

Análisis de unidades formadoras de colonias en leche de hatos proveedores a Alimentos del Valle S.A. Pereira en los años 2012 - 2016

Analysis of colony forming units in milk of herds suppliers to Alimentos del Valle S.A. Pereira in the years 2012 – 2016

Jorge Mario López Villegas¹, Emily Gómez Tovar¹, Juan Carlos Echeverry López²

¹ Estudiantes Universidad Tecnológica de Pereira

² Docente Universidad Tecnológica de Pereira

Resumen

Altos conteos de unidades formadoras de colonias se asocian a leche de baja calidad. Es indispensable evaluar el comportamiento de estas unidades en el tiempo ya que la leche es uno de los elementos que hacen parte de la nutrición básica. Este estudio buscó hacer un análisis de varianza de las unidades formadoras de colonias de la leche de diferentes empresas productoras proveedoras a Alimentos Del Valle S.A. ALIVAL con respecto al lugar en donde se encuentran en el período 2012-2016. Se realizó el estudio con 6025 datos de diferentes áreas de la región. Se utilizó la prueba de ANOVA mediante el software Infostat. Se halló que sí hay diferencia significativa en la presencia de unidades formadoras de colonia con respecto a la región, al trimestre del año y al año. La zona de más alto índice de unidades formadoras de colonias fue Cocora y la de menor fue Alcalá. El segundo trimestre del año del periodo de estudio tuvo menor calidad higiénica y el 2013 fue el año con mayor presencia unidades formadoras de colonias. Estudios en diferentes zonas del país han mostrado resultados similares. Se recomienda realizar estudios con otras variables para buscar mejorar la calidad higiénica de la leche.

Palabras clave: Bovino, inocuidad alimentaria, leche, sanidad.

Abstract

High counts of colony forming units are associated to low quality milk. It's essential to evaluate the behavior of these units in time since milk is one of the elements that make

part of the basic nutrition. This study looks for an analysis of variance of the colony forming units of the milks of different production companies suppliers of Alimentos del Valle S.A. ALIVAL with the places between the period of 2012 – 2016. The study was realized with 6025 data of different areas of the region. The test of ANOVA was used by the Infostat software. A significant difference was found in the presence of colony forming units respecting the region, on the trimester of the year and the year. The zone with the highest rating of the colony forming units was Cocora and the lowest was Alcalá. The second trimester of the year of the period of study had the lowest hygienic quality and the 2013 was the highest year with presence of colony forming units. Studies on different areas of the country had shown similar results. It is recommended to make studies with other variables to seek to improve the hygienic quality of the milk.

Key words Bovine, food safety, milk, sanitation

Introducción

Las unidades formadoras de colonias, son el indicador de calidad de la leche más usado. Altos conteos de unidades formadoras de colonias (UFC) en leche, se asocian comúnmente con pobre sanidad o deficiencias en la cadena de frío que, a su vez, estarían asociados con varios factores, como la pluviosidad de la región, ubres con mastitis, contaminación ambiental, contaminación por recipientes, tiempo y temperatura de almacenamiento y transporte (1). El desconocimiento del comportamiento de las UFC en el tiempo impide la competitividad de una producción frente al mercado nacional, dado que en Colombia, la resolución 0012 de 2007 reglamenta el pago de la leche cruda al productor primario sobre la base de parámetros de calidad composicional, sanitaria e higiénica, bonificando los conteos bajos de UFC en unidad de miles de UFC/ml y penalizando los recuentos altos (1). Empresas como ALIVAL reciben leches de diferentes hatos teniendo la posibilidad de que estén contaminadas con altos contenidos de UFC, aunque se hacen los conteos no se hace un análisis estadístico que permita decidir si se deben implementar controles sanitarios o mejorar los controles ya existentes.

Se hace necesario la realización de un estudio en el cual se pueda conocer el estado actual de las producciones lecheras de la zona de Pereira en cuanto a las unidades formadoras de colonias ya que así podremos determinar si los controles existentes están siendo eficaces o por el contrario requieren ser mejorados, recordando su importancia para la salud pública ya que es un alimento básico e indispensable en la alimentación, y por ello es que es estricta su observación y control.

La leche es un líquido segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos. Está compuesta por agua, grasa y sólidos no grasos. Los sólidos no grasos comprenden las proteínas, la lactosa, y las cenizas, mientras que los sólidos totales incluyen los sólidos no grasos y la grasa. La leche dentro de la ubre de una vaca sana se encuentra prácticamente estéril; sin embargo, es contaminada por microorganismos en el canal del pezón (1). El número de microorganismos del líquido aumenta sensiblemente durante el ordeño y durante las operaciones de manipulación antes de ser refrigerado, lo que afecta la calidad del producto (1)(2). El valor de UFC por metro cúbico (UFC/m³), indica el grado de contaminación microbiológica de un ambiente. Es un valor que expresa el número relativo de microorganismos de un taxón determinado en un volumen de un metro cúbico de agua (3). La mayoría de microorganismos presentes en la leche cruda son bacterias no patógenas como las del género *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, pero también se pueden encontrar microorganismos patógenos (Coliformes). La alta carga microbiana y la composición rica en nutrientes de la leche, hacen que los microorganismos se reproduzcan rápidamente y la fermenten en condiciones ambientales, haciendo la vida útil del producto, muy corta (1)(2)(4)(5).

La leche líquida es el producto lácteo más consumido en todo el mundo, ya que es un componente importante en la alimentación humana. Tradicionalmente, la demanda de leche líquida es mayor en los centros urbanos y la de leche fermentada en las zonas rurales, pero los productos lácteos procesados están adquiriendo una creciente importancia en muchos países (3)(4). Una de las principales razones para estimular el consumo de leche son sus características nutricionales únicas debido a la presencia de más de mil tipos diferentes de moléculas con funciones específicas, y la posibilidad de

procesamiento industrial, que da como resultado una amplia gama de productos para su comercialización(4).

El consumo per cápita de leche y productos lácteos es mayor en los países desarrollados, pero la diferencia con muchos países en desarrollo se está reduciendo. La demanda de leche y productos lácteos en los países en desarrollo está creciendo como consecuencia del aumento de los ingresos, el crecimiento demográfico, la urbanización y los cambios en los regímenes alimentarios. Esta tendencia es más pronunciada en Asia oriental y sudoriental, especialmente en países muy poblados como China, Indonesia y Vietnam (6).

En Colombia, el sector lácteo es el principal aportante en la generación de valor agregado en la economía agropecuaria del país. Representa el 24,3 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario, es el sustento de cerca de 400.000 unidades productoras y genera más de 700.000 puestos de trabajo, situándose como el segundo sector con la mayor participación en la generación de empleo agroindustrial. Y por otro lado, el consumo de productos lácteos en Colombia es también una cifra importante. Los colombianos consumieron más de 1.050 millones de litros de leche, y 85.000 toneladas de quesos y leche en polvo en el 2016 (7)(8).

Se define como leche de calidad a la proveniente del ordeño de vacas sanas bien alimentadas, con cantidad y calidad apropiada de componentes sólidos (grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales), libre de olores, sedimentos, sustancias extrañas, residuos químicos e inhibidores, libre de bacterias causantes de enfermedad, y con un mínimo de carga microbiana y células somáticas.(9)

La calidad higiénica y sanitaria está determinada por factores de orden microbiológico, influenciados por la práctica de aseo, de desinfección y de higiene ambiental, al momento del ordeño. (10)(11)(12) Esto es esencial, especialmente cuando se quiere hacer participe del mercado no solo nacional sino también internacional, para ello, es importante realizar un análisis microbiológico de la leche, dado que el aumento de

microorganismos contaminantes le genera grandes pérdidas monetarias al productor (13)(14).

Algunos de los métodos para analizar los microorganismos presentes en la leche son: conteo total de aeróbicos TAC (por Total Aerobic Count) o de unidades formadoras de colonias (UFC) que es una alternativa del conteo estándar en placa o SPC (por Stand Plate Count), conteo por pasteurización de laboratorio-LPC (por Laboratory Pasteurization Count) y conteo de coliformes-CC (por Coliform Count) (5). El TAC es el más utilizado, dando valores cuantitativos, los cuales indican el grado de contaminación de la leche (15).

Según el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), la leche contaminada se define como aquella que contiene sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas y además en el decreto 3075 de 1997, describen a la leche y sus derivados entre los alimentos más riesgosos para la salud pública (15).

La empresa en estudio paga la leche cruda a sus proveedores del siguiente modo:

Precio base: definido por el gobierno nacional.

Bonificación sanitaria: Buenas Practicas Ganaderas.

Bonificación higiénica: en el que incluye conteo de UFC.

Calidad composicional: Grasa, proteína.

Transporte: Distancia de la empresa a la finca.

La normativa que abarca la producción lechera a nivel nacional es la siguiente:

- Decreto 0616 de 2006: Por el cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendia, importe o exporte en el país. (16)(15)
- Decreto 02838 de 2006: Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 616 de 2006 y se dictan otras disposiciones. (16)(17)

- Decreto 2964 de 2008: Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2838 de 2006 y se dictan otras disposiciones. (16)
- Decreto 3411 de 2008: Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2838 de 2006, modificado parcialmente por el Decreto 2964 de 2008 y se dictan otras disposiciones. (16)
- Resolución 0012 de 2007: Por la cual se establece el Sistema de Pago de la Leche cruda al Productor, diseñado por la Unidad de Seguimiento de Precios en Excel. (16)
- Decreto número 1880 DE 2011: requisitos para la comercialización de leche cruda para consumo humano directo en el territorio nacional (18).

El objetivo de este trabajo fue correlacionar la cantidad de unidades formadoras de colonias con respecto al lugar de donde proviene la leche producida en el periodo 2012-2016 en empresas proveedoras a ALIVAL de Pereira (Risaralda), por medio del análisis de bases de datos.

Materiales y métodos

Se tomó la información suministrada por ALIVAL. Se hizo un análisis de varianza con el programa Infostat. Se tuvieron en cuenta únicamente las producciones que fueron proveedoras de leche durante los años del estudio. Se descartaron las producciones que no estuvieron durante todo el período, con el fin de obtener resultados más precisos.

Las zonas se dividieron de la siguiente manera (Tabla 1):

Tabla 1. Zonas de estudio

Zonas ALIVAL	
1	Cocora
2	Santa Rosa
3	Cerritos
4	Cartago
5	Alcalá
6	La Virginia

Resultados

De acuerdo al test de Shapiro Wilk en el software Past3, existe suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, la variable de respuesta UFC sigue una Distribución Normal y puede ser objeto de un Análisis de varianza ANOVA.

N 6025

Shapiro-Wilk W 0,3178

Análisis de Varianza

Este análisis se realizó mediante el software Infostat.

Análisis de Varianza Sitio vs UFC

En este caso, el valor $p=0.0001$ del ANAVA como se observa en la tabla 2 sugiere el rechazo de la hipótesis de igualdad de medias entre tratamientos (Sitios), es decir, existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos considerando la variable promedio UFC (Unidades formadoras de colonias).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
UFC	6025	0.03	0.03	270.34

Tabla 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	34803745396738.00	5	6960749079347.60	36.16	<0.0001
Sitio	34803745396738.00	5	6960749079347.60	36.16	<0.0001
Error	1158500719659590.00	6019	192473952427.25		
Total	1193304465056330.00	6024			

De acuerdo a la prueba LSD de Fisher (tabla 3) el Tratamiento 1 (sitio 1) presenta diferencias estadísticamente significativas y promedio superior de UFC con respecto a

los demás. Es decir, el sitio que presenta durante todo el tiempo del que se cuentan datos (6025 datos de UFC) valores mayores de UFC es el sitio 1.

Los sitios 2 y 6, también presentan diferencias estadísticamente significativas y promedios superiores de UFC con respecto a los demás (exceptuando al sitio 1 que los supera).

Tabla 3. Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=39670.73055

Error: 192473952427.2460 gl: 6019

Sitio	Medias	n	E.E.			
1.00	313596.18	938	14324.67	A		
6.00	192867.44	1070	13412.02		B	
2.00	187549.83	586	18123.30		B	
4.00	134022.19	1040	13604.08			C
3.00	110551.06	1010	13804.65		C	D
5.00	84204.02	1381	11805.63			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de Varianza Trimestre vs UFC

En este caso, el valor $p=0.0007$ del ANAVA como se observa en la tabla 4 sugiere el rechazo de la hipótesis de igualdad de medias entre tratamientos (Trimestres), es decir, existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes trimestres de los años del estudio considerando la variable promedio UFC (Unidades formadoras de colonias).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
UFC	6025	2.8E-03	2.3E-03	273.94

Tabla 4. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo.	3340910580226.00	3	1113636860075.33	5.63	0.0007
Trimestre	3340910580225.75	3	1113636860075.25	5.63	0.0007
Error	1189963554476110.00	6021	197635534707.87		
Total	1193304465056330.00	6024			

De acuerdo a la prueba LSD de Fisher (tabla 5) en el Trimestre 2 se presentan diferencias estadísticamente significativas y promedio superior de UFC con respecto a los demás trimestres. O sea, el trimestre que históricamente que presenta mayores valores de UFC es el trimestre 2 de cada año.

Entre los demás trimestres no se evidencia diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 5. Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=31817.01648

Error: 197635534707.8734 gl: 6021

Trimestre	Medias	n	E.E.	
2.00	196171.95	1640	10977.68	A
3.00	164008.89	1524	11387.81	B
4.00	151964.24	1381	11962.88	B
1.00	132578.93	1480	11555.84	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de Varianza Año vs UFC

En este caso, el valor $p=0.0001$ del ANAVA como se observa en la tabla 6 sugiere el rechazo de la hipótesis de igualdad de medias entre tratamientos (Años), es decir, existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes años evaluados, considerando la variable promedio UFC (Unidades formadoras de colonias).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
UFC	6025	0.01	0.01	273.55

Tabla 6. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6978365348130.75	4	1744591337032.69	8.85	<0.0001
Año	6978365348130.75	4	1744591337032.69	8.85	<0.0001
Error	1186326099708200.00	6020	197064136164.15		
Total	1193304465056330.00	6024			

De acuerdo a la prueba LSD de Fisher (Tabla 7) el año 2013 presenta diferencias estadísticamente significativas y promedio superior de UFC con respecto a los demás años. O sea, el año que históricamente (desde 2013 hasta 2016) presentó mayores valores de UFC fue el 2013.

Entre los demás trimestres no se evidencia diferencia estadísticamente significativa.

Tabla 7. Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=36264.47626

Error: 197064136164.1530 gl: 6020

Año	Medias	n	E.E.	
2013.00	214197.79	1408	11830.48	A
2012.00	169053.61	1373	11980.32	B
2015.00	153329.26	1214	12740.73	B
2016.00	146915.94	783	15864.37	B C
2014.00	114573.37	1247	12571.02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Discusión

Trabajos realizados en el país, han encontrado también un aumento en las UFC en determinadas épocas del año, específicamente en épocas lluviosas, lo cual coincide con el presente trabajo (13).

Ruiz-Cortés, Tatiana *et al* en 2012 realizaron un trabajo similar teniendo en cuenta otros factores. Hubo relación directa con la altura sobre el nivel del mar, lo cual coincide con esta investigación.

Otros investigadores han realizado el mismo trabajo, pero teniendo en cuenta otras variables más acordes con el manejo en el momento del ordeño (11).

Conclusiones

El primer descubrimiento fue que existe una diferencia significativa en cuanto a la calidad higiénica de la leche con respecto a las diferentes zonas.

El sitio que presentó mayor cantidad de unidades formadoras de colonias en el período estudiado fue Cocora, seguidos por La Virginia y Santa Rosa. La de menor cantidad fue Alcalá.

Se estudió la cantidad de unidades formadoras de colonias y se evidenció que hay incremento en el segundo trimestre del año (abril, mayo y junio). Los otros trimestres no presentaron diferencias significativas. Esto puede deberse al incremento de las lluvias en esta época.

Igualmente, el año 2013 presentó una diferencia con respecto a los otros años. Este año tuvo un incremento en las unidades formadoras de colonias, mientras que entre los otros años no hubo diferencia estadísticamente significativa.

Recomendaciones

Se sugiere realizar estudios con más variables para determinar causas probables del cambio en el número de las UFC.

Sería interesante analizar haciendas que estén certificadas en Buenas Prácticas Ganaderas para verificar si las UFC son menores en dichas haciendas con respecto a las que todavía no se han certificado.

Este trabajo se realizó teniendo en cuenta zonas diferentes. Es de suponer que pueden presentarse variaciones entre las haciendas de la misma región. Lo cual se debe tener en cuenta para futuras investigaciones.

Bibliografía

1. Ruiz-Cortés T, Orozco S, Stefany Rodríguez L, Idárraga J, Olivera M. Affect Colony Forming Units in Bulk Milk of North Antioquia-Colombia Dairy Farms. *Cient.* 2012;15(1):150–3.
2. Knight-Jones TJD, Hang'ombe MB, Songe MM, Sinkala Y, Grace D. Microbial contamination and hygiene of fresh cow's milk produced by smallholders in Western Zambia. *Int J Environ Res Public Health.* 2016;13(7):1–13.
3. Comisión Europea. Directiva 2005/25/CE del consejo de 14 de marzo de 2005 por la que se modifica el anexo VI de la Directiva 91/414/CEE en lo que se refiere a los productos fitosanitarios que contienen microorganismos [Internet]. [cited 2017 Feb 18]. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:090:0001:0034:ES:PDF>
4. Couto EP, Alencar ER, Gonçalves VSP, Santos AJP dos, Ribeiro JL, Ferreira MDA. Effect of ozonation on the Staphylococcus Aureus inoculated in milk. *Semin Ciências Agrárias.* 2016;37(4):1911.
5. Jayarao BM, Pillai SR, Sawant AA, Wolfgang DR, Hegde N V. Guidelines for monitoring bulk tank milk somatic cell and bacterial counts. *J Dairy Sci.* Elsevier; 2004;87(10):3561–73.
6. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción y productos lácteos: Productos [Internet]. [cited 2017 Mar 23]. Available from: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/es/>
7. El Portafolio. Los desafíos del sector lácteo colombiano [Internet]. 2018 [cited 2018 Jul 6]. Available from: <https://www.portafolio.co/opinion/otros-columnistas-1/los-desafios-del-sector-lacteo-colombiano-analisis-517662>
8. ANEIA - Universidad de Los Andes. Sector lechero en Colombia: Potencial desperdiciado [Internet]. [cited 2018 Dec 4]. Available from: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2017/09/22/sector-lechero-en-colombia->

potencial-desperdiciado/

9. Ferraro DG. Concepto de calidad de leche. Su importancia para la calidad del producto final y para la salud del consumidor. Programa Promoción Calid Leche. 2006;13.
10. Hurtado Lugo NA, Cerón Muñoz MF, Lopera MI, Bernal A, Cifuentes T. Determinación de parámetros físico-químicos de leche Bufalina en un sistema de producción orgánica. 2004.
11. Morales S, Rodríguez N, Vásquez J, Olivera M. Influencia De La Práctica De Ordeño Sobre El Recuento De Células Somáticas (Rcs) Y Unidades Formadoras De Colonias (Ufc) En Leche Bufalina. Rev UDCA. 2014;17(1):189–96.
12. Calderon A, García F, Martínez G. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. Rev MVZ Córdoba. 2006;725–37.
13. Moreno FC, Mancera VM, Ávila LE, Vargas MR. Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). Resvista Med Vet. 2007;14:61–83.
14. Loaiza Carmona CY. Diagnóstico de la cadena láctea del departamento de Caldas para la actualización del acuerdo de competitividad de la cadena láctea en Caldas. 2012;22.
15. Ministerio de la Protección Social. Decreto número 616 de 2006 28 feb 2006. 2006.
16. Fedegan. Cadena Láctea [Internet]. [cited 2018 Feb 13]. Available from: <https://www.fedegan.org.co/normatividad/cadena-lactea>
17. Ministerio de la Protección Social. Ministerio de la Proteccion Social Decreto Numero 3518 De 2006. Minist La Proteccio Soc. 2006;2006(Junio 12):1–17.
18. Ministerio de la Protección Social. Decreto 1880 de 2011. 2011;1–9.