028 y 1,034 g/ml) es para una leche entera de buena calidad, pues la leche descremada está por encima de esos valores (alrededor de 1,036 g/ml), mientras que una leche aguada tendrá valores menores de 1,028 g/ml (Mendoza, 2004).

En la densidad de la leche influyen todos los constituyentes normales, así como todas aquellas sustancias extrañas que se adicionan de forma fraudulenta, tanto sólidos como líquidos. Existen muchas causas que actúan variando la densidad de la leche, como son la composición química, la temperatura de medición, la temperatura de almacenamiento, el tiempo transcurrido desde el ordeño, el ordeño fraccionado, la centrifugación y otras operaciones tecnológicas (Mendoza, 2004).

Métodos para Medir la Calidad de la Leche

 MP Lactoscan

 En respuesta a las necesidades crecientes de la industria de lácteos para mantener la calidad de la leche desde la ordeña al consumidor, el MP Lactoscan permite obtener resultados rápidos, precisos y a un bajo costo para leche bronca y leche Procesada. Resultados para grasa, sólidos no grasos, proteína, densidad, agua adicionada, lactosa, pH, punto de congelamiento y conductividad. Basado en espectroscopia ultrasónica, este equipo no requiere del uso de reactivos químicos corrosivos o costosos. (Milkplan, 2017)

El MP Lactoscan es un moderno analizador químico para el análisis de todo tipo de leche. Gracias a su tecnología de ultrasonidos, la precisión de la medición no depende de la acidez de la leche mientras que para una muestra se puede usar leche de temperatura de 5 ° C a 40 ° C. (Milkplan, 2017)

Los resultados del análisis se muestran en 50 segundos en la pantalla y también se pueden retirar en papel, ya que el MP Lactoscan tiene una impresora incorporada. (Milkplan, 2017)

El MP Lactoscan en su versión básica viene preconfigurado para el análisis de leche de vaca, oveja y cabra. Opcionalmente, podría ser configurado para analizar otros productos lácteos como crema de leche, leche condensada o leche desnatada y además el usuario puede calibrarlo también para analizar muestras de yogur, mezclas para helado o suero de leche. (Milkplan, 2017)

 ¿Qué son las células somáticas?

Las células somáticas son glóbulos blancos procedentes de la sangre, los mismos que nos miden cuando nos realizan un análisis de sangre y que tienen como función la defensa del organismo frente a bacterias o virus que entren procedentes del exterior (CONAFE, 2019).