

**Mercedes Toro T.**

M.Sc. en Programas Sanitarios
en Inocuidad de Alimentos
Universidad para la
Cooperación Internacional
(Costa Rica)

Esp. en Gerencia Agropecuaria
Corporación Universitaria
Lasallista

Administración de Empresas
Agropecuarias
Corporación Universitaria
Lasallista

Cargo actual:
Jefe Departamento de
Mejoramiento de la Calidad de
la Leche COLANTA

mercedestt@colanta.com.co
Colombia

Juan F. Vásquez C.

M.Sc. en Reproducción
Médico Veterinario
Universidad de Antioquia
Asistente Técnico COLANTA
juanvc@colanta.com.co

Wilson Pérez U.

Esp. en Estadística
Universidad Nacional de
Colombia
Ingeniero Industrial
Universidad de Antioquia
Analista de Costos y
Presupuestos COLANTA
wilsonpu@colanta.com.co

Mercedes Toro T.

Impacto del plan de manejo sobre el recuento de células somáticas de leche cruda en finca - caso COLANTA

Resumen

Se analizaron los resultados del recuento de células somáticas - RCS de leche en 4.115 tanques procedentes de 10 centros de acopio reportados por una empresa de lácteos colombiana entre 2008 y 2013, antes y después de tres intervenciones: bonificación, visita técnica y sanción, mediante el modelo no paramétrico de Wilcoxon.

Las bonificaciones se brindaron a leche con RCS inferiores a 400 mil células somáticas por mililitro (CS/ml). Para 2008, el 33,72% de la leche de tanque bonificaba, mientras que en 2013, ascendió al 53,74% ($p < 0,01$). En 2013, se realizaron 984 visitas técnicas a fincas con RCS superiores a 400 mil células somáticas por mililitro, en estas, el RCS disminuyó en 156.600 CS/ml ($p < 0,01$) cuatro semanas después. En este mismo periodo

de tiempo, se sancionaron 4.787 tanques que, cuatro semanas después del “castigo”, mostraron una disminución en el RCS de 666.490 células somáticas por mililitro.

El RCS general de la leche total captada por la empresa láctea pasó de tener 521.000 células somáticas por mililitro a 373.000, en el periodo comprendido entre 2012 y 2013 ($p < 0,01$). La disminución del RCS presentó alta asociación ($R^2 = 0,60$) con el número de intervenciones (visitas más sanciones por tanque al año). Esto indica que las tres intervenciones fueron efectivas en la disminución del RCS, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de la leche y su competitividad en los mercados internacionales.

Palabras claves

Calidad de la leche, recuento de células somáticas, mastitis, sanciones, bonificaciones, impacto de educación, competitividad.

.....

Introducción

El recuento de células somáticas (RCS), también llamado conteo de células somáticas (CCS), es la medida más utilizada para evaluar el estado inflamatorio de la glándula mamaria bovina. La mastitis subclínica que se manifiesta con incremento del RCS, es considerada la enfermedad más relevante en lechería debido a los altos costos que genera para el productor por la disminución en la producción de leche, el descarte de animales y los gastos en medicamentos y asistencia veterinaria (Philpot & Nickerson, 2000).

Para la industria láctea, la leche con recuento elevado de células somáticas contiene altos niveles de lipasa, enzima que desdobra la grasa y, en consecuencia, produce un sabor rancio e inhibe los cultivos para el yogur, disminuyendo la vida útil del producto en góndolas de supermercados. Adicionalmente, esta leche contiene plasmina, que reduce la cantidad de caseína y, por

ende, el rendimiento quesero (Blowey & Edmondson, 1995). El deterioro de la calidad de la leche, a causa de altos contenidos de células somáticas, repercute en la imposibilidad de ampliar el mercado de derivados lácteos debido a la baja calidad de la leche en un mercado altamente competitivo (Keefe, 2010).

Recientemente, Colombia ha suscrito acuerdos comerciales con comunidades y países de trayectoria y peso en el mercado mundial de la leche como son: Unión Europea, Estados Unidos, Canadá, Chile, México y Mercosur (Ministerio de Comercio Industria y Turismo, 2014). Los retos que presentan estos mercados exigen el cumplimiento de la normatividad existente en calidad de leche para estos países. Para el caso del RCS, la Unión Europea exige leche con menos de 400.000 células somáticas por mililitro (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea Reglamento, 2004) y en los Estados Unidos debe contener menos de 750.000 células somáticas por mililitro según la *Pasteurized Milk Ordinance - PMO* (FDA, 2011). En Colombia, la Resolución 017 de 2012 no contempla el RCS como parámetro sanitario para aceptación o rechazo de leche ni para pago de bonificaciones, lo que deja a consideración de la industria la aplicación de bonificación voluntaria y la estimación de rangos de RCS (Ministerio de Agricultura, 2012).

Este documento presenta los resultados del impacto de tres intervenciones: bonificaciones, sanciones y asistencia técnica, realizadas por la Cooperativa COLANTA, en Colombia, para la disminución del RCS en tanque, con miras a incrementar la competitividad de su leche en los mercados internacionales.

Materiales y métodos

Se dispuso de los resultados de RCS en tanque, entre enero de 2008 y diciembre de 2013, reportados por el laboratorio central de pago de Control de Calidad de Leche de la Cooperativa COLANTA, en diez plantas de acopio de varias cuencas lecheras del país. La medición del RCS fue realizada mediante tecnología de citometría de flujo (Combifoss, FOSS Inc®), validados con las metodologías internacionales de referencia ISO 13366-1:2008 (IDF 148-1: 2008) para células somáticas. Dichos datos fueron utilizados para medir RCS por plantas, mes a mes, entre 2008 y 2013.

A partir del año 2008 se implementaron bonificaciones para RCS en leches inferiores a 400 mil células somáticas por mililitro. Desde 2013, se desarrolló un programa de visitas a fincas de los

productores con alto RCS, hechas por profesionales de campo de la industria, en las que se indagó mediante encuestas las causas de los altos recuentos y se realizaron pruebas de California Mastitis Test (CMT) para detección de mastitis subclínica o RCS vaca por vaca mediante DCC® (DeLaval). También se capacitó en prevención y manejo en los casos de alto RCS y, en algunas fincas, se efectuaron muestreos para identificación de patógenos causantes de la mastitis.

Otra intervención realizada, desde 2013, fue la sanción a productores con RCS superiores a 1 millón. Dichos “castigos” consistían desde notificaciones escritas hasta la suspensión del recibo de leche, dependiendo de la reincidencia.

Análisis estadístico

El efecto de las bonificaciones sobre el porcentaje de leche inferior a 400 mil células somáticas por mililitro se realizó entre 2008 (año en el que se establecieron las bonificaciones) y 2013, mediante la prueba no paramétrica de la suma de rangos de Wilcoxon. Se optó por este análisis debido a que no pudieron ser validados los supuestos de normalidad de los datos, mediante los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov.

La misma prueba fue realizada para medir: 1) el efecto de la visita de campo de los profesionales sobre el RCS en tanque, en las muestras tomadas al momento de la visita y cuatro semanas después, 2) el impacto de la sanción sobre el RCS con muestras tomadas al momento de la sanción y cuatro semanas después de la misma y 3) las diferencias de RCS por planta, antes y después de la intervención.

El grado de asociación entre la disminución del RCS y el número de intervenciones (visitas realizadas más sanciones), por tanque al año, se realizó mediante una regresión lineal simple.

Se consideró como significativo un valor de $p < 0,01$. Dichas pruebas fueron procesadas a través del programa estadístico XLSTAT.

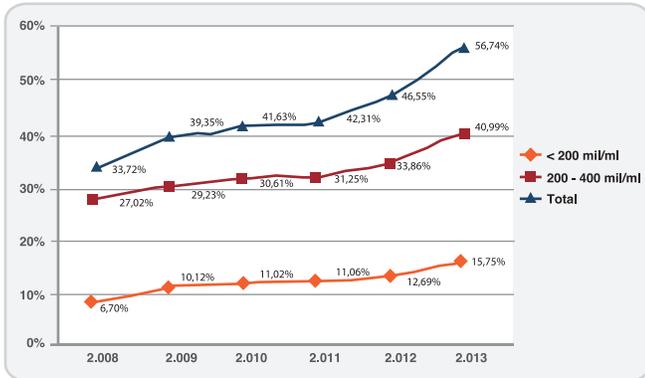
Adicionalmente, se calculó el porcentaje de leche que con su RCS cumplió los parámetros internacionales, específicamente para Estados Unidos (FDA, 2011) y para la Comunidad Europea según el Reglamento 853 (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea Reglamento, 2004), antes y en un tiempo posterior a la intervención y se estableció la asociación entre presencia de antibióticos y alto RCS.

Resultados

En total se analizaron los resultados de RCS de 4.115 tanques que proveen las diez plantas localizadas en Antioquia, Sabana de Bogotá, Eje Cafetero, Magdalena Medio y Costa Atlántica.

La Figura 1 ilustra la evolución de la leche inferior a 400 mil células somáticas por mililitro, medida como porcentaje del volumen total de leche captada a partir del momento en que se implementaron las bonificaciones. La política de bonificaciones se inició a finales del año 2007. En 2008 el 33,72% de la leche captada recibió incentivos económicos, mientras que en 2013 la leche bonificada alcanzó el 56,74% ($p < 0,01$).

Para el año 2013 se estableció en el programa, además de la bonificación, visitas a fincas que no bonificaban, especialmente las de alto RCS. Ese año se registraron un total de 984 visitas de los técnicos de campo. La media del RCS al momento de la visita fue 805.830 células somáticas. Cuatro semanas después, se evidenció disminución en el RCS a 649.230 células somáticas, es decir, una diferencia de 156.600 células somáticas ($p < 0,01$). El descenso más acentuado se presentó en las Plantas Santa Rosa (228.640 CS), Medellín (202.270 CS) y Puerto Boyacá (201.500 CS).



* Valores que presentan diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$).

Figura 1.

Evolución del porcentaje de leche inferior a 400 mil células somáticas por mililitro entre 2008 y 2013.

Desde abril de 2013, se implementó el procedimiento de penalizaciones por alto RCS, que consistió en el envío de una advertencia escrita a los productores con mediciones superiores a 1 millón y suspensión temporal del recibo de leche proveniente de aquellos productores que no presentaron mejoras en el RCS después del llamado de atención. Se registró un total de 4.787 sanciones, donde la media del RCS al momento de sanción fue de 1.355.260 y cuatro semanas más tarde hubo una disminución a 805.830 células somáticas, es decir, una diferencia de 666.490 células somáticas ($p < 0,01$). La reducción más acentuada se presentó en las Plantas de Puerto Boyacá (805.080 CS), Armenia (778.350 CS), San Pedro (705.960 CS) y Frontino (705.200 CS).

Una forma de evaluar el impacto combinado de la sanción y las visitas se muestra en la Tabla 3, donde se mide el promedio ponderado de las células somáticas por planta antes y después de estas medidas. El RCS pasó de 521.000 en el año de 2012 a 373.000 en 2013 con una disminución total de 148.000 ($p < 0,01$). Todas las plantas presentaron disminución en RCS;

sin embargo, la diferencia entre años no fue muy relevante para todas las plantas. Las que registraron mayor diferencia fueron Yarumal (262.000 CS/ml), Frontino (228.000 CS/ml) y Santa Rosa (218.000 CS/ml). Por el contrario, las diferencias presentadas en las plantas de

Tabla 1.

Efecto de la visita de profesionales de campo en el RCS.

Planta	Cantidad visitas	Promedio RCS mil CS/ml antes	Promedio RCS mil CS/ml después	Diferencia
Armenia	103	637,90	612,78	25,13
Barranquilla	6	506,17	317,17	189,00
Funza	24	696,63	530,17	166,46
Medellín	298	869,45	667,19	202,27
Planeta Rica	92	626,24	570,48	55,76
P. Boyacá	2	626,00	424,50	201,50
San Onofre	4	526,25	373,25	153,00
San Pedro	289	807,01	632,49	174,51
Santa Rosa	125	1.012,89	784,25	228,64
Yarumal	41	672,56	649,56	23,00
Total general	984	805,83	649,23	156,60*

* Valores que presentan diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$).

Tabla 2.

Efecto de la sanción sobre el RCS en tanque.

Planta	Cantidad sanciones	Promedio RCS mil CS/ml antes	Promedio RCS mil CS/ml después	Diferencia
Armenia	49	1.340,88	562,53	778,35
Barranquilla	3	1.216,00	546,00	670,00
Bogotá	44	1.358,59	740,32	618,27
Frontino	93	1.350,10	644,89	705,20
Medellín	954	1.352,40	715,53	636,88
Planeta Rica	23	1.149,83	534,43	615,39
P. Boyacá	12	1.338,92	533,83	805,08
San Pedro	2.051	1.344,58	638,62	705,96
Santa Rosa	803	1.435,67	760,96	674,71
Yarumal	755	1.310,83	732,75	578,08
Total general	4.787	1.355,26	688,77	666,49*

* Valores que presentan diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$).

Barranquilla (35.000 CS), Planeta Rica (24.000 CS) y Puerto Boyacá (22.000 000 CS) no fueron significativas ($p=0,668$; $p=0,309$ y $p=0,427$ respectivamente). Además, se encontró alta asociación entre la disminución del RCS y el número de intervenciones (visitas técnicas más sanciones por tanque durante el año) con un $R^2=0,60$.

Tabla 3.

Promedio de RCS por planta, durante 2012 y 2013, y su relación con el número de intervenciones (sanciones y visitas) por tanque al año.

Planta	Tanques Cantidad	RCS mil CS/ml 2012	RCS mil CS/ml 2013	Diferencia	Intervenciones tanque/año**
Armenia	139	480	411	69*	1,09
Barranquilla	20	481	447	35	0,45
Bogotá	252	313	286	27*	0,27
Frontino	98	611	383	228*	3,99
Medellín	803	602	403	199*	1,30
Planeta Rica	100	360	337	24	0,25
P. Boyacá	36	412	391	22	0,44
San Pedro	1.618	513	369	145*	1,45
Santa Rosa	638	587	369	218*	1,45
Yarumal	411	760	498	262*	1,94
Total general	4.115	521	373	148*	1,45

* Valores que presentan diferencia estadísticamente significativa ($p<0,01$).

** La relación entre la disminución del RCS y el número de visitas más sanciones presentó un $R^2 = 0,60$.

Tabla 4.

Comparativo tanques sancionados por alto RCS y antibióticos año 2013.

Planta	Sanciones RCS	Sanciones antibióticos	Coincidencia sanción antibiótico y RCS	Porcentaje %
Armenia	56	12	2	16,67
Barranquilla	3	2	1	50,00
Bogotá	98	15	0	0,00
Frontino	46	15	1	6,67
Medellín	1.017	52	19	36,54
Planeta Rica	24	1	0	-
P. Boyacá	13	3	1	33,33
San Pedro	2.091	116	41	35,34
Santa Rosa	849	47	11	23,40
Yarumal	802	23	17	73,91
Total general	4.999	286	93	32,52

La Tabla 4 relaciona los tanques con sanciones por envío de leche con residuos de antibióticos, con los tanques sancionados por alto RCS, por planta de acopio durante 2013. El 32,52% de los productores que tiene RCS en tanque superiores a 1 millón por mililitro fueron también positivos a antibióticos.

Discusión

Impacto de las bonificaciones sobre el RCS

La Figura 1 muestra que con el sistema de bonificaciones se ha presentado una disminución sostenida del RCS, año tras año, desde un total de la leche que bonifica por debajo de 400 mil células somáticas por mililitro en 2008 del 33,72% hasta un 56,74% en 2013 ($p<0,01$). Dicho sistema, implantado a finales de 2007, incrementó en un lapso de seis años el 23,02% de la leche por debajo de 400 mil células somáticas por mililitro. La bonificación implementada contempla el pago de 30 pesos colombianos (1,5 centavos de dólar), que equivale al 3,12% del precio promedio del producto, para leche inferior a 200 mil células somáticas por mililitro y 20 pesos colombianos (1 centavo de dólar) para leche entre 201 a 400 mil células somáticas por mililitro, que equivale al 2,8% del precio del producto.

Estos resultados son similares a los presentados en Costa Rica, país donde el productor percibe una bonificación equivalente al 3% sobre el precio del litro de leche cuando los RCS son inferiores a 200 mil células somáticas por mililitro. Estas bonificaciones van disminuyendo por rangos de 25 mil hasta llegar al último rango que bonifica con RCS de 475 mil a 500 mil células somáticas por mililitro, en el que se paga un sobre precio del 0,80% (Vargas, 2008).

Los estudios realizados en Canadá, por Sargeant, Schukken y Leslie (1998), sugieren que no solo es necesario penalizar las explotaciones que superen los umbrales establecidos por la normatividad para alto RCS, sino que también se hace necesario implementar incentivos para motivar en las granjas una buena gestión de la salud de la ubre.

En estudio realizados en los Estados Unidos se concluyó que la combinación de un programa de penalización por alto RCS con un programa de bonificación de leche para la más alta calidad, por RCS inferior a 100 mil células somáticas por mililitro, proporciona un fuerte incentivo para aumentar la calidad de la leche, jalonando mejoras entre 4 y 8% para RCS inferior a 100 mil células somáticas por mililitro y del 10% para recuentos inferiores a 200 mil células somáticas por mililitro

(Nightingale, Dhuyvetter, Mitchell & Schukken, 2008). En el estado de Nueva York, fabricantes de queso pagan bonos extra para la leche con el RCS más bajo, que proporcione mayor rendimiento quesero en lo corrido del año (Boor, Caplan, Galton, Martinson & Santos, 2007).

La legislación colombiana, según la Resolución 012 de 2007 (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural) no tiene estipulado bonificaciones para el RCS en el sistema de pago. En este caso en particular es iniciativa de la empresa sujeta al análisis.

Impacto de la asistencia técnica sobre el RCS

El apoyo técnico que reciben los ganaderos en las fincas estudiadas está fundamentado en un programa integral de capacitación al productor y los operarios, factor crucial para el mejoramiento de la calidad sanitaria de la leche. Personal experto en campo brinda acompañamiento a los productores, especialmente en aquellos hatos que presentan incremento del RCS, que ponen en riesgo la recepción de leche en el futuro.

En total se realizaron 984 visitas que, en promedio, posibilitaron la disminución del RCS en 156 mil células somáticas ($p < 0,01$),

con una gran variación de la reducción en las diferentes zonas, desde 23 mil hasta 228.640 células somáticas por mililitro (Tabla1). Este impacto positivo se atribuye a las actividades técnicas realizadas en estos hatos, las cuales se enfocaron a: control de mastitis y sanidad de la ubre, revisión y recomendación de rutina de ordeño, análisis de CMT y DCC[®], segregación de leche, monitoreo de hatos y detección de patógenos causantes de mastitis. Respecto a este último aspecto, durante 2013 se analizaron 1.878 muestras de leche procedente de vacas con alto RCS por mastitis subclínica. Los principales patógenos aislados fueron *Staphylococcus aureus* con un 20% (316 muestras), *Staphylococcus coagulasa* negativa con un 20% (317 muestras) y *Streptococcus agalactiae* con un 19% (311 muestras).

Adicional a las actividades realizadas en finca, se manejó un programa de extensión con charlas técnicas, días de campo, escuelas de lechería y conversatorios, que pudieron impactar positivamente la disminución del RCS pero que no fueron objeto de estudio del presente trabajo.

Muchos estudios comprueban el efecto que tienen los programas de apoyo técnico al productor de leche con respecto a la calidad. Por ejemplo, el Centro

Holandés de la Salud de la Ubre (UGCN) realizó entre 2005 y 2010 un programa para el control de la mastitis basado en la educación al productor. Los resultados obtenidos señalaron un ahorro para el sector lácteo Holandés en los costos de mastitis equivalente a 8 millones de euros, además del cambio de mentalidad del ganadero (Lam et al., 2013). En los Países Bajos se reportan experiencias sobre el tema de reducción del RCS asociado a un cambio de conducta de los agricultores ante la implementación del “RESET”, modelo compuesto por cinco elementos específicos para generar un cambio de comportamiento: la R para Regulaciones, la E para Educación, la S para señalar la presión Social, la E para el componente de incentivos Económicos y la T (según siglas en inglés de *tools*) por herramientas (Jansen & Lam 2012; Jansen, 2010). Por su parte, Moore (2007) señala la conciencia y el conocimiento como los primeros pasos hacia el cambio de actitud y comportamiento del ganadero, alcanzables mediante programas educativos pertinentes, prácticos y dirigidos.

Un estudio realizado en Ontario, Canadá, demostró el beneficio que tiene para el productor el pertenecer a los programas de mejora ganadera. Los productores con acceso a la información del monitoreo

del hato, para gestionar el RCS, fueron un 30% menos propensos a estar penalizados en límites de 500 mil células somáticas por mililitro y un 28% menos sus probabilidades de ser sancionados en el rango de 400 mil células somáticas por mililitro (Hand, Godkin & Kelton, 2012).

Sanciones

La Tabla 2 muestra la efectividad de las sanciones sobre la disminución del RCS, al disminuir el promedio de RCS en las fincas sancionadas de 1.355.000 a 688.760 células somáticas por mililitro. Es decir, la reducción fue de 666,49 células somáticas por mililitro ($p < 0,01$) en un trascurso de cuatro semanas. Al igual que con las bonificaciones, la legislación colombiana no contempla sanciones económicas para leche con alto RCS. Por lo tanto, la empresa en estudio recurrió a notificaciones escritas de manera inicial y a suspensión temporal del recibo de la leche reincidente con RCS superior a 1 millón de células somáticas por mililitro.

Investigaciones han demostrado que leche con alto RCS reduce la vida útil de los lácteos en góndola de supermercado, causa sabores rancios y disminuye los rendimientos en quesería (Santos & Barbano, 2002; Boor et al., 2007). Un número elevado

de células somáticas tienen un efecto marcado en los productos terminados, ya que cambian la composición de los sólidos no grasos y de la grasa butírica, que hace la leche susceptible al desarrollo de sabores desagradables. Los productos procesados con leche que tiene un alto número de células somáticas no van a ser de alta calidad: la cuajada de los quesos se va a derretir y a hacerse pedazos, la crema va a tener un cuerpo débil y separación. Además, los quesos van a tener un tiempo de producción más largo, más grasa y la proteína se pierde en el suero con un menor rendimiento. La vida de anaquel de estos productos es menor (García, 2003). Todo esto, sumado a la pérdida de competitividad de la leche y los productos lácteos, justifica la toma de medidas que sancionen a las fincas con alto RCS.

Ha sido comprobada la eficiencia de la sanción sobre el RCS en el ámbito internacional. En los Países Bajos, se impone una sanción por una media geométrica en RCS arriba de 400 mil células somáticas por mililitro. Esta política ha sido suficiente para mantener el nivel de células somáticas en el umbral deseado (Barkema et al., 1998; Jansen, 2010). En España, por ejemplo, se dispone de una vigilancia especial para el control sobre el RCS y gérmenes, con una normativa que exige recuentos inferiores a 400 mil

células somáticas por mililitro y establece que las explotaciones que incumplan los parámetros de calidad definidos, recibirán una notificación oficial que los obliga a implementar correctivos efectivos con un plazo de tres meses, en caso contrario, se suspende la compra de leche (Xunta de Galicia, s.f.).

En Canadá, desde 2012, se acoge el límite reglamentario establecido por la Unión Europea de 400 células somáticas por mililitro. Leche por encima de esta medida es sancionada (Hand et al., 2012). Por su parte, en Australia se aplican sanciones por alto RCS en tanques, con niveles de descuento que varían entre un -10 a -30% del precio total de la leche (Devondale Cooperative, 2013). En Costa Rica se penaliza a partir de 500 mil células somáticas por mililitro y las sanciones descuentan desde el 0,40% hasta el 12% en leche de más de 1 millón de células somáticas por mililitro (Vargas, 2008). A la fecha, la legislación colombiana no permite penalizar de manera económica el alto RCS.

La Tabla 3 ilustra el efecto combinado de las intervenciones tomadas en 2013 (visitas a fincas y sanciones), en función de la cantidad por tanque por año. En promedio se realizaron 1,45 visitas más sanciones por tanque, es decir 4.999 sanciones más 984 visitas técnicas en 4.115 tanques. Esto representó una disminución

de RCS de 148 mil células somáticas por mililitro. La cantidad de intervenciones presentó una marcada diferencia entre plantas; zonas como Planeta Rica tuvieron 0,25 intervenciones con disminución de 24 mil células somáticas por mililitro, lo que contrasta con los resultados de Frontino con 3,99 intervenciones y 228 mil células somáticas por mililitro de diferencia.

Las plantas con diferencias significativas ($p < 0,01$) en RCS antes y después de las intervenciones fueron Armenia, Bogotá, Frontino, Medellín, San Pedro, Santa Rosa y Yarumal. Estas plantas se caracterizan por ubicarse principalmente en zonas bajo sistemas de producción de lechería especializada, las cuales presentaron RCS superior a los esquemas de doble propósito antes de iniciar las intervenciones y un mayor número de tanques con alto RCS, por lo tanto tuvieron también más intervenciones por sanción y visitas técnicas.

En contraste, plantas como Barranquilla, Planeta Rica y Puerto Boyacá también disminuyeron su RCS pero no de manera significativa ($p = 0,50$; $0,48$; $0,17$ respectivamente). Estas plantas se ubican bajo modelos de producción doble propósito donde tradicionalmente la prevalencia de mastitis subclínica y el RCS han sido inferiores (Vásquez, Erica &

Olivera, 2012), en consecuencia las intervenciones por sanción y por visita fueron inferiores en estas zonas y consecuentemente el RCS por planta.

El R^2 de 0,60 denota alta asociación entre la disminución del RCS y el número de intervenciones presentadas por tanque año, lo que demuestra la efectividad del impacto de las medidas sobre la disminución del RCS.

Competitividad

El RCS en tanque se ha tomado como guía para medir el grado de afectación de la ubre y las pérdidas de producción de leche, factores que constituyen también pérdida de competitividad (Hernández, 2008, Philpot & Nickerson, 2000). Según el National Mastitis Council (1999) y Philpot y Nickerson (2000), la mastitis subclínica se presenta cuando hay RCS igual o superior a 200 mil células somáticas por mililitro y se considera leche normal recuentos de 100 mil células somáticas por mililitro. En hatos con tratamientos correctos de la mastitis, se puede mantener con facilidad un RCS de 200 mil células somáticas por mililitro, por esta razón, se propuso dicha cifra como valor de referencia, con la cual las disminuciones en la producción son insignificantes.

Tabla 5.

Porcentaje de leche con cumplimiento de normas internacionales para RCS.

Región	Referencia	Valor de referencia x 1.000 CS/ml	Cumplimiento leche %
Unión Europea Canadá Nueva Zelanda Australia	Reglamento 853 - Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2004. Hand et al., 2012. Philpot y Nickerson, 200.	≤ 400	56,74
Estados Unidos	Pasteurized Milk Ordinance - FDA, 2011.	≤ 750	89,30
	Leche fuera de norma	≥ 750	10,70

Por cada 100 mil células somáticas aumentadas sobre la base de 200 mil células somáticas por mililitro, la producción disminuye en 2,5% (Blowey & Edmondson, 1995). Esta disminución afecta negativamente la competitividad del hato. En la industria la competitividad también se compromete. Según Geuss (2014), el consumo de lácteos en Estados Unidos ha cambiado en los últimos 50 años: el consumo *per capita* de leche fluida de 1945 a 2012 disminuyó un 50%, el consumo de mantequilla *per capita* bajó en 70% de 1930 a 2012 y el consumo de quesos aumentó de 1970 a 2012 en un 300%. Esto justifica que no se escatimen esfuerzos en la implementación de planes tendientes a reducir el contenido de células somáticas de la leche.

La Tabla 5 muestra los parámetros aceptables para RCS en varias regiones del mundo y el porcentaje de leche

que cumple después de las intervenciones realizadas.

Las intervenciones realizadas tuvieron un efecto positivo sobre el porcentaje de leche que cumple los estándares internacionales. Para 2012 el 46,55% de la leche cumplía los estándares de la Unión Europea, Canadá y Nueva Zelanda. Con la implementación de las medidas este porcentaje aumentó en 2013 a 56,74%.

Para Estados Unidos la norma es más flexible y acepta leche por debajo de 750 mil células somáticas por mililitro. En 2012 el porcentaje de cumplimiento de los productores analizados en este trabajo era del 78,80% y para 2013 este se incrementó a 89,30%. La leche fuera de norma disminuyó pasando del 21,20% a 10,70%. En contraste, en Estados Unidos alrededor del 85% de los productores entregan leche con un RCS menor a 400 mil células somáticas por mililitro.

En la Unión Europea, Nueva Zelanda y Australia, el promedio del RCS es menor a 300 mil células somáticas por mililitro (Philpot & Nickerson, 2000). En un estudio realizado en Argentina (Acuña, Chertcoff, Martínez & Nimo, 2001) se determinó el RCS para 114 fincas, en el que se encontró que el 51,7% de los datos se ubicaban en RCS inferior a 350 mil células somáticas por mililitro y el 88,5% del estudio arrojó RCS inferior a 550 mil células somáticas por mililitro.

Inocuidad de alimentos

Los resultados expuestos en la Tabla 4 muestran la relación que tienen un alto RCS y los casos de rechazo de leche por contaminación con residuos de antibióticos. El 32,52% de la leche que no se recibió en planta, debido a la presencia de antibióticos, procedía de fincas con RCS superior a 1 millón de células somáticas por mililitro; resultados que coinciden con lo postulado por Philpot y Nickerson (2000), Vásquez y Olivera (2012), Ruegg y Tabone (2000), Sargeant et al. (1998), quienes señalan la mastitis como la enfermedad más asociada a positividad de antibióticos. En consecuencia, es lógico pensar que al descender la incidencia de mastitis se disminuirá la presencia de

antibióticos en leche. Así mismo, los autores exponen que los programas para reducir el nivel de mastitis en las granjas lecheras pueden tener un beneficio adicional, al reducir el riesgo de envío de leche con residuos de antibióticos. “Animales sanos aseguran alimentos más seguros e inocuos” (Philpot & Nickerson, 2000).

Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que la leche del estudio aún no está preparada para competir con los estándares de los mercados internacionales. Sin embargo, la inclusión del RCS en el sistema de pago, como bonificación voluntaria de la leche, ha sido una medida efectiva para incrementar el porcentaje de leche por debajo de 400 mil células somáticas por mililitro, y el montaje de intervenciones como educación y penalizaciones ha posibilitado una disminución significativa en el promedio de RCS en el porcentaje de cumplimiento de normas internacionales.

Es necesario que, a través de todos los eslabones de la cadena láctea, se realicen procesos de modernización. Los ganaderos deben implementar rutinas de ordeño óptimas, tener planes específicos para control de mastitis y obtener certificaciones de buenas prácticas ganaderas

que conlleven a un mejoramiento continuo de la calidad de la leche. La industria, por su parte, debe implementar sistemas de medición confiable y oportunos del RCS. Laboratorios y asistentes técnicos deben prepararse para asistir al ganadero en el diagnóstico puntual de las necesidades en el control de la mastitis de cada hato.

La legislación colombiana presenta vacíos en la política de mejoramiento del RCS. Es necesario el consenso entre ganaderos, industriales, asociaciones y el Estado para el diseño de políticas claras que permitan la competitividad de la leche colombiana en el contexto internacional, en el corto plazo, ante la entrada en vigencia de los tratados de libre comercio.

Bibliografía

- Acuña, C.N., Chertcoff, R.E., Martínez, M.B. & Nimo, J.M. (2001). Udder pathogens prevalence in dairy cows from Argentina. En *40th. Ann. Meet National Mastitis Council* (pp. 77-178). Reno, Nevada.
- Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Lam, T.J., Beiboer, M.L., Benedictus, G. & Brand, A (1998). Management practices associated with low, medium and high somatic cell counts in bulk milk. *Journal of Dairy Science*, 81.
- Bejarano, R.V. (2008). La calidad de la leche en Costa Rica. En *Tercer Congreso Brasileiro de*

Qualidade do Leite. Brasilia (pp. 241-250). Brasilia: Grafica e Editora.

Blowey, R. & Edmondson, P. (1995). *Control de la mastitis en granjas de vacuno de leche*. Zaragoza, España: Acribia.

Boor, K., Caplan, Z., Galton, D., Martinson & Santos, M. (2009). *Impact of reducing raw milk somatic cell count on pasteurized milk quality and shelf-life*. New York: CALS Research and Impact, Cornell University. Recuperado de: <http://impact.cals.cornell.edu/project/impact-reducing-raw-milk-somatic-cell-count-pasteurized-milk-quality-and-shelf-life>

Devondale Cooperative (2013). *Milk payment system explained*. Recuperado de: <http://www.mgc.com.au/media/4718/Milk-Payment-System-2013-14.pdf>

FDA - Department of Health and Human Services Food and Drug Administration. (2011). *Pasteurized milk ordenance "Grade A", revisión*.

García, S.R. (2003). Células somáticas una advertencia sin darnos cuenta. *Holstein de México*, 34(8), 27-28.

García, A. D. (2004). Células somáticas y alto recuento bacteriano. ¿Cómo controlarlo? *Journal of Dairy Science*.

Geuss, J. (2014). The US milk payment system... how do they control the mooovements?. *Dairy Reporter*. Recuperado de: <http://www.dairyreporter.com/Commodities/The-US-milk-payment-system-How-do-they-control-the-mooovements>.

Jansen, J. (2010). *Mastitis and farmer mindset. towards effective communication strategies to improve udder health management on Dutch dairy farms*. (Thesis, Wageningen University,

The Netherlands). Recuperado de: <http://edepot.wur.nl/144152>

Jansen, J. & Lam, T. J. (2012). The role of communication in improving udder health. *veterinary clinics of North America. Food Animal Practice*.28(2), 363-379.

Keefe, G. (2010). Control de mastitis en hatos lecheros. Ponencia presentada en el Séptimo Seminario Internacional Competitividad en Carne y Leche. Medellín: COLANTA.

Hand, K., Godkin, M. & Kelton, D. (2012). Bulk milk somatic cell penalties in herds enrolled in dairy herd improvement programs. *Journal of Dairy Science*, 95(1), 240-242.

Hernández, J. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche. *Rev. REDVET.*, 9(9). Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090908.html>

Lam, T., Van den Borne, B., Jansen, J., Huijps, K., Van Veersen, J., Van Schaik, G. & Hogeveen, H. (2013). Improving bovine udder health: a national mastitis control program in the Netherlands. *Journal of Dairy Science*, 96(2), 1301-1311.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2007). *Resolución 012 2007, pago de leche cruda al proveedor*. Bogotá.

Ministerio de Comercio Industria y Turismo (2014). *Acuerdos vigentes*. Recuperado de: <http://www.tlc.gov.co/publicaciones.php?id=5398>

Ministerio de la Protección Social. (1997). *Decreto 3075 de 1997, reglamento de la Ley 09 de 1979 y otras disposiciones*. Bogotá

Ministerio de la Protección Social. (2006). *Decreto 616 de 28 de febrero de 2006*. Recuperado de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21980>

Ministerio de la Protección Social & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011). *Decreto 1880 de 2011. Requisitos para la comercialización de leche cruda para consumo humano en el territorio nacional*. Bogotá

Moore, D. (2007). An evaluation of dairy producer emergency preparedness and farm security education. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 2052-2057.

National Mastitis Council (1999). *Laboratory handbook on bovine mastitis*. Revised Edition. West Madison: Walton Commons.

Nightingale, C., Dhuyvetter, K., Mitchell, R. & Schukken, Y. (2008). Influence of variable milk quality premiums on observed milk quality original research article. *Journal of Dairy Science*, 91(3), 1236-1244.

Philpot, N. & Nickerson, S. (2000). *Ganando la lucha contra la mastitis*. Illinois: Westfalia Surge.

Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea Reglamento. (2004). *Reglamento 853. Por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal*. Recuperado de: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0055:0205:ES:PDF>

Ruegg, P. & Tabone, T. (2000). The relationship between antibiotic residue violations and somatic cell counts in Wisconsin dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 83(12), 2805-2809.

Santos, M. & Barbano, D. (2002). Effect of somatic cell count on pasteurized fluid milk quality. En *National Mastitis Council Regional Meeting Proceedings*. Recuperado de: <http://www.nmconline.org/articles/sccmgmt.pdf>

Sargeant, J., Schukken, Y. & Leslie, K. (1998). Ontario Bulk Milk Somatic Cellular Conde Reducción Programa: advances and perspectivas. *Journal of Dairy Science*, 81(6) 1545-1554.

Sharif, A. (2007). Effect of severity of sub-clinical mastitis on somatic cell count and lactose contents of buffalo milk. *Pakistan Vet.*, (Jun).

Vargas Bejarano, R.V. (2008). La calidad de la leche en Costa Rica. En *Tercer Congreso Brasileiro de Qualidade do Leite*. Brasilia (pp. 241-250). Brasilia: Grafica e Editora.

Vásquez, J.F., Erica, T.L. & Olivera, M. (2012). Calidad higiénica y sanitaria de leche cruda acopiada en diferentes regiones colombianas. *Revista Orinoquía*, 16(2). Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v16n2/v16n2a02.pdf>

Vásquez, J.F. & Olivera, M. (2012). Residuos beta-lactámicos en leche cruda y factores asociados a su presentación. *Revista Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales*, 15(1), 157-165. Recuperado de: <http://www.udca.edu.co/attachments/article/1772/residuos-beta-lactamicos-leche-cruda-factores-asociados-presentacion.pdf>

Xunta de Galicia (s.f). *Controles oficiales: protocolos de actuación*. *Cancillería de Medio Rural*. Recuperado de: http://www.medioruralemara.xunta.es/es/areas/ganaderia/sector_lacteo/calidad_de_la_leche_cruda/controles_oficiales/ ■