



# Analizando La Calidad De La Leche Del Tanque De Almacenamiento

## (Testing Bulk Tank Milk Samples)

*Juan J. Loor, Gerald M. Jones, y Susan Sumner\**

Muestras de leche del tanque de almacenamiento son colectadas regularmente con el propósito de establecer su calidad. Estos análisis de calidad son conducidos en cooperativas de lechería, plantas de procesamiento de lácteos, o por el Departamento de Agricultura y Servicios del Consumidor del estado de Virginia. Ciertas de las cooperativas de lechería ofrecen un perfil amplio de análisis para determinar la calidad de la leche. La mayoría de los análisis utilizados serán mencionados con cierta brevedad en los siguientes párrafos. También se ilustrará una lista de las medidas necesarias para producir una leche de alta calidad y se presentarán algunas de las condiciones que pueden afectarla negativamente. Creemos que una explicación sobre el uso de estos análisis será útil para que los granjeros de Virginia puedan producir leche de alta calidad, de acuerdo a los estatutos definidos por el Consejo de Liderato de la Calidad de la Leche del Programa de Extensión Cooperativa de Virginia, que define a una leche como de alta calidad si esta posee:

- Recuento de células somáticas (RCS; Somatic Cell Count, SCC) que lleguen o sean menores a 200,000
- Recuento de bacterias, expresado como unidades formadoras de colonias (UFC), que lleguen o sean menores a 5,000
- Recuento de bacterias antes de la pasteurización que lleguen o sean menores a 10,000
- No residuo de antibióticos
- Recuento de sedimentos que lleguen o sean menores a 1.0

- Valores de crioscopia (agregado de agua) que lleguen o sean menores a  $-0.530 \infty H$

## Recuento de Bacterias en Plato Normalizado (Standard Plate Count, SPC; UFC)

Es utilizado para determinar el número visible de unidades capaces de formar colonias de bacterias (establece el número de colonias individuales o grupos de bacterias) en 1 mililitro (mL) de leche incubado a  $90 \infty F$  por 48 horas. Si el número de UFC sobrepasa 5,000 ufc/mL, es porque existe una razón. Valores de UFC típicamente son menores a 5,000 ufc/mL si el nivel de sanidad es bueno y el enfriamiento del tanque de almacenamiento es adecuado. Un recuento de 10,000 ufc/mL puede ser factible en la mayoría de granjas (Murphy, 1997). El Consejo de Liderato de la Calidad de la Leche del Programa de Extensión Cooperativa de Virginia ha recomendado que la leche de alta calidad debe tener valores de UFC de 5,000 o menores. Resultados obtenidos por el Departamento de Agricultura y Servicios del Consumidor del estado de Virginia después de analizar 10,662 muestras de leche de tanques de almacenamiento entre el 1 de Diciembre, 1997, y el 16 de Noviembre, 1998, comprobaron que el 59% de estas muestras tenían recuentos de UFC menores a 5,000 ufc/mL, el 76% los tenía menores al 10,000 ufc/mL, y el 87% menores a 20,000 ufc/mL. De 855 muestras tomadas en el estado de Nueva York, el 30% tenían recuentos de UFC menores a 5,400 ufc/mL y el 50% menores a 10,000 ufc/mL (Boor et al., 1998).

\* Estudiante de Doctorado en Nutrición en el Departamento de Ciencias de la Lechería; Profesor del Departamento de Ciencias de la Lechería e Investigador de la Extensión Cooperativa de Virginia, Sección de Calidad de la Leche y Manejo del Ordeño; Profesora del Departamento de Ciencias de Alimentos y Tecnología e Investigadora de la Extensión Cooperativa de Virginia, Sección de Microbiología.

El límite legal es de 100,000 ufc/mL, a pesar que la industria de lácteos prefiere valores de hasta 50,000 ufc/mL. La razón principal para el alto recuento de bacterias en la leche cruda se debe a la mala limpieza del equipo de ordeño, programas de sanidad mal implementados (vacas sucias), mastitis, insuficiente enfriamiento de la leche en el tanque de almacenamiento, o un mal manejo de la muestra de leche por medio de la persona encargada de llevarla desde la granja o planta hacia el laboratorio.

## **Recuento de Bacterias Antes de la Pasteurización (Preliminary Incubation Count, PICount)**

En este tipo de análisis la muestra de leche es incubada a 55 °F por 18 horas, seguido por el mismo procedimiento del UFC. Los valores obtenidos en el PICount son considerados como la mejor medida para evaluar el nivel (bueno o malo) del programa de sanidad y almacenamiento de leche que posee una granja. Los organismos detectados por el PICount están asociados con el mal sabor de la leche, causan que la leche se dañe, y por ende reducen el tiempo de vida de esta leche una vez almacenada (Consejo de Prácticas de Lechería; Dairy Practices Council). Valores de PICount no deben pasar de 100,000 ufc/mL. Los valores más deseables no deben pasar de 25,000 ufc/mL. El Consejo de Liderato de la Calidad de la Leche del Programa de Extensión Cooperativa de Virginia ha recomendado que la leche de alta calidad tenga valores PICount menores a 10,000 ufc/mL. De 855 muestras provenientes de tanques de almacenamiento examinadas en Nueva York, solo el 30% tenían recuentos menores a 26,000 y solo el 10% las tenían bajo 8,000 ufc/mL. El Departamento de Agricultura y Servicios del Consumidor del estado de Virginia no realiza exámenes de PICount. Sin embargo, un gran número de cooperativas de lechería las hacen y usan estos valores dentro de sus programas de calidad como parámetros para bonificar sobre un precio base la leche de aquellos rebañes que tienen valores bajos de PICount.

La siguiente es una lista de las posibles causas de un alto recuento de PICount, las cuales también pueden ser aplicadas a altos recuentos de UFC.

- Falta de limpieza adecuada del equipo de ordeño (pezoneras, mangueras de leche, etc.) después de su uso, o negligencia en limpiar el equipo de ordeño antes de usarlo (una de las mayores causas).
- Un lento proceso de enfriamiento de la leche en el tanque de almacenamiento, o mantenimiento de la

temperatura por encima de 40 °F (la temperatura dentro de los tanques de almacenamiento tiene que estar por debajo de 40 °F dentro de las primeras 2 horas de empezar el ordeño y debe ser mantenida debajo de 45 °F por el resto del ordeño). Esto indica la importancia del uso y mantenimiento del termómetro.

- Problemas con el acumulamiento de residuos en el equipo de enfriamiento del tanque.
- Durante el ordeño de vacas frescas y aquellas que son problemáticas en recipientes individuales, las mangueras de leche tienen que mantenerse limpias.
- Vacas sucias de lodo, estiércol, o tierra pueden necesitar de un corte del pelo que rodea la ubre.
- Mala utilización de los procedimientos para limpiar la ubre (ubre sucia, uso excesivo de agua para lavar los pezones y la ubre); los pezones tienen que mantenerse limpios, desinfectados con un yodofórico, sellados con un desinfectante post-ordeño, y deben ser bien secados.
- El uso de agua contaminada, especialmente por la presencia de Coliforms u otro tipo de bacteria causante del daño de la leche.
- La temperatura del agua utilizada para lavar las tuberías que transportan la leche hacia el tanque de almacenamiento tiene que rondar los 155-170 °F y durante el drenaje mantenerse a 120 °F.
- Piezas de caucho (copas de la pezonera) o plástico tienen que estar limpias, libre de roturas o residuos, y ser reemplazadas cada cierto tiempo.
- Mal drenaje del equipo de ordeño.
- La copa de cada pezonera debe ser limpiada con detergente y desinfectante, mantenerse libre de grietas o roturas, y ser reemplazada cada cierto tiempo.
- El pulsador y las mangueras principales que generan succión (vacío) deben ser limpiadas regularmente y especialmente después de cada sesión de ordeño.
- Streptococcus agalactiae u otros streptococcus que generen mastitis.

## **Recuento de Bacterias Después de la Pasteurización (Lab Pasteurized Count, LPC)**

Este análisis determina el número de bacterias que sobreviven al proceso de pasteurización, 145 °F por 30

minutos. Los niveles en la leche cruda tienen que rondar entre 250-300 ufc/mL. El tipo de bacteria que genera estos recuentos puede pertenecer a ciertas especies de *Bacillus*; por lo general no incluye el recuento de bacterias causante de mastitis. De 855 muestras provenientes de tanques de almacenamiento examinadas en Nueva York, el 60% tenían valores menores a 200 y el 70% las tenían bajo 300 ufc/mL. Esta especie de bacteria resistente a las altas temperaturas puede ser la causante del daño de la leche pasteurizada. Altos recuentos de LPC pueden resultar debido a la mala limpieza del equipo de ordeño por el mal uso de prácticas de sanidad, depósitos en la tubería que transporta la leche, bombas con grietas y goteras, o piezas de caucho que ya son obsoletas por la edad (Murphy, 1997). El Departamento de Agricultura y Servicios del Consumidor del estado de Virginia no realiza exámenes de LPC. Sin embargo, algunas cooperativas de lechería lo incluyen como parte del perfil generado por cada muestra del tanque de almacenamiento.

## Recuento de Coliform (Coliform Count)

Este análisis provee una indicación del grado de salubridad en las prácticas de ordeño o del nivel de mastitis. Un recuento menor a 100 ufc/mL es considerado aceptable. Recuentos de 10 ufc/mL o menores son factibles y deseables. De las muestras provenientes de tanques de almacenamiento examinadas en Nueva York, el 10% tenían valores menores a 10 y el 70% las tenían bajo 66 ufc/mL. Los recuentos elevados pueden ser un índice de que el proceso de salubridad utilizado en la granja no es adecuado. Especialmente si se toma en cuenta que antes del ordeño la ubre y los pezones por lo general están sumamente sucios. Este análisis no pertenece a los mencionados como requeridos por la ley por parte del Departamento de Agricultura y Servicios del Consumidor del estado de Virginia.

Contaminación por medio de bacterias que permanecen en el exterior de la ubre pueden influenciar el recuento de LPC, PICcount, y de Coliform (Murphy, 1997). El grado de limpieza con que se mantiene el equipo de ordeño probablemente tiene un alto marco, sino el mayor, de influencia en la cantidad de bacterias que se encuentran en la leche del tanque de almacenamiento. Residuos de leche que quedan intactos en las superficies del equipo de ordeño promueven el crecimiento de una gran variedad de microorganismos. El crecimiento de microbios ambientales (provenientes de tierra, estiércol, alimentos, aserrín, lodo, etc.) es favorecido cuando estos residuos son abundantes. La ineficiencia al lavar, el uso de bajas temperaturas, y la falta de uso de desinfectantes tiende a facilitar el crecimiento de

aquellos organismos de crecimiento rápido y menos resistentes, principalmente especies Gram-negativo (Coliforms y Pseudomonads) y Streptococci. La presencia de estos organismos resultará en altos recuentos de PICcount y también LPC.

## Crioscopia o Punto de Congelamiento (Cryoscope or Freezing Point)

Un valor superior al  $-0.530 \infty$  Horvet indica que a la leche se le ha agregado agua o ha sido alterada de alguna forma. En Nueva York, menos del 3% de las muestras del tanque de almacenamiento tuvieron valores de congelamiento mayores al  $-0.530$ . De Diciembre, 1997, hasta Mayo, 1998, el Departamento de Agricultura y Servicios del Consumidor del estado de Virginia determinó que solo hubieron 16 muestras con valores superiores al límite de las 5,631 que fueron examinadas, o un 0.28% de las muestras.

Posibles causas de un alto valor de crioscopia:

- Agregamiento de agua a la leche para aumentar el monto producido, accidental o intencionalmente:
  - Drenaje incompleto del sistema de ordeño
  - Ordeño de vacas mojadas o uso excesivo de agua durante la limpieza
  - Olvidarse de abrir la válvula del tanque de almacenamiento para que el agua se drene
  - Lavado de la tapa del tanque
  - Lavado automático de las tuberías de leche cuando todavía hay succión (vacío)
- Congelamiento de agua dentro del tanque de almacenamiento
- Empaquetaduras defectuosas en los platos de enfriamiento (algunas marcas)
- Vacas con excesiva pérdida de peso o en baja condición corporal debido a que se las mantiene en pastoreo, o porque el contenido energético del concentrado con que se las suplementa es demasiado bajo

## Sedimentos (Sediments)

Los niveles aceptables de sedimentos rondan los 1.5 miligramos/galón de leche. El pelo de la ubre debe ser cortado, los pezones y la ubre deben ser limpiados y desinfectados, y las pezoneras deben ser adecuadamente acopladas y removidas. Hatos de ganado lechero

con una gran cantidad de cabezas deben hacer una pausa durante el ordeño y cambiar los filtros necesarios. A pesar de que este análisis no es ofrecido por el Departamento de Agricultura y Servicios del Consumidor del estado de Virginia ni por todas las cooperativas de lechería, el Consejo de Liderato de la Calidad de la Leche del Programa de Extensión Cooperativa de Virginia recomienda que la leche de alta calidad debe mantener un valor de sedimentos del 1.0 o menor.

## Rancides (Rancidity)

La rancides causa notorios cambios en el sabor de la leche que se manifiestan en el paladar de la persona como un sabor áspero o agrio que se mantiene en la boca y deja un resabio después de ser bebida. Organismos Psychrotrophicos como las Pseudomonads, Aerobacter, y el Bacillus se multiplican en grietas de las tuberías, filtros, etc., a resultado de una mala limpieza y falta de sanidad. Estos organismos producen lipasas que tal vez no son destruidas durante la pasteurización. Lipasas son enzimas que destruyen los triglicéridos que conforman la grasa y dan lugar al glicerol y ácidos grasos liberados. Su actividad es expresada como grado de valor ácido (ADV), el cual no debe exceder el 1.0. Este examen lo pueden realizar ciertos procesadores de lácteos pero no todas las cooperativas.

Posibles causas de un alto valor de ADV:

- Agitación violenta de la leche, esto puede ocurrir debido al bombeo o agitación excesiva causada por el lento enfriamiento del tanque de almacenamiento, tuberías de leche obstruidas, o congelamiento del tanque de almacenamiento. La reciente implementación del uso de tanques con succión en muchas granjas, a reducido este tipo de problemas.
- Fugas de aire en la tubería que transporta la leche
- Válvulas que gotean
- Inundación de las tuberías que transportan la leche
- Deslizamiento espontáneo de la copa que cubre las pezoneras, o un ingreso de aire excesivo
- Durante el último tercio de lactancia, la membrana de lecitina y proteína de la cual se compone la membrana del glóbulo de la grasa se debilita

## Cultivo de Bacterias en Muestras de Leche (Milk Cultures)

El realizar cultivos de bacterias en muestras del tanque de almacenamiento puede ser útil para determinar la presencia de ciertas bacterias. Este análisis puede ser realizado en plantas de procesamiento de lácteos, el Departamento de Agricultura y Servicios del Consumidor del estado de Virginia, servicios veterinarios, o por la Escuela de Medicina Veterinaria de Virginia-Maryland. El cambio en los valores de culturas bacterianas pueden darle al productor una indicación del suceso de aquellos cambios llevados a cabo en su programa de sanidad e higiene debido a infecciones o baja calidad de la leche. Valores obtenidos en muestras sacadas durante días consecutivos o durante varias semanas comparados con los obtenidos en una sola muestra, proveen un mejor panorama del problema por el cual atraviesa un hato lechero. Hay que agitar la muestra dentro del tanque durante 5 minutos antes de su colección (Consejo Nacional de Mastitis; National Mastitis Council, NMC), utilizar un cucharón limpio y desinfectado para coleccionar una muestra de la parte superior del tanque de almacenamiento (no de la abertura), devolver la primera muestra de regreso en el tanque para asegurarse que el desinfectante con el que se lavo el cucharón se desprenda totalmente del mismo, sacar muestras de dos tanques consecutivos y congelar las muestras, sacar otra muestra de un tercer tanque consecutivo y refrigerarla hasta que las tres muestras puedan mandarse a un laboratorio. La presencia de Staphylococcus aureus o Streptococcus agalactiae casi siempre son una indicación de la presencia de este tipo de organismos en el hato lechero.

Staphylococcus aureus. Se multiplica en bajas proporciones y por lo general no causa un recuento alto de bacterias (UFC) en el tanque, sin embargo los valores RSC del tanque seguramente serán elevados. El Consejo Nacional de Mastitis manifiesta que es factible obtener recuentos de Staphylococcus aureus iguales o menores a 50 ufc/mL.

La presencia de Streptococcus agalactiae en muestras del tanque se debe a la leche proveniente de cuartos infectados. El recuento de bacteria (UFC) y el valor de RCS pueden ser elevados por la presencia de este tipo de infección en el rebaño. Sin embargo, la erradicación completa de este patógeno del hato lechero es factible.

Recuentos de Streptococci ambiental y Coliform (tipicamente la E. coli) por encima de 1,000 y 500 ufc/mL, respectivamente, son indicaciones de poca higiene durante la limpieza del equipo de ordeño, durante el

ordeño, o entre cada ordeño. Contaminantes típicos son el aserrín, estiércol, polvo, lodo, o agua. De acuerdo a lo manifestado por el Consejo Nacional de Mastitis (National Mastitis Council), el ordeño de ubres mojadas, depósitos orgánicos en las tuberías de leche, empaquetaduras e inflaciones con grietas, uso de agua sin la temperatura adecuada, refrigeración inadecuada, e infecciones de la ubre contribuyen al alto recuento de streptococci y coliforms en la leche del tanque. Infecciones de la ubre se relacionan positivamente con el número de casos de mastitis clínica en el hato lechero. Recuentos de bacterias (UFC) pueden llegar a ser altos al mismo tiempo que los de SSC son bajos.

Una vez que se tienen los resultados del cultivo bacteriano, se deben coleccionar muestras de leche de cada vaca y también ser analizadas mediante cultivos. Hay que sacar muestras antisépticas de leche provenientes de vacas con altos valores de RCS o que sean positivas por la presencia de CMT, vacas con mastitis clínica, y vacas frescas, especialmente vaquillonas. Las muestras pueden ser almacenadas en un congelador por un período de hasta 6 semanas. Resultados obtenidos con muestras individuales tal vez no sean los esperados ya que en algunas ocasiones dichas muestras provenientes de vacas con problemas no revelaran colonias de bacterias. De acuerdo a lo dicho por el Consejo Nacional de Mastitis, entre el 25% y el 40% de las muestras provenientes de vacas con mastitis clínica pueden ser negativos durante el proceso de cultivo bacteriano. Esto ocurre por las siguientes razones:

- La concentración de ciertos organismos, como el Mycoplasma, Staphylococcus aureus, y el Coliform, puede variar substancialmente en aquellos cuartos infectados, y ocasionalmente pueden representar menos del nivel mínimo requerido para su detección. El nivel mínimo de detección cuando se realizan cultivos bacterianos utilizando 0.01 mL de leche es de 100 unidades formadoras de colonias.
- El organismo puede ya no estar presente y los síntomas clínicos se producen debido a la producción de substancias como endotoxinas
- Células somáticas pueden haber devorado a estos organismos
- El uso de antibióticos puede haber destruido o frenado el crecimiento de estos organismos
- El almacenamiento de la muestra puede ser el causante de la destrucción de estos organismos
- Para crear un cultivo de este organismo tal vez sea necesario modificar el proceso de análisis típico (reducir la temperatura, prolongar la incubación, uso de un medio especial, condiciones anaeróbicas, etc)

Tres muestras de leche fueron colectadas de un rebaño cuyos valores de RCS (realizado por la Asociación Para el Mejoramiento del Hato Lechero, DHIA) promediaron 3.36, con un valor actual de 537,000 y también el 28% de las vacas tenían un valor alto de RCS (valor de 5 o mayor, o recuento actual por encima de 284,000). Este hato lechero estaba medicando entre 1 o 2 vacas por semana debido a casos de mastitis clínica. Los resultados obtenidos el mes previo indicaron que el promedio de valores de RCS (por DHIA) fue de 3.12, o valor actual en promedio de 477,000 y también el 20% de las vacas poseía altos valores. Estos datos indican que el desarrollo de mastitis subclínica en este rebaño estaba incrementando. Cultivos obtenidos en muestras del tanque de almacenamiento (Tabla 1) indicaron que habían recuentos bajos de coliform y streptococci, acompañados de recuentos bajos de bacterias. Dos muestras del tanque poseían recuentos de Staphylococcus aureus más altos de lo deseado. Rebaños infectados con Staph, muy seguido presentan altos valores de RCS pero bajos recuentos de bacterias. El productor pensó que el rebaño tenía síntomas característicos de un rebaño con infección de Staph. Sin embargo, si la muestra del tanque C (Tabla 1) hubiera sido la única colectada, los resultados no hubieran sido conclusivos y posiblemente erróneos.

## Bibliografía Científica:

- Boor, J. J., D. P. Brown, S. C. Murphy, S. M. Kozlowski, and D. K. Bandler. 1998. Microbial and chemical quality of raw milk in New York State. *J. Dairy Sci.* 81:1743-1748.
- Dairy Practices Council. 1991. Guidelines for raw milk quality tests, Publication DPC 21, Barre, VT.
- Dairy Practices Council. 1997. Guidelines for troubleshooting on-farm bacteria counts in raw milk, Publication 24, Barre, VT.
- Murphy, S. C. 1997. Raw milk bacteria tests: Standard plate count, preliminary incubation count, lab pasteurization count and coliform count – What do they mean for your farm? page 34-42 in Proc. National Mastitis Council Regional Meeting, Syracuse, NY.
- National Mastitis Council. Using Bulk Tank Milk Cultures in a Dairy Practice. [www.nmconline.org/bulk-tank.html](http://www.nmconline.org/bulk-tank.html).
- National Mastitis Council. 1987. Laboratory and Field Handbook on Bovine Mastitis, Madison, WI.
- Reinemann, D. J., G. A. Mein, D. R. Bray, D. Reid, and J. S. Britt. 1997. Troubleshooting high bacteria counts in farm milk. P. 65-79 in Proc. 36th Annual Meeting of the National Mastitis Council, Madison, WI.

**Tabla 1.**

Recuento de cultivos bacterianos.

Tanque de Almacenamiento	Número de Streptococci por mL	Número de Coliform por mL	<u>Staphylococcus aureus</u> por mL	Recuento de bacterias por mL
Deseado	< 1,000	< 500	< 50	< 5,000
A	320	340	80	740
B	840	40	120	1,000
C	760	0	40	800

**Microorganismos Encontrados en el Tanque de Almacenamiento y en Muestras individuales**

Tipo de bacteria	Fuente de origen	Comentarios	Alto RCS	Alto SPC
Staph. Aureus (positivo por coagulasa)	Cuartos infectados, lesiones en el pezón, introducción de vacas nuevas en el rebaño	<b>Contagioso:</b> manos, toallas de lavado, pezoneras	**	
Especies de Staph (negativo por coagulasa)	Piel del pezón, aserrín, valores bajos de RCS	Secar los pezones, pre-limpieza con yodórfico, post-sellado de pezones		
S. agalactiae	Cuartos infectados, introducción de vacas nuevas en el rebaño	<b>Contagioso:</b> manos, toallas de lavado, pezoneras	**	**
Streptococci ambiental (non-agalactiae, S. uberis, S.dysgalactiae)	Estiércol, aserrín, pezones mojados o secos, pezoneras	Ubres mojadas y sucias exponen al pezón a la presencia de bacterias; predios sucios	*	**
Coliforms (E. coli, Klebsiella)	Estiércol, aserrín, pezones secos o mojados	Razurar, limpiar, y secar la ubre y los pezones	*	*
Mycoplasma	Cuartos infectados, introducción de vacas nuevas en el rebaño	Contagioso: manos, toallas de lavado, pezoneras	*	*
Pseudomonads	Agua, lodo, tierra, estiércol	Habita en ordeñadores/equipos sucios, agua contaminada, anitbióticos contaminados		
Prototheca	Agua, estiércol, cuartos infectados	No existe cura; habra que eliminar charcos y estiércol		
Serratia	Agua contaminada, aserrín, tierra, pezoneras	Habrà que eliminar el lavado de las ubres y pezones		
Nocardia	Cuartos infectados	Habita en antibiòticos contaminados y esos que requieren de dosis múltiples		
Hongos y ludia	Cuartos infectados	Habita en antibiòticos contaminados y esos que requieren de dosis múltiples		