



Nombre de alumno: Angel Rubisel Hernández
Gómez

Nombre del profesor: Mtra. Sandra Edith Moreno
López

Nombre del trabajo: Analisis de la calidad
de la leche

Materia: Producción de leche

Grado: 9°

Grupo: Medicina veterinaria y zootecnia

PRUEBAS QUE SE REALIZAN PARA CONOCER LA CALIDAD DE LA LECHE

Las pruebas que se realizan para evaluar la calidad de la leche se pueden clasificar dentro de tres rubros: análisis sensorial, análisis fisicoquímico y análisis sanitario.

1. **Análisis sensorial:** establece las características organolépticas de la leche, es decir las que son percibidas por los sentidos, las cuales son:
 - **Color:** la leche tiene un color blanco opalescente, llegando a una coloración cremosa cuando es una leche muy rica en grasa; los tonos rojos, rosados, pardos, excesivamente amarillos o aspectos translúcidos son considerados como defectuosos. (Vásquez-Castillo, 2018; Velásquez-Camacho, 2013).
 - **Olor:** es característico y distintivo, no debe presentar olores extraños como jabón, quemado, ensilado o estiércol. (Vásquez-Castillo, 2018; Velásquez-Camacho, 2013).
 - **Sabor:** de igual manera es característico y sabores como rancio, quemado, ensilado, detergente o excretas se consideran anormales. Generalmente esta prueba no se realiza en centros de acopio debido a la probabilidad de contagio de enfermedades zoonóticas.
2. **Análisis fisicoquímico:** evalúa las características físicas y químicas de la leche mediante pruebas como: alcohol al 72%; acidez; determinación de grasa, proteína y sólidos no grasos (SNG), determinación de la densidad láctea y determinación del punto crioscópico.
 - **Prueba de alcohol al 72%:** indica la estabilidad de la caseína que es la principal proteína de la leche, esta se encuentra en forma de micelas por un estado de equilibrio dado por un pH de 6.8 y por la presencia de iones de calcio, si dicho equilibrio se rompe, las micelas se precipitan. Para realizar esta prueba se agrega alcohol al 72% a la muestra de leche con la finalidad

de desequilibrar el medio promoviendo la floculación; reacciones positivas provocan precipitación de las proteínas dando grumos como resultado, por el contrario, reacciones negativas no presentarán evidencia de grumos (Figura 1).

Leches positivas a la prueba de alcohol no son aptas para procesos térmicos (Velásquez-Camacho, 2013), por lo tanto es motivo de rechazo en la recepción.



Figura 1. Resultado de la prueba de alcohol al 72%: positivo (izquierda), negativo (derecha)

- **Titulación de acidez:** la leche contiene dos tipos de acidez: la acidez aparente, otorgada por los componentes propios de la leche (fosfatos, citratos, caseínas, lactoalbúminas, minerales y ácidos orgánicos), y la acidez titulable, generada por el desdoblamiento de la lactosa y otras fermentaciones que dan como consecuencia, principalmente, el ácido láctico. Esta prueba es un método colorimétrico que detecta la concentración de ácidos en la leche con la finalidad de asegurar que no rebase el límite máximo permitido. Se realiza adicionando gotas de fenolftaleína al 1% a la muestra, titulando con una bureta graduada que contiene hidróxido de sodio 0.1 N, hasta que la leche se torne de un color ligeramente rosa (Figura 2).

El rango aceptable se considera entre 1.3 y 1.6 g/L (Consejo para el fomento

de la calidad de la leche y sus derivados, 2012; Negri, 2005; Revilla, 1982; Velásquez-Camacho, 2013). En caso de rebasar este rango, la leche se rechaza en la recepción.

- **Determinación de grasa, proteína y sólidos no grasos (SNG):** si bien, existen pruebas para determinar la cantidad de estos componentes (método Gerber, método Kjeldahl), actualmente esto ha sido reemplazado por analizadores lácteos que trabajan con infrarrojo, los cuales determinan, a partir de una pequeña muestra de leche, la cantidad de grasa, proteínas y SNG, dependiendo del modelo y su configuración puede determinar también la cantidad de lactosa, el punto crioscópico, sólidos totales y adulterantes. La cantidad mínima de grasa y de proteína que debe contener la leche es de 30 g/L cada una, mientras que para SNG, es de 8.62 g/L (Consejo para el fomento de la calidad de la leche y sus derivados, 2012). La leche que no alcance la cantidad mínima de grasa y proteína es rechazada en la recepción. Por otro lado, si la leche excediera dicha cantidad, se puede hacer acreedor a incentivos económicos aumentando así el precio de la leche.
- **Densidad láctea:** esta es una característica concedida por los sólidos de la leche, de éstos la grasa es la única que presenta densidad ligeramente menor que la del agua, por lo tanto, cuando la grasa en leche aumenta, la densidad disminuye; si los SNG aumentan, la densidad láctea también aumenta. Para realizar esta prueba se utiliza un lactodensímetro de Quevenne y esta prueba está condicionada a la temperatura, por lo tanto, la lectura se debe realizar con leche a 15 ± 2 °C. La densidad mínima para leche cruda es de 1.0295 g/L (CANILEC, 2011; Consejo para el fomento de la calidad de la leche y sus derivados, 2012). La leche es rechazada cuando no alcanza el valor mínimo, ya que puede significar que no tiene una cantidad adecuada de sólidos.

- **Punto crioscópico:** se define como el punto de congelación de la leche con respecto al punto de congelación del agua, este parámetro busca adición de agua a la leche. El punto de congelación de la leche es a 0.535 °C, cuando se le agrega agua, este número disminuye ya que se diluyen los solutos y queda más cercano al punto de congelación del agua (0.000 °C). Los solutos que determinan este parámetro son los minerales y la lactosa; las grasas y proteínas son descartadas por ser de gran tamaño además de insolubles y no interfieren en este valor. (Determinación de adulteración de la leche con agua, cloruros y sacarosa. Guía práctica, 2002). El rango aceptable para esta prueba es de 0.530 °H a 0.560 °H; leche por encima o por debajo de este valor es motivo de rechazo en la recepción.
3. **Análisis sanitario:** es uno de los indicadores de mayor exigencia y también condiciona el pago de la leche; a mayor calidad higiénica el producto puede almacenarse por más tiempo en refrigeración sin sufrir cambios de importancia para la salud humana. Dentro de este rubro se tiene el conteo de células somáticas, detección de inhibidores en leche y la reducción de azul de metileno.
- **Conteo de células somáticas (CCS):** la presencia de células somáticas en la leche es normal, ya que al ser células de defensa del cuerpo del animal no pueden estar ausentes, sin embargo, entre menos cantidad se encuentren mejora la calidad de la leche. Un CCS alto está relacionado con una disminución de componentes lácteos (azúcares, grasas, proteínas) y un aumento en enzimas que atacan a estos mismos componentes, traduciéndose en una menor vida de la leche (Nelson-Philpot, W; Nickerson-C, 2000). Existen varios métodos para determinar el CCS, como tiras colorimétricas o contadores electrónicos. Los resultados de CCS/mL se clasifican de acuerdo a la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 de la siguiente manera (Tabla 1): En la mayoría de centros de acopio a partir de la clase 4 no hay incentivos.

- **Detección de inhibidores:** los residuos de antibióticos en leche representan un problema de salud pública, no solo por el desarrollo de resistencia a los antimicrobianos sino por alergias que pueden presentar los consumidores a dichas sustancias (Nelson-Philpot, W; Nickerson-C, 2000). Al igual que en el CCS, existen detectores comerciales que determinan la presencia de inhibidores dando resultados negativos o positivos siendo, estos últimos, motivo de rechazo.
- **Reducción de azul de metileno:** también denominada prueba de la reductasa bacteriana, es un método indirecto para estimar el número aproximado de gérmenes en leche, se basa en la reducción del azul de metileno, un colorante que en su estado oxidado es de color azul y que en su estado reducido es incoloro; el tiempo que tarda en reducirse está condicionado al metabolismo y multiplicación bacteriana, al consumir oxígeno y producir enzimas reductasas, lo anterior modifica el potencial oxido-reducción del medio, por lo tanto en una leche poco higiénica (con alto contenido de bacterias) al azul de metileno le tomará menos tiempo tornarse incoloro y viceversa. En la Tabla 2 se explica la relación entre el tiempo que tarda en reducirse el azul de metileno y la cantidad aproximada de unidades formadoras de colonias (UFC) en leche (CANILEC, 2011; SEDESOL, 2017).

CLASE DE LECHE	TIEMPO DE REDUCCIÓN DEL AZUL DE METILENO	CONTENIDO MICROBIANO UFC/mL
(I) Buena calidad	5 horas (300 minutos)	100,000 – 200,000
(II) Regular calidad	2 – 4 horas (120 – 240 minutos)	200,000 – 2 millones
(III) Mala calidad	< 2 horas (120 minutos)	2 – 10 millones

Tabla 2. Relación entre el tiempo de reducción del azul de metileno y las UFC/mL.

La prueba se realiza mezclando 0.5 mL de azul de metileno en 20 mL de leche y se incuba de 37 °C a 39 °C el tiempo que sea necesario para observar la reducción (Figura 3). Es importante agitar suavemente cada 15 minutos para evitar la formación de una capa de grasa en la parte superior, ya que pueden quedar bacterias atrapadas incrementando el tiempo de la prueba.



Figura 3. Muestras de leche en incubación para la prueba de reducción de azul de metileno.

Determinación del pH

Las diferentes leches tienen un balance iónico cercano a la neutralidad. La leche de vaca tiene una relación débilmente ácida, con un pH comprendido entre 6.6 y 6.8, como consecuencia de la presencia de caseína y de los iones fosfórico y cítrico principalmente. (Alais y col., 1985)

REFERENCIAS

<https://www.microlabindustrial.com/blog/analisis-para-control-de-calidad-de-leche-y-sus-derivados>

<https://www.ganaderia.com/destacado/principales-pruebas-de-calidad-de-leche-factores-que-la-afectan-y-como-corregirlos>

<https://www.fao.org/dairy-production-products/products/quality-and-testing/es>