

Octubre 2018 día mundial de la alimentación

## **EFFECTO DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LA CALIDAD DE LA LECHE**

MSc. Diana Nereida Villa-Uvidia, [dianitagd85@hotmail.com](mailto:dianitagd85@hotmail.com)

MSc. Teresita Jackelin Mejia-Reinoso. [imejiareinoso@yahoo.com](mailto:imejiareinoso@yahoo.com)

MSc. Norma del Rocío Toledo-Castillo, [norma.toledo@esPOCH.edu.ec](mailto:norma.toledo@esPOCH.edu.ec)

MSc. Javier Ignacio Briones-García, [jbriones@mail.ru](mailto:jbriones@mail.ru)

Docentes en la EsPOCH Extensión Morona Santiago. Ecuador

La leche como fuente de proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales, es uno de los alimentos más vulnerables a las alteraciones físico-químicas y deterioración por microorganismos y constituye un excelente medio de cultivo para determinados organismos, sobre todo para las bacterias mesófilas y, dentro de éstas, las patógenas, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura y de la presencia de otros microorganismos competitivos. Estos contaminantes pueden causar deterioración físico-química y organoléptica, que limitan la durabilidad de la leche, además de problemas económicos y de salud pública (Barrera, 2012).

La refrigeración es uno de los métodos más habituales para la conservación de los alimentos. Su aplicación no implica la desaparición de los microorganismos patógenos, sino que retrasa su proliferación. De ahí que sea tan importante el tratamiento de los alimentos después de este proceso, ya que su actividad microbiana aparece. Mantener la leche a bajas temperaturas durante la producción es garantía de seguridad microbiana y de una reducción de las alteraciones más graves en su futuro procesado (Gimferrer, 2010).

La refrigeración consiste en la conservación de los productos a bajas temperaturas, pero por encima de su temperatura de congelación. De manera general, la refrigeración se enmarca entre  $-1^{\circ}\text{C}$  y  $8^{\circ}\text{C}$ . De esta forma se consigue que el valor nutricional y las características organolépticas casi no se diferencien de las de los productos al inicio de su almacenaje. Es por esta razón que los productos frescos refrigerados son considerados por los consumidores como alimentos saludables. La refrigeración evita el crecimiento de los microorganismos termófilos y de muchos mesófilos. No obstante, el que se logre el resultado esperado está en dependencia

de otros factores, además de la temperatura y las otras condiciones de almacenaje (QuimiNet, 2003).

Una deficiente infraestructura de la red de frío, es una de las limitantes más graves para el fortalecimiento de la industria láctea. También el inadecuado transporte agrava la deficiente calidad de la leche fresca, ya que al hacer uso de vehículos no aptos sin ningún tipo de refrigeración, al recorrido de largas distancias, condiciones que favorecen el crecimiento bacteriano, muchas veces ayudado por las altas temperaturas ambientales (Calderón et al, 2006).

Vega (2010), señala que el propósito del diseño, construcción y validación del desempeño de un equipo de refrigeración de leche cruda para pequeños productores, se centró en las condiciones de producción lechera de la zona ganadera del Departamento del Caquetá, el cual se diseñó para ser usado como contenedor de la misma leche enfriada para ser transportada hasta pasadas las diez horas desde su obtención a través del ordeño, Las leches obtenidas por ordeño manual a ser intervenidas con cadena de frío, arrojaron en promedio 34.5°C de temperatura inicial y luego de setenta (70) minutos de operación del equipo estas fueron enfriadas a 0,3°C, las que luego de haber transcurrido más de de 9,5 horas del ordeño, arrojaron un recuento bacteriano de mesófilos totales de 9.000 UFC/mL, en contraposición al recuento arrojado por las leches cotidianamente manejadas a temperatura ambiente y en el mismo tiempo las que mostraron un desarrollo microbiano de hasta 4.326.000 UFC/mL.

Camarotte (2013), reporta que la refrigeración utilizada en Uruguay en los tanque de frío y el efecto de los cambios de temperatura durante el ordeño permiten el crecimiento de microorganismos psicrótrofos. Estas bacterias poseen la capacidad de desarrollarse a temperaturas menores a 7 °C. Si bien estos microorganismos son sensibles a los tratamientos térmicos que se aplican en la industria, las enzimas proteolíticas y lipolíticas que secretan son termorresistentes, permaneciendo en los productos elaborados, contribuyendo a su deterioro. El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad microbiológica de muestras de leche bovina provenientes de dos formas de almacenamiento: tanque de frío y silo industrial del departamento de San José, durante los meses de otoño-invierno. Se procesaron 24 muestras de leche cruda refrigerada, a las cuales se les realizaron ensayos fenotípicos y genéticos para la identificación de los microorganismos presentes. Encontrando que el promedio obtenido del recuento de bacterias psicrótrofas y mesófilos aerobios fue de  $4.15 \pm 0.04$  Log UFC/mL y  $3.82 \pm$

0.02 Log UFC/mL respectivamente. Se observó un predominio de bacterias Gram negativas. Las bacterias psicrótrofas predominantes en las muestras de leche analizadas, pertenecieron a los géneros de Pseudomonas, Rahnella, Acinetobacter.

### **Definición y Características**

Villarreal (2012), señala que la planta de enfriamiento o centro de acopio de leche, es un establecimiento destinado a la recolección de la leche procedente de los diferentes hatos ubicados en sitios equidistantes al centro, con el fin de someterla a proceso de enfriamiento y después transportarla a las diferentes industrias lácteas para realizar su reconversión industrial.

Además indica que la planta de enfriamiento o centro de acopio, debe contar con un laboratorio habilitado para el análisis físico-químico y microbiológico de la leche. La planta de enfriamiento y su laboratorio, deben contar con un sistema de garantía de la calidad documentado para sus proveedores de leche, con el propósito de garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el reglamento; estos programas serán auditados por las entidades oficiales de vigilancia y control de acuerdo con su competencia.

### **Requisitos para los Centros de Acopio de Leche Cruda**

Agrocalidad (2013), reporta que para que un establecimiento sea considerado como Centro de Acopio Lechero, debe contar mínimamente con áreas definidas para: recepción, enfriamiento y entrega. Las instalaciones del Centro de Acopio Lechero no podrán ser dedicadas a operaciones distintas para las cuales fueron creadas. Los Centros de Acopio Lechero deberán cumplir con los siguientes requisitos básicos:

1. El centro de acopio debe controlar la recepción de leche cruda a diario de todos sus proveedores.
2. El centro de acopio debe controlar la trazabilidad del producto acopiado.
3. El centro de acopio debe realizar las pruebas para comprobar por análisis sensorial las características organolépticas.
4. El centro de acopio debe hacer pruebas para comprobar si la leche cumple los requisitos normativos de leche cruda.
5. En los centros de acopio, los tanques de depósito de almacenamiento de leche cruda deben contar con termómetros funcionales y calibrados.

6. Se debe verificar y registrar la temperatura de refrigeración durante el transporte desde el centro de acopio hacia la industria y en el momento de recepción en la industria.
7. La leche enfriada en los centros de acopio se debe destinar únicamente a plantas de proceso de leche o procesos posteriores con la finalidad de garantizar la inocuidad de los productos más no para la venta directa al consumidor.
8. El centro de acopio debe contar con un laboratorio propio básico o con el servicio de un laboratorio legalmente constituido y acreditado en el OAE para análisis físico-químico, sensorial y microbiológico de la leche cruda.
9. El centro de acopio debe contar al menos con áreas de: recepción, análisis, enfriamiento, y entrega de leche cruda.
10. El centro de acopio debe contar con instalaciones dedicadas exclusivamente para el fin con el cual fueron creadas.
11. El centro de acopio se debe ubicar en un lugar geográfico alejado de fuentes contaminantes.
12. El centro de acopio debe contar con un patio de cemento de tamaño suficiente para el ingreso de los vehículos y fácil desembarque de leche, con pendientes suficientes (2%) para asegurar el rápido drenaje.
13. El centro de acopio debe contar con una fácil evacuación de aguas de lavado y de lluvia al sistema de alcantarillado y/o sistema de descarga de aguas servidas.
14. El centro de acopio debe contar con una plataforma o andén de recepción, techado y diseñado para lograr una operación de carga y descarga fácil, construida de cemento, pudiendo revestirse con material resistente al ácido láctico, facilitando el lavado con pendiente hacia desagües conectados a la red de evacuaciones de aguas.
15. El centro de acopio debe contar con un área cerrada de construcción sólida para albergar, él o los tanques de refrigeración y equipos auxiliares; y dispone de una adecuada ventilación, la misma que es protegida o limitada con una malla plástica.

16. El centro de acopio lechero debe contar con un laboratorio básico ubicado en un área específica para este fin (aplica para centros de acopio con capacidad de recepción mayor a los 2000 litros diarios).
17. El laboratorio básico se debe encontrar en buenas condiciones, ordenado y limpio (aplica para centros de acopio con capacidad de recepción mayor a los 2000 litros diarios).
18. El centro de acopio lechero debe contar con un área destinada exclusivamente a la limpieza, desinfección y almacenamiento de recipientes de leche cruda. El centro de acopio debe proveer de detergente, vapor de agua, agua caliente, sanitizantes, cepillos y utensilios de limpieza en general a los medios de transporte de leche cruda para que ejecuten la limpieza y desinfección de los recipientes una vez que dejen la leche en el centro de acopio.
19. El área destinada exclusivamente a la limpieza, desinfección y almacenamiento de recipientes de leche se debe encontrar protegida contra agentes externos de contaminación (techo) y debe tener un área proporcionalmente suficiente con relación al número de recipientes que se manipulan en el centro de acopio lechero.
20. El área destinada exclusivamente a la limpieza, desinfección y almacenamiento de recipientes de leche se debe encontrar en buenas condiciones, ordenada y limpia. Se debe establecer un área destinada a limpieza y desinfección de los recipientes identificado un área limpia y un área sucia.
21. El centro de acopio lechero debe contar con servicios sanitarios y área de vestidores ubicados fuera de las instalaciones de manipulación de leche.
22. Los servicios sanitarios y área de vestidores se deben encontrar en buenas condiciones, ordenados y limpios.
23. El centro de acopio debe contar con un área exclusiva para el almacenamiento de insumos separada de las instalaciones de manipulación de leche, identificada y rotulada.
24. El centro de acopio debe contar con un área exclusiva para el almacenamiento de insumos, separada de las instalaciones de manipulación de leche, identificada y rotulada.

25. El área exclusiva para el almacenamiento de insumos debe encontrarse en buen estado, ordenada, limpia, seca y libre de acumulación de materias extrañas.
26. El sistema de medición del volumen o peso de la leche debe ser adecuadamente manipulado e impide la contaminación y alteración de la calidad de la leche.
27. El centro de acopio lechero debe contar con un sistema automatizado para el lavado de recipientes (Aplica para centros de acopio con capacidad de recepción mayor a los 10.000 litros diarios).
28. El centro de acopio lechero debe contar con un sistema de enfriamiento rápido de la leche recibida (Aplica para centros de acopio con capacidad de recepción mayor a 10.000 litros diarios.).
29. El centro de acopio debe contar con un sistema de suministro de vapor o agua para el lavado de equipos, recipientes y utensilios (Aplica para centros de acopio con capacidad de recepción mayor a 10.000 litros diarios).
30. El centro de acopio lechero debe contar con abastecimiento de agua potable permanente.
31. En caso de contar con sistemas de almacenamiento de agua, el centro de acopio debe realizar un tratamiento adecuado previo a su utilización en las operaciones.
32. El centro de acopio debe contar con registros que demuestren la calidad del agua utilizada.

### **Leche. Definición**

García y Olmo (2005), señala que según el Real Decreto 1679/ 1994 (España), la leche cruda es la producida por la secreción de la glándula mamaria de vacas, ovejas, cabras o búfalas, que no haya sido calentada a una temperatura superior a 40 °C ni sometida a un tratamiento de efecto equivalente".

La norma NTE INEN 0009:2012, establece que leche cruda es el producto de la secreción de las glándulas mamarias, obtenida a partir del ordeño íntegro e higiénico de vacas sanas, sin adición ni sustracción alguna, exento de calostro y libre de materias extrañas a su naturaleza, destinado al consumo en su forma natural o a su elaboración ulterior.

Para Periago (2014), la leche constituye la secreción de la glándula mamaria y químicamente es un alimento líquido con grasa emulsionada, dentro de la estructura del glóbulo graso y proteínas en forma micelar. Por ello se puede decir que la leche es una emulsión de materia grasa en forma globular, en un líquido con unas características similares al plasma sanguíneo. Este líquido es a su vez, una suspensión de materias proteicas en un suero constituido principalmente por lactosa, sales minerales, vitaminas y ácidos orgánicos.

A la leche se la puede definir coloquialmente como un líquido blanco, opaco y dos veces más viscoso que el agua; con un sabor ligeramente dulce. Es un alimento que no se debe consumir crudo, ya que es un medio muy rico para el desarrollo de muchas formas de vida. Por eso es un alimento extremadamente alterable, con lo cual debe enfriarse lo más rápidamente posible. Antes de ser expulsada por las ubres del animal ya contiene bacterias, y cuando se encuentra fuera de ellos se expone a un gran foco de contaminación microbiana (Blanco, 2009).

Magariños (2000), señala que desde un punto de vista legal la leche de vaca puede definirse de la siguiente manera: “Leche, sin otra denominación, es el producto fresco del ordeño completo de una o varias vacas sanas, bien alimentadas y en reposo, exento de calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas”. Estas características pueden ser la densidad, el índice crioscópico, el índice de refracción, la acidez titulable, la materia grasa, los sólidos no grasos, el número de leucocitos, los microorganismos patógenos, la presencia de sustancias inhibidoras, etc.

### **Propiedades Físicoquímicas de la Leche Cruda**

La leche cruda está constituida por un sistema fisicoquímico complejo en el que los elementos que la constituyen se presentan en tres fases: emulsión, suspensión y solución. La grasa con agua forma una emulsión; la proteína insoluble de la leche (caseína) ligada con algunas sales minerales forma la suspensión y la lactosa junto con las proteínas solubles (globulinas y albúminas) y sales minerales forman la solución (Liconsal, 2007).

### **Calidad de la Leche**

Históricamente el concepto de «Calidad de la leche» hacía referencia a parámetros de la composición físico-química, principalmente la grasa, por el valor económico que indudablemente ésta tiene. En una concepción más moderna se considera que una leche es de buena calidad cuando sus componentes naturales (grasa, proteína, vitaminas, etc.) se alteran lo menos posible a lo largo del proceso productivo, desde el animal hasta la cadena de

distribución comercial. La legislación comunitaria actual considera como medida de la calidad no lo que la leche tiene por naturaleza, sino aquellas cosas que no debería tener pero desgraciadamente aparecen como elementos extraños o no deseables en el producto, de cara a su valor como alimento para el consumidor (Bertrand, 1992).

La calidad de la materia prima actúa como condicionante fundamental de la calidad del producto final. Por eso resulta indispensable partir de una leche cruda de máxima calidad higiénico-sanitaria, cuidando y controlando todas y cada una de las etapas, desde su origen (el tambo), hasta el preciso momento en que se la utiliza como materia prima dentro de la planta elaboradora (Zavala, 2009).

La calidad de la leche comercial y de sus derivados elaborados en una industria láctea, depende directamente de la calidad del producto original o materia prima, proveniente de las zonas de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación en general hasta la planta. Por lo tanto, el éxito y buen nombre de la industria y en última instancia la calidad del producto que llega al consumidor, dependen del control que se lleve sobre la leche cruda (Castro, 2003).

La leche de buena calidad es aquella que cumple sin excepción con todas las características higiénicas, microbiológicas y composicionales y que en consecuencia concuerda con la definición legal y las expectativas nutricionales puestas en ella. Para fabricar productos lácteos de buena calidad es imprescindible contar con una materia prima de iguales características: el procesador no puede devolver o incorporar una calidad inexistente y solo podrá, en algunos casos, "disimular" la mala calidad y lograr que la leche o el derivado fabricado con ella pueda ser apto para el consumo (Magariños, 2000).

### **Alteraciones de la Leche**

Magariños (2000), reporta que en general, puede decirse que los riesgos a que está sometida la leche entre su síntesis en la glándula mamaria y su llegada al consumidor incluyen:

- Contaminación y multiplicación de microorganismos,
- Contaminación específica por gérmenes patógenos,
- Alteración fisicoquímica de sus componentes,
- Absorción de olores extraños,
- Generación de malos sabores,

- Contaminación con sustancias químicas (pesticidas, antibióticos, metales, detergentes, desinfectantes) y partículas de suciedad.

### **Calidad Higiénica de la Leche**

Según Zavala (2009), la calidad higiénico-sanitaria de la leche se logra controlando el proceso de ordeño y de almacenamiento, pero también atendiendo a una higiene estricta de los elementos utilizados en su extracción.

En tal sentido, si bien es cierto que hay factores que predisponen y determinan la calidad de la leche como las características raciales, edad, etapa de lactancia, salud, alimentación y confort de la vaca, así como la técnica de ordeño, luego de ordeñada la leche debe tener un tratamiento higiénico adecuado, con paños (de preferencia con la tela tipo organza antes que el tocuyo) y puesta a enfriar a temperaturas alrededor de los 4°C lo antes posible. La higiene es un factor fundamental para preservar el estado de la leche, su vida útil como materia prima, y la vida útil y calidad de los derivados elaborados con ella. La falta de higiene provocaría la precipitación o “cortado” de la leche y problemas tecnológicos en sus derivados: quesos ácidos, esponjosos, que desueran y de mal olor; yogures de textura líquida irregular, que se inflan en sus envases, mantequillas rancias, etc. El utilizar utensilios esterilizados evita la incorporación de nueva carga microbiológica a la ya presente en la leche, aumentando su vida útil (Actualidad ganadera.com. 2015). Siendo las principales fuentes de contaminación:

- Medio ambiente (corrales): presencia de estiércol, desperdicios de alimentos, polvo, lodo, orina, agua, etc.
- Cuerpo de la vaca (ubre): muchas veces se ensucia con excremento, tierra, pelos e insectos. Es recomendable lavar y secar la ubre antes de empezar el ordeño.
- Equipos y utensilios: se debe tener cuidado con la limpieza de los equipos que se usan para el ordeño como coladores, pichingas y baldes, ya que sirven para la extracción y traslado de leche.
- Personal a cargo del ordeño: las personas que participan en el ordeño son el ordeñador y enrejador, y deben tener claro sus funciones.

Blanco (2009), reporta que en este punto se debe mencionar las características de los microorganismos de la leche que se pueden dividir en:

**Flora beneficiosa:** Siendo principalmente de dos tipos:

- Bacterias lácticas: Son las que fermentan los azúcares de la leche.

- Bacterias con actividad proteolítica y lipolítica: Para la producción de aromas en productos lácteos.

**Flora patógena:** Producen enfermedades. Determinan el tratamiento necesario en la leche para consumo. Puede ocasionar:

- Deterioro químico de la leche.
- Enfermedades en los animales.
- Enfermedades en el hombre.

Hazard (2012), indica que otro factor que tiene relación con la calidad de la leche es el recuento bacteriano. Recordemos que la leche desde que sale de la ubre de la vaca es el mejor "caldo de cultivo" para la proliferación de microorganismos, los cuales son capaces de reproducirse a diferentes temperaturas. Por ello la leche debe ser almacenada rápidamente a 4°C. Las principales causas de contaminación bacteriana se relacionan con problemas de limpieza de los equipos de ordeña. Finalmente, vacas con mastitis contribuyen a aumentar notablemente los tenores de colonias bacterianas de la leche, al mezclar su leche con la de vacas sanas. Desde el punto de vista de pago por calidad, en relación al recuento bacteriano que se expresa como unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/ml), la industria tiene su pauta de pago. Siguiendo con el ejemplo de Soprole S.A., a la leche con menos de 30.000 UFC/ml la empresa le bonifica su precio base en un 14%. Leche con contenidos de hasta 300.000 UFC/ml no recibe bonificación. Niveles de UFC superiores implican que el productor recibirá un castigo en el precio de la leche.

## **CONCLUSIONES**

- El empleo de diferentes temperaturas de enfriamiento en la leche cruda afectó estadísticamente las características físico-químicas evaluadas, a excepción del contenido de grasa, presentando mejores respuestas el empleo de la temperatura de 4°C, que permite preservar la calidad de la leche.
- La leche cruda enfriada a 4 °C, presentó una densidad de  $1.028 \pm 0.002$  g/ml, un punto de congelación de  $-0.575 \pm 0.013$  °C, con contenidos de proteína de  $3.31 \pm 0.07$ , grasa  $3.53 \pm 0.32$  % y un total de sólidos no grasos de  $8.83 \pm 0.20$  %, valores que se ajustan los indicados en la Norma Ecuatoriana NTE INEN 0009:2012.