

**Identificación de factores relacionados con la calidad higiénica y sanitaria de la  
leche en tanque en predios con ordeño mecánico del Norte de Antioquia.**

**Oscar David Múnera Bedoya**

**Tutor**

**Laerte Dagher Cassoli**

**laerte@clinicadoleite.com.br**

**Comité tutorial**

**Mario Fernando Cerón Muñoz. Co-Tutor**

**Marta Olivera Angel**

**Grupo de Investigación**

**GaMMA**

**Posgrado**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Universidad de Antioquia**

**Medellín**

**2017**

**Identificación de factores relacionados con la calidad higiénica y sanitaria de la  
leche en tanque en predios con ordeño mecánico del Norte de Antioquia.**

**Oscar David Múnera Bedoya**

**Informe Final de Trabajo de Investigación.**

**Tutor**

**Laerte Dagher Cassoli. Ing Agron. MSc. Dr.**

**Comité tutorial**

**Mario Fernando Cerón Muñoz. Zoot. MSc. Dr.**

**Marta Olivera Ángel. DMV, Dr. Sci Agr.**

**Grupo de Investigación**

**GaMMA**

**Posgrado**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Universidad de Antioquia**

**Medellín**

**2017**

## **Agradecimientos**

El documento que se presenta a continuación es el resultado del trabajo, el esfuerzo y la dedicación de los últimos años. En él hay importantes aportes de muchas personas, que me animaron a aventurarme en el mundo de la investigación en el sector agropecuario.

Agradezco a Dios por ponerlas en el camino y por las bendiciones que ha derramado sobre mi equipo de trabajo y mi familia. Espero que los resultados obtenidos contribuyan al mejoramiento de los ganaderos de mi región.

Le agradezco a mi familia, por su colaboración y comprensión. Su aliento me ha llevado a emprender proyectos que un momento parecieron inalcanzables. Su presencia siempre ha sido mi mayor motor.

Al grupo de Investigación GaMMA de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia, en el que me he formado como profesional y en que siempre he encontrado apoyo. Su labor investigativa ha trascendido la facultad e impactado positivamente en el sector rural colombiano, en cada uno de sus integrantes y en la facultad. Al personal administrativo, técnico, académico y a los estudiantes que me han acompañado en este proceso, muchas gracias.

A los miembros de mi comité tutorial el Investigador Dr Laerte Dager Cassoli, y a los Doctores Mario Fernando Cerón Muñoz y Martha Olivera Ángel, por sus contribuciones al trabajo de investigación y a mi proceso de formación. Sus aportes han sido invaluable.

Al profesor Mario Fernando Cerón, quien se ha convertido en el mayor impulsor de este trabajo, con quien he recorrido un camino que espero que nos permita sembrar y cosechar muchos frutos. Mi admiración por su labor en pro del sector rural colombiano y su contribución en los procesos de formación de sus estudiantes.

A Laerte Cassoli, por permitirme conocer y hacer parte de su trabajo. Sus aportes y su visión de la producción lechera contribuyeron a ampliar mis perspectivas profesionales. A la profesora Marta Olivera Ángel por sus comentarios, apoyo y por sus conocimientos. Ha sido un honor tener sus apreciaciones y comentarios en mi trabajo. Al Profesor Carlos Tamayo quien ha demostrado su interés por mi trabajo y en quien he encontrado un amigo.

A mis compañeros de estudio Divier, Diana Caro, Diana Gutiérrez, Julián, John Jairo, Brayian, William, Andrey y Mateo, porque hicieron que este proceso de formación fuera una

experiencia motivadora y gratificante. Espero que tengan muchos éxitos en sus proyectos personales y profesionales.

A Natalia, Dianita, Luz Victoria, Verónica, Sara, John Jairo, Samir, Cristina, Sebastián, los profesores Henry Cadavid, Luis Galeano y María Lila, porque con su amistad han hecho de mi estadía en la Facultad una experiencia de vida inolvidable. Espero que nuestra amistad trascienda la Universidad.

Al personal administrativo del Posgrado de la Facultad. A los profesores Luis Galeano, Marisol Medina y Nérida Rodríguez por su aporte a la formación de estudiantes de posgrado durante este tiempo. A Johana Cardona, Diana Flórez y Alexandra Velásquez por la dedicación y entrega con que hacen su trabajo.

Al personal técnico, científico y académico de la Clínica do Leite - ESALQ-USP por permitirme desarrollar mi pasantía, participar de mi proceso de formación doctoral y contribuir a la formulación de la propuesta de investigación y el desarrollo del presente trabajo. Al Profesor Paulo Fernando Machado, a Larissa, Helen, Tatiane, Marcos, João Pedro, Janielen, Max y Cesar Augusto, por su colaboración y aportes a mi trabajo.

A Colciencias por el apoyo financiero para el desarrollo del Doctorado.

Al proyecto “Fortalecimiento del Distrito Lechero del Norte de Antioquia” por haber financiado mi proyecto de investigación. A los productores, empleados y ganaderos que se vincularon al proyecto de forma desinteresada. Muchas gracias por su cooperación, esperamos que los resultados de la presente investigación permitan el desarrollo de estrategias que se reflejen en sus hatos y el mejoramiento de sus condiciones de vida.

A los técnicos del proyecto ILA, especialmente a Ana Milena Parra, Diego Alejandro Zapata y Leidy Viviana Sepúlveda por su contribución al proceso de campo del proyecto, por sus aportes y dedicación muchas gracias.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a todas las personas que se han aportado al desarrollo de esta investigación y a quienes me han apoyado en este proyecto de vida.

Especialmente a Ramiro y Blanca Ruth, mis padres. A mis hermanos Ligia Isabel, Héctor Javier, Juan Diego, Víctor Daniel y Sandra Patricia. A mis abuelas María Isabel y Blanca Ligia. Ellos han sido el motor de mi vida y su interés me motivó a emprender este trabajo.

## Contenido

Agradecimientos .....	3
Dedicatoria .....	5
Índice de figuras. ....	10
Índice de tablas.....	111
Introducción General.....	143
Referencias.....	17
Resumen General.....	198
Hipótesis.....	22
Objetivos.....	23
Objetivo General .....	24
Objetivos Específicos .....	24
Capítulo 1 .....	25
Revisión Bibliográfica.....	25
Sistema de pago al productor.....	30
Microorganismos y calidad de leche.....	31
Mastitis y calidad de leche.....	32
Evaluación de equipos de ordeño. ....	34
<i>Equipos de ordeño mecánico, calidad de la leche y salud de la ubre.</i> .....	36
Factor humano .....	40
La teoría del comportamiento planificado.....	41
Gestión de hato y su impacto en la producción agrícola.....	43
<i>Factores de decisión, comportamiento y motivación</i> .....	44
Referencias.....	48
Capítulo 2 .....	57

Caracterización de sistemas de producción lechera de Antioquia con sistemas de ordeño mecánico. ....	58
Resumen.....	59
Introducción.....	60
Materiales y Métodos. ....	60
Localización y selección de fincas. ....	60
Recolección de datos.....	62
Estructura de la base de datos. ....	61
Análisis estadístico. ....	64
Resultados y discusión.....	65
Información agroecológica.....	65
Información de gestión del hato. ....	67
Conclusiones.....	80
Referencias.....	81
Capítulo 3 .....	854
Relationship between milk somatic cell count and operating conditions of milking equipment.....	85
Abstract.....	86
Introduction .....	87
Materials and methods .....	90
Statistical analysis: .....	93
Results and discussion.....	94
Conclusions.....	99
Aknowledgements.....	99
References.....	99
Capítulo 4 .....	104
Influence of attitudes and behavior of milkers on hygienic and sanitary quality of milk... ..	104
Abstract.....	105

Introduction .....	106
Materials and Methods .....	108
Statistical analysis .....	109
Results and Discussion .....	110
Conclusions.....	126
Acknowledgments .....	127
References.....	127
Supporting Information .....	130
Capítulo 5 .....	131
Influencia del ganadero sobre la calidad higiénica y sanitaria de la leche .....	131
Resumen.....	132
Introducción.....	133
Teoría del comportamiento planeado.....	1343
Materiales y Métodos .....	136
Análisis estadístico. ....	139
Resultados y discusión.....	140
Modelo de Ecuación Estructural. ....	147
Conclusiones.....	152
Referencias .....	154
Capítulo 6 .....	158
Consideraciones finales.....	158
Anexo 1. ....	1686
Formato de caracterización para las fincas. ....	1686
.....	1720
Anexo 2. ....	1808
Formato de Evaluación del equipo de ordeño. ....	1808
Anexo 3. ....	18381

Guía para el diligenciamiento de formato de evaluación de equipo de ordeño (anexo 2)	1831
.....	1831
Anexo 4. ....	1953
Guía para autores de la revista Indian journal of science and technology. ....	1953
Anexo 5. ....	1997
Encuesta empleado. ....	1997
Anexo 6. ....	20202
Guía para autores de la revista PLOS ONE. ....	20202
Anexo 7. ....	2219
Encuesta al productor. ....	2219

## Índice de figuras.

<b>Figura 1.1</b> Producción de leche/día en las Cuencas Lecheras de Colombia – 2014 .....	27
<b>Figura 1.2.</b> Secuencia de puntos de medición de la instalación de ordeño. .....	36
<b>Figura 1.3.</b> Teoría del Comportamiento Planificado .....	432
<b>Figura 1.4.</b> El cambio de comportamiento. ....	43
<b>Figura 2.1.</b> Frecuencia de sitios de sistemas de ordeño en hatos del Altiplano norte de Antioquia. ....	75
<b>Figura 2.2.</b> Representación de la agrupación y las correlaciones de las variables cuantitativas empleadas para clasificar hatos lecheros con sistemas de ordeño mecánico del Altiplano norte de Antioquia. ....	77
<b>Figura 2.3.</b> Representación de la agrupación y las correlaciones de las variables cualitativas empleadas para clasificar hatos lecheros con sistemas de ordeño mecánico del Altiplano norte de Antioquia. ....	80
<i>Figure 3.1. Sequence of measuring points of the milking installation.</i> .....	88
<b>Figura 5.1.</b> Teoría del Comportamiento Planeado .....	134
<b>Figura 5.2.</b> Modelo de Comportamiento Planeado de ganaderos frente a conteos de células somáticas (CCS) y unidades formadoras de colonia (UFC) en tanque. ....	136
<b>Figura 5.3.</b> Representación del Modelo de ecuación estructural final para comportamientos de ganaderos relacionados con calidad higiénica y sanitaria de leche en hatos del norte de Antioquia. ....	149

## Índice de tablas.

<b>Tabla 1.1</b> Estructura de los sistemas de producción de leche en la región Norte y los municipios que conforman el Altiplano Norte de Antioquia.....	298
<b>Tabla 2.1.</b> Descripción agroecológica de los hatos con sistemas de ordeño mecánico por municipio. ....	65
<b>Tabla 2.2.</b> Descripción de variables relacionadas con el manejo de hatos con sistema de ordeño mecánico en el Altiplano Norte de Antioquia. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>Tabla 2.3.</b> Estructura laboral de las fincas de lechería especializada con equipo de ordeño del Norte de Antioquia. ....	69
<b>Tabla 2.4.</b> Proporción porcentual de cumplimientos de puntos de evaluación del programa de certificación en Buenas Prácticas Ganaderas en Hatos con equipo de ordeño del altiplano norte de Antioquia. ....	70
<b>Tabla 2.5.</b> Descripción de niveles promedio de producción y calidad de leche en tanque de sistemas lecheros especializados con equipo de ordeño en el altiplano norte de Antioquia. ....	71
<b>Tabla 2.6.</b> Conformación del inventario bovino de hatos con sistema de ordeño mecánico en el altiplano norte de Antioquia. ....	72
<b>Tabla 2.7.</b> Descripción del sistema de producción de forrajes en hatos con sistema de ordeño mecánico del altiplano norte de Antioquia. ....	73
<b>Tabla 2.8.</b> Descripción de sistemas de ordeño y sistema de almacenamiento de leche en hatos lecheros con ordeño mecánico del altiplano norte de Antioquia. ....	75
<b>Tabla 2.9.</b> Variables cuantitativas que presentaron correlaciones mayores a 0,6 líneas o menores a -0,6 y su relación en un estudio de caracterización de hatos con sistemas de ordeño mecánico del altiplano norte de Antioquia. ....	76
<b>Tabla 2.10.</b> Correlaciones entre variables cualitativas empleadas para caracterizar hatos con sistemas de ordeño mecánico del altiplano norte de Antioquia. ....	78
<b>Table 3.1.</b> Farm classification according to milk somatic cell counts (SCC) measured in bulk tank. ....	93

<b>Table 3.2.</b> Eigenvalue, percentage of total variance, and percentage of cumulative variance for the three dimensions of the Multiple Correspondence Analysis. ....	93
<b>Table 3.3.</b> Dimensions of the qualitative variables observed in milking equipment of farms located in Northern Antioquia. ....	94
<b>Table 3.4.</b> Dimensions of the reference variables (ISO 6690/2007) observed in milking equipment of farms located in Northern Antioquia. ....	96
<b>Table 4.1.</b> Quality of bulk tank milk according to colony-forming units (CFU) and somatic cell counts (SCC). ....	109
<b>Table 4.2.</b> Milk quality, herd size and personnel characteristics of farms in Northern. ...	110
<b>Table 4.3.</b> Motivational variables for milkers in Northern Antioquia. ....	111
<b>Table 4.4.</b> Behavior variables of milkers in Northern Antioquia. ....	113
<b>Table 4.5.</b> Variables related to mentality of milkers in farms with mechanical milking systems in Northern Antioquia. ....	114
<b>Table 4.6.</b> Technical knowledge associated with milk quality and milking routines of milkers operating mechanical milking systems in Northern Antioquia ....	115
<b>Table 4.7.</b> General and cluster mean values for significant quantitative variables ( $p < 0.05$ ) .....	117
<b>Table 4.8.</b> Participation (%) of milkers in variables describing the clusters ( $p < 0.05$ ). ....	119
<b>Tabla 5.1.</b> Niveles de aprobación de variables relacionadas con la Actitud reportados por productores de leche del Norte de Antioquia. ....	140
<b>Tabla 5.2.</b> Niveles de aprobación de variables relacionadas con el comportamiento normativo (social) reportados por productores de leche del Norte de Antioquia. ....	141
<b>Tabla 5.3.</b> Niveles de aprobación de variables relacionadas con Control Comportamental reportados por productores de leche del Norte de Antioquia. ....	143
<b>Tabla 5.4.</b> Niveles de aprobación de variables relacionadas con Comportamientos asociados a la calidad y parámetros de calidad higiénica y sanitaria de la leche en productores del Norte de Antioquia. ....	145
<b>Tabla 5.5.</b> Medias predichas para las variables seleccionadas en el modelo final para relacionar Comportamientos asociados a la calidad y parámetros de calidad higiénica y sanitaria de la leche en productores del Norte de Antioquia	



## Introducción General.

El mercado lácteo mundial se caracteriza por el establecimiento de un sistema de pago de la leche al productor primario basado en estándares de calidad composicional y sanitaria (Carrillo *et al* 2010; Vásquez *et al* 2012). Los niveles de sólidos lácteos (grasa, proteína y/o sólidos totales) han sido los más utilizados dada su relación con el rendimiento industrial en productos procesados, mientras que los parámetros de calidad higiénica y sanitaria generalmente asociados con unidades formadoras de colonia (UFC) y conteos de células somáticas (CCS) se han relacionado con la vida útil de los productos procesados (Ruiz-Cortés *et al* 2012). Las variaciones en los sólidos lácteos son debidas a factores propios del animal y los programas nutricionales en mayor proporción, mientras que parámetros sanitarios e higiénicos se relacionan con buenas prácticas de ordeño. Si bien variaciones en los parámetros de calidad de la leche pueden obedecer a factores propios del animal (calidad composicional y CSS), existe un sinnúmero de factores asociados al personal y la gestión del hato que permiten mantener niveles de calidad óptimos (Ramírez *et al* 2011; Jansen *et al* 2009; Ellis-Iversen *et al* 2010).

Los sistemas agropecuarios del altiplano norte de Antioquia en los últimos años se han especializado en la producción lechera a través de la implementación de tecnologías (Barrios & Olivera 2013), que tienden a la obtención de mayores niveles de producción con altos estándares de calidad a bajo costo, en un esfuerzo por garantizar su sostenibilidad y competitividad. A pesar de contar con sistemas de ordeño mecánico, acceso a tratamientos antibióticos y pruebas de laboratorio, selección de animales y razas especializadas, presencia de profesionales y técnicos agropecuarios calificados, la implementación de programas de gestión de calidad en los hatos, entre otras, la región aún busca alternativas que le permitan mejorar los parámetros de calidad y ser más competitiva (Barrios & Olivera 2013). Mantener niveles óptimos de calidad higiénico sanitaria en tanque que no superen las 400 mil células somáticas/mL (Cerón-Muñoz *et al* 2007; Sears *et al* 2003; Troendle *et al* 2017) y niveles de unidades formadoras de colonia en tanque por debajo de 200 mil unidades formadoras/mL (MADR 2012) se constituye en una necesidad que no solo garantiza un buen precio pagado por el litro de leche, sino que también la comercialización de la leche en el tiempo y se constituyen en un indicativo que evidencia la asertividad de los programas de gestión implementados en el hato y la salud de la glándula mamaria de los animales en producción.

Gran cantidad de procesos se han relacionado con la obtención de niveles óptimos de calidad de leche en tanque, entre ellos los relacionados en las buenas prácticas ganaderas (Kashongwe *et al* 2017; Chassagne *et al* 2005; Ramírez *et al* 2011; Ruiz-Cortés *et al* 2012). Su implementación ha sido ampliamente documentada como factor diferenciador en hatos con animales sanos y parámetros de calidad altamente deseables en tanques de almacenamiento de leche. Se espera identificar los factores que están asociados a parámetros de calidad higiénica y sanitaria en tanques de almacenamiento de leche en hatos del altiplano norte de Antioquia con sistema de ordeño mecánico. Su identificación permitirá ajustar futuros programas de capacitación y transferencia de tecnología a las necesidades de los sistemas de producción y del personal vinculado a él.

La introducción de enfoques administrativos y gerenciales en los hatos lecheros ha posibilitado el análisis de los procesos en la producción de leche y los componentes del sistema (Jansen *et al* 2009; Cerón-Muñoz *et al* 2015). Una vez se establecen rutinas de ordeño, políticas de gestión de calidad en los hatos y mecanismos de control de la mastitis se espera que los niveles de CCS en tanque se reduzcan, sin embargo en la práctica, cuando se logran niveles satisfactorios los resultados no perduran en el tiempo a pesar de que se mantienen las condiciones (Jansen *et al* 2009).

Se pretende determinar si niveles altos de UFC y CCS se asocian con la actitud y comportamiento del personal, la rutina y el equipo de ordeño, determinando su impacto sobre la calidad de leche en tanque, con el fin de obtener información que permita establecer e implementar futuros programas de capacitación a productores y ordeñadores, buscando disminuir riesgos relacionados con aumentos de UFC y CCS, mejorar la calidad de la leche que se produce en los hatos y la generación de mayores ingresos por venta de leche, disminución de costos asociados al tratamiento de la mastitis, mayor satisfacción del personal vinculado a las labores de ordeño, animales con mejores condiciones sanitarias y mayores rendimientos productivos. Para dar cumplimiento al objetivo principal de la presente investigación se han desarrollado 6 capítulos que incluyen:

El capítulo 1 aborda una revisión de literatura en la cual se hace una identificación del estado actual de los sistemas de producción láctea, partiendo de los escenarios internacionales, panorama Colombiano, situación del departamento de Antioquia, la subregión Norte y los municipios de influencia del proyecto. Se incluyó una revisión del sistema de pago vigente en Colombia para leche fresca, seguido de información relacionada con calidad higiénica y sanitaria de la leche en tanque, influencia de la mastitis

sobre la calidad de la leche, el impacto de los equipos de ordeño mecánicos sobre los parámetros de interés, programas de evaluación de equipos de ordeño, su influencia sobre la salud de la ubre y los niveles de células somáticas en tanque y se finaliza con una revisión sobre el factor humano y su relación con el desarrollo de comportamientos favorables que pueden influir sobre la calidad de la leche.

El capítulo 2 denominado *Caracterización de sistemas de producción lechera de Antioquia con sistemas de ordeño mecánico* presenta una descripción de variables agroecológicas, de gestión, producción y calidad de leche, forrajes y tipo de equipo de ordeño de 117 hatos lecheros vinculados al Proyecto de Investigación Láctea para Antioquia “ILA”. Análisis de estadística descriptiva, correlaciones y análisis de clúster fueron empleados para caracterizar los sistemas de producción.

El capítulo 3 relaciona los CCS en tanque con el estado de los equipos de ordeño y su nivel de cumplimiento de la norma ISO 6690/2007 en los sistemas de ordeño mecánico del norte de Antioquia. El capítulo denominado *Relationship between milk somatic cell count and operating conditions of milking equipment* relaciona la leche de cincuenta y cinco tanques que fueron clasificados en cuatro clases según los niveles de CCS: excelentes, bueno, aceptable y deficiente con el estado y funcionamiento de pulsadores, las líneas de vacío y la línea de leche. Se utilizaron análisis de correspondencia múltiple (MCA) para agrupar los criterios de evaluación de los equipos de ordeño.

Para comprender el efecto que posee el factor humano en los procesos de producción de leche y su impacto en la calidad de la leche en tanque son desarrollados los capítulos 4 y 5 de la presente investigación. El capítulo 4 denominado *Influence of the attitude and behavior of the milker in the hygienic and sanitary quality of milk* fue publicado en la revista PLOS one y tuvo por objetivo determinar los principales factores asociados a los sistemas de producción, agrupar las fincas según los factores obtenidos y evaluar el impacto del personal sobre la calidad higiénica y sanitaria de la leche medido en unidades de formación de colonias (UFC) y el conteo de células somáticas (CCS) en tanque para hatos con equipo de ordeño mecánico. Continuando con el factor humano, en el capítulo 5 se plantea por objetivo evaluar el impacto del ganadero lechero del norte de Antioquia sobre los CCS y las UFC en tanque, como resultado se obtuvo el capítulo denominado *Influencia del ganadero sobre la calidad higiénica y sanitaria de la leche*.

Finalmente, son presentadas unas consideraciones finales que incluyen apreciaciones personales sobre el trabajo, los resultados y futuras investigaciones que podrían ser realizadas a partir de la información obtenida.

## Referencias

- **Barrios H D & Olivera A M 2013** Análisis de la competitividad del sector lechero: caso aplicado al norte de Antioquia, Colombia. *Innovar*, 23(48), 33
- **Carrillo L B, Rosas B D, Moreira L V & Lerdon F J 2010** Esquemas de Pago de Leche en el sur de Chile: precio mínimo y máximo al productor. *Idesia (Arica)* 28(3):61-67. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292010000300008](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292010000300008)
- **Cerón-Muñoz M F, Agudelo E J & Maldonado-Estrada J G 2007** Relationship between individual and bulk tank somatic cell counts with CMT test in two dairy herds in Antioquia (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(4):472-483.
- **Chassagne M, Barnouin J & Le Guenic M 2005** Expert assessment study of milking and hygiene practices characterizing very low somatic cell score herds in France. *Journal of dairy science*, 88(5):1909-1916.
- **Ellis-Iversen J, Cook A J C, Watson E, Nielen M, Larkin L, Wooldridge M & Hogeveen H 2010** Perceptions, circumstances and motivators that influence implementation of zoonotic control programs on cattle farms. *Preventive Veterinary Medicine* 93:276-285
- **Hogeveen H, Huips K, & Leam T 2011** Economic aspects of mastitis: New developments. *New Zealand Veterinary Journal*, 59(1):16-23.
- **Jansen J, Van Den Borne B H P, Renes R J, van Schaik G, Lam T J G M, & Leeuwis C 2009** Explaining mastitis incidence in Dutch dairy farming: The influence of farmers attitudes and behavior. *Preventive Veterinary Medicine*, 92:210-223
- **Kashongwe O B, Bebe B O, Matofari J W & Huelsebusch C G 2017** Associations between milking practices, somatic cell counts and milk postharvest losses in smallholder dairy and pastoral camel herds in Kenya. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*.
- **Ramírez Vasquez N, Arroyave Henao O, Cerón Muñoz M F, Jaramillo M, Cerón J, & Palacio L G 2011** Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera

del altiplano norte de Antioquia. Revista de Medicina Veterinaria, 22:31-4. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n22/n22a04>

- **Ruiz-Cortés T, Orozco S, Rodríguez L S, Idárraga J & Olivera M 2012** Factores que afectan el recuento de UFC en la leche en tanque en hatos lecheros del norte de Antioquia-Colombia. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 15(1), 147-155.
- **Sears PM & McCarthy KK 2003** Diagnosis of Mastitis for Therapy Decisions. Vet Clin North Am 2003: 19:93-108.
- **Troendle J A, Tauer L W, & Gröhn Y T 2017** Optimally achieving milk bulk tank somatic cell count thresholds. Journal of Dairy Science, 100(1), 731-738.
- **Vásquez J F, Loaiza E T y Olivera M 2012** Calidad higiénica y sanitaria de leche cruda acopiada en diferentes regiones colombianas. Orinoquia, 16(2):13-23. <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v16n2/v16n2a02>

## Resumen General

Los sistemas de pago de leche al productor se basan en parámetros de calidad composicional, higiénica y sanitaria. Esfuerzos se han realizado para mejorar la calidad higiénica y sanitaria de la leche en la región norte de Antioquia, sin embargo, aún se afrontan retos que garanticen la sostenibilidad y competitividad del sector. Los esfuerzos se enfocan en la reducción de la cantidad de unidades formadoras de colonia (UFC) y conteos de células somáticas (CCS) en tanque. La presente investigación pretende identificar factores asociados con la calidad higiénica y sanitaria de la leche en tanques de sistemas de producción con ordeño mecánico del norte de Antioquia. La investigación se basó en información del programa de control lechero, la aplicación de encuestas al personal, listas de chequeo de la rutina de ordeño y la evaluación del equipo de ordeño mecánico. Inicialmente se realizó una caracterización de 117 hatos de lechería especializada del departamento de Antioquia, ubicados en el altiplano norte, vinculados al Proyecto de Investigación Láctea para Antioquia “ILA” convenio 2012AS180031. La información obtenida fue analizada a través de estadísticos descriptivos y la aplicación de análisis de clúster. Se encontró que la ubicación del hato posee una gran influencia sobre la conformación de los sistemas de producción lechera, el tamaño (número de animales y área del predio) y la gestión del hato, los programas de buenas prácticas ganaderas y el sistema de ordeño (sala o potrero); para determinar la asociación entre los CCS en tanque y el estado de los equipos de ordeño basado en el nivel de cumplimiento de la norma ISO 6690/2007 se procedió a realizar un estudio que incluyó 55 equipos de ordeño de igual número de hatos, relacionando el estado y funcionamiento de pulsadores, las líneas de vacío y la línea de leche con los CCS en tanque. Un análisis de correspondencia múltiple fue utilizado para agrupar los criterios de evaluación de los equipos de ordeño. Las variables relacionadas con el nivel de vacío fueron las que mayor variabilidad entre hatos aportaron y fueron agrupadas en la primera dimensión. Las fases de ordeño y vacío fueron las variables que más información proporcionaron para las dimensiones 2 y 3, respectivamente. El 90,9% de los equipos no cumplieron con la norma ISO 6690/2007 para parámetros relacionados con la precisión del vacío y la desviación nominal del vacío, relacionados con el vacío de trabajo y vacío nominal.

La actitud y el comportamiento de los ordeñadores fueron evaluados a través de 46 encuestas con el objetivo de determinar el impacto del personal sobre la calidad higiénica y sanitaria de la leche en tanque. Dos factores fueron seleccionados a través de un análisis factorial de datos mixtos multivariados, relacionando el primero con la disponibilidad y uso de herramientas y la relación entre el ordeñador y el administrador. El segundo factor se asoció con el ambiente de trabajo y el auto reconocimiento. Los niveles de UFC en tanque fueron mejor explicados por el conocimiento sobre la condición de la ubre en el momento del ordeño y el tipo de ordeño (sala o potrero). Los CCS se asociaron a los conocimientos sobre el manejo de los animales, el nivel de escolaridad de los ordeñadores y el sitio de ordeño. La actitud y el comportamiento de los ordeñadores influyen en los CFU y los CCS de la leche del tanque. Para evaluar el impacto del ganadero lechero del norte de Antioquia sobre CCS y UFC fueron encuestados 33 productores encontrando valoraciones altas para variables explicativas de la actitud y las normas sociales. Constructos de la teoría del comportamiento planeado fueron analizados para determinar el impacto del ganadero sobre comportamientos relacionados con la calidad de la leche en tanque. El constructo que mayor variabilidad presentó fue el control comportamental, observándose una alta explicabilidad de variables relacionadas con el nivel de conocimiento. Este último constructo fue el que mejor explicó los comportamientos asociados a buenos parámetros de calidad de leche. Finalmente, en el último capítulo son presentadas consideraciones finales que incluyen puntos de vista personales sobre la información recolectada.

Se concluye que para los hatos analizados existe una fuerte influencia de la ubicación geográfica de las fincas sobre los sistemas de producción lechera en el norte de Antioquia. El incumplimiento de la norma ISO 6690/2007 no se asoció con los niveles de CCS en tanque. Variaciones en los niveles de CCS y UFC en tanque pueden ser explicadas por factores relacionados con el recurso humano.

### **Abstract**

Farmer milk payment systems are based on compositional quality, hygienic and sanitary parameters. Contributions have been made to improve hygienic and sanitary milk quality in the north of Antioquia; however, there are some important challenges, which guarantee the sustainability and competitiveness of the dairy sector. Principal efforts are focused on reduction the number of colony forming units (UFC), and reduction the somatic cell counts (CCS) in bulk tank milk. The objective of this study is to identify factors associated with

hygienic and sanitary milk quality in bulk tank milk in dairy farms with mechanical milking system in the north of Antioquia. The milking control program was the base to the study. Personal surveys, milking routine checklists and milking machine evaluation were employed. A characterization of 117 specialized dairy farms in the north of Antioquia was done. The farms were located in the Altiplano norte de Antioquia, and they were linked to Investigación Láctea para Antioquia "ILA" project, which had agreement number 2012AS180031. Information obtained was analyzed through descriptive statistics and the application of cluster analysis. Location of the farm had a great influence on the dairy farm conformation, size of the farm (number of animals and area), dairy herd management, good livestock practices, and the mechanical milking equipment (room or pasture); Association between CCS in bulk tank milk and the milking. Association between CCS in bulk tank milk and the state of the milking equipment based on the level of compliance to the ISO 6690/2007 was calculated. The study was carried out included 55 milking teams of the same number of herds, correlated the status and operation of pulsers, the vacuum lines and the milk line with the CCS in bulk tank milk. A multiple correspondence analysis was used to group the evaluation criteria of the milking equipment. The variables related to the level of vacuum were the ones that showed the greatest variability between herds and were grouped in the first dimension. The milking and vacuum phases were the variables that provided the most information for dimensions 2 and 3, respectively. 90.9% of the equipment did not comply with ISO 6690/2007 for parameters related to vacuum accuracy and nominal deviation of the vacuum, related to the work vacuum and nominal vacuum.

Attitude and behavior of milkers were evaluated through 46 surveys; the objective was to determine the impact of personnel on the hygienic and sanitary quality in bulk tank milk. Two factors were selected through a factorial analysis of multivariate mixed data, relating the first with the availability and use of tools and the relationship between the milker and the administrator. The second factor was associated with the work environment and self-recognition. The values of UFC in bulk tank were better explained by the knowledge about the condition of the udder at the time of milking and the type of milking (room or paddock). The CCS were associated with the knowledge on the management of the animals, the level of education of the milkers and the milking site. The milkers' attitude and behavior influence the CFU and CCS of the milk in the tank.

To assess the impact of dairy farmers from north of Antioquia on CCS and UFC, 33 producers were surveyed, finding high valuations for explanatory variables of attitude and social norms. Constructions of the theory of planned behavior were analyzed to determine the impact of the farmer on behavior related to the quality in bulk tank milk. The construct that showed the greatest variability was the behavioral control, observing a high explicability of variables related to the level of knowledge. This last construct was the one that best explained the behaviors associated with good milk quality parameters. Finally, in the last chapter, final considerations that include personal points of view about the information collected are presented.

It is concluded that for the analyzed herds there is a strong influence of the geographical location of the farms on the milk production systems in the north of Antioquia. Failure to comply with ISO 6690/2007 was not associated with tank CCS levels. Variations in the levels of CCS and CFU in the tank can be explained by factors related to human resources.

### **Hipótesis.**

El funcionamiento del equipo de ordeño, la gestión de calidad de los predios y la actitud y el comportamiento de los ordeñadores y propietarios influyen en la calidad higiénica y sanitaria de la leche en tanque.

## **Objetivos.**

### **Objetivo General**

- Identificar factores asociados con la calidad higiénica y sanitaria de la leche en tanques de sistemas de producción con el ordeño mecánico

### **Objetivos Específicos**

- Relacionar algunos parámetros de gestión de calidad ganadera con el recuento de células somáticas y las unidades formadoras de colonia de la leche de tanque.
- Relacionar la actitud y el comportamiento del personal vinculado al proceso de ordeño mecánico con el recuento de células somáticas y las unidades formadoras de colonia en leche de tanque
- Relacionar la actitud y el comportamiento de los propietarios con el recuento de células somáticas y las unidades formadoras de colonia en leche de tanque
- Relacionar el estado de funcionamiento de los equipos de ordeño con el recuento de células somáticas en leche de tanque.

# **Capítulo 1**

## **Revisión Bibliográfica**

## Revisión Bibliográfica

La demanda de productos agrícolas y ganaderos ha experimentado una gran expansión a lo largo de la última década, impulsada sobre todo por aumentos en los países en desarrollo (OCDE/FAO 2015). El crecimiento constante de la población, el aumento de los ingresos per cápita y la urbanización continua generaron un aumento en la demanda total de productos alimenticios. Según datos del Panorama General de las Perspectivas Agrícolas de 2015-2024 de la FAO (2014) en el ámbito global, la demanda de productos lácteos se ampliará 23% durante un lapso de diez años, acercándose a 48 megatoneladas para 2024. El crecimiento sigue siendo más fuerte en los países en desarrollo debido a la preferencia por los productos lácteos frescos en estas regiones; casi 70% de la producción lechera adicional que se viene obteniendo en estos países se consume fresca. Esta situación le ha permitido a Colombia ubicarse como el tercer productor de leche en Suramérica por detrás de Brasil y Argentina (FAO 2013).

Los aumentos en la demanda mundial de lácteos a nivel histórico, ha hecho que los sistemas de producción dirijan sus esfuerzos a la implementación de programas de selección genética encaminados al aumento de los niveles de producción de leche diarios, esto ha permitido obtener mayor avance genético en ganados puros en países desarrollados para la producción de leche (de Ponte Bouwer *et al* 2013). En Colombia la selección de reproductores generalmente se ha basado en características fenotípico-morfológicas, que buscan un ideal racial (Múnera Bedoya *et al* 2013), sin embargo, este tipo de procedimiento puede retardar la obtención de individuos con patrones productivos óptimos en función de las bajas correlaciones existentes entre las características de conformación y producción.

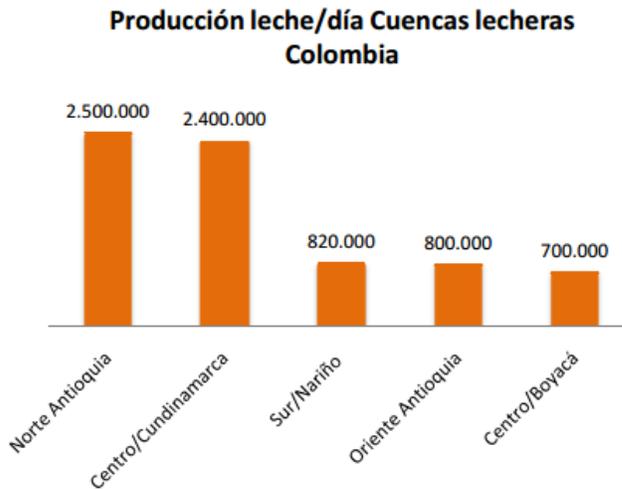
Producto de la demanda creciente de lácteos y la disponibilidad de recursos para el desarrollo de la industria ganadera, Colombia posee un amplio potencial como productor de leche. Según datos del Departamento Nacional de Estadística (DANE 2016) para el año 2015, Colombia contaba con 30,2 millones de hectáreas destinadas a la producción pecuaria, de las cuales 69,4% correspondieron a pastos y forrajes, y un 23,3% en malezas y rastrojos. El restante 7,1% correspondió a vegetaciones especiales. Con respecto al inventario de ganado vacuno para el año 2015 el país alcanzó un total de 20,5 millones cabezas con una variación negativa de -1,9% respecto al año 2014, situación que da cuenta

de una pobre capacidad de carga. En cuanto a producción diaria de leche, según el DANE (2016) para el año 2015 se alcanzaron 15,3 millones de litros, obtenidos de un total de 2,7 millones de vacas en ordeño, equivalente a una productividad de 5,6 litros de leche vaca/día. La cantidad de vacas en ordeño registró una disminución del 2,9% con respecto del año inmediatamente anterior, y también, se presentó una disminución en la producción de leche por vaca/día, al pasar de 6,3 a 5,6 litros. Del total de la leche producida, el 82,8% fue destinada para la venta, de este porcentaje el 52,9% fue vendido a la industria y el 29,1% a intermediarios. Si el destino primario de la producción de leche es el mercado líquido o el posterior procesamiento y la obtención de derivados como ocurre en Antioquia, su vida de almacenamiento y la calidad en los procesos estarán reducidas, si se presentan altos CCS o de bacterias (Ruiz-Cortés *et al* 2012).

El amplio potencial de Colombia para la implementación de pastos y otras especies forrajeras como cultivos energéticos en diferentes zonas de la geografía nacional, similares a lo hecho en otros países tropicales con características climáticas y edafológicas parecidas, se traduce en un amplio potencial ganadero (Cardona *et al* 2012) a lo que se suma una gran variedad de grupos raciales adaptados a las diferentes zonas agroecológicas. Gracias al trabajo desarrollado por los ganaderos y los gremios, el país ha logrado un importante avance en el desarrollo de programas de mejoramiento ganadero a través de la introducción de material genético, es el caso de los animales Holstein (Cerón-Muñoz *et al* 2011), los cuales vienen dominando los sistemas de producción en las cuencas lecheras nacionales. Estas regiones colombianas se encuentran ubicadas generalmente en trópico alto, se caracterizan por la implementación de ordeños sin ternero al pie y el ternero macho es descartado usualmente a los pocos días de nacido. Las vacas generalmente puras o con un alto grado de genes provenientes de razas europeas, son suplementadas con alimentos balanceados, por lo cual la producción de leche es alta (Barrios & Olivera 2013). Datos de producción de leche para las principales cuencas lecheras de Colombia son presentadas en la Figura 1.1.

Antioquia tradicionalmente se ha constituido como el principal departamento ganadero, para el año 2015 poseía el 13,1% del inventario bovino nacional (DANE 2016). En el departamento según datos del Anuario Estadístico de Antioquia (Gobernación de Antioquia 2015) la estructura de los sistemas de producción bovina están enfocados en la ganadería doble propósito con un 50,16% de participación, seguido por la ganadería de carne con un 29,39%. La producción especializada de leche corresponde solo al 19,33% de los sistemas

ganaderos, los cuales se distribuyen en las cuencas Norte y Oriente de Antioquia y aportan niveles de producción cercanos a los 3,3 millones de litros de los 3,5 que se producen en el departamento (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia 2016).



**Figura 0.1** Producción de leche/día en las Cuencas Lecheras de Colombia – 2014 (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia 2016)

El norte de Antioquia es la cuenca lechera más importante del país según datos publicados por la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia (2016), con niveles de producción diarios de 2,5 millones de litros, equivalentes al 70% de la producción láctea en el departamento, situación que es altamente favorable, debido a las condiciones productivas que han permitido el desarrollo tecnológico y cultural lechero de la región. Si bien la sub región Norte del departamento incluye 17 municipios (Gobernación de Antioquia 2015), es el denominado altiplano norte de Antioquia conformado entre otros por los municipios de Santa Rosa de Osos, San Pedro de los Milagros, San José de la Montaña, Donmatías, Entreríos, Belmira y Yarumal, los que se caracterizan por la implementación de sistemas de producción lechera como base económica (Gobernación de Antioquia 2017) y son responsables de la producción lechera. Si bien el municipio de Bello tradicionalmente se ha incluido dentro de la subregión del área metropolitana del Valle de Aburrá, el corregimiento de San Félix que forma parte de esta municipalidad posee condiciones agroecológicas semejantes a las de los municipios del altiplano norte, lo cual ha posibilitado el desarrollo de una industria lechera especializada y dada su proximidad al municipio de San Pedro de

los Milagros hace que sea incluida en los análisis de los sistemas de producción lechera del departamento como parte integral del cordón lechero del altiplano norte de Antioquia. Una descripción de la estructura de los sistemas de producción de leche en la región Norte y los municipios que conforman el altiplano norte de Antioquia es presentada en la Tabla 1.1.

**Tabla 0.1** Estructura de los sistemas de producción de leche en la región Norte y los municipios que conforman el altiplano norte de Antioquia

Región	Participación (%) de sistema ganadero			Especializada		Tradicional		Doble propósito	
	Leche	Carne	Doble propósito	Vacas en ordeño	Producción por vaca (L/día)	Vacas en ordeño	Producción por vaca (L/día)	Vacas en ordeño	Producción por vaca (L/día)
Belmira	100	0	0	6738	17	9306	15	0	0
Donmatías	85	5	10	24950	11	0	0	528	5
Entrerriós	100	0	0	20000	17	10000	11	0	0
San José	99	0	1	0	0	4810	12	45	12
San Pedro	99,75	0,25	0	23056	22	8035	15	612	10
Santa Rosa	98	0	2	55626	14	1237	7	1143	5
Yarumal	70	15	15	9456	11	2978	8	1267	6
Bello *	85	4	11	5943	16	263	15	1222	15
Total Note	67,44	12,41	20,15	141168	7	49906	7,88	10472	4,88
<i>total departamento</i>	<i>19,33</i>	<i>29,39</i>	<i>50,16</i>	<i>185756</i>	<i>3,85</i>	<i>113233</i>	<i>3,4</i>	<i>221726</i>	<i>3,08</i>

Adaptado de Gobernación de Antioquia 2015. \* El municipio de Bello corresponde a la subregión del área metropolitana del Valle de Aburrá.

En los municipios del norte el promedio de ganado bovino predominante es el orientado para la producción de leche con un 67%, mientras que para los municipios del altiplano norte este porcentaje equivale al 92,09% (Gobernación de Antioquia 2015). Antioquia concentra el 18% de la producción nacional industrial de lácteos, y es el departamento líder en exportaciones del sector (USD 25 millones en 2013, 68% del país). Las dos mayores

empresas de lácteos del departamento están establecidas en la subregión norte y posee un acopio formal de leche cercano al 80% (valor que es muy superior al reportado a nivel nacional el cual no supera el 50%), en adición, existe presencia en la subregión norte de 17 empresas regionales transformadoras de leche, entre las cuales existen marcas altamente reconocidas, con gran potencial exportador, fuertes canales de comercialización y una gran variedad de productos lácteos (Cámara de comercio de Medellín para Antioquia 2016).

En el capítulo de producción del anuario estadístico de Antioquia 2014 (Gobernación de Antioquia 2015) resaltan que la subregión del Norte antioqueño es la única que presenta participaciones importantes dentro del subsector pecuario en cuanto a producción ganadera a nivel departamental, lo que muestra el alto potencial y el enfoque hacia la producción pecuaria de la región. Esto se ve reflejado en número de productores lecheros, el cual asciende a 31200 ganaderos, de los cuales su gran mayoría son pequeños productores con una participación del 90%, los cuales poseen niveles de producción diarios menores a los 200 litros/día. Productores lácteos con niveles de entre 200 y 300 litros/diarios corresponden al 8% y tan solo el 2% posee niveles de producción superiores a los 500 litros según datos del diario La República (2014) citados por la Cámara de comercio de Medellín para Antioquia (2016).

A pesar de las ventajas geográficas y climáticas que posee la región, la producción de leche se está viendo afectada por mercados internacionales y los productores de leche enfrentan retos de optimización de procesos y mejoramiento de la calidad. Los sistemas de producción de leche deberán enfocarse en incrementar su productividad, de manera que les sea posible competir con precios bajos en otros mercados (Barrios & Olivera 2013), para ello es de vital importancia la valoración del precio del litro de leche basado en estándares de calidad. El pago de la leche al productor se hace basado en parámetros de calidad, representados en los niveles de sólidos lácteos, programas de calidad (BPG, certificación hato libre de brucelosis y/o tuberculosis) y UFC, además, por política de las empresas es valorado el nivel de CCS al momento de comprar leche y en muchos casos los industriales incluyen penalización o bonificación, aun cuando no se encuentre reglamentado para esta última variable (MADR 2012).

### **Sistema de pago al productor**

El mercado lácteo colombiano es cambiante, altamente susceptible a las condiciones medioambientales locales y la balanza comercial internacional, razón por la cual es cada

vez más competitivo y a la vez incierto y fluctuante. El creciente control sobre aquellas variables que rigen la producción y la comercialización de la leche constituye un instrumento indispensable para definir el resultado económico de la actividad y el futuro de la misma (Bertini *et al* 2006).

La dinámica del precio se manifiesta a través de esquemas de pago, definidos por las empresas compradoras, con base en las características de la leche requerida para elaborar productos (Carrillo *et al* 2010), o por la aplicación de normativas estatales. Según la resolución 000017 de 2012 (MADR 2012), el precio pagado al ganadero por litro de leche debe estar directamente relacionado con la evaluación que se realice por calidad composicional e higiénica, se establece que la valoración para el pago al productor se realizará de acuerdo al contenido en términos de cantidad de gramos para sólidos totales o gramos de proteína y grasa que presente la leche (MADR 2012). Del mismo modo, por disposición del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural existe una serie de bonificaciones y descuentos por concepto de calidad higiénica, sanitaria, además de posibles bonificaciones voluntarias y costos de transporte. Para tal efecto, la calidad higiénica se presenta en estándares de recuento total de bacteria o unidades formadoras de colonias (UFC/mL). Adicionalmente, la resolución, que al proveedor le serán reconocidas bonificaciones obligatorias o descuentos derivados de los rangos de calidad higiénica y uso de frío establecidos para cada una de las regiones, estos valores se liquidarán en pesos colombianos (\$) de acuerdo con las tablas y rangos definidos que se encuentran en el anexo metodológico de la resolución 000017 de 2012 del MADR (MADR 2012).

Para la liquidación de la calidad sanitaria de la leche, el estándar exige la presentación del registro único de vacunación contra fiebre aftosa y brucelosis. Al productor de leche le serán reconocidas las bonificaciones obligatorias por calidad sanitaria, para lo cual se exige la presentación del certificado expedido por el ICA como hato libre de brucelosis o tuberculosis (pueden ser ambas enfermedades), la bonificación por hato libre de una enfermedad corresponde a \$ 10 por litro y por las dos enfermedades \$ 20 por litro. A partir del 1° de marzo de 2012, se estableció una bonificación de \$ 10 por litro de leche para hatos que presenten al agente comprador el certificado de Buenas Prácticas Ganadera (BPG) expedido por el ICA (MPS 2006).

A pesar de lo anterior, la normatividad vigente en el país, no contempla los niveles de CCS en tanque como un parámetro determinante al momento de calcular el valor del litro de

leche vendido, y establece un sistema de inclusión de bonificaciones voluntarias para algunos parámetros que se convengan entre las partes, entre ellos el CCS (MADR 2012).

No cabe duda, que la normatividad nacional deberá en el corto plazo incluir las CCS como una variable que determine el precio de leche final, pues a nivel local está altamente valorado como parámetro diferenciador de la calidad de leche comercializada para la transformación industrial. La implementación de su medición beneficiará a la industria y a los productores.

Actualmente, el cálculo del precio pagado al proveedor de la leche cruda se realiza con base en el promedio móvil obtenido del resultado del análisis de la quincena objeto del pago y de las dos quincenas anteriores (MADR 2012). Sin embargo, se pueden presentar grandes fluctuaciones en valores consecutivos de los parámetros debido a situaciones atípicas o esporádicas de manejo de los animales, condiciones de almacenamiento de la leche o por errores en la toma de muestra que será procesada en el laboratorio (Cerón-Muñoz *et al* 2017).

#### **Microorganismos y calidad de leche.**

Los sistemas de producción alimentarios deben garantizar la obtención de productos inocuos con el fin de garantizar el bienestar de los consumidores. Ganaderos como productores primarios deben implementar sistemas que permitan identificar cuellos de botella en los sistemas de producción. Se considera que la leche es uno de los productos con mayor impacto en la salud pública por ser un alimento de alto riesgo, debido a que su calidad e inocuidad se pueden ver comprometidas desde el ordeño hasta la llegada al consumidor final por peligros biológicos y químicos (MADR 2006; MSPS 2013). En respuesta a estas necesidades estándares de calidad de leche se han ido regulando a través de la implementación de programas de seguridad alimentaria (Cerón-Muñoz *et al* 2015).

Las bacterias en leche cruda pueden afectar la calidad, seguridad y aceptación del consumidor de productos lácteos (Vásquez *et al* 2012). En salud pública, su presencia puede dar lugar a enfermedades zoonóticas a través de infecciones por *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter jejuni* y *Mycobacterium tuberculosis* como lo expresaron Jayarao *et al* (2006). Los altos recuentos de bacterias en leche cruda además son responsables por defectos en la calidad de la leche pasteurizada, UHT, leche en polvo, mantequilla y quesos (Barbano *et al* 2006)

La presencia de bacterias en leche vendría de tres principales fuentes: el medio ambiente, infecciones intramamarias y de la flora normal de la ubre (Van Schaik *et al* 2005). El nivel y el tipo de microorganismos presentes en tanque son informaciones que reflejan las condiciones higiénicas a varios niveles durante la producción de leche en la finca. Existen varias metodologías para monitorear la calidad higiénica de la leche en tanque y 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 (SPC por Standard Plate Count), conteo por incubación preliminar (PIC por Preliminary Incubation Count), conteo por pasteurización de laboratorio (LPC por Laboratory Pasteurization Count) y conteo de coliformes (CC por Coliform Count), entre otros. El TAC o UFC, el más utilizado, estima el número total de bacterias mesofílicas aerobias totales presentes en leche cruda al momento de la toma de la muestra en tanque y provee una medida general de calidad higiénica de la leche (Ruiz-Cortés *et al* 2012). De la leche que se comercializa formalmente en el país Vásquez *et al* (2012) estimaron que más del 80% cumple con los estándares nacionales e internacionales para el parámetro de calidad higiénica UFC.

Cerón-Muñoz *et al* (2012) en un estudio en sistemas de producción de leche intensivos de la región reportó que el valor promedio de UFC era 75280 unidades/mL. Según la reglamentación colombiana, para evitar un castigo sobre el precio de la leche los niveles de UFC en tanque no debe superar las 200000 UFC/mL (MADR 2012). A nivel internacional, comúnmente el valor máximo de UFC permitido es 100000 unidades/mL (The Council of the European Communities 1992; HHS *et al* 2013; Parlamento Europeo y del Consejo, 2004). Otros estudios muestran que los predios de la región de estudio cumplen incluso con el estándar internacional (Barrios *et al* 2013; Ruiz-Cortés *et al* 2012; Vásquez *et al* 2012; Cerón-Muñoz *et al* 2015), lo cual evidencia el buen manejo higiénico de las lecherías en esta zona del país.

### **Mastitis y calidad de leche**

La calidad sanitaria está referida al CCS que constituye un parámetro de valor diagnóstico para establecer el nivel sanitario de la glándula mamaria de un animal o un rebaño (Martínez & Díaz 2016). La mastitis bovina, es una reacción inflamatoria de la glándula mamaria que produce alteraciones físicas y químicas en la leche, aumento del CCS por la presencia de microorganismos patógenos y pérdida de la funcionalidad del epitelio secretor (Calderón & Rodríguez 2008). Es una enfermedad que afecta la producción, y se describe como la

dolencia más costosa en las granjas lecheras de todo el mundo (Hogeveen *et al* 2011), ocurre como consecuencia de la respuesta de los tejidos a lesiones traumáticas, a sustancias irritantes o la presencia de agentes infecciosos y sus toxinas que logran colonizar el tejido secretor (Calderón & Rodríguez 2008).

A pesar del impacto económico que tiene la mastitis en los hatos lecheros, los ganaderos no siempre perciben la mastitis como un componente importante que disminuye los ingresos al final del periodo, o subestiman su costo (Hogeveen *et al* 2011), en muchos casos debido a la naturaleza crónica de la mastitis, el daño económico se extiende a lo largo de la lactancia. Por otra parte, los factores de costo más importantes, tales como la disminución en la producción de leche y el riesgo de descarte de animales en producción, no son concisamente visibles para el productor al no relacionarlos directamente con la dolencia, lo que puede llevar a que en muchas ocasiones la mastitis no sea reconocida como la enfermedad más costosa dentro de los hatos lecheros. Para Huijps *et al* (2008), el conocimiento de los costos asociados a la mastitis puede incidir en la toma de decisiones sobre el control y gestión de la mastitis en las granjas, lo que influye en el logro de los programas y prácticas de control de la dolencia. Cerón-Muñoz *et al* (2007), reconocieron la mastitis como uno de los problemas más costosos de salud en los hatos lecheros, y afirmaron que existen estimaciones de grandes pérdidas en los parámetros productivos en hatos lecheros.

Los factores relacionados más comúnmente con el costo de la mastitis son la disminución de la producción de leche, los servicios veterinarios, diagnósticos, medicamentos, leche descartada, mano de obra, la disminución de la calidad del producto, aumento del riesgo de nuevos casos de la misma enfermedad o de otras enfermedades, aumento del riesgo de sacrificio o descarte del animal, y materiales para la prevención (Hogeveen *et al* 2011; Huijps *et al* 2008). En un momento dado, más del 50% de las vacas en producción de un hato pueden sufrir de mastitis, bien sea en forma clínica, subclínica o crónica. La más frecuente es la mastitis subclínica (más del 40%), las mayores pérdidas económicas son atribuibles principalmente a esta forma de mastitis. Se estima que anualmente en un hato lechero se pierde más del 12% del potencial productivo total a causa de esta dolencia (Cerón-Muñoz *et al* 2007).

Los esfuerzos de la industria láctea por bonificar leches con niveles bajos de CCS en tanque, son un factor en la liquidación del valor del litro de leche que pareciera que tuviera un impacto sobre la gestión de la mastitis, aunque existe evidencia que indica que no

siempre es suficiente para inducir una mejora en la gestión de la mastitis, tal como lo reporta Hogeveen *et al* (2011).

La implementación de programas de control de mastitis ha gozado de gran aceptación en la región. Es así como a partir del desarrollo de investigaciones a nivel nacional (Cerón-Muñoz *et al* 2002; Rodríguez-Martínez 2006; Ramírez *et al* 2011) y a la capacitación y sensibilización desarrolladas por la industria, entes gubernamentales y académicos, en el departamento de Antioquia los sistemas de producción especializada de leche poseen conocimientos básicos sobre el diagnóstico y tratamiento de la mastitis. A nivel local, los productores y la industria pueden acceder a metodologías reconocidas para el diagnóstico de la mastitis, entre ellas se encuentran las pruebas de CCS individual, test de mastitis de California (CMT, del inglés California Mastitis Test) y nivel de CCS en tanque de leche, las que han sido usadas como herramientas prácticas de fácil acceso que se pueden aprovechar para evaluar la salud de la ubre en los hatos lecheros (Cerón-Muñoz *et al* 2007). El CCS en tanque, es una prueba que aporta información suficiente para implementar prácticas de identificación y control de animales con problemas en la glándula mamaria, por lo tanto, su implementación de manera rutinaria se constituye en una herramienta de control gerencial en los hatos.

Por otro lado, los altos CCS en leche cruda incrementan la actividad enzimática lipolítica y proteolítica, lo cual afecta las características sensoriales de la leche con sabores rancios o picantes en la misma según Vásquez *et al* (2012), al tiempo que afectan la calidad de la caseína y por tanto, el rendimiento quesero de acuerdo a lo encontrado por Norman *et al* (2000). En contraste, bajos CCS han sido relacionados con mayor producción lechera y mejor calidad de derivados lácteos.

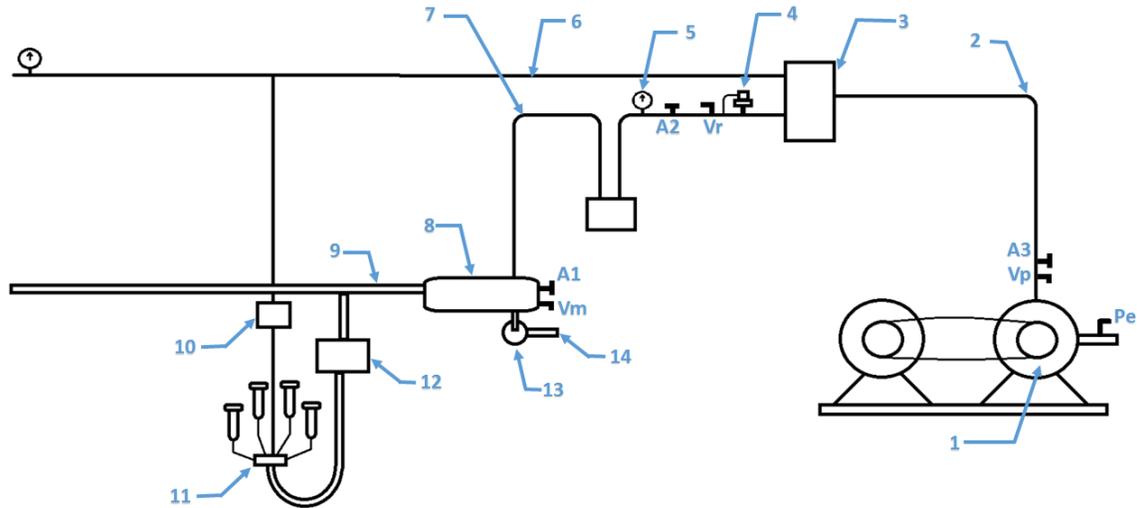
### **Evaluación de equipos de ordeño.**

En la última década la implementación de sistemas de ordeño mecánico se ha masificado a nivel nacional ya que su uso contribuye a la optimización del ordeño, aumentos en la producción de leche por vaca, los promedios del rebaño y el interés por el ajuste de frecuencias e intervalos de ordeño, sin que se ponga en riesgo la funcionalidad de la glándula mamaria, aunque, su utilización puede inducir muchos trastornos de la ubre (Pañilová *et al* 2010), entre ellos daños en el esfínter del pezón, lo que puede influir en aumentos de CCS en tanque, disminución de la producción de leche y los costos de los tratamientos. Posibles problemas relacionados con el equipo de ordeño pueden ser

provocados por sus componentes o su diseño, por lo cual su funcionamiento podría apartarse de los parámetros inicialmente establecidos como sanidad de ubre, ordeños incompletos y lentos, deterioro de la calidad de la leche, etc. (Serrano & Tavera 2010).

Los programas de seguimiento y evaluación de los equipos de ordeño a nivel global se rigen por normas de gestión de calidad ampliamente difundidas (Serrano & Tavera 2010). Las especificaciones para las máquinas de ordeño están reguladas por normas internacionales, Reinemann *et al* (2005) citan entre las principales, la International Organization for Standardization, la cual incluye la norma ISO 3918/1996, la ISO 5707/1996, y la ISO 6690/1996 que definen conceptos básicos relacionados con el diseño, construcción y funcionamiento de los equipos de ordeño. Versiones actuales de las mismas normas fueron presentadas en el año 2007 (ISO 3918/2007; ISO 5707/2007; ISO 6690/2007), a estas normas Serrano & Tavera (2010) adicionan las normas IRAM 8036 de 2008, IRAM 8037-1 de 2009, IRAM 8037-2 de 2010 y National Mastitis Council de 2004 (NMC 2004) las cuales son equivalentes a las citadas inicialmente. Lo que estos grupos de normas orientan son los procesos de diseño, instalaciones, construcción y funcionamiento de equipos de ordeño, además de pruebas de evaluación y ensayos mecánicos que permiten valorar el estado de los equipos (Serrano & Tavera 2010).

Para determinar el funcionamiento del equipo de ordeño existen dos tipos de pruebas que se deben realizar: las estáticas y las dinámicas. Las pruebas estáticas se realizan con la maquina funcionando pero no ordeñando (sin vacas), mientras fluye vacío a través del equipo, e incluyen la evaluación de los niveles de vacío y sus fluctuaciones en diversos puntos, la capacidad estándar de remoción de aire de la (s) bomba (s) de vacío y la eficiencia del regulador. Las pruebas dinámicas se realizan con el equipo ordeñando normalmente (con vacas) o simulando un ordeño, y evalúan la estabilidad de vacío en la línea de leche, vacío de ordeño en la punta de pezón y chequeo de las fases de pulsación (Calderón *et al* 2003). Ambos tipos de mediciones son realizadas con un medidor de vacío el cual se va conectando y desconectado siguiendo una guía de evaluación en puntos pre establecidos (Figura 1.2).



**Figura 0.2.** Secuencia de puntos de medición del equipo de ordeño. 1. bomba de vacío. 2. Conducción Principal de vacío. 3. Depósito de vacío. 4. Regulado de vacío. 5. Vacuómetro. 6. Línea de vacío de pulsación. 7. Alimentación de vacío del receptor. 8. Recibidor de leche. 9. Línea de leche. 10. Pulsador. 11. Unidad de ordeño. 12. Cámara de medición. 13. Bomba de leche. 14. Línea de descarga. 15. Tampa sanitaria. Vm, Vr, Vp= puntos de conexión para mediciones de vacío (donde Vm= vacío de leche, Vr= Vacío regulador y Vp= Vacío principal). Adaptado de ISO 6690/2007.

Los programas de evaluación de equipos de ordeño buscan asegurar su adecuado funcionamiento el cual junto con la rutina de ordeño conducen a una labor menos estresante para el animal a través de niveles de vacío adecuados y con pulsaciones que no alteren la condición normal de la glándula mamaria. El estrés asociado a sobreordeño, niveles inapropiados de vacío, y reducción en las tasas de pulsaciones afectan la integridad del canal del pezón, principal barrera contra infecciones (Pařilová *et al* 2010).

*Equipos de ordeño mecánico, calidad de la leche y salud de la ubre.*

Entre muchos factores, el correcto funcionamiento del equipo de ordeño mejoraría el rendimiento de ordeño (velocidad o eficiencia de ordeño), posibilitando el control de la mastitis y la calidad de la leche, disminuyendo el consumo de energía y el desgaste de los componentes de la bomba, además de mejorar los procesos de limpieza y desinfección del equipo (NMC 2004), lo cual se vería reflejado en la salud de la ubre y la calidad de la leche en tanque.

De acuerdo con la publicación NMC denominada "Procedimientos para la evaluación de los niveles de vacío y de flujo de aire en sistemas de ordeño" (NMC 2004), una evaluación completa del sistema debe ser realizada para cualquier instalación, como parte de un programa de mantenimiento regular, después de grandes modificaciones en el sistema, o como resultado de pruebas que indiquen un problema potencial en salud de la ubre o la calidad de la leche, sin embargo cuando los programas de gestión de hato incluyen el mantenimiento y evaluación de equipos de ordeño, los efectos de la máquina sobre la mastitis por lo general son menores y menos importantes que los efectos de la gestión de ordeño, manejo de los rebaños y las características de la vaca o del pezón (Mein *et al* 2004).

Una evaluación completa de los sistemas de ordeño, debe incluir el registro de datos específicos de rendimiento y controles sobre medidas específicas (por ejemplo, de vacío operativo, reserva efectiva) que deben ser comparados con datos de referencia como indicación de un cambio de estado de la máquina de ordeño (NMC 2004). Para garantizar un adecuado funcionamiento del equipo de ordeño los diferentes componentes deben funcionar de forma sincronizada. La evaluación del vacío de ordeño es uno de los principales factores que garantizan una adecuada unión entre la pezonera y el pezón de la vaca durante el ordeño, proceso que se ha denominado clúster (Pařilová *et al* 2010; Pařilová *et al* 2011) el cual cuando se da es sin duda uno de los puntos críticos en los sistemas de producción de leche debido a la vulnerabilidad de la glándula mamaria.

El nivel de vacío durante el proceso de ordeño es influenciado por el diseño de la unidad de ordeño. Reportes de Robert (2006) indicaron que el vacío no debe diferir más de 2 kPa entre la línea de leche y el receptor durante el ordeño normal. La principal preocupación en la estabilidad de vacío está en relación con la mastitis (Pařilová *et al* 2011; Ströbel *et al* 2013), lo que podría traducirse en aumentos en los niveles de CCS en tanque. Estudios desarrollados por Barkema *et al* (1999) informaron que a medida que la presión del vacío del ordeño aumentó se registraron mayores casos de hiperqueratosis e infecciones causadas por *Echerichia coli*, *Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus uberis*.

Fluctuaciones de vacío pueden tener un impacto negativo en el tejido del pezón (Ströbel *et al* 2013), en especial en la punta del pezón causando alteraciones en el tapón de queratina, barrera natural del pezón contra agentes externos. El mantenimiento de los extremos de la piel del pezón y los pezones sanos son un componente clave de un programa eficaz de prevención de la mastitis (Sterrett *et al* 2013), alteraciones en la punta del pezón pueden conducir a una hiperqueratosis, respuesta histológica a la estimulación crónica que está

marcada por un aumento en el grosor del estrato córneo o la capa de queratina de la punta del pezón. El dolor asociado con estos casos conduce a respuestas neurohormonales, supresión de la función inmune y aumenta la probabilidad de enfermedades (Santos *et al* 2002). La eficiencia de los mecanismos de defensa sistémica y local puede debilitarse después del ordeño con altos niveles de vacío (Rasmussen y Madsen 2000).

Los datos de vacío por cuarto individual en la punta del pezón pueden ser evaluados para controlar el sistema de ordeño y deberían ser considerados como la técnica más sofisticada para combinar la evaluación y el control de vacío en los sistemas de ordeño. Niveles de vacío en punta de pezón pueden ser bajos (26 a 30 kPa en promedio) o altos (33 a 39 de kPa) según la clasificación citada por Ströbel *et al* (2013), dependiendo de la ubicación en la línea de leche. Los cambios negativos en punta y canal del pezón son causados por fuerzas mecánicas durante el ordeño. Durante el ordeño el interior de la pezonera puede ser un lugar húmedo lo que facilita la presencia de bacterias, cambios rápidos de presión pueden permitir la entrada de patógenos a la glándula mamaria (Mein *et al* 2004).

Para Santos *et al* (2002) las posibles fluctuaciones en el vacío del sistema de ordeño proporcionan movimientos de la leche entre las pezoneras, lo que facilita la propagación de microorganismos entre los cuartos mamaros, incrementando la penetración de microorganismos al canal del pezón debido al "mecanismo de impacto" por movimiento inverso (contraflujo) de la leche hacia el pezón. Niveles de vacío excesivo pueden conducir a deslizamiento de pezoneras, causar traumatismos en los pezones y ordeño incompleto, favoreciendo la penetración y colonización de la glándula por patógenos.

Además del vacío otro criterio de evaluación importante del equipo son las pulsaciones. Las pulsaciones en la máquina de ordeño tienen como propósito limitar la presencia de edema y congestión tisular en el pezón, además de ayudar a reducir la tasa de nuevas infecciones intramamarias. Para Sinapis *et al* (2007), cambios en la presión en la pared de la punta del pezón y en las pulsaciones pueden estar relacionados con incrementos en el riesgo de mastitis clínica y subclínica y deterioro del esfínter del pezón. Estudios han determinado el efecto de las pulsaciones en la salud de la ubre y la integridad del pezón (Sinapis *et al* 2006; Sinapis *et al* 2007; Skapetas *et al* 2008). La velocidad de ordeño también causa efectos sobre la anatomía del conducto y el tamaño y la forma del pezón (Pařilová *et al* 2011). Basado en lo anterior, se han definido las fases de ordeño (A-B) y masaje (C-D), las cuales son expresadas en porcentaje o milésimas de segundo y permiten valorar cualquier cambio o la eficacia de los sistemas.

Niveles de vacío bajos en punta de pezón durante la fase D de ordeño conducen a una reducción significativa de la hiperqueratosis, por lo tanto, la curva óptima de vacío en la punta del pezón debe mostrar un vacío entre 26 a 39 kPa en la fase B de ordeño máximo, y niveles vacío más bajos y constantes en la fase de vacío mínimo (fase D) (Ströbel *et al* 2013). Durante las fases de pulsación, una fase de masaje corta del ciclo de pulsación (fase D) aumenta el daño de la punta del pezón (Barkema *et al* 1999). Para un ordeño óptimo, el control de procesos del sistema de ordeño debe tener esto en cuenta para que la extracción de la leche sea en un flujo controlado Ströbel *et al* (2013), y evitar daños en la integridad del tapón de queratina que aumentará la susceptibilidad del animal a agentes patógenos presentes en el exterior del pezón.

El NMC reportó estudios basados en su boletín de 1997 en la forma como el equipo de ordeño puede influenciar la mastitis en un hato

- El denominado clúster (unión pezonera – pezón) puede propagar patógenos entre vacas, siendo un factor importante a controlar en casos de mastitis contagiosa.
- Los cambios de presión en desarrollo durante el ordeño pueden transferir leche y aire entre las pezoneras, lo que conduce a la contaminación cruzada con bacterias de los pezones en la misma ubre.
- Las fluctuaciones en el vacío dentro del clúster durante o al final del ordeño, pueden conducir a un rápido movimiento de las gotas de leche cargada de bacterias de nuevo hacia el pezón. Estas gotas pueden impactar la punta del pezón con la velocidad suficiente para implantar bacterias en o a través del canal del pezón. Esto se conoce como el mecanismo de impacto de las gotas.
- Colapso inadecuado del revestimiento en el pezón en cada ciclo de pulsación aumenta la penetración bacteriana del conducto del pezón.
- Mal funcionamiento o incorrecta utilización de la máquina de ordeño da lugar a traumatismos en la punta del pezón o un ordeño incompleto, aumentando las tasas de entrada de bacterias a la glándula mamaria o reduciendo las posibilidades de remover las bacterias y toxinas durante el ordeño.

En todo el mundo un número cada vez mayor de las granjas están implementando ordeños mecánicos y automáticos. Muchos países han implementado estos sistemas a un ritmo muy rápido. Según Rasmussen *et al* (2001) la influencia de ordeño automáticos ha sido evaluada en diferentes países europeos y se ha encontrado un aumento en el recuento total de

bacterias de leche en tanque, aumentos en el punto de congelación y en los CCS en tanque. De otro lado Kelton *et al* (2001), proponen que no hay evidencia de que la leche de rebaños con sistemas de ordeño mecánico tenga CCS más altos, altos recuentos de bacterias y mayor punto crioscópico que la leche de rebaños con ordeño convencionales. Los informes de los Países Bajos y Dinamarca han sugerido que leche con mayores CCS en sistemas de ordeño automáticos están más relacionadas con el orden de ordeño al azar y la aplicación variable de los desinfectantes de pezones post-ordeño (Kelton *et al* 2001), con lo cual la presencia de mastitis contagiosa podría estar más relacionada con programas de manejo y gestión de los animales y la granja que por el mismo sistema de ordeño.

### **Factor humano**

No cabe duda que la mejor forma de evitar la mastitis es a través de la prevención, y la mejor forma de prevenir es a través de la capacitación. La implementación de prácticas de gestión eficaces como la optimización de la nutrición, el fortalecimiento de la resistencia de las vacas a agentes infecciosos, el mejoramiento de las condiciones ambientales, el mantenimiento periódico del equipo de ordeño, el establecimiento y cumplimiento de la normas de higiene y de la rutina de ordeño son estrategias evaluadas y han dado resultado alrededor del mundo en los programas de control y prevención de la mastitis (Ramírez *et al* 2011; Jansen *et al* 2009; Ellis-Iversen *et al* 2010), y todos son responsabilidad del compromiso y dedicación del personal vinculado al proceso de ordeño, en otras palabras todo el proceso de ordeño es responsabilidad del personal. Jansen *et al* (2009) sugieren que aumentos en la incidencia de mastitis, pueden ser debidos a incrementos en la presión de la infección o a la disminución de la resistencia de la vaca, situaciones que son relacionadas por los autores con una gestión no óptima de la granja, lo que les permitió concluir que factores de gestión identificados en estudios cuantitativos tradicionales explican sólo una parte de la variación en la incidencia de mastitis en las granjas. Estudios desarrollados por el Centro Holandés de Salud de la Ubre (UCGR por su sigla en holandés) sugieren que la mentalidad del productor es un factor decisivo en su comportamiento y en el estado del programa de salud de la ubre de sus vacas (Jansen 2012). Varios estudios realizados en el ámbito agrícola también sugieren que las prácticas de manejo que se implementan en una granja dependen de la personalidad de los agricultores, las actitudes, las creencias, los valores, las intenciones, las habilidades, el conocimiento y las normas percibidas, los cuales influyen en las prácticas de gestión (Andersen y Enevoldsen 2004; Barkema *et al* 1999; Barnouin *et al* 2004; Beaudeau *et al* 1996; Dohoo *et al* 1984; Leeuwis

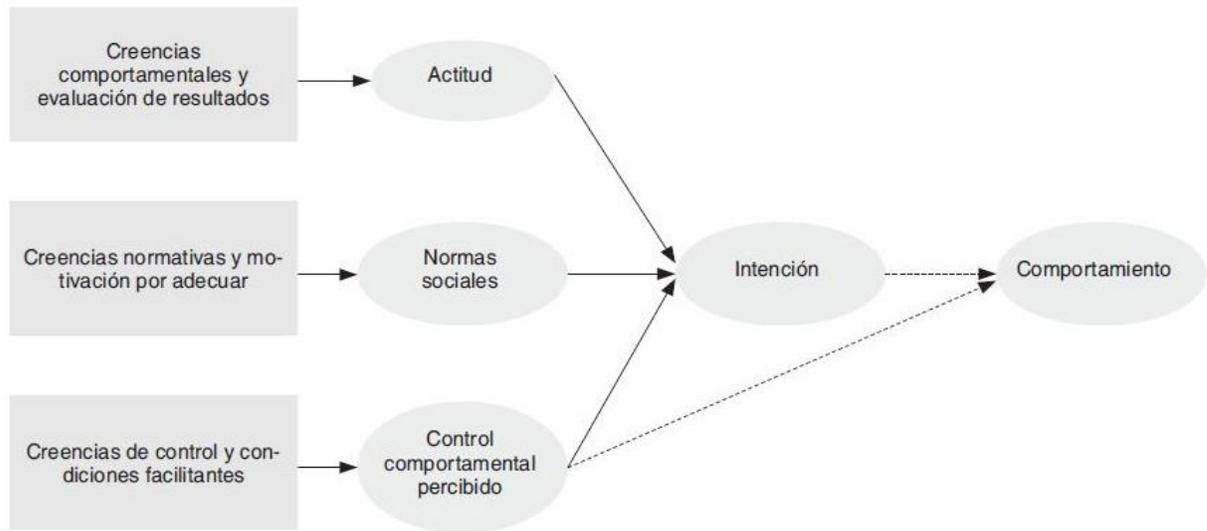
2004; Nyman *et al* 2007; Reneau 2002; Seabrook 1984; Tarabla y Dodd 1990; Vaarst *et al* 2002; Van der Ploeg 1999; Wenz *et al* 2007).

Estos estudios que han pretendido determinar la influencia del personal sobre parámetros relacionados con el rendimiento agrícola y parámetros de interés productivo han partido de constructos psicológicos y se han apoyado de teorías comportamentales y sociológicas. Un referente para este tipo de estudios ha sido la teoría del Comportamiento Planificado (Ajzen 1991; Ajzen 1985).

#### La teoría del comportamiento planificado

La teoría del comportamiento planeado constituye uno de los modelos teóricos psicosociales más ampliamente utilizado y con mayor apoyo empírico en una gran variedad de conductas. La teoría sostiene que la conducta humana es voluntaria y está determinada por la intención conductual, la cual a su vez se construye a partir de tres procesos principales: actitudes sociales, norma subjetiva y control conductual percibido (Ajzen 1985; Ajzen 1991).

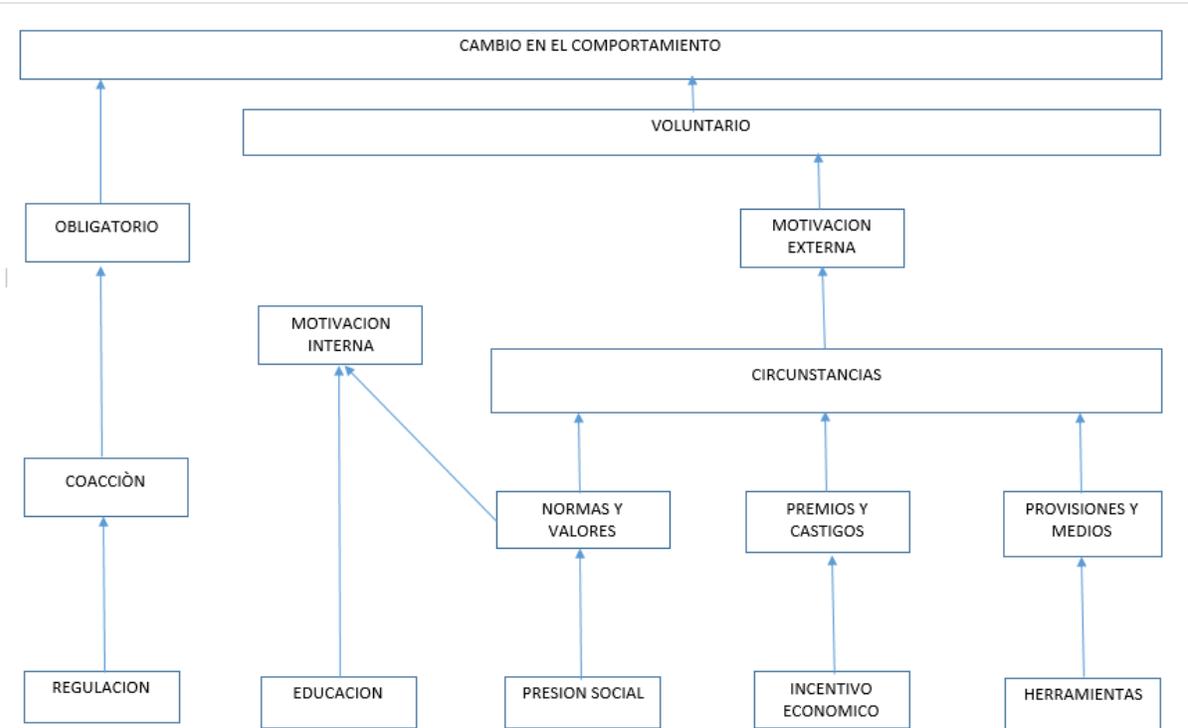
*Las actitudes sociales* surgen de la interacción entre las expectativas conductuales y su valoración por parte de cada sujeto, en tanto que *la norma subjetiva* sería el modo en que el sujeto recibe e interpreta lo que dicen las personas y los grupos que considera relevantes acerca de lo que debería hacer en relación con la conducta y la motivación para acomodarse a estas opiniones, mientras que *el control conductual percibido* contiene las creencias que poseen los sujetos sobre su propia capacidad para realizar una conducta determinada. Finalmente, estos constructos se conforman de acuerdo a creencias que parten de la experiencia directa o medida de cada individuo. La representación gráfica del modelo de la Teoría del Comportamiento Panificado es representada por Ajzen (1991). La relación entre los procesos descritos en la Teoría del comportamiento planeado es presentada en la Figura 1.3.



**Figura 0.3.** Teoría del Comportamiento Planificado (Ajzen 1991)

La Teoría del Comportamiento Planificado ha sido aplicada en la ganadería en varios estudios (Jansen *et al* 2009; Beedell and Rehman 2000; Burton 2004; Ellis-Iversen *et al* 2010) confirmado su elevada capacidad predictiva, convirtiéndola en uno de los modelos psicosociales más utilizados en los estudios desarrollados en el área. Basados en la Teoría del Comportamiento Planificado y con el fin de darle aplicabilidad, investigadores del Centro Holandés de la Ubre (UGCN) desarrollaron el modelo RESET descrito por Jansen y Lam (2012) y Jansen (2012) y adaptado por Van Woerkum *et al* (1999) y Leeuwis (2004) y descrito en forma temprana con respecto a la mastitis por Lam *et al* (2011). El modelo muestra cinco instrumentos principales que deben ser aplicados cuando se requiera un cambio en el comportamiento de la gente y ofrece una alternativa interesante como metodología para el análisis de comportamientos, pero su aplicabilidad principal está encaminada al desarrollo de estrategias de comunicación tendientes a generar cambios positivos en el comportamiento de los productores de leche hacia la mastitis una vez se conocen sus motivaciones y comportamientos. RESET que en español significa Regulación, Educación, Presión Social, Incentivo económico y herramientas (Regulation, Education, Social pressure, Economic incentive, and Tools), explica la forma como algunas personas pueden ser influenciadas por estímulos positivos y otros por estímulos negativos o presión social; es la presión de todos ellos que hace un programa o campaña realmente

efectivo (Jansen y Lam 2012). Dicho de otra forma, el comportamiento se ve afectado por factores internos o externos “motivaciones” y puede ser voluntario u obligatorio. Una representación del modelo RESET es presentado en la Figura 1.4.



**Figura 0.4.** El cambio de comportamiento (Tomado de Jansen et al 2009; adaptado de Van Woerkum et al 1999; Consulta Leeuwis 2004).

### Gestión de hato y su impacto en la producción agrícola.

Recientemente, se ha hecho énfasis en proporcionar a los ganaderos herramientas para el control, la planificación y mejora de los rebaños (Cerón-Muñoz et al 2015). Las diferentes actuaciones (comportamientos) en la gestión de las empresas ganaderas no sólo se deben a las diferencias en las características agrícolas (tierra, escala de operación, insumos financieros), pueden ser debidas al resultado de diferentes prácticas de gestión y al factor humano (Muggen 1969; Beaudau et al 1996). Un ejemplo de ello son los estudios sobre la influencia del comportamiento humano en la gestión de las enfermedades animales que ha sido objeto de atención en los últimos años (Espetvedt et al 2013; Jansen et al 2009).

El comportamiento del productor pecuario y la gestión del hato fueron incluidos en un programa de control oficial de enfermedades en hatos lecheros de los países nórdicos (Espetvedt *et al* 2013). Partieron de bases de datos gestionadas por cooperativas lecheras e incluyeron información reproductiva, de cantidad y calidad de la leche, rendimiento en canal al sacrificio, datos de enfermedades y de tratamientos, el objetivo principal de este sistema de registro de información fue controlar enfermedades endémicas, como trastornos relacionados con producción (salud de la ubre, reproductivos, metabólicos y trastornos locomotores) y utilizar la información para la gestión del hato, asesoramiento, programas de mejoramiento, así como la investigación dentro de cada región. Reporta Espetvedt *et al* (2013) sobre el programa de gestión en el control de enfermedades que el énfasis en los **factores de decisión** de cada ganadero dio lugar a que se mostraran diferentes umbrales para la adopción de medidas que llevaran a comportamientos que influyeran en los parámetros productivos del hato (la proporción de casos de mastitis), los cuales fueron capturados en los sistemas de registro de enfermedades. Basado en este tipo de experiencias se reconoce el efecto que posee la adopción de estrategias de gestión sobre el desarrollo de comportamientos encaminados al mejoramiento de parámetros zootécnicos en los sistemas de producción pecuarios. Según Espetvedt *et al* (2013) las medidas o prácticas de gestión que se adoptan en los hatos **dependen de los comportamientos** de los productores y se relacionan con la ubicación del hato. Se espera que dentro de regiones específicas se presenten prácticas similares, debido a la proximidad del contexto en el que la producción lechera se lleva a cabo. Los criterios de cada productor están influenciados por su lugar de origen, e influyen en los programas de gestión que podrían ser uno de los factores que causan diferencias en los parámetros productivos observados entre regiones. Identificar factores similares de prácticas de gestión según la región podría aportar a la identificación de elementos motivacionales internos y externos entre productores, que podrían determinar la influencia de los programas de control y seguimiento del rebaño sobre parámetros de calidad de leche y de interés productivo (Espetvedt *et al* 2013).

#### *Factores de decisión, comportamiento y motivación*

Dentro de cualquier organización o sistema de producción **la motivación** desempeña un papel muy importante en el aprendizaje y la obtención de metas. A menos que la persona se esfuerce en asegurar la motivación correcta no obtendrá progreso en el aprendizaje (Espino Frías 2005) ni la posterior obtención y mantenimiento de metas. El estudio de la motivación es complejo, por lo cual para su comprensión es abordada desde el individuo mismo y su entorno, así se podría hablar en primer lugar de una Motivación intrínseca

(Motivación interna) que surge dentro del sujeto y obedece a motivos internos y otra Motivación extrínseca (Motivación externa) que se refiere a los estímulos que percibe el individuo desde el exterior ofreciendo recompensa (Espino Frías 2005).

Estudios que relacionan la motivación de los ganaderos frente a la adopción de sistemas de gestión en sus fincas y su relación con la mastitis relatan que a nivel mundial existe una mayor influencia motivacional de origen externo, representada en la implementación de estímulos o penalidades de tipo financiero a los ganaderos cuando los niveles de CCS en tanque se encuentran con valores satisfactorios/desfavorables para la industria según sea el caso (Valeeva *et al* 2007). La emisión de bonos o aumentos porcentuales en el precio al productor son el más claro ejemplo de una motivación externa mediante estímulos financieros, como los bonos y las sanciones relacionadas con los CCS en tanque, muy común en países de la Unión Europea (Jansen *et al* 2009; Huijps *et al* 2008) y ampliamente difundido en Colombia luego de la entrada en vigencia de la Resolución 017 de 2012 (MADR 2012), la cual según la reglamentación será establecida entre las partes. En los Países Bajos se impone una sanción por una media geométrica CCS arriba 400000 células/mL, práctica que mostró rápidos avances como política en la reducción del número de rebaños con un niveles de CCS por encima de este nivel de umbral. Otro ejemplo de la motivación externa lo constituye la presión de la sociedad y los consumidores por acceder a alimentos con ciertas características de calidad (Corona 2012) y al que se suman los esfuerzos estatales que buscan mejorar el estatus de los productos lácteos, representados en la disminución y uso racional de antibióticos y el bienestar de los animales (Valeeva *et al* 2007).

Al respecto Jansen *et al* (2009) sugieren que la implementación de prácticas como estímulos económicos, bonificaciones o penalizaciones basadas en resultados no son duraderas en el tiempo, pues una vez alcanzadas las metas, el personal puede reducir los esfuerzos esgrimidos en pro de su obtención. Un cambio de comportamiento obligatorio probablemente sólo durará el tiempo que existe la coerción. Al respecto los esfuerzos deben ser encaminados a estímulos consientes, en asocio con los empleados, para el establecimiento de rutinas de ordeño que garanticen la salud de la ubre, la calidad de la leche y el bienestar de los empleados. Los cambios voluntarios de comportamiento se ven facilitados por la motivación, la sociedad y las presiones externas y son presentados por Van Woerkum *et al* (1999) en la teoría RESET.

En cuanto a la **motivación interna** puede estar influenciada por diversas intervenciones comunicativas encaminadas a persuadir a los ganaderos a cambiar su comportamiento (Jansen *et al* 2009). Dentro de la motivación intrínseca en los sistemas de producción ganadera (Valeeva *et al* 2007) destaca las pérdidas económicas de la mastitis. Un ganadero que sabe que la mastitis causa ineficiencias en la producción y costos adicionales puede ser motivado para actuar en la prevención de la mastitis, aunque su granja no esté ni siquiera cerca del nivel de penalidad establecido por niveles de CCS en tanque (motivación extrínseca).

Uno de los problemas que afrontan los programas o actividades motivacionales, es que generalmente se olvida conocer o identificar aquellos factores que realmente motivan a la persona de manera individual y colectivamente. Todos somos diferentes, queremos y deseamos cosas diferentes. Nos satisfacen y motivan cosas diferentes. Por ejemplo, el significado del dinero es totalmente diferente para cada uno.

Mientras que para unos es un medio importante para lograr fines, para otros no tiene ninguna relevancia, para otros es un recurso, otros consideran que es un fin en sí mismo, hay quienes lo perciben como una droga, para otros es el mayor motivador, etcétera. En consecuencia, pretender motivar al personal para mejorar la productividad sin considerar su individualidad, es una falacia.

En relación a la toma de decisiones en labores ganaderas como el manejo de la mastitis, Huijps *et al* (2008) sugiere que estas se basan a menudo en la percepción de los productores de las pérdidas económicas debidas a la mastitis. La percepción del ganadero puede desviarse de la situación real. Se desconoce la magnitud de esta desviación. Dado que la comunicación y el entendimiento entre los agricultores y sus asesores es muy importante (Vaarst *et al* 2002) la personalización de la situación es esencial para dar y recibir consejos de éxito y al logro de mejores prácticas para el agricultor. Sin embargo, esto no resuelve todos los problemas de salud de la ubre, porque pueden producirse graves problemas de mastitis clínica en vacas con un bajo CCS (Barkema *et al* 1999).

El seguimiento y evaluación de la calidad de leche permite valorar el producto final en tanque e implementar estrategias que permitan mejorarlo o mantenerlo en niveles óptimos, para parámetros sanitarios e higiénicos, éstos pueden ser CCS menores a las 200 mil células/mL y 100 mil unidades/mL para UFC. En el norte del departamento de Antioquia se vienen implementando equipos de ordeño mecánico con el fin de optimizar los procesos de

producción, además de programas de gestión como las BPG. Estas estrategias pueden contribuir técnicamente a la producción de leche en tanque con calidad higiénico-sanitaria. Se deben evaluar factores asociados a la calidad de la leche en tanque, entre ellos el equipo de ordeño, las prácticas de manejo relacionadas con la rutina de ordeño, la implementación de programas de BPG y gestión de calidad, el factor humano (ordeñador y ganadero), y la finca.

### **Referencias.**

**Ajzen I 1985** From intention to actions: A theory of planned behavior. In: Kuhland J, Beckman J, eds. Action-control: From cognitions to behavior. Heidelberg: Springer

**Ajzen I 1991** The theory of planned behavior. Organ Behav Hum Decis Process; 179–211

**Andersen H J, Enevoldsen C 2004** Towards a better understanding of the farmer's management practices—The power of combining qualitative and quantitative data. Radgivning, Bev Aegelse Mellem Data og Dialog [Advisory Service Between Data and Dialogue]. PhD Thesis. HJ Andersen, Danish Dairy Board, The Royal Veterinary and Agricultural University, Mejeriforeningen Danish Dairy Board, Aarhus, Denmark, 281-301

**Barbano D M, Ma Y, Santos M V 2006** Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. Journal of Dairy Science, 89 (Suplemento): E15– E19. [05-12-2001] URL: <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS0022030206723608.pdf>

**Barkema H W, Schukken Y H, Lam T J G M, Beiboer M L, Benectus G, Brand A 1999** Management practices associated with the incidence rate of clinical mastitis. Journal of dairy science, 82:1643–1654

**Barnouin J, Chassagne M, Bazin S, Boichard D 2004** Management practices from questionnaire surveys in herds with very low somatic cell score through a national mastitis program in France. Journal of dairy science, 87:3989–3999

**Barrios H D & Olivera A M 2013** Análisis de la competitividad del sector lechero: caso aplicado al norte de Antioquia, Colombia. Innovar, 23(48), 33

**Beaudeau F, Van der Ploeg J D, Boileau B, Seegers H, & Noordhuizen J P T M 1996** Relationships between culling criteria in dairy herds and farmers' management styles. Preventive Veterinary Medicine, 25(3-4):327-342

**Beedell J, & Rehman T 2000** Using social-psychology models to understand farmers' conservation behavior. *Journal of rural studies*, 16:117-127

**Bertini A, Astigarraga L & Fossatt M 2006** Relevamiento y análisis de los sistemas de pago de la leche en Uruguay. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Montevideo. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/opypapublicaciones/ANUARIOS/Anuario06/docs/45%20-%20PAGO%20LECHE.pdf>

**Burton R J F 2004** Reconceptualising the 'behavioural approach' in agricultural studies: a socio-psychological perspective. *Journal of rural studies*, 20:359-371

**Calderón A & Rodríguez V 2008** Prevalencia de Mastitis Bovina y su Etología Infecciosa en Sistemas Especializados en producción de leche en el altiplano Cundiboyacense. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*, 21:582-589

**Calderón A, Donado P, Jiménez G, García G, & García F 2003** Evaluación de los equipos de ordeño y sus implicaciones en la presentación de mastitis bovina en el altiplano cundiboyacense. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 50(2):35-42

**Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia 2016** Ruta competitiva de lácteos 2016. Disponible en <http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/2016/competitividad/RUTA%20COMPETITIVA%20LACTEA%20DEL%20NORTE%20ANTIOQUE%20C3%91O.pdf>

**Cardona R M, Ríos L A, & Peña J D 2012.** Disponibilidad de Variedades de Pastos y Forrajes como Potenciales Materiales Lignocelulósicos para la Producción de Bioetanol en Colombia. *Información Tecnológica* Vol. 23-6 87-96. <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v23n6/art10.pdf>.

**Carrillo L B, Rosas B D, Moreira L V & Lerdon F J 2010** Esquemas de Pago de Leche en el sur de Chile: precio mínimo y máximo al productor. *Idesia (Arica)* 28(3):61-67. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292010000300008](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292010000300008)

**Cerón-Muñoz M F, Tonhati H, Duarte J & Oliveira J 2002** Factors affecting somatic cell counts and their relations with milk and milk constituent yield in buffaloes. *Journal of dairy science*, 85:2885-2889

**Cerón-Muñoz M F, Agudelo E J & Maldonado-Estrada J G 2007** Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia (Colombia). *Revista colombiana de ciencias pecuarias*, 20:72-483

**Cerón-Muñoz M F, Gutiérrez-Zapata D M, Bolívar-Vergara D M, Bedoya G I & Palacio L G 2015** Toma de decisiones basada en gestión de procesos: impacto en sistemas intensivos de producción de leche. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 27, Article #245. Retrieved May 22, 2017, Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd27/12/cero27245.html>

**Cerón-Muñoz M F, Herrera-Ríos A C & Múnera-Bedoya O D 2011** Evaluación genética para leche, grasa y proteína en bovinos Holstein, adscritos al programa de Control Lechero de la Corporación Antioquia Holstein: primer semestre 2011. Disponible en: <http://geneticaholstein2011.webnode.es/>

**Cerón-Muñoz M F, Chaves-Galeano F P, & Palacio L G 2017** Paradigma de la valoración de pago de la leche cruda: calidad composicional, higiénica y sanitaria en Colombia. *Livestock Research for Rural Development*. 28(202). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd28/11/cero28202.html>

**DANE 2016.** Boletín técnico. Encuesta nacional agropecuaria ENA 2015. Departamento nacional de estadística. 01 de junio de 2016. Disponible en [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2015/boletin\\_ena\\_2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2015/boletin_ena_2015.pdf)

**De Ponte Bouwer P, Mostert B E, Visser C 2013** Genetic parameters for production traits and somatic cell score of the SA Dairy Swiss population. *South African Journal of Animal Science* 43(2):113-122. Disponible en: [http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S0375-15892013000200001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S0375-15892013000200001&script=sci_arttext)

**Dohoo I R, Martin S W & Meek A H 1984** Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows VI. Effects of management on disease rates. *Preventive Veterinary Medicine* 3:15-28.

**Ellis-Iversen J, Cook A J C, Watson E, Nielen M, Larkin L, Wooldridge M & Hogeveen H 2010** Perceptions, circumstances and motivators that influence implementation of zoonotic control programs on cattle farms. *Preventive Veterinary Medicine* 93:276-285

**Espetvedt M, Lind A K, Wolff C, Rintakoski S, Virtala A M, & Lindberg A 2013** Nordic dairy farmers' threshold for contacting a veterinarian and consequences for disease recording: Mild clinical mastitis as an example. Preventive veterinary medicine, 108(2), 114-124.

**Espino Frias J L 2005** La motivación intrínseca y extrínseca en las empresas de servicios. Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa. Disponible en: <http://148.206.53.84/tesiuami/uami12994.pdf>

**Espino Frias J L 2005** La motivación intrínseca y extrínseca en las empresas de servicios. De Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa División de Ciencias Sociales y Humanidades. Disponible en: <http://148.206.53.84/tesiuami/uami12994.pdf>

**OCDE-FAO 2013** Perspectivas Agrícolas 2013-2022, Texcoco, Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo. Disponible en [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2013-es](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-es)

**FAO 2014** Agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones políticas, Santiago de Chile. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/019/i3788s/i3788s.pdf>

**Gobernación de Antioquia 2015** Anuario estadístico de Antioquia 2014. Medellín-Colombia. Disponible en <http://antioquia.gov.co/planeacion/ANUARIO%202014/es-CO/capitulos/produccion/agropecuaria/cp-9-1-6.html>

**Gobernación de Antioquia 2017** Región Norte. Medellín Colombia. Disponible en <http://antioquia.gov.co/index.php/antioquia/regiones/norte>

**HHS (U.S. Department of Health and Human Services), PHS (Public Health Service) and FDA (Food and Drug Administration) 2013** Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance (PMO). 2013 Revision. pp. 31-34. <https://agriculture.az.gov/sites/default/files/2013pmo.pdf>

**Hogeveen H, Huips K, & Leam T 2011** Economic aspects of mastitis: New developments. New Zealand Veterinary Journal, 59(1):16-23.

**Huijps K, Leam T, & Hogeveen H 2008** Costs of mastitis: facts and perception. Journal of Dairy Research, 75:113-120

**ISO 3918/2007 2007** Milking Machine Installations – Vocabulary. ISO - Organization for Standardization, Geneva, Switzerland

**ISO 5707/2007 2007** Milking machine installations – Construction and performance. ISO - Organization for Standardization, Geneva, Switzerland

**ISO 6690/2007 2007** Milking machine installations - Mechanical tests. ISO - Organization for Standardization, Geneva, Switzerland

**Jansen J 2012** Salud mamaria y comunicación: entendiendo la mentalidad del productor. Memorias Octavo Seminario Internacional de Leche y Carne. Colanta. Medellín, Colombia. P. 63-72. Disponible en: [http://biblioteca.colanta.com.co/index.php?lvl=notice\\_display&id=33110](http://biblioteca.colanta.com.co/index.php?lvl=notice_display&id=33110)

**Jansen J, Van Den Borne B H P, Renes R J, van Schaik G, Lam T J G M, & Leeuwis C 2009** Explaining mastitis incidence in Dutch dairy farming: The influence of farmers attitudes and behavior. Preventive Veterinary Medicine, 92:210-223

**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

**Jayarao B M, Donaldson S C, Straley B A, Sawant A A, Hegde N V, Brown J L 2006** A survey of foodborne pathogens in bulk tank milk and raw milk consumption among farm families in Pennsylvania. Journal of Dairy Science. 89: 2451–2458. [05-12-2011]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030206723189>

**Kelton D F, Rodenburg J, & Hand K 2001** Udder health and milk quality on Ontario dairy farms utilizing voluntary milking systems. Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. Disponible en: <http://www.nmconline.org/articles/vmsudd.pdf>

**Lam T J, Jensen J, Van Den Borne B H P, Renes R J, & Hogeveen H 2011** What veterinarians need to know about communication to optimize their role as advisor on udder health in dairy herds. New Zealand Veterinary Journal, 59:8-15.

**Leeuwis C 2004** Communication for rural innovation. Rethinking agricultural extension. Third edition, Oxford, UK, Blackwell Science Ltda. Disponible en: <http://www.modares.ac.ir/uploads/Agr.Oth.Lib.8.pdf>

**MADR 2012** Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Resolución número 17 de 2012 Por la cual se establece el sistema de pago de la Leche Cruda al Proveedor. Colombia, disponible en:

[http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/normatividad/get\\_file%3Fuuid%3Ddef3be8c-7678-4ef8-bb7d-cb8643c3f07d%26groupId%3D10157.pdf](http://www.sic.gov.co/drupal/sites/default/files/normatividad/get_file%3Fuuid%3Ddef3be8c-7678-4ef8-bb7d-cb8643c3f07d%26groupId%3D10157.pdf)

**Martínez Miranda M M & Díaz Arango F O 2016** Evaluación de la calidad de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Manizales. *Producción+ Limpia*, 11(1).

**Mein G, Reinemann D, Schuring N, & Ohnstad I 2004** Milking Machines and Mastitis Risk: A Storm In A Teatcup. Meeting of the National Mastitis Council. Disponible en: <http://milkquality.wisc.edu/wp-content/uploads/2011/09/milking-machines-and-mastitis-risk.pdf>

**MPS 2006** Ministerio de la Protección Social de Colombia. Decreto número 616 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, comercializa, expendi, importe o exporte en el país. Colombia, disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006D616.aspx>

**MSPS-Ministerio de Salud y Protección Social 2013** Resolución 2674 de 2013: Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 del 2012 y se dictan otras disposiciones. Bogotá: Min. Salud y Protección Social.

**Muggen G 1969** Human factors in farm management. A review of the literature. *World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts*, 11(2):1-11.

**Múnera-Bedoya O D, Herrera Ríos A C, & Cerón-Muñoz M F 2013** Componentes de (co) varianza y parámetros genéticos para producción y valor económico de la leche a través de modelos de regresión aleatoria en hembras Holstein de primera lactancia. *Livestock Research for Rural Development*, 25(208). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd25/12/bedo25208.htm>

**NMC 2004** Procedures for Evaluating Vacuum Levels and Air Flow in Milking Systems, National Mastitis Council (NMC), Madison, Wisconsin, 2004

**Norman HD, Miller RH, Wright JR, Wiggans GR 2000** Herd and state means for somatic cell count from dairy herd improvement. *Journal of Dairy Science*. 83: 2782-2788. [05-12-2011] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030200751757>

**Nyman A K, Ekman T, Emanuelson U, Gustafsson A H, Holtenius K, Waller K P, & Sandgren C H 2007** Risk factors associated with the incidence of veterinary-treated clinical mastitis in Swedish dairy herds with a high milk yield and a low prevalence of subclinical mastitis. *Preventive Veterinary Medicine*, 78:142–160

**Pařilová M, Jeřková A, Stádník L, & Štolc L 2010** Effect of milking vacuum and overmilking on selected milking characteristics. *Výzkum v chovu skotu* 52(3):35-43  
Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Ludek\\_Stadnik/publication/280572979\\_Effect\\_of\\_milking\\_vacuum\\_and\\_overmilking\\_on\\_selected\\_milking\\_characteristics/links/55bb2e9d08ae9289a092895d.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ludek_Stadnik/publication/280572979_Effect_of_milking_vacuum_and_overmilking_on_selected_milking_characteristics/links/55bb2e9d08ae9289a092895d.pdf)

**Pařilová M, Jeřková A, Stádník L, & Štolc L 2011** Effect of milking vacuum level and overmilking on cows' teat characteristics. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianaе brunensis* 59(5):193-202. Disponible en:  
[https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun\\_2011059050193.pdf](https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun_2011059050193.pdf)

**Parlamento Europeo y del Consejo 2004** Reglamento (CE) N° 853/2004 por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal. *Diario Oficial de la Unión Europea* L 139/55. Disponible en:  
[https://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/sanidadExterior/controlesSanitarios/instaAlmacen/pdf/Reg\\_853\\_2004\\_HA.pdf](https://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/sanidadExterior/controlesSanitarios/instaAlmacen/pdf/Reg_853_2004_HA.pdf)

**Ramírez Vásquez N, Arroyave Henao O, Cerón Muñoz M F, Jaramillo M, Cerón J, & Palacio L G 2011** Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 22:31-4. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n22/n22a04>

**Rasmussen M D, Blom J Y, Hjort Nielsen L A, & Justesen P 2001** The impact of automatic milking on udder health. Second international symposium on mastitis and milk quality. Vancouver, BC, Canada, September 13-15, 2001. Disponible en:  
<http://www.nmconline.org/articles/amsuddhlth.pdf>

**Rasmussen M D, Madsen N P 2000** Effects of milking vacuum, pulsator airline vacuum, and cluster weight on milk yield, teat condition, and udder health. *Journal Dairy Science*, 83:77- 84

**Reinemann D J, Mein G A, Rasmussen M D, Ruegg P L 2005** Evaluating milking performance. Bulletin-International Dairy Federation 396:1-24 Disponible en: <http://www.dairyweb.ca/Resources/IDF/MilkingEvaluation.pdf>

**Reneau J K 2002** Milk quality mindset, pages 1-9 in Proceedings of the Great Lakes Dairy Conference, Oregon, Ohio

**Robert C 2006** Continuous monitoring of machine milking, in Bulletin of the International Dairy Federation (IDF) 404:1-27

**Rodríguez-Martínez G 2006** Comportamiento de la Mastitis Bovina y su impacto en algunos Hatos de la Sabana de Bogotá, Colombia. Revista de Medicina Veterinaria, 12:35-55.

**Ruiz-Cortés T, Orozco S, Rodríguez L S, Idárraga J & Olivera M 2012** Factores que afectan el recuento de UFC en la leche en tanque en hatos lecheros del norte de Antioquia-Colombia. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 15(1), 147-155.

**Santos Prestes D, Filippi A, & Cecim M 2002** Susceptibilidade à mastite: fatores que a influenciam – uma revisão. Factors affecting mastitis susceptibility: a revision. Revista da FZVA Uruguaiana, 9:118-132

**Seabrook M F 1984** The psychological interaction between the stockman and his animals and its influence on performance of pigs and dairy cows. Veterinary Record 115(4):84-87.

**Serrano P & Tavera M 2010** INTA. Disponible en: [http://inta.gob.ar/documentos/estati-control-ii/at\\_multi\\_download/file/EstatiControlll.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/estati-control-ii/at_multi_download/file/EstatiControlll.pdf)

**Sinapis E, Diamantopoulos K, Abas Z, & Vlachos I 2006** Effect of vacuum level on milking efficiency, somatic cell counts (SCC) and teat end wall thickness in ewes of Greek mountain Boutsiko breed. Livestock Science 104:128-134. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141306001156>

**Sinapis E, Marnet P G, Skapetas B & Hatziminaoglou I 2007** Vacuum level for opening the teat sphincter and the change of the teat end wall thickness during the machine milking of mountainous Greek breed (Boutsiko) ewes. Small ruminant research. 69:136-143. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448806000174>

**Skapetas B, Katanos J, Laga V, Sinapis E & Hatziminaoglou I 2008** Vacuum level for opening the teat sphincter and the change in the teat end wall thickness in response to the

machine milking of indigenous Greek goats. Czech Journal of animal Science, 53(3):112-118

**Sterrett A E, Wood C L, McQuerry K J & Bewley J M 2013** Changes in teat-end hyperkeratosis after installation of an individual quarter pulsation milking system. Journal of dairy science, 96(6):4041-4046

**Ströbel U, Rose-Meierhöfer S, Öz H, & Brunsch R 2013** Development of a control system for the teat-end vacuum in individual quarter milking systems. Sensor, 13(6):7633-7651

**Tarabla H & Dodd K 1990** Associations between farmers' personal characteristics, management practices and farm performance. The British Veterinary Journal 146(2):157-164

**The Council of the European Communities 1992** Council Directive 92/46/EEC of 16 June 1992. Laying down the health rules for the production and placing on the market of raw milk, heat-treated milk and milk-based products. 39 p. <http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/mr/mr03en.pdf>

**Vaarst M, Paarup-Laursen B, Houe H, Fossing C, & Andersen H J 2002** Farmers' Choice of Medical Treatment of Mastitis in Danish Dairy Herds Based on Qualitative Research Interviews. Journal dairy science, 85:992–1001

**Valeeva N I, Lam T, & Hogeveen H 2007** Motivation of dairy farmers to improve mastitis management. Journal dairy science, 90:4466-4477

**Van der Ploeg J D 1999** Bedrijfsstijlen als socio-technische netwerken. Pages 110-156 in De virtuele boer. first ed. Van Gorcum & Crompt B.V., Assen.

**Van Schaik G, Green L E, Guzman D, Esparza H & Tadich N 2005** Risk factors for bulk milk somatic cell counts and total bacterial counts in smallholder dairy farms in the 10th region of Chile. Prev. Vet. Med. (USA). 67:1-17

**Van Weerkum C, Kuiper D, & Bos E 1999** Communicatie en innovatie. En Inliding, Alphen aan de Rijn. NL Samsom.

**Vásquez J F, Loaiza E T y Olivera M 2012** Calidad higiénica y sanitaria de leche cruda acopiada en diferentes regiones colombianas. Orinoquia, 16(2):13-23. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v16n2/v16n2a02>

**Wenz J R, Jensen S M, Lombard J E, Wagner B A, & Dinsmore R P 2007** Herd management practices and their association with bulk tank somatic cell count on United States dairy operations. *Journal of dairy science*, 90(8):3652-3659.

## Capítulo 2

### **Caracterización de sistemas de producción lechera de Antioquia con sistemas de ordeño mecánico.**

Este capítulo pretende caracterizar los sistemas de producción lechera con equipo de ordeño del Norte de Antioquia, según características agroecológicas, de gestión, producción y calidad de leche, forrajes y tipo de equipo de ordeño.

El artículo fue aceptado para su publicación en la revista *Livestock Research for Rural Development* de mayo de 2018:

**Múnera Bedoya Oscar David, Cassoli Laerte D, Ángel Martha Olivera and Cerón Muñoz Mario Fernando 2018** Caracterización de sistemas de producción lechera de Antioquia con sistemas de ordeño mecánico. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 30, Article #81. <http://www.lrrd.org/lrrd30/5/ceron30086.html>

En el Anexo 1 se incluye la encuesta de caracterización del Proyecto de Investigación Láctea para Antioquia “ILA” de la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín y que cuenta con el apoyo de FAGA y la Corporación Antioquia Holstein.

## **Caracterización de sistemas de producción lechera de Antioquia con sistemas de ordeño mecánico.**

**Oscar David Múnera-Bedoya<sup>1,\*</sup>, Laerte D Cassoli<sup>2</sup>, Martha Olivera Ángel<sup>3</sup>, Mario Fernando Cerón-Muñoz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Grupo de Investigación GaMMA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Calle 70 No. 52 – 21 Medellín – Colombia*

<sup>2</sup> *ESALQLab, Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, SP, Brazil.*

<sup>3</sup> *Grupo de Investigación Biogénesis, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Calle 70 No. 52 – 21 Medellín – Colombia*

### **Resumen.**

El objetivo del estudio fue caracterizar los sistemas de producción lechera con equipo de ordeño del Norte de Antioquia, según características agroecológicas, de gestión, producción y calidad de leche, forrajes y tipo de equipo de ordeño. La tecnificación del ordeño y la implementación de programas de BPG han contribuido al aumento del índice tecnológico en el sector, aumentando su competitividad en el mercado. Se encuestaron 117 hatos lecheros con sistema de ordeño mecánico pertenecientes a los municipios lecheros del altiplano norte de Antioquia. Análisis de estadística descriptiva, correlaciones y análisis de clúster fueron empleados para caracterizar los sistemas de producción. Se encontró que la ubicación de los hatos lecheros posee una gran influencia sobre la conformación de los sistemas de producción. Las variables cuantitativas relacionadas con tamaño del predio y nivel de producción del sistema presentaron correlaciones altas y son las que mejor describen los grupos de variables para clasificar los hatos. Para variables cualitativas se encontró que las relacionadas con gestión del hato e implementación de programas de buenas prácticas ganaderas y el sistema de ordeño describieron los hatos involucrados en el estudio. Existe una fuerte influencia sobre los sistemas de producción lechera en el norte de Antioquia de la ubicación geográfica de los hatos, la cual puede ser explicada por su proximidad a centros de industrialización láctea y la presión de los procesos de urbanización, los cuales están influenciando la eficiencia en la producción por unidad de área, la capacidad de carga, la proporción de animales lactando con respecto al total de animales en el hato y el tipo de equipo de ordeño, sin embargo para parámetros de calidad

higiénica y sanitaria de leche en tanque aún la región no ha alcanzado los estándares de calidad reglamentarios.

**Palabras clave:** ganadería de leche, nivel de tecnificación, calidad de leche, buenas prácticas ganaderas.

### **Introducción.**

Los sistemas de producción agropecuaria locales enfrentan grandes desafíos debido a la globalización, deben implementar estrategias de gestión que les permita adaptarse a los cambios del entorno y mantener un nivel de competitividad sustentable (Aguilera *et al*/2003). En respuesta a ello, los productores de leche han buscado optimizar procesos a través de la introducción de tecnologías en las labores de ordeño, el almacenamiento y conservación de leche fría y la adopción de programas en Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), como respuesta a la presión de la industria láctea y en cumplimiento de las normativas vigentes (MPS 2006; MADR 2012).

En el departamento de Antioquia, Colombia, la producción primaria de leche bovina se desarrolla, en su mayoría, en la región del altiplano norte, con manejos de ordeño de tipos manual y mecánico (Ruiz-Cortés *et al* 2012). En los últimos años se ha observado una fuerte tendencia a la implementación de sistemas de ordeño mecánico tanto en sala como en potrero. Si bien Ruiz-Cortés *et al* (2012) reportaron que el 80% de predios en el trópico bajo como en el trópico de altura a nivel nacional conservaban el ordeño a mano, la tendencia observada en la región norte de Antioquia debe corresponder a una proporción mucho más baja, la cual resulta de importancia determinar para implementar programas de capacitación y transferencia tecnológica acordes a las necesidades de los productores.

Al comparar el nivel tecnológico de fincas lecheras del Norte de Antioquia Barrios & Olivera (2013) encontraron que los hatos con ordeño mecánico generan en promedio mayores niveles de producción que los que utilizan ordeño manual. La tecnificación del ordeño y la implementación de programas de BPG han contribuido al aumento del índice tecnológico en el sector en la región, aumentando su competitividad en el mercado, mejorando las condiciones laborales de los operarios y la salud de la ubre. Aumentos en el índice tecnológico en el sector lácteo local contribuyen a la reducción de los costos de producción y se consideran una estrategia de gestión primaria que permiten al productor de leche incrementar sus beneficios y cuidar el margen, toda vez que las deficiencias

tecnológicas inciden en la calidad de la leche que se produce en los hatos (Von Keyserlingk *et al* 2013), además, la tendencia a la implementación de sistemas de ordeño mecánico y su puesta en marcha ha llevado a una optimización del ordeño, aumentos en la producción de leche por vaca, los promedios del rebaño, y el interés por el ajuste de frecuencias e intervalos de ordeño, sin que se ponga en riesgo la funcionalidad de la glándula mamaria, aunque, su utilización puede inducir muchos trastornos de la ubre (Pařilová *et al* 2010), entre ellos daños en el esfínter del pezón, en especial en la punta del pezón causando alteraciones en el tapón de queratina (Barkema *et al* 1999), impactos negativos en el tejido del pezón (Ströbel *et al* 2013; Sinapis *et al* 2006; Sinapis *et al* 2007; Skapetas *et al* 2008), traumatismos en los pezones y ordeño incompleto favoreciendo la penetración y colonización de la glándula por patógenos. Santos *et al* (2002), respuestas neurohormonales, supresión de la función inmune (Santos *et al* 2002), debilitamiento de la eficiencia de los mecanismos de defensa sistémica y local (Rasmussen y Madsen 2000). La velocidad de ordeño también causa efectos sobre la anatomía del conducto y el tamaño y la forma del pezón (Pařilová *et al* 2011). Mayores niveles de producción de leche por animal fueron reportados en hatos con sistemas de ordeño mecánico en el norte de Antioquia en un estudio desarrollado por Barrios & Olivera (2013), con valores de 17,2 vs 15,3 litros/vaca/día comparado con el sistema de ordeño manual. En el mismo estudio se registraron costos inferiores en el litro de leche en aquellos hatos en los cuales se disponía de sistema de ordeño mecánico, la diferencia fue del 8,33%.

La presente investigación pretendió caracterizar hatos que emplean equipos de ordeño mecánico en el altiplano norte de Antioquia, según sus características agroecológicas, de gestión, producción y calidad de leche, forrajes y tipo de equipo de ordeño.

## **Materiales y Métodos.**

Localización y selección de fincas.

El estudio se realizó en la subregión Norte de Antioquia, Colombia (latitud 6°17'14"N hasta 7°14'31"N y longitud 75°11'45"W hasta 75°44'03"W). Se seleccionaron 117 fincas distribuidas en los municipios de Bello (24), San Pedro de los Milagros (25), Donmatías (11), Entrerriós (23), Belmira (13), San José de la Montaña (4), Santa Rosa de Osos (11) y Yarumal (6). La selección se realizó teniendo en cuenta la implementación de sistemas de ordeño mecánico (en sala o en potrero) antes del año 2013 y la disponibilidad de los productores para participar de forma voluntaria en la investigación.

Recolección de datos.

Una encuesta de caracterización del hato fue aplicada de forma presencial al ganadero o administrador del hato. El diseño de la encuesta estuvo a cargo de profesionales de la zootecnia, veterinaria, agronomía y desarrollo rural del Proyecto de Investigación Láctea para Antioquia “ILA” (Anexo 1). La encuesta fue validada en 10 fincas que no participaron de la investigación por personal vinculado al proyecto. La información colectada se manejó anónimamente y los entrevistados expresaron su consentimiento informado verbalmente y además firmaron un acuerdo para autorizar la entrada de personal del proyecto en la finca y proporcionar la información necesaria. El proyecto no presentó ningún riesgo para la salud de los participantes y su contribución fue voluntaria. La información recopilada se utilizó intensa y exclusivamente para esta investigación y no fue suministrada a otras personas.

Estructura de la base de datos.

Para la caracterización de los hatos con equipo de ordeño mecánico se generó una base de datos que reunió información de tipo agroecológico, gestión, producción y calidad de leche, forrajes, tipo de equipo de ordeño y BPG a partir de la encuesta de caracterización. Dentro de los grupos de variables evaluadas se destacan:

VARIABLES agroecológicas: Municipio donde se ubica la finca, distancia desde el centro poblacional al cual pertenece y el predio (en km), altura en metros sobre el nivel del mar (medida en el sitio de ordeño con sistema de posicionamiento satelital GARMIN referencia GPSmap 60CSx que usa la metodología de altímetro barométrico), la temperatura media de la región en la cual se ubica el predio, topografía de la finca (plana, ondulada y quebrada, expresada en porcentaje según criterio del propietario o administrador). Se incluyó además información sobre vías de acceso al predio (destapada, pavimentada o trocha).

Para la Información de manejo y gestión del hato se incluyó el área total del predio, área destinada a producción de leche, área de protección de bosques o reservas de agua y área destinada a la producción de pastos de corte. Las áreas fueron calculadas y registradas por personal vinculado al proyecto utilizando las funciones de cálculo de áreas y trazado de mapas del sistema de posicionamiento satelital GARMIN referencia GPSmap 60CSx. Se incluyó información sobre la tenencia de mapas del predio o registro de áreas de potreros antes del inicio del proyecto. La titularidad o tenencia del predio en modalidad de arriendo

también fue considerada dentro de las variables de gestión evaluadas. En cuanto a recurso humano vinculado al hato se indagó el número de empleados vinculados bajo la modalidad de ocasional y fijo-tiempo completo, además del número de empleados que presentaban algún grado de parentesco o relación familiar con el propietario. La vinculación de personal técnico profesional al sistema de producción también fue considerada, discriminando sobre el tipo de asesor contratado (veterinario, zootecnista, agrónomo u otro).

La información sobre el nivel de implementación de BPG fue obtenida a través del diligenciamiento de las listas de chequeo del ICA para sistemas de producción con sistema de ordeño mecánico y su nivel de implementación y adopción del sistema de gestión de calidad según lo contemplado en el decreto 616 de 2006 del Ministerio de la Protección Social (MPS 2006). La lista de chequeo fue diligenciada al inicio del proyecto por personal vinculado al proyecto. Una vez diligenciado el formato se relacionó si el predio contaba con certificación como hato libre de brucelosis, tuberculosis o BPG. Un porcentaje de cumplimiento de la lista de chequeo fue calculado para los hatos que no se encontraban certificados en la norma BPG.

La información de calidad de leche de los tanques se obtuvo a través de muestras de tanque con un volumen de mínimo 8 mL de leche siguiendo el protocolo de toma, envío, recepción y análisis del laboratorio de calidad e inocuidad de leche de la Universidad de Antioquia, el cual está acreditado bajo la norma NTC-ISOIEC 17025/2005. Se realizó un análisis para parámetros composicionales de la leche y CCS en un equipo CombiFoss Plus MilkoScan (Foss, Denmark) y para UFC fue empleado un BactoScan™ FC+. Los análisis se basan en citometría de flujo, previa calibración de los equipos con leche cruda estándar (Eastern Laboratory Services, Medina, OH, USA).

En la base de datos se incluyó información relacionada con el número de animales en ordeño por hato, volumen de producción por animal (litros/día) e información de calidad composicional de leche (porcentaje de grasa, proteína, sólidos totales), calidad sanitaria (CCS) e higiénica (UFC). Para cada una de las variables de calidad de leche en tanque (grasa, proteína, sólidos totales, CCS y UFC) fue calculado el valor promedio a partir de los valores reportados en un periodo de cinco meses previos a la aplicación de la encuesta para cada hato, garantizando un mínimo de 3 análisis de leche por tanque.

Grupos raciales y número de animales por fase productiva fueron incluidos en la encuesta para la caracterización del inventario bovino de cada finca. En la base de datos se incluyó

el número total de animales bovinos del hato y la proporción de animales en ordeño (lactando), vacas secas, novillas de levante y toros. Los grupos raciales fueron analizados por las categorías que presentaron mayores proporciones (holstein, jersey, otros grupos raciales).

Información de la producción de forrajes en la finca fue incluida en la base de datos al relacionar información sobre periodo de rotación de potreros (en días), poseer información sobre la composición del pasto (bromatológico), tener sistema de riego y realizar aforos. Las proporciones de especies forrajeras (kikuyo (*Cenchrus clandestinus Hochst. ex Chiov. Morrone*), raygrass, falsa poa (*Holcus lanatus*), trebol rojo (*Trifolium sp.*), trebol blanco (*Trifolium sp.*), otros) implementadas en los hatos fueron estimadas por los técnicos del proyecto y los propietarios o administradoras y reportadas como porcentajes. También se relacionó el tipo de pastoreo que se venía implementando en el hato al momento de la visita (rotacional, rotacional por franjas, otros).

Información general sobre el sistema de ordeño fue incluida en la encuesta. El sitio de ordeño (sala o potrero), número de máquinas de ordeño y tanques de enfriamiento de leche que hay en la finca. El tipo de línea de conducción de leche del equipo de ordeño (alta, media, baja o descarga a cantina) también fue considerado.

#### Análisis estadístico.

Para caracterizar los hatos con sistema de ordeño mecánico en cuanto a las variables agroecológicas, de gestión, producción y calidad de leche, forrajes y tipo de equipo de ordeño se realizaron análisis descriptivos por municipio. Se identificaron correlaciones para los grupos de variables cuantitativas. Correlaciones policóricas para variables categóricas fueron aplicados a los demás grupos de variables. La relevancia metodológica de este análisis radica en que la mayoría de las escalas psicométricas se compone de reactivos dicotómicos y politómicos (principalmente formatos Likert). Las variables que presentaron altas correlaciones fueron agrupadas a través de un análisis de clúster con el fin de reducir la dimensionalidad de los datos, similar a un modelo de factor de estructura simple. Para el análisis de clúster fue empleada la librería psych (Revelle & Zinbarg 2009) del R-project software (R Core Time 2014).

## **Resultados y discusión.**

Las mayores proporciones de hatos con sistema de ordeño mecánico en el presente estudio fueron observadas en los municipios de Bello, Entreríos y San Pedro de los Milagros, los cuales representaron el 61,53% del total de hatos participantes. La participación de los hatos de Belmira, Donmatías y Santa Rosa de Osos fue cercana al 10% para cada municipio. Menores proporciones de hatos con equipo de ordeño incluidos en el estudio fueron observadas en los municipios de San José de la Montaña y Yarumal (3,42 y 5,13%, respectivamente).

La implementación de equipos de ordeño en las fincas contribuye al aumento del nivel de tecnificación de las empresas. Municipios cercanos al principal centro poblacional del departamento presentaron mayores participaciones de hatos con equipo de ordeño en el presente estudio. Estos municipios poseen mejor topografía e infraestructura vial. Estudios sobre el nivel de intensificación en la producción primario de leche desarrollados en la misma región identificaron que los municipios que son cercanos a Medellín (en su orden Bello, San Pedro de los Milagros, Belmira, Donmatías y Entreríos) se caracterizan por poseer precios de la tierra más altos que los otros municipios en estudio (Ruiz *et al* 2017), coincidiendo con lo reportado por Holmann *et al* (2004), quienes encontraron que las fincas más productivas eran de fácil acceso, estaban localizadas cerca a los centros de mercado y tenían un alto valor comercial de la tierra. Por lo anterior, para los sistemas de producción lecheros de Antioquia, el equipo de ordeño, puede considerarse entre los indicativos de tecnificación o intensificación del sistema de producción, el cual podría responder a necesidades de los productores para mejorar parámetros relacionados con producción de leche, como podrían ser número de animales en producción por empleado, litros producidos, proporción de vacas en ordeño, entre otros.

### Información agroecológica.

Con respecto a las variables agroecológicas de los predios, se encontró que la altura promedio de los hatos analizados fue de 2546,89±156,2 msnm, valores superiores fueron medidos en los municipios de Belmira, San José de la Montaña, Santa Rosa de Osos y Yarumal, los cuales presentaron altitudes medias superiores a los 2600 msnm y corresponden a localidades que se encuentran ubicados en el extremo norte del altiplano norte del departamento de Antioquia. Los municipios de Donmatías, San Pedro de los Milagros, Entreríos y Bello que se encuentran más próximos al Valle de Aburrá presentaron

alturas promedio de 2468 msnm. Con respecto a la ubicación de los hatos, se encontró que las fincas que se encuentran a mayor distancia del área urbana de las localidades a la cual pertenecen se sitúan en el municipio de Bello y se encuentran a 17,08 km, seguidas de las fincas de Yarumal y Santa Rosa de Osos. Los hatos de San Pedro de los Milagros y Entrerríos presentaron ubicaciones promedio más próximas a las áreas urbanas (Tabla 2.1).

**Tabla 2.1.** Descripción agroecológica de los hatos con sistemas de ordeño mecánico por municipio.

Municipio	Distancia (km)	Altura (msnm)	Temperatura (°C)	Topografía (%)			Acceso (%)		
				Plana	Ondulada	Quebrada	Destapado	Pavimentado	Trocha
Bello	17,08±8,16	2540±38,93	16,78±0,79	20,33	58,98	20,7	75,00	20,83	4,17
Belmira	10,85±6,1	2694,92±171,39	15,48±1,74	10,73	44,7	44,6	84,62	7,69	7,69
Donmatias	7,27±4,01	2287,36±118,49	17,53±2,24	11,97	58,43	29,6	100,00	0,00	0,00
Entrerríos	6,98±5,39	2513,85±92,44	16,21±0,98	12,39	71,46	16,2	95,65	8,70	0,00
San José	9,7±6,02	2653,75±238,76	13,92±2,02	7,5	85	7,5	75,00	25,00	0,00
San Pedro	6,48±3,45	2534,2±130,98	16,25±0,96	16,62	64,02	20	88,00	4,00	0,00
Santa Rosa	12,95±8,92	2674,18±103,63	16,53±1,73	20,67	64,99	14,3	100,00	0,00	0,00
Yarumal	13,58±8,2	2603,83±158,06	16,44±1,19	23,33	61,67	15	83,33	16,67	0,00
TOTAL	10,4±7,46	2546,89±156,2	16,34±1,46	15,88	62,46	21,8	88,03	10,26	1,71

Temperaturas medias de 16,34±1,46 °C fueron reportadas en los hatos, valores bajos fueron reportados en los municipios de San José de la Montaña y Belmira. Donmatías fue el municipio que mayor temperatura presentó, con 1,19 °C por encima del promedio total de los hatos. En cuanto a la estructura topográfica media, se encontraron terrenos ondulados en el 62,46% de los hatos del altiplano norte de Antioquia. La proporción promedio más alta de topografía ondulada se observó en los municipios de San José de la Montaña y Entrerríos (85 y 71,46%, respectivamente). Yarumal presenta niveles similares en las áreas promedio para topografía ondulada y quebrada con niveles cercanos al 44% en ambos casos. Estudios desarrollados por Posada *et al* (2013) en la región, recomendaron considerar, entre otras variables, la topografía de las fincas para el

establecimiento de los diferentes genotipos de especies forrajeras como los rye grasses, ya que la topografía afecta la temperatura y humedad de suelo, además del movimiento del agua sobre la superficie e interior del suelo. Programas de establecimiento de forrajes en la región deben ser planeados basados en las condiciones particulares de los terrenos. Áreas onduladas y quebradas deben buscar especies que ayuden a minimizar procesos erosivos y garanticen la producción de forraje a bajo costo.

Aun cuando las condiciones topográficas sean favorables, la mayoría de las fincas vinculadas al estudio presentaron acceso por vías terciarias que no están asfaltadas (88,03%), lo cual podría dificultar los procesos de suministro de materias primas y transporte de la leche producida durante periodos de fuertes lluvias.

Información de gestión del hato.

Dentro de los aspectos relacionados con la gestión de los hatos (Tabla 2.2), se encontró que una alta proporción de los hatos incluidos en el estudio poseían título de propiedad a nombre del ganadero (86,32%), dato que correspondió al reportado por Ruiz *et al* (2017), quien encontró titulaciones a nombre de los ganaderos en el 87% de los sistemas ganaderos de la misma región. A su vez más del 90% de los hatos del presente estudio poseen planos del predio, variable que resulta indispensable para determinar capacidades de carga, consumos de forrajes por animal y manejo de rotaciones de potreros, establecimiento de forrajes y planeación del hato.

Los hatos con sistemas de ordeño del altiplano norte presentaron áreas promedio de 29,39 has, con predios más extensos en Belmira y Santa Rosa de Osos y fincas más pequeñas en municipios como Entrerríos y San Pedro de los Milagros. Del total del área de los predios vinculados al estudio cerca del 83% está destinada a la producción ganadera, proporción que fue mayor en los municipios de Entrerríos y Santa Rosa de Osos. El porcentaje de área destinado a la producción ganadera fue bajo en el municipio de Belmira (53,35%), valor que estuvo influenciado por el porcentaje alto de área destinada a la protección de bosques que existe en las fincas del municipio (16%). Con respecto a las áreas de protección, Ruiz *et al* (2017), encontraron que para la región alrededor del 55% de los predios presentaban pequeñas porciones de bosques, sin que se presentara conectividad entre ellas. Cabe resaltar la dependencia a los recursos hídricos de los sistemas ganaderos de la región y su susceptibilidad a cambios en los regímenes de lluvias, lo cual se ve agravado por las

condiciones topográficas y la baja proporción de áreas de conservación. El promedio del porcentaje de área destinada a protección de bosques en las fincas de los otros municipios correspondió al 9,68%. Se encontró que para los hatos evaluados, el área de pasto de corte porcentualmente fue baja (0,44%), destacándose el municipio de San José de la Montaña el cual no presenta áreas destinadas a la producción de forrajes de corte (Tabla 2.2).

**Tabla 2.2.** Descripción de variables relacionadas con el manejo de hatos con sistema de ordeño mecánico en el altiplano norte de Antioquia.

Municipio	Área total (ha)	Área Producción (%)	Área Bosque (%)	Área Corte (%)	Posee planos (%)	Título propiedad (%)
Bello	33,47	77,71	10,64	0,42	95,83	95,83
Belmira	46,62	53,35	16,30	0,51	84,61	84,61
Donmatías	25,06	81,44	7,58	1,04	100	90,91
Entrerriós	20,6	87,38	11,65	0,29	82,61	100
San José	25,25	82,30	11,88	0,00	75	75
San Pedro	21,13	78,89	17,98	0,36	86	96
Santa Rosa	43,57	84,92	16,07	0,23	90,91	100
Yarumal	28,54	76,77	17,89	0,67	100	83,33
Total	29,39	82,77	9,68	0,44	93,16	86,32

El promedio de empleados en los sistemas de producción lechera con equipo de ordeño fue de  $2,14 \pm 1,74$  con vinculación permanente, Bello fue el municipio que tenía lecherías con mayor número de personas bajo la modalidad de vinculación permanente ( $3,33 \pm 2,82$  empleados por hato) y San José de la Montaña el que poseía menos, situación que contrasta en este municipio con la mayor vinculación de mano de obra familiar, es decir, empleados laboran en la ganadería y que además tienen algún grado de consanguinidad con el ganadero con 0,75 empleados por hato, valor superior al promedio que fue de solo  $0,32 \pm 0,74$  empleados para los hatos de la región (Tabla 2.3). En cuanto a mano de obra ocasional, San Pedro de los Milagros y Yarumal presentaron mayor número de empleados (0,88 y 0,83 respectivamente), el promedio de la región fue de  $0,64 \pm 0,81$ , muy por encima

de lo reportado en Belmira ( $0,31 \pm 0,48$ ). El personal en la ganadería de leche especializada constituye un factor determinante en la sustentabilidad de la empresa agropecuario. FEDEGAN (2010), estimó que la mano de obra a nivel nacional representaba alrededor del 42% del costo total del litro de leche para sistemas intensivos, reconociendo además que en empresas sobresalientes con adecuados programas de gestión podría destinar para el mismo rubro hasta un 15,3%.

La presencia de profesionales agropecuarios en los hatos está representada en mayor proporción por los veterinarios (Tabla 2.3). El 70,19% de los hatos poseen mínimo un profesional y en el 69,23% de los casos corresponde a un veterinario. Belmira y Entrerriós fueron los municipios en que se cuenta con menor presencia profesional con 53,82 y 52,17% de los hatos, respectivamente. Los zootecnistas son los profesionales con menor vinculación, solamente un 19,65% de los hatos cuenta con el servicio de este tipo de profesional, siendo superados por los agrónomos, los cuales prestan servicios en el 22,22% de las fincas; un estudio realizado por Garzón Castañeda (2014) reportó que la ganadería intensiva en Colombia se ha caracterizado por requerir de mano de obra más especializada y una mayor infraestructura, lo que demanda una mayor inversión, situación que muchas veces los ganaderos no están dispuestos a asumir.

Dentro de las estrategias para optimizar los procesos de producción, los ganaderos del Norte de Antioquia han implementado programas de gestión de calidad. Un 35,04% de los hatos evaluados en el presente estudio se encontraban certificados en BPG (Tabla 2.4) los municipios con mayor proporción de hatos certificados fueron Belmira y Bello, para el municipio de San José de la Montaña no se encontró ningún hato certificado en BPG. Porcentajes de cumplimiento de puntos críticos para la certificación superiores al 70% fueron observados en Bello, Belmira, San Pedro de los Milagros y Yarumal, los tres primeros municipios se encuentran próximos a los principales centros de industrialización. Altas tasas de rotación de empleados pueden influir en el cumplimiento de requisitos en los procesos de certificación, afectando los niveles de preparación del personal en el manejo de registros y el conocimiento de la norma. Los puntos críticos en el proceso de certificación correspondieron a la capacitación del personal (con un nivel de cumplimiento del 28,20%), la implementación de protocolos (20,13%) y el manejo de registros (52,99%). El manejo adecuado de droga veterinaria y el cumplir con la certificación de uso de la tierra (POT), fueron los criterios con mayor nivel de cumplimiento en los municipios analizados, lo que evidencia la sincronía entre los entes territoriales de orden municipal para formalizar las

producciones agropecuarias, los productores que buscan dar cumplimiento a las normas vigentes y el grado de formalidad en la comercialización de productos veterinarios. La implementación de estrategias de gestión como el registro adecuado de los eventos relacionados con la actividad cotidiana en la ganadería, la implementación de protocolos de las labores y la capacitación del personal se constituyen en estrategias que acercan a los ganaderos al cumplimiento de los requisitos para acceder a la certificación en BPG.

**Tabla 2.3.** Estructura laboral de las fincas de lechería especializada con equipo de ordeño del Norte de Antioquia.

Municipio	Mano obra Profesional (%)				Número de empleados		
	Agrónomo	Veterinario	Zootecnista	Profesional	Ocasional	Fijos	Familiar
Bello	29,17	79,16	25,00	79,16	0,71±1,16	3,33±2,82	0,29±0,75
Belmira	7,69	53,85	15,38	53,85	0,31±0,48	2,30±1,75	0,31±0,48
Donmatias	27,27	81,82	36,36	90,91	0,64±0,5	2,27±1,35	0,45±0,93
Entrerríos	17,39	47,83	8,70	52,17	0,47±0,73	1,34±0,57	0,35±0,65
San José	0,00	75,00	25,00	75,00	1,00±0,00	1,75±0,96	0,75±0,96
San Pedro	28,00	68,00	16,00	68,00	0,88±0,83	1,92±1,15	0,24±0,83
Santa Rosa	27,27	81,82	27,27	81,82	0,45±0,69	1,82±0,98	0,00±0,00
Yarumal	16,67	100,00	16,67	100,00	0,83±0,75	1,50±1,22	0,83±1,17
TOTAL	22,22	69,23	19,65	70,19	0,64±0,81	2,14±1,74	0,32±0,74

Las variables relacionadas con producción de leche son reportadas en la Tabla 2.5. Se encontró que el promedio de producción de leche por vaca fue de 18,37 litros/día, con producciones por encima de 19 litros/día fueron obtenidas en los municipios de San Pedro de los Milagros, Belmira y Bello, municipios que a su vez presentaron el mayor número de animales en ordeño (superior a 46 animales/día), el promedio de animales en ordeño para la región fue de 49,21 animales/día. Producciones menores fueron reportadas por Barrios & Olivera (2013) y Márquez (2011) quienes encontraron niveles de producción cercanos a los 16 litros/animal/día en ambos estudios desarrollados en hatos de la misma región. Una

clasificación del tamaño de los hatos basados en el número de animales en ordeño según lo reportado por Barrios & Olivera (2013) permitió catalogar a los predios de Bello y Belmira como grandes por poseer más de 50 animales en ordeño, mientras que los municipios restantes fueron catalogados como medianos por poseer entre 32 y 49 animales en ordeños.

**Tabla 2.4.** Proporción porcentual de cumplimientos de puntos de evaluación del programa de certificación en Buenas Prácticas Ganaderas en Hatos con equipo de ordeño del altiplano norte de Antioquia.

Municipio	Registro	Maneja	Maneja	Empleado	Capacita	Certificación	Certificado	Certificado	Cumple	%
	ICA	protocolos	registros	con EPS	empleados	Brucella y Tuberculosis	en BPG	POT*	Medicamentos	cumple
Bello	83,33	83,33	79,17	95,83	41,67	100	54,17	100	95,83	80,48
Belmira	92,31	61,54	61,54	76,92	46,15	100	61,54	100	100	73,98
Donmatias	90,91	18,18	9,09	90,91	90,09	100	27,27	100	100	61,34
Entrerríos	82,61	26,09	34,78	82,61	13,04	100	13,04	95,65	95,65	63,35
San José	50,00	50,00	25,00	25,00	0,00	75,00	0,00	75,00	75,00	46,88
San Pedro	92,00	68,00	64,00	92,00	36,00	100	36,00	100	100	79,64
Sta Rosa	90,91	18,18	45,45	81,82	9,09	81,82	18,18	81,82	90,91	59,09
Yarumal	66,67	66,67	66,67	83,33	50,00	83,33	50,00	83,33	100	72,92
Total	85,47	52,13	52,99	85,47	28,2	86,58	35,04	95,73	96,58	70,86

POT: plan de ordenamiento Territorial.

EPS: Afiliado a entidad prestadora de salud.

En cuanto a parámetros composicionales los niveles promedio de metabolitos lácteos fueron mayores en el municipio de Bello. Para producción de grasa, el nivel promedio fue de 3,77%, con valores mayores en los municipios de San Pedro de los Milagros, San José de la Montaña y Bello. La proteína láctea promedio para la región fue de 3,11%, con valores promedio entre 3,08 y 3,13% para los municipios evaluados. Para el CCS, los valores promedio fueron de 293010 cel/mL, valores menores se registraron en los municipios de San José de la Montaña y Santa Rosa de Osos. Niveles menores de CCS en tanque para la región fueron reportados por Barrios & Olivera (2013) con valores promedio de 250273 cel/mL. Para Barrios & Olivera (2013) valores de CCS en tanque inferiores a 200000 cel/mL bajo las condiciones productivas de los hatos de la región evaluada en el presente estudio podrían incrementar de manera importante el nivel de ingresos del productor y, por lo tanto, su nivel de competitividad aumentando los precios de venta de leche.

Para UFC, Barrios & Olivera (2013) sugirieron como parámetro de referencia para calidad higiénica de la leche 25000 UFC/mL. En el presente estudio solo el municipio de San José de la Montaña presentó valores promedio menores de UFC de los sugeridos (Tabla 2.5). Los valores promedio para la región fueron de 175330 UFC/mL. El resultado fueron mayores a los reportaos por Ruiz-Cortés *et al* (2012) y Barrios & Olivera (2013) para hatos de la misma región con valores de 115932 UFC/mL y 93364 UFC/mL, respectivamente.

**Tabla 2.5.** Descripción de niveles promedio de producción y calidad de leche en tanque de sistemas lecheros especializados con equipo de ordeño en el altiplano norte de Antioquia.

Municipio	Vacas en ordeño	Litros/vaca/día	Producción diaria/hato (litros)	Grasa en leche (%)	Proteína en leche (%)	Sólidos totales (%)	CCS (miles cel/mL)	UFC (miles/mL)	Temperatura tanque (°C)
Bello	61,95	19,09	1287,51	3,85	3,12	12,36	273,6	54,66	4,00 ±0
	±48,59	±3,49	±1145,63	±0,46	±0,25	±0,66	±130,18	±132,11	
Belmira	53,31	19,56	1048,51	3,77	3,09	12,19	269,38	19,15	4,00 ±0,00
	±31,55	±3,54	±644,97	±0,26	±0,18	±0,5	±118,44	±25,1	
Donmatias	46	17,69	827,78	3,68	3,08	12,16	307,03	52,09	4,00 ±0
	±15,32	±2,4	±327,96	±0,43	±0,15	±0,49	±81,41	±112,68	
Entrerriós	43,69	16,88	769,18	3,74	3,13	12,14	278,07	238,17	4,00 ±0,00
	±23,73	±2,32	±500,65	±0,41	±0,13	±0,8	±159,47	±0,002	
San José	32,5	16,26	566,05	3,89	3,125	12,47	217,00	71,50	4,00 ±0,00
	±12,69	±4,66	±397,01	±0,31	±0,13	±0,47	±83,63	±129,69	
San Pedro	46,99	19,93	954,42	3,89	3,10	12,32	348,17	121,14	4,02 ±0,09
	±27,89	±3,40	±620,96	±0,48	±0,13	±0,49	±192,47	±364,19	
Santa Rosa	44,45	16,55	677,16	3,58	3,08	11,98	249,45	365,29	4,05 ±0,15
	±29,61	±2,63	±554,15	±0,59	±0,14	±0,71	±101,53	±461,15	
Yarumal	45,5	17,97	776,17	3,54	3,1	11,97	354,17	928,17	4,00 ±0,00
	±39,17	±6,47	±640,48	±0,44	±0,17	±0,41	±265,88	±1819,88	
Total	49,21	18,37	936,51	3,77	3,11	12,22	293,01	175,33	4,00 ±0,07
	±32,58	±3,52	±730,88	±0,44	±0,16	±0,62	±153,03	±594,62	

El inventario bovino de los municipios presentó valores promedio más altos para los municipios de Bello y Belmira (Tabla 2.6). Para la región, se encontró que los hatos por municipio poseían 93,32 bovinos/hato, de los cuales el 57,82% correspondía a animales en producción de leche. Los municipios en los cuales la proporción de animales en ordeño fue

alta correspondieron a San Pedro de los Milagros, Donmatías y Entrerríos. Para San José de la Montaña, Belmira y Santa Rosa Osos, se encontró que correspondieron a los municipios con mayor proporción de animales en etapa de levante. Municipios cercanos al centro del departamento y a los centros de industrialización y que poseen mayor precio de la tierra y mejor infraestructura vial poseen mayor proporción de animales.

En cuanto a grupos raciales (Tabla 2.6), la mayor proporción de animales poseen una base genética Holstein (75,52%). Seguido de otros grupos raciales que correspondió al 14,57% de los animales. En este grupo se incluyeron grupos genéticos con frecuencias menores a 10% (BON, Gyr y cruces). Los animales Jersey se encontraron con mayores frecuencias en los municipios de Donmatías, Yarumal y Entrerríos.

**Tabla 2.6.** Conformación del inventario bovino de hatos con sistema de ordeño mecánico en el altiplano norte de Antioquia.

Municipio	Inventario total					Grupo racial (%)		
	Bovinos total/hato	Vacas lactando (%)	Vacas secas (%)	Toros (%)	Animales levante (%)	Holstein	Jersey	Otros
Bello	120,83±109,16	56,91	8,34	0,20	34,54	70,10	5,10	24,81
Belmira	106,31±62,26	51,01	10,56	0,73	37,69	68,26	11,82	19,90
Donmatias	87,64±45,5	58,41	9,48	0,49	31,61	73,6	13,34	13,15
Entrerríos	82,45±56,63	58,78	7,08	0,69	33,44	79,26	12,48	8,28
San José	73,75±19,47	43,04	9,25	0,60	47,09	75,00	8,00	17,00
San Pedro	83,42±70,76	65,78	8,27	0,25	25,69	80,44	9,55	9,98
Santa Rosa	85,9±51,17	52,79	10,18	0,68	36,36	79,35	9,67	11,05
Yarumal	75,17±50,55	57,36	9,33	1,16	32,14	75,00	12,50	12,57
Total	93,32±72,05	57,82	8,69	0,50	32,99	75,52	9,93	14,57

La alimentación forrajera en los hatos participantes estaba basada en pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov. Morrone) con el 70,09% de los hatos en monocultivo y el 18,80% asociaciones de kikuyo con rye grasses (Tabla 2.7).

**Tabla 2.7.** Descripción del sistema de producción de forrajes en hatos con sistema de ordeño mecánico del altiplano norte de Antioquia.

Municipio	Rotación (días)	Pasto corte (%)	Realiza bromato-lógico (%)	Riego (%)	Realiza Aforo (%)	Especie forrajera (%)			Tipo pastoreo (%)	
						Kikuyo	kikuyo-RyGrass	otros	rotación-franjas	rotación
Bello	41,71 ±7,60	12,50	54,17	54,17	50,00	70,83	25,00	4,17	91,67	8,33
Belmira	41,93 ±7,91	7,69	0,00	38,46	23,08	84,62	0,00	15,38	23,08	76,92
Donmatias	35,45 ±7,39	18,18	0,00	27,27	18,18	72,73	9,09	18,18	9,09	90,91
Entrerriós	41,33 ±5,37	17,39	8,70	26,09	34,78	82,61	4,35	13,04	86,96	13,04
San José	42,75 ±6,55	0,00	0,00	25,00	25,00	50,00	50,00	0,00	75,00	25,00
San Pedro	42,12 ±5,78	8,00	16,00	28,00	36,00	76,00	16,00	8,00	92,00	8,00
Sta Rosa	42,54 ±4,18	0,00	18,18	18,18	18,18	54,55	27,27	18,18	81,82	18,18
Yarumal	39,17 ±12,59	16,67	50,00	16,67	66,67	16,67	66,67	16,67	100,00	0,00
Total	41,15 ±6,95	11,11	20,51	32,48	35,04	70,09	18,80	11,11	88,03	11,97

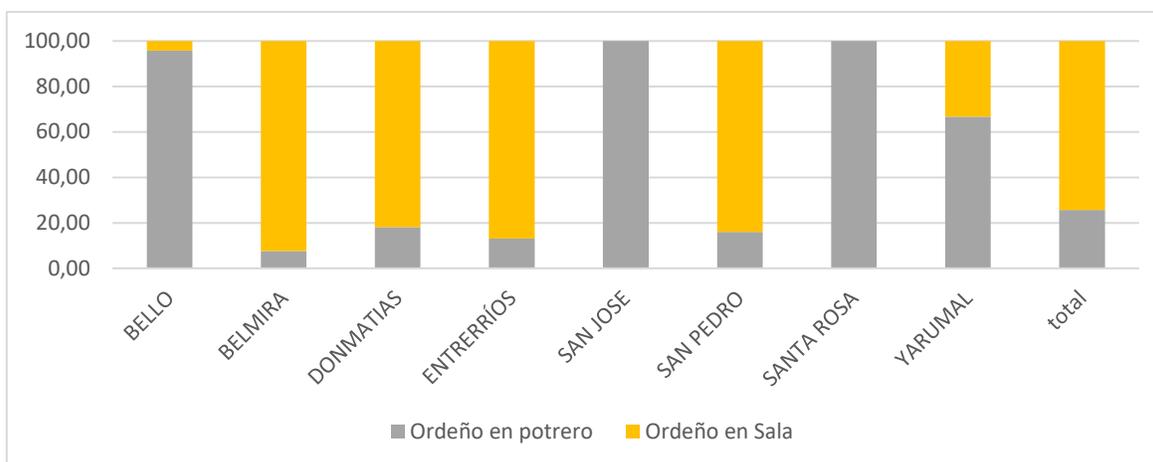
Se presentó una alta participación porcentual promedio de hatos con esta última asociación en los municipios de Yarumal y San José de la Montaña (66,67 y 50%, respectivamente). El porcentaje de fincas con pastos de corte fue del 11,11%, en los municipios de Santa Rosa de Osos y San José de la Montaña no se observaron estas fuentes de forraje (Tabla 2.7). Resultados similares fueron reportados por Benavides Patiño (2016), quien encontró

que el principal sistema de pasturas en el altiplano norte de Antioquia correspondía a pastoreo con Kikuyo y fueron diferentes a los obtenidos por Ruiz *et al* (2017) quienes reportaron asociaciones de gramíneas con leguminosas en cualquier proporción en el 66% de los hatos.

Las rotaciones de potreros duraron en promedio  $41,15 \pm 6,95$  días para el total de los hatos, siendo el municipio de Donmatías el que presentó menor periodo con 35,45 días, los demás municipios presentaron rotaciones entre 39 y 43 días promedio. El tipo de pastoreo más común es el pastoreo rotacional por franjas (88,03%). Benavides Patiño (2016) reportó para la misma región programas de manejo de forrajes de pastoreo similares, encontrando que el pastoreo rotacional en franjas con cerca eléctrica y dos franjas diarias (mañana y tarde) se constituía en el sistema de manejo más común, con tiempos de rotación de potreros en un rango entre 35 y 45 días.

Dentro de las prácticas agronómicas se identificó que solo el 20,51% de los hatos hacen examen bromatológico, análisis que es poco común en los municipios de Donmatías, Belmira y San José de la Montaña. El nivel de implementación de sistemas de riego es del 32,42%, fue más frecuente en Bello y Belmira.

En cuanto a los sistemas de ordeño mecánico, se encontró que el 74,36% de las fincas poseían sala de ordeño (Figura 2.1), siendo más frecuentes en los municipios de Belmira, Entreríos, San Pedro de los Milagros y Donmatías con frecuencias mayores a 80%. Si se establece una diferenciación entre sistema en potrero y sistema de ordeño en sala como indicativos de tecnificación, en el presente estudio se evidencia una diferenciación entre los hatos de municipios cercanos a Medellín, con excepción de Bello, en los cuales se presentaron mayores proporciones de sistemas en sala. Este resultado correspondió con el encontrado por Ruiz *et al* (2017), quien reportó que en el municipio de San José de la Montaña predominaban sistemas de producción lechera con bajo nivel de intensificación, caso contrario sucedió para los municipios cercanos a Medellín y con precios de la tierra más altos (Ruiz *et al* 2017).



**Figura 2.1.** Frecuencia de sitios de sistemas de ordeño en hatos del altiplano norte de Antioquia.

Se encontró que por cada ganadería se poseían 1,07 tanques de frío para el almacenamiento de leche y 1,18 equipos de ordeño, siendo que en los municipios de Santa Rosa de Osos y Yarumal se presentaron mayor número de equipos de ordeño y tanques de frío para almacenamiento de leche que en los otros municipios (Tabla 2.8).

**Tabla 2.8.** Descripción de sistemas de ordeño y sistema de almacenamiento de leche en hatos lecheros con ordeño mecánico del altiplano norte de Antioquia.

Municipio	Número tanques	Número equipos de ordeño	Línea de conducción de leche (%)			
			Alta	Media	Baja	Cantina
Bello	1,13±0,34	1,17±0,38	25,00	0,00	8,33	66,67
Belmira	1,00±0,00	1,08±0,28	23,08	0,00	30,77	46,15
Donmatías	1,09±0,30	1,18±0,60	9,09	0,00	9,09	81,82
Entrerríos	1,00±0,00	1,13±0,34	17,39	4,35	4,35	73,91
San José	1,00±0,00	1,00±0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
San Pedro	1,00±0,00	1,08±0,28	24,00	0,00	8,00	68,00
Santa Rosa	1,27±0,65	1,36±0,92	0,00	0,00	0,00	100,00

Yarumal	1,17±0,41	1,67±0,81	0,00	0,00	16,67	83,33
Total	1,07±0,28	1,18±0,48	17,09	0,85	9,40	72,65

La mayor proporción de equipos de ordeño poseen descarga a cantina (72,65%), en los municipios de Santa Rosa de Osos y Yarumal correspondió al total de hatos. Esta situación se debe en mayor proporción a la cantidad de equipos de ordeño mecánico en potrero que se encuentran en la zona, los cuales están diseñados para que la leche una vez ordeñada sea almacenada en cantina hasta ser transportada al tanque de frío, por esta razón, todos los sistemas de ordeño en potrero, poseen descarga a cantina. Para equipos que no poseían descarga en cantina, la conducción más común fue la de línea alta (17,09%).

Se observaron correlaciones entre medias a altas ( $> 0,6$  o  $< -0,6$ ) para las variables cuantitativas ( $p < 0,05$ ), especialmente en las relacionadas con tamaño del sistema de producción, nivel productivo de la finca y la mano de obra (Tabla 2.9).

	Área total (ha)	Área producción (%)	Área bosque (%)	número tanques frío	número equipos ordeño	Mano obra fija	producción leche total	producción leche/vaca	inventario bovino total
Área total (ha)	1	-0.42	0.21	0.55	0.51	0.48	0.6	0.73	0.71
Área producción (%)	-0.42	1	-0.66	-0.03	0.02	-0.01	-0.06	-0.06	-0.05
Área bosque (%)	0.21	-0.66	1	-0.08	-0.07	-0.01	0.05	0.03	0
número tanques frío	0.55	-0.03	-0.08	1	0.8	0.4	0.5	0.5	0.45
número equipos ordeño	0.51	0.02	-0.07	0.8	1	0.33	0.5	0.53	0.41
Mano obra fija	0.48	-0.01	-0.01	0.4	0.33	1	0.78	0.76	0.7
producción leche total	0.6	-0.06	0.05	0.5	0.5	0.78	1	0.91	0.81
producción leche/vaca	0.73	-0.06	0.03	0.5	0.53	0.76	0.91	1	0.89
inventario bovino total	0.71	-0.05	0	0.45	0.41	0.7	0.81	0.89	1

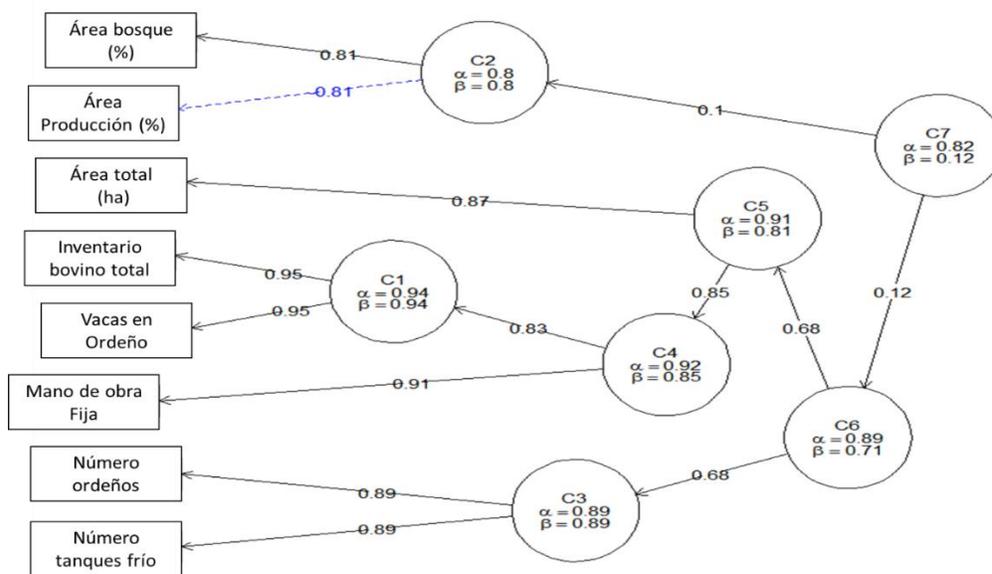
**Tabla 2.9.** Variables cuantitativas que presentaron correlaciones mayores a 0,6 líneas o menores a -0,6 y su relación en un estudio de caracterización de hatos con sistemas de ordeño mecánico del altiplano norte de Antioquia.

La agrupación de variables altamente correlacionadas ( $p < 0,05$ ) a través de un análisis de clúster para variables, permitió identificar 7 factores asociados a los sistemas de producción de los hatos (Figura 2.2). Cada uno de los factores presentó alfa de Crombach alto ( $> 0,80$ ), con una alta consistencia interna. De este modo, las variables que midieron las áreas destinadas a bosque y producción de leche fueron agrupadas y se correlacionaron alta y

negativamente, conformando el clúster 2, el cual se encontró más alejado de los demás clústeres y se relacionó con la proporción de áreas de las fincas.

El clúster 5 incluyó la variable área total de la finca (expresada en hectáreas), agrupándola con el clúster 4, formado por la variable número de empleados fijos vinculados a la finca y el clúster 1, compuesto por el inventario total de animales en la finca y el número de vacas lactantes en el sistema de producción.

El clúster 5 se relacionó con el clúster 6 que estuvo formado por variables relacionadas con la capacidad de ordeño la finca, al incluir el número equipos de ordeño/hato y número de tanques de almacenamiento de leche/hato. Así, el clúster 6 relacionó todas las variables relacionadas con capacidad instalada y productiva de la finca y el clúster 2 proporciones de las áreas de las de la finca. Un último clúster, el 7, relacionó los clústeres 2 y 6, agrupando así todas las variables consideradas.



**Figura 2.2.** Representación de la agrupación y las correlaciones de las variables cuantitativas empleadas para clasificar hatos lecheros con sistemas de ordeño mecánico del altiplano norte de Antioquia. ( $\alpha$ = alfa de Crombach;  $\beta$ = Beta de Revelle)

Los análisis de correlación policórica para las variables cualitativas ordinales y categóricas, mostró correlaciones entre medias a altas ( $> 0,6$ ) para las variables municipio, acceso al predio, sitio del ordeño, tipo de conducción de la leche en el equipo de ordeño, presencia de pasto de corte en la finca, realización de análisis bromatológicos, tipo de pastoreo,

realización de pruebas de antibiótico para vacas con problemas de mastitis, estado de la certificación del hato en brucella y tuberculosis y certificación en BPG (Tabla 2.10).

	Municipio	Vía acceso	Sitio de ordeño	línea de conducción vacío	Pasto de corte	Hace bromatológico	Tipo de pastoreo	Hace aforos	Prueba antibiograma	Libre de Brucella y tuberculosis	Certificado en BPG
Municipio	1	-0,28	-0,68	0,27	-0,20	-0,24	-0,05	-0,10	-0,25	-0,40	-0,22
Vía acceso	-0,28	1	-0,02	0,04	0,08	0,36	0,11	0,60	0,20	0,37	0,37
Sitio de ordeño	-0,68	-0,02	1	-0,65	0,5	0,13	-0,04	-0,09	0,20	0,48	0,31
línea de conducción de vacío	0,27	0,04	-0,65	1	-0,08	-0,11	-0,10	0,09	-0,20	-0,25	-0,18
Pasto de corte	-0,20	0,08	0,46	-0,08	1	0,38	-0,71	0,16	0,28	0,24	0,35
Hace bromatológico	-0,24	0,36	0,13	-0,11	0,38	1	-0,17	0,66	0,85	0,56	0,59
Tipo de pastoreo	-0,05	0,11	-0,04	-0,10	-0,71	-0,17	1	0,12	0,00	0,18	-0,10
Hace aforos	-0,10	0,60	-0,09	0,09	0,16	0,66	0,12	1	0,59	0,64	0,36
Prueba antibiograma	-0,25	0,20	0,20	-0,20	0,28	0,85	0,00	0,59	1	0,68	0,64
Libre de Brucella y tuberculosis	-0,40	0,37	0,48	-0,25	0,24	0,56	0,18	0,64	0,68	1	0,59
Certificado en BPG	-0,22	0,37	0,31	-0,18	0,35	0,59	-0,10	0,36	0,64	0,59	1

**Tabla 2.10.** Correlaciones entre variables cualitativas empleadas para caracterizar hatos con sistemas de ordeño mecánico del altiplano norte de Antioquia.

VARIABLES relacionadas con prácticas de control de procesos y gestión del hato se correlacionaron alta y positivamente ( $p < 0,05$ ). Así, la correlación de la práctica de “hacer antibiogramas a vacas con mastitis recurrente” y la “realización de análisis bromatológico regularmente” fue alta (0,85). La evaluación de la calidad del forraje y ajustar raciones para los animales a través de los bromatológicos se correlacionó con la realización de aforos (0,66). Los aforos además, presentaron correlación con el tipo de acceso al predio y el estado de la finca en cuanto a certificación para hato libre de brucellosis y tuberculosis. Los procesos de certificación como indicativo de gestión de calidad se vieron representados en las variables certificación en BPG y libre de brucellosis y tuberculosis. Estos resultados que relacionan la implementación de programas de certificación con el control y planeación del hato, ofrecen una visión sobre las estrategias de gestión que vienen implementando los ganaderos en la región, favoreciendo la toma de decisiones con enfoque basado en procesos, herramientas que permiten mejorar considerablemente la calidad higiénica y sanitaria de la leche e implementar programas nutricionales (Cerón-Muñoz *et al* 2015).

VARIABLES relacionadas con los parámetros agroecológicos presentaron correlaciones entre el municipio y el sitio de ordeño (sala o potrero). La conducción de la leche en el equipo de

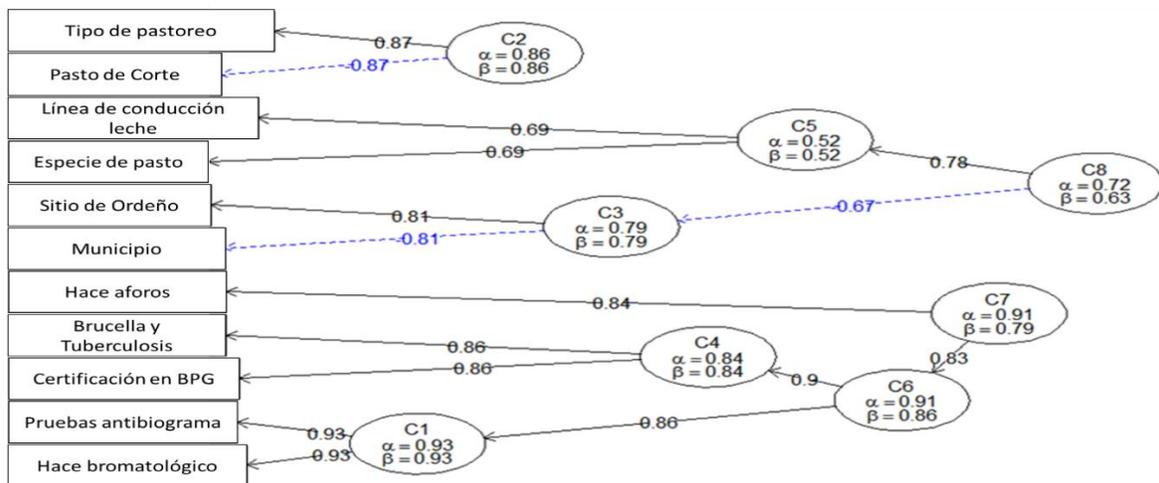
ordeño, que obedece al diseño del mismo, se correlacionó la ubicación del sistema de ordeño (potrero o sala).

Por último, correlaciones altas y negativas fueron observadas entre los tipos de pastoreo (franjas o rotacional por franjas) y la utilización de pastos de corte en los sistemas de producción lechera con ordeño mecánico en el norte de Antioquia.

Para las variables cualitativas, los análisis de correlación policórica permitieron identificar tres grupos de variables que explicaron los sistemas de producción lechera con equipos de ordeño mecánico del norte de Antioquia. Un primer grupo se relacionó con la producción de forrajes, el segundo con demografía y sistema de ordeño y el tercero con gestión de calidad (Figura 2.3).

Las variables relacionadas con el tipo de pastoreo de los animales y la presencia de pasto de corte fueron agrupadas en el clúster 2. El clúster 8, que agrupó variables espaciales o de ubicación y de equipo de ordeño estuvo compuesto por variables asociadas con el tipo de conducción de la leche en el equipo de ordeño y la especie de pasto utilizada en los hatos, esta dos variables fueron agrupadas en el clúster 5, el cual junto con el clúster 3 conformaron el clúster 8. Dentro del clúster 3, fueron agrupados el municipio donde se ubicaban los hatos y el sitio del ordeño en la finca (sala o potrero).

Las variables relacionadas con gestión de calidad en los hatos formaron el clúster 7, el cual a su vez se vio formado por la agrupación de la variable que reunió la realización de foros con el clúster 6. Dos grupos de variables definieron el clúster 6, el primero correspondió al clúster 4, conformado por la relación de las variables certificación de predio libre de brucelosis y tuberculosis y certificación en BPG. El segundo grupo, conformado por la realización de pruebas de antibiograma a vacas con mastitis recurrente y el análisis bromatológico de pastos para el balanceo de las raciones de los animales y el ajuste de capacidades de cargas y estimación de consumos de materia seca en los hatos, conformando así el clúster 1.



**Figura 2.3.** Representación de la agrupación y las correlaciones de las variables cualitativas empleadas para clasificar hatos lecheros con sistemas de ordeño mecánico del altiplano norte de Antioquia. ( $\alpha$ = alfa de Crombach;  $\beta$ = Beta de Revelle)

## Conclusiones

El altiplano norte de Antioquia viene presentando un proceso de adaptación productiva y tecnológica que responde a las demandas de la industria, lo cual se traduce en una mayor eficiencia de producción por operario y unidad de área. Para los hatos evaluados se encontró que los parámetros de calidad higiénica sanitaria de la leche de tanque no cumplían con los parámetros de referencia sugeridos para la región y los reglamentados a nivel nacional e internacional.

La alta proporción de sistemas de ordeño en sala observada en el presente estudio y su nivel de implementación en los municipios próximos al valle de Aburrá se pudo ver favorecida por la topografía mayormente plana a ondulada. Regiones con topográficas más quebradas y con condiciones menos favorables para el desplazamiento de los animales pueden encontrar en los sistemas de ordeño mecánico en potrero una alternativa deseable. En adición, los sistemas de ordeño mecánico en potrero ofrecen ventajas de fácil desmonte y transporte para los ordeñadores, su nivel de implementación podría estar relacionado con su bajo costo y como respuesta a posibles problemas de seguridad en los periodos en los cuales están siendo utilizados.

La implementación de estrategias de control productivo permite a los productores tomar decisiones y generar acciones de mejora programas de gestión como buenas prácticas

ganaderas en hatos del altiplano norte de Antioquia. La implementación de sistemas de ordeño mecánico en la región obedece a la misma tendencia, determinando no solo el nivel de tecnificación sino también las características y sitio de ubicación de los mismos, constituyéndose en un factor determinante en la estructura productiva de cada municipio, lo que permite establecer diferencias en las localidades cercanas a la ciudad de Medellín y de los municipios con mayor incidencia de ordeños mecánicos en potreros y menores niveles de implementación de las BPG.

### Referencias.

- Aguilera M, Bruna G, Brzovic F, Cerda R, Clark M, Chandía A, Domínguez J I, Espinoza A, Faúndez M, García P, Jara C, De Kartzow A, Kern W, Lerdón J, Marchant R, Mora M, Olavarría J, Paillacar R, Quijada A, Troncoso J L y Vargas G 2003 Fundamentos de gestión para productores agropecuarios: tópicos y estudios de casos consensuados por universidades chilenas. Programa. Santiago de Chile
- Barrios Hernández D & Olivera Ángel M 2013 Análisis de la competitividad del sector lechero: caso aplicado al norte de Antioquia, Colombia. *Innovar*, 23(48), 33. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v23n48/v23n48a04.pdf>
- Benavides Patiño L M 2016 Análisis energético y balance de nitrógeno a escala predial en sistemas ganaderos de lechería especializada en el norte de Antioquia con niveles de intensificación alto, medio y bajo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/55912/1/1090387550.2017.pdf>
- Cerón-Muñoz M F, Gutiérrez-Zapata D M, Bolivar-Vergara D M, Bedoya G I y Palacio L G 2015: Toma de decisiones basada en gestión de procesos: impacto en sistemas intensivos de producción de leche. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 27, Article #245. Retrieved March 13, 2017, from <http://www.lrrd.org/lrrd27/12/cero27245.html>
- Cerón-Muñoz M F, Ramírez Arias J P, Bolivar-Vergara D M, Bedoya G I y Palacio L G 2015 Buenas prácticas ganaderas: Caracterización de sistemas de producción bovina de leche en el Norte Antioqueño y su relación con calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 27, Article #216. Retrieved March 11, 2017, from <http://www.lrrd.org/lrrd27/11/cero27216.html>

- FEDEGAN 2010. Costos e indicadores de la productividad en la ganadería colombiana. Foro Empresarización y competitividad ganadera. <https://es.slideshare.net/Fedegan/costos-e-indicadores-de-la-productividad-en-la-ganaderia-colombiana>
- Garzón Castañeda L.J, 2014. enfoque financiero del sector ganadero en Colombia 2010-2014. Universidad militar Nueva Granada. Facultad Ciencias Económicas. Disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13307/1/ENFOQUE%20FINANCIERO%20DE%20LA%20GANADERIA%20EN%20COLOMBIA.pdf>
- Holmann F, Rivas L, Carulla J, Rivera B, Giraldo L A, Guzmán S, Martínez M, Medina A y Farrow A 2004 Producción de leche y su relación con los mercados; caso Colombiano. Ciat, 1–80. [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/tropoleche/books/Produccion\\_leche\\_relacion\\_mercados\\_caso\\_Colombia.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/tropoleche/books/Produccion_leche_relacion_mercados_caso_Colombia.pdf)
- Márquez S 2011. Análisis histórico de la intervención productiva y reproductiva en un sistema de ganadería de leche especializado en el altiplano norte de Antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3), 401-401
- MPS, 2006. Decreto 616. Ministerio de la Protección Social. pp. 1-32.
- MADR, 2012. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Bogotá: s.n.
- Posada Ochoa, S., Cerón, J. M., Arenas, J., Fernando Hamedt, J., & Álvarez, A. (2013). Evaluación del establecimiento de ryegrass (*Lolium sp.*) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de cero labranza. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 8(1), 23-32.
- Pařilová, M., A. Jeřková, L. Stádník, and L. Štolc. 2010. Effect of milking vacuum and overmilking on selected milking characteristics. *Výzkum v chovu skotu* 52(3):35-43.
- Revelle, W. and Zinbarg, R. E. (2009) Coefficients alpha, beta, omega and the glb: comments on Sijsma. *Psychometrika*, 2009. <http://personality-project.org/revelle/publications/iclust.pdf>
- Team, R. C. (2016). R: A language and environment for statistical computing [Computer software]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. .
- Ruiz-Cortés, T., Orozco, S., Rodríguez, L. S., Idárraga, J., & Olivera, M. 2012. Factors that affect colony forming units in bulk milk of North Antioquia-Colombia dairy farms. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 147-155.

- Ruiz J F, Cerón-Muñoz M F, Barahona-Rosales R y Bolivar-Vergara D M 2017: Caracterización de sistemas de producción bovina de leche según el nivel de intensificación y su relación con variables ambientales y sociales asociadas a la sustentabilidad. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 29, Article #7. Retrieved March 12, 2017, from <http://www.lrrd.org/lrrd29/1/boli29007.htm>
- Von Keyserlingk M, Martin N, Kebreab E, Knowlton K and Grant *et al* 2013 Invited review: Sustainability of the US dairy industry. *Journal of Dairy Science* 96(9); 5405–25. <http://doi.org/10.3168/jds.2012-6354>

## Capítulo 3

### **Relationship between milk somatic cell count and operating conditions of milking equipment**

El objetivo de este estudio fue relacionar los valores de CCS del tanque de enfriamiento de leche con el cumplimiento de la norma ISO 6690/2007 en sistemas de ordeño mecánico en el altiplano norte de Antioquia.

Su desarrollo correspondió al objetivo tres de la tesis.

Para el desarrollo del presente capítulo se tuvo en cuenta el Formato de Evaluación de equipo de ordeño sugerido por la empresa Dimap S.A.S – GEA Farm Technologies que se presenta en el Anexo 2 y la Guía de diligenciamiento del formato Evaluación de equipo de ordeño (Anexo 3).

Fue elaborado según las normas de la revista *Indian journal of science and technology*. La guía de autor de la revista es presentada como Anexo 4 para según se requiere en el *Formato de tesis doctoral de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia*.

## **Relationship between milk somatic cell count and operating conditions of milking equipment**

**Oscar David Múnera-Bedoya<sup>1, \*</sup>, Laerte D Cassoli<sup>2</sup>, Mario Fernando Cerón-Muñoz<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Animal Genetics, Improvement and Modeling Research Group (GaMMA), Facultad de Ciencias Agrarias (Faculty of Agrarian Sciences), Universidad de Antioquia (University of Antioquia), Calle 70 No. 52 – 21 Medellín – Colombia; [odavid.munera@udea.edu.co](mailto:odavid.munera@udea.edu.co), [mario.ceron@udea.edu.co](mailto:mario.ceron@udea.edu.co)*

*<sup>2</sup>ESALQLab, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo Piracicaba, SP, Brazil; [laerte.cassoli@usp.br](mailto:laerte.cassoli@usp.br)*

### **Abstract**

**Objective:** To relate bulk tank SCC levels with ISO 6690/2007 compliance in mechanical milking systems of Northern Antioquia.

**Methods/Analysis:** Fifty five mechanical milking (pulsators, vacuum and milk lines) were compared to somatic cell count (SCC) assessed in the bulk tank. SCC were grouped in four classes: excellent, good, acceptable and deficient. Operation of the milking equipment was assessed according with ISO 6690/2007 parameters. A multiple correspondence analysis (MCA) was used to group the evaluation criteria of the milking equipments.

**Findings:** Three dimensions explained the original database with 31.3% of the total variance. Variables related to vacuum level were grouped in the first dimension. Milking phases and vacuum gauge were the variables that provided the most information for dimensions 2 and 3, respectively. 90.9% of the equipments did not comply with ISO 6690/2007 for parameters related to vacuum gauge accuracy and nominal vacuum deviation, which are related to working vacuum and nominal vacuum. However, this non-compliance was not associated with SCC.

**Application/Improvements:** milking equipments in the region are not properly maintained, which leads to non-compliance of quality standards, although this is not reflected in SCC. Milking equipment is an essential tool in dairy systems and should guarantee a simple operation that complies with animal welfare and milk quality standards

**Key words:** Animal welfare, biomechanics, dairy cattle, mammary gland

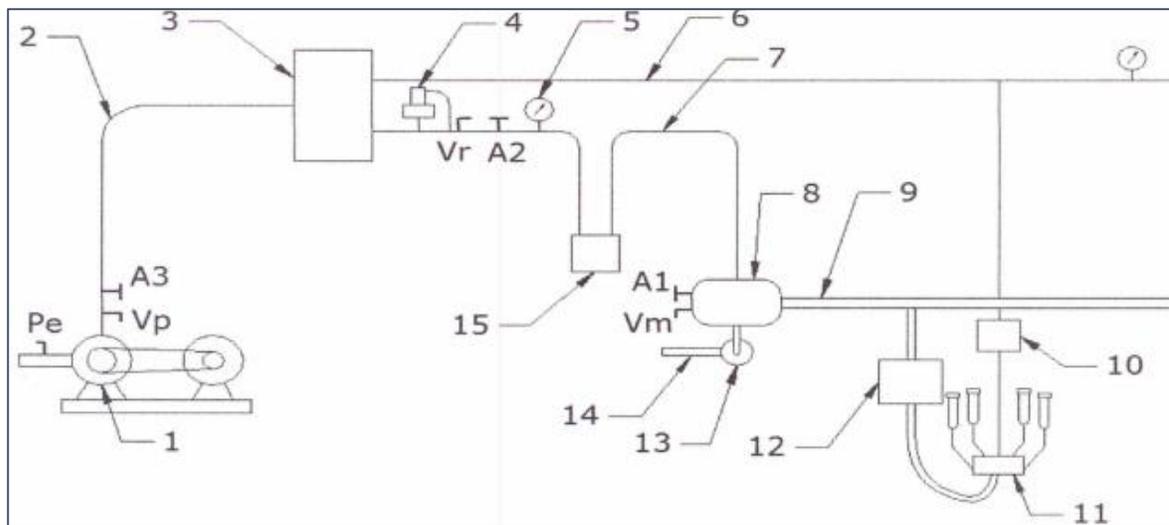
## **Introduction**

The milking equipment generates the greatest dynamic changes, efficiency and satisfaction for the dairy farmer (Gaworski and Rocha, 2016), and it is the most used tool in the farm (Reinemann, 2013). Thus, the acquisition of efficient and functional equipment must comply with adequate planning, installation, operation and maintenance to ensure a smooth operation, good animal welfare, and achievement of high milk quality standards.

Implementation of milking equipment has led to milking optimization as well as increases in milk yield per cow and total herd productivity (Armstrong, 1997). It has also brought an interest in the adjustment of milking frequencies and intervals without jeopardizing the mammary gland functionality. Nevertheless, the use of milking equipment can induce udder disorders including damage to the teat sphincter, which may increase bulk tank SCC, decrease milk production, and increase treatment costs (Pařilová et al 2010).

It is known that facilities and equipment have an effect on dairy cow comfort and milking efficiency (Gaworski and Leola, 2015). Some procedures have also been used to evaluate the effect of different factors on the milking parlour performance (Gaworski and Rocha, 2016). The milking systems can be evaluated with a set of data and indices directly connected with the work of a milking installation (Gaworski and Leola, 2015), thus the specifications for milking machines are regulated by international standards. According to Reinemann et al (2005), the main standards have been set by the International Organization for Standardization, such as ISO 3918/1996, ISO 5707/1996 and ISO 6690/1996. The current versions of those standards were presented in 2007 (ISO 3918/2007, ISO 5707/2007, and ISO 6690/2007).

Milking equipment components must operate in a synchronized manner. Figure 1 shows the main elements of a milking machine. The milking vacuum guarantees the so-called cluster or union between the teatcup and the teat during milking (Pařilová et al 2010; Pařilová et al 2011), which is a critical factor in the system due to the vulnerability of the mammary gland. The vacuum during milking depends on the design of the milking unit. Robert (2006) indicated that the vacuum should not differ by more than 2 kPa between the milk line and the milk recipient during milking. Vacuum stability is related to mastitis (Pařilová et al 2011; Ströbel et al 2013) and increase in bulk tank SCC levels.



*Figure 3.1. Sequence of measuring points of the milking installation.*

**1. Vacuum pump. 2. Main vacuum driving. 3. Vacuum tank. 4. Regulated vacuum. 5. Vacuum regulator. 5. Vacuum meter. 6. Pulse vacuum line. 7. Receiver vacuum supply. 8. Milk receiver. 9. Line of milk. 10. Push button. 11. Milking unit. 12. Measuring string. 13. Milk pump. 14. Download line. 15. Sanitary cover. Vm, Vr, Vp = connection points for vacuum measurements (where Vm = milk vacuum, Vr = regulator vacuum and Vp = main vacuum). (Adapted from ONN, 2012)**

Static and dynamic tests are used to evaluate the functioning of the milking equipment. The static tests are performed with the machine running but not milking (without cows) and include the assessment of vacuum fluctuations at various points of the line, removal capacity

of the vacuum pump (s), and efficiency of the regulator. The dynamic tests are conducted during milking (with cows) or simulated milking and measure vacuum stability in the milk line, milking vacuum in the teat tip, and pulsation phases (Calderón et al 2003). Both tests are performed using a regulator sensor, which is connected and disconnected at pre-established points following an evaluation protocol (Figure 1).

Vacuum is one of the most important parameters to consider during the evaluation of milking equipment. Traditionally, falling and sliding of the teatcup during milking have been associated with vacuum problems or with milk line diameter and slope (Robert, 2006). Those dimensions are used for milk line sizing in ISO 5707/2007 standard. Long milk lines can retain a large vacuum volume in the tubes, which has a damping effect on vacuum fluctuations, preventing it from a fast falling. Typical vacuum drops are caused by an insufficient milk line capacity or when sudden air intake exceeds the effective reserve.

Vacuum fluctuations within the cluster can lead to entrance of bacteria. Excessive congestion, blood edema, and interstitial fluid in the teat may appear when the pulsating massage ceases during vacuum (Pařilová et al 2011). Accurate records of vacuum levels and vacuum fluctuations during milking provide the best way to demonstrate the suitability of any milking system (Muthukumarappan et al 1995).

Pulsations during milking are intended to limit edema and teat congestion, and help reducing new intramammary infections. It is known that pulsation and pressure changes on the teat tip are related to increased risk of clinical and subclinical mastitis and deterioration of the teat sphincter (Sinapis et al 2007). Several researchers have studied the effect of pulsations on the health and integrity of the teat and udder (Sinapis et al 2006, Skapetas et al 2008). The milking speed can affect the anatomy of the streak canal and the size and shape of the teat (Pařilová et al 2011). Based on the above, milking (A-B) and massage phases (C-D) have been defined, with values in percentage or thousandths of a second, which allow evaluating any changes and the efficiency of the system.

Proper functioning of the equipment and a good milking routine lead to less stress for the animal through adequate vacuum and pulsations that do not alter the normal condition of the mammary gland. Stress associated with overmilking, inappropriate vacuum levels, and reduction in pulse rates affect the integrity of the streak canal, which is the main barrier

against infections (Pařilová et al 2010). The objective of this study was to relate bulk tank SCC levels with ISO 6690/2007 compliance in machines in dairy herds of northern Antioquia.

### **Materials and methods**

Fifty-five dairy farms in Northern Antioquia were evaluated for the functioning of milking equipment and bulk tank milk quality (SCC) to establish the influence of the equipment on SCC levels. The herds are located in Bello, San Pedro de los Milagros, Belmira, Entrerriós, Donmatías, and Yarumal municipalities (Antioquia, Colombia; 6°17'14" to 7°14'31" N 75°11'45" to 75°44'03" W), in lower montane moist forest (LM-mf). The genetic base of the animals was mostly Holstein, although Jersey, Swiss, among other breeds and crosses were also present. Animals grazed on Kikuyu grass (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. Ex Chiov.) Morrone) pastures in intensive systems and received supplementation whit concentrates according to milk yield at the time of milking. The average number of cows per farm was 45.

The evaluation of milking equipment was based on a static and dynamic test following ISO 6690/2007 standars. Vacuum evaluation and pulsations of the equipment were measured through the Pulse Test Comfort (GEA Farm Technologies), which is endorsed by the German Institute for Standardization (DIN) and the International Organization for Standardization ISO (GEA, 2011). Trials of the test bed designed by GEA Farm Technologies were applied based on ISO 3918/2007, ISO 5707/2007 and ISO 6690/2007.

Pulsators were tested while in operation, with the milk units connected to the milk line and the teatcups fixed with plugs. Six pulsation cycles were recorded for each unit. Each individual phase of the pulsation cycle was analyzed as a percentage.

Pulse and vacuum were measured using a Pulse Test Comfort with a flowmeter (capacity: 9900 L/min) and a digital vacuum gauge using GEA (2011) fallowing ISO 6690/2007 standards. Measurements were made at the points shown in Figure 1 for the following variables:

$$EI = VI - V2.$$

Where

$E1$  = Accuracy of the vacuum gauge (reference value  $\pm 1$  kPa);

$V1$  = Vacuum level read on the machine's vacuum gauge, with the equipment in "ready to milk" mode;

$V2$  = Vacuum level measured near the vacuum gauge of the machine, with the equipment in "ready to milk" mode.

$$E2 = V3 - V4$$

Where:

$E2$  = Sensitivity of the regulator (reference value  $\pm 1$  kPa).

$V3$  = Vacuum in the milking system (measured in Vm).

$V4$  = Service vacuum of the milking plant (measured in Vm), with the equipment in "milking" mode.

$$E3 = V0 - V4.$$

Where:

$E3$  = Nominal vacuum deviation (reference value  $\pm 2$  kPa).

$V0$  = Nominal vacuum for installation of the milking equipment, which varies according to the milk line (for high line and discharge in canteen it is 50 kPa; for medium line is 45 kPa; and for low line is 44 kPa)

$V4$  = Service vacuum of the milking plant (measured in Vm), with the equipment in "milking" mode.

$$E4 = V9 - V8.$$

Where:

$E4$  = Vacuum drop between receiver and vacuum regulator (reference value  $\pm 1$  kPa).

$V9$  = Vacuum in the control unit (measured 2 kPa below  $V4$ ), measured in  $Vr$ , with the unit in "milking"

$V8$  = Vacuum in the milking system (measured 2 kPa below  $V4$ ), measured in  $Vm$ , with the equipment in "milking" mode.

$$E5 = V10 - V8$$

Where:

$E5$  = Vacuum drop between receiver and vacuum pump (reference value  $\pm 3$  kPa).

$V10$  = Vacuum in vacuum pump (measured in  $Vp$ ), with the equipment in "milking" mode.

$V8$  = Vacuum in the milking system (measured 2 kPa below  $V4$ ), measured in  $Vm$ , with the equipment in "milking" mode.

$$E6 = V4 - VII.$$

Where:

$E6$  = Vacuum drop between receiver and the lowest pulse vacuum value (reference value  $\pm 2$  kPa).

$V4$  = Service vacuum of the milking plant (measured in  $Vm$ ), with the equipment in "milking" mode.

$VII$  = Lowest value of the maximum pulsation vacuum levels. Measured during the evaluation of the pulsators. Equipment in "milking" mode.

$$E8 = L4 - L2.$$

Where:

*E8* = Vacuum regulator leaks (reference value = Max. 35 L/min or 5% L3).

*L4* = Airflow without the vacuum control unit (measured in A1), with the unit in "milking" mode.

*L2* = Airflow with the vacuum control unit (measured in A1), with the unit in "milking" mode.

Milk quality from bulk tanks was obtained through tank samples (minimum volume: 8 mL milk) following the protocol for sampling, delivering, receiving and analyzing milk established by the Milk Quality and Safety Laboratory of the University of Antioquia, which complies with NTC-ISOIEC 17025/2005 standard. SCC was carried out in a CombiFoss Plus MilkoScan (Foss, Denmark) based on flow cytometry, previously calibrated with standard raw milk (Eastern Laboratory Services, Medina, OH, USA). The mean SCC of five months prior to milking equipment evaluation was calculated and milk quality ranges were generated (Table 3.1).

Information on production system and milking equipment -including location, type of milking system, milk line and SCC levels- was taken into account to characterize the herds.

Statistical analysis:

A multiple correspondence analysis (MCA) was used to evaluate compliance of the items and mean SCC levels during five months prior to milking equipment evaluation. The number of MCA dimensions was determined by cross-validation (Josse et al 2010). The MCA was applied using the MCA procedure and the Hierarchical Cluster Principal Component Analysis (HCPC) of FactoMineR library (Husson et al 2014) in R-project (R Core Team, 2014).

## Results and discussion.

Bulk tank SCC levels were  $310670 \pm 360650$  cells/mL (median: 233000 cells/mL). Excellent and good SCC levels were observed in 14.3 and 37.1% of bulk tanks (Table 3.1), while 25.7 and 22.9% were acceptable and deficient, respectively. These results contrast with those reported by Vásquez et al (2012) who estimated average values higher than 600 thousand cells/mL from bulk tanks located in several zones of the country. Our results were also similar than those by Cerón Muñoz et al (2015) who reported less than 400000 cells/mL for herds in the same region.

**Table 3.1.** Farm classification according to milk somatic cell counts (SCC) measured in bulk tank

Classification	SCC (1000 cells/mL)	Number of Farms	%
Excellent	< 150	8	14.3
Good	150 – 250	20	37.1
Acceptable	250 – 400	14	25.7
Deficient	> 400	13	22.9

Adapted from Ministerio de la Protección Social, Colombia (2006).

A total of three dimensions were calculated for MCA using the cross validation methodology, which explained 31.3% of the total variance in the database (Table 3.2). The MCA results of the 55 milking systems are presented in Tables 3.3 and 3.4.

**Table 3.2.** Eigenvalue, percentage of total variance, and percentage of cumulative variance for the three dimensions of the Multiple Correspondence Analysis.

Parameter	Dimension 1	Dimension 2	Dimension 3
Eigenvalue	0.19	0.15	0.12
Percentage of total variance	12.8	10.3	8.16
Percentage of cumulative variance	12.8	23.1	31.3

The majority of the milking activities were conducted in milking parlors (83.6%); the rest corresponded to milking systems directly on the paddock. The most common milk line was low line with 36.36% of the milking equipments; middle and high lines represented 3.64 and

32.7%, respectively. Milking systems with canteen discharge accounted to 27.3% (Table 3.3).

**Table 3.3.** Dimensions of the qualitative variables observed in milking equipment of farms located in Northern Antioquia.

Variable	Category	Percentage	Dimension 1		Dimension 2		Dimension 3	
			Cosine <sup>2</sup>	Coordinate	Cosine <sup>2</sup>	Coordinate	Cosine <sup>2</sup>	Coordinate
Municipality	Bello	30.9	0.002	-0.06	0.05	-0.34	0.02	-0.20
	Belmira	5.45	0.007	-0.35	0.02	-0.55	0.01	0.45
	Donmatias	9.1	0.1	1.02	0.2	1.41	0.03	0.50
	Entrerrios	23.6	0.12	-0.62	0.06	0.43	0.08	-0.51
	SanPedro	27.3	0.05	0.36	0.09	-0.48	0.04	0.34
	Yarumal	3.64	0.001	-0.14	0.04	1.01	0.01	0.59
Milking place	Pasture	16.4	0.29	1.21	0.16	0.91	0.13	0.82
	Parlor	83.6	0.29	-0.24	0.16	-0.18	0.13	-0.16
Milk conduction	Canteen	27.3	0.2	0.72	0.07	0.42	0.009	0.15
	High line	32.7	0.11	-0.47	0.09	-0.44	0.007	0.12
	Low line	36.4	0.001	-0.05	0.01	-0.15	0.11	-0.44
	Medium Line	3.64	0.02	-0.74	0.19	2.26	0.18	2.17
Type of teatcup	IQ <sup>1</sup>	7.27	0.07	-0.95	0.001	0.13	0.1	-1.10
	Normal	92.7	0.07	0.07	0.001	-0.01	0.1	0.09
SCC	Acceptable	25.7	0.002	0.07	0.04	-0.27	0.07	-0.37
	Good	37.1	0.02	0.17	0.01	0.13	0.06	0.29
	Excellent	14.3	0.1	-0.83	0.00	-0.03	0.03	0.45
	Deficient	22.9	0.001	0.07	0.01	0.32	0.04	-0.55

<sup>1</sup> Teatcup with a claw divided into 4 milk lines.

SCC: somatic cell count

The first dimension included 12.8% of the original variance and grouped vacuum-related variables E4, E8 and E5, which resulted in 65.5, 61.8 and 80% compliance, respectively. Variables related to proper condition and maintenance of the milking systems -in terms of ISO 6690/2007- were grouped by vacuum level and optimum operation of the regulator. Vacuum level and its stability in the equipment and milk line are the main factors favoring the attachment between teatcup and teat during milking (Pařilová et al 2010; Pařilová et al 2011).

Sudden air inlets to the system can cause falls in the vacuum level. Failure to comply with E4 may be associated with an improper dimensioning of the main air line and the components located between the vacuum pump and the receiver. Muthukumarappan et al (1995) reported that increases in vacuum ( $< 50$  kPa) and vacuum variations during milking ( $< 2$  kPa) increase the duration of phase A, resulting in shorter milking time, which may be associated with damage to the teat sphincter. In addition, vacuum variations in the milk line during normal milking can be associated with problems in the attachment between teatcup and teat, slippage from position, and even fall of the teatcup. According to Blowey and Edmondson (2010), the main causes of teat sphincter hyperkeratosis are too high vacuum levels, inadequate pulsations, and abrupt teatcup withdrawal without having cut the vacuum.

Dimension 1 explained vacuum generation, conduction, and regulation of the milking system by grouping vacuum pump, regulator, and receiver. Thus, vacuum generation, air intake into the system to maintain vacuum within recommended levels, and maintenance of vacuum reserves summarized the vacuum system of the milking equipment through measurements E4, E8 and E5 (Table 3.4).

The regulator maintains the vacuum in the system when the vacuum pump generates a larger vacuum than the amount needed by the milking unit (Skapetas, 2008). Nearly 73% herds in Bogotá savanna had vacuum level problems due to poor functioning or wrong placement of the regulator, as reported by Calderón et al (2003). The regulator (which monitors vacuum changes -due to vacuum loss, placement and removal of milking units, detachment of a teatcup, etc.) controls the amount of air admitted into the system, maintaining the vacuum level within a very narrow range. The probability for occurrence of mastitis increases 1.44 times when the regulator operates at less than 90% (due to poor placement of the regulator or its sensors, or when its capacity is less than that of the vacuum pump (s)) in comparison to cows milked with properly regulated equipment (Calderón et al 2008).

Teatcup sliding and falls are due to variations in the vacuum level. According to Robert (2006), these variations can occur during manipulation of the cluster union (teatcup and teat) and changes of equipment between cows. Reinemann, et al (2005) indicated that vacuum changes should not differ by more than 2 kPa in the line between receptor and milk during normal milking.

**Table 3.4.** Dimensions of the reference variables (ISO 6690/2007) observed in milking equipment of farms located in Northern Antioquia

Variable	Category	Percentage	Dimension 1		Dimension 2		Dimension 3	
			Cosine2	Coordinate	Cosine 2	Coordinate	Cosine 2	Coordinate
ISO <sup>1</sup>	no	90,91	0,206	0,144	0,069	0,083	0,166	-0,129
	yes	9,09	0,206	-1,436	0,069	-0,829	0,166	1,289
E1	no	58,18	0,039	0,167	0,067	-0,219	0,325*	-0,483
	yes	41,82	0,039	-0,232	0,067	0,305	0,325*	0,672
E2	no	9,09	0,046	0,679	0,098	0,988	0,036	0,601
	yes	90,91	0,046	-0,068	0,098	-0,099	0,036	-0,060
E3	no	54,55	0,063	0,229	0,022	0,136	0,401*	-0,578
	yes	45,45	0,063	-0,275	0,022	-0,164	0,401*	0,694
E4	no	34,55	0,518*	0,991	0,027	-0,226	0,053	0,317
	yes	65,45	0,518*	-0,523	0,027	0,119	0,053	-0,167
E5	no	20,00	0,376*	1,226	0,076	-0,552	0,010	0,201
	yes	80,00	0,376*	-0,307	0,076	0,138	0,010	-0,050
E6	no	16,36	0,117	0,774	0,038	0,442	0,137	-0,837
	yes	83,64	0,117	-0,152	0,038	-0,087	0,137	0,164
E8	no	38,18	0,428*	0,833	0,001	-0,040	0,007	-0,104
	yes	61,82	0,428*	-0,514	0,001	0,025	0,007	0,064
Milking phase	no	34,55	0,039	0,273	0,580*	-1,048	0,014	0,162
	yes	65,45	0,039	-0,144	0,580*	0,553	0,014	-0,085
Pulsator limping	no	16,36	0,315	1,268	0,037	-0,435	0,000	-0,016
	yes	83,64	0,315	-0,248	0,037	0,085	0,000	0,003
Massage phase	no	30,91	0,000	0,022	0,576*	-1,135	0,036	0,283
	yes	69,09	0,000	-0,010	0,576*	0,508	0,036	-0,127

\* Variables that contributed more information to the dimension.

<sup>1</sup> Complies with ISO 6690/2007.

*E1* = Accuracy of the vacuum gauge; *E2* = Sensitivity of the regulation; *E3* = Nominal vacuum deviation; *E4* = Vacuum drop between receiver and vacuum regulator; *E5* = Vacuum drop between receiver and vacuum pump; *E6* = Vacuum drop between receiver and the lowest pulse vacuum value; *E8* = Vacuum regulator leaks.

The phases of the milking process (massage phase and milking phase) were the variables that contributed the most to Dimension 2, which explained 10.3% of the total variance in the

database. The individual milking phases presented 65.5 and 69.1% compliance of the reference value for milking and massage phases, respectively. Those values compliance were lower than those reported by Calderón et al (2008) in herds located in Bogota savannah, with 97% compliance.

Even though vacuum and milking phases were grouped in different dimensions, the milking system should be considered as a dependent unit for each of its components. Muthukumarappan et al (1995) described the effect of vacuum fluctuations in the main line and the response rate on the milking phases. They reported increases in Phase A (a milking-phase constituent) when vacuum levels were high. The a-phase is determined by the intersection of the curve with vacuum levels 4 kPa above atmospheric pressure and 4 kPa below working vacuum (Muthukumarappan et al 1995). Öz et al (2010) reported that reductions in vacuum during phase D (component of the massage phase) occurred as airflow increased, providing a more effective teat massage. They also found that optimal vacuum levels in the massage phase (especially in phase D) provide the desired effect on the teats. This combination could be considered as an advantage of the system and focuses the attention on the importance of milking phases on udder health. Vacuum fluctuations within the cluster can lead to bacterial penetration. If the pulsating massage ceases when vacuum is being applied, excessive congestion and blood edema will result, causing an increase of interstitial fluids (Pařilová et al 2010).

Destabilization of the vacuum in the teat is related to mastitis and can be caused by inadequate duration of the milking phases or by a “limping” difference of more than 4% between the pulsation cycles to which each gland is subjected during milking (Neijenhuis and Hillerton, 2002). 85% of the herds complied with less than 4% limping (difference between pulsation cycles). Altering milking speed can affect the relationship between the massage and milking phases and generate mastitis.

Location of milking machine and compliance with variables E1 and E3 explained the third dimension of the analysis, with 8.2% of the total variance. These parameters provide information on the vacuum level of the equipment and are easy to measure and control. Thus, it is advisable for farmers to keep handy a properly maintained vacuum meter. E1 and E3 could be considered as reference values for controlling vacuum levels in the milking

equipment; its implementation offers useful information from the vacuum curve. Research in this area would contribute to the understanding of vacuum conditions in the milking facility and can be helpful during milking tests. The proper condition of the vacuum meter can be related to the milking parlor; milking in the pasture can have a greater influence of environmental factors, which can affect sensitive equipment such as the vacuum meter, which can be affected by shock or exposure to rainwater. Proof of this is the presence of broken or out of service vacuum meters installed in pasture milking systems, which suggests lack of control of vacuum levels.

The 9.1% of the systems complied with the totality of parameters evaluated to ISO 6690/2007 the variables that contributed more information ( $p < 0.05$ ) regarding compliance or non-compliance were “Total compliance with vacuum-related parameters E1 and E3”.

Only Entrerriós was different for SCC in farms with low SCC levels ( $p < 0.05$ ). This could have resulted from pressures by the important dairy plants in the area and the training and implementation of good livestock practices.

The variable “Milk conduction with discharge in canteen” was significant to describe for herds with excellent SCC classification. These farms could be associated with low technology, since they do not have final units and the conduction of milk to the cooling tank can take longer.

### **Conclusions.**

Most mechanical milking systems in Northern Antioquia do not meet the basic quality checkpoints required by ISO 6690/2007, which is the basis for the evaluation of milking equipment worldwide.

Milking systems with the lowest technology (milk collection in canteens) were associated with better milk quality parameters.

This study demonstrates the need to implement monitoring and evaluation programs to ensure the correct functioning of milking equipments due to the non-compliance levels observed.

No direct relationship was found between control points and SCC in bulk tank. Future studies should include SCC values for individual animals since discarding milk of animals with subclinical mastitis may be masking the effect of milking equipment on milk quality and udder health.

### **Aknowledgements.**

This article is part of the project “Fortalecimiento de la producción de la cadena láctea del distrito Norte Antioqueño” (“Strengthening the dairy chain production in Northern Antioquia”), agreement No. 2012AS180031 signed between Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del departamento de Antioquia (Department of Agriculture and Rural Development of Antioquia), Universidad Nacional de Colombia, Medellín (National University of Colombia, Medellín) and Universidad de Antioquia (University of Antioquia), with resources from Sistema General de Regalías (SGR in Spanish). Support was received from Comité Para el Desarrollo de la Investigación- CODI; Estrategia para la Sostenibilidad E01808, grupo GaMMA (Committee for Research Development –CODI; Sustainability Strategy E01808, GaMMA research group) and Programa de Estudios de Doctorado en Colombia de Colciencias; convocatoria 567 de 2012 (Colciencias Program for Doctoral Studies in Colombia; call 567 of 2012).

### **References**

- Armstrong DV. Milking frequency. Proceedings of the 3rd Western Dairy Management Conference. 13–15 March 1997, Las Vegas, Nevada, pp. 79–84.
- Blowey RW, Edmondson P. Mastitis control in dairy herds. 2<sup>th</sup> edn. Cabi: Gloucester, UK, 2010
- Calderón A, Donado P, Jiménez G, García G, García F. **Evaluación de los equipos de ordeño y sus implicaciones en la presentación de mastitis bovina en el altiplano cundiboyacense.** *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.* 2003, 50 (2), pp. 35-42.

- Calderón AC, Jiménez G, García F. **Determinación de Buenas Prácticas de ordeño en un grupo de gestión empresarial de ganaderos del Altiplano Cundiboyacense.** *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica.* 2008, 11 (1), pp. 143-152
- Cerón-Muñoz MF, Arias JR, Bolivar-Vergara DM, Bedoya GI, Palacio LG. **Buenas prácticas ganaderas: Caracterización de sistemas de producción bovina de leche en el Norte Antioqueño y su relación con calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda.** *Livestock Research for Rural Development.* 2015, 27 (11). <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd27/11/cero27216.html> Date accessed: 23/06/2016
- Evaluating milking performance. Bulletin-International Dairy Federation. <http://www.dairyweb.ca/Resources/IDF/MilkingEvaluation.pdf>. Date accessed: 23/06/2016
- Gaworski M, Leola A. **Comparison of dairy potential in Europe and its effect on assessment of milking systems.** *Agronomy Research.* 2015, 13 (1), pp. 223-230.
- Gaworski M, Rocha AGF. **Effect of management practices on time spent by cows in waiting area before milking.** *Engineering for Rural Development.* 2016, 25. pp.1300-1304
- GEA Farm Technologies. The measurement instrument for the professional. <https://www.yumpu.com/en/document/view/21491207/pulsotest-comfort-gea-farm-technologies>. Date accessed: 16/06/2015
- Health of dairy cows milked by an automatic milking system: Review of potential effects of automatic milking conditions on the teat. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NL2003000185> Date accessed: 23/06/2016
- ISO 3918/2007. Milking Machine Installations – Vocabulary. ISO - Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2007.
- ISO 5707/2007. Milking machine installations – Construction and performance. ISO - Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2007.
- ISO 6690/2007. Milking machine installations - Mechanical tests. ISO - Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2007.

- Josse J, Chavent M, Liquet M, Husson F. **Handling missing values with Regularized Iterative Multiple Correspondence Analysis.** *Journal of Classification.* 2010, 29 (1), pp. 91-116
- Ministerio de la Protección Social de Colombia 2006 Decreto 616. <http://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006D616.aspx>. Date accessed: 23/06/2016
- Multivariate exploratory data analysis and data mining. <https://cran.r-project.org/web/packages/FactoMineR/FactoMineR.pdf>. Date accessed: 08/01/2016
- Muthukumarappan K, Reinemann D J, Mein G. **Evaluation of vacuum recorders for milking machine performance testing. Paper 953273.** *American society of agricultural engineers.* 1995 Jun. 18-13 Jun. [http://www.uwex.edu/uwmril/pdf/milkmachine/performance-testing/95\\_asae\\_953273\\_vacuum\\_recorders\\_mk\\_djr\\_gam.pdf](http://www.uwex.edu/uwmril/pdf/milkmachine/performance-testing/95_asae_953273_vacuum_recorders_mk_djr_gam.pdf). Date accessed: 20/05/2016
- ONN. Organismo Nacional de Normalización del Cofocalec. Proyecto de Norma Mexicana. Sistema producto leche – equipos para ordeño mecánico – Especificaciones. <http://www.canilec.org.mx/Circulares%202012/93del12/PROY-NMX-F-704-COFOCALEC-2012%20110212.pdf>. Date accessed: 23/06/2016
- Öz H, Rose-Meierhöfer S, Ströbel U, Ammon C. **Comparison of the vacuum dynamics of conventional and quarter individual milking systems.** *Journal of Agriculture Science.* 2010, 16, pp. 162-168.
- Pařilová M, Jeřková A, Stádník L, Štolc L. **Effect of milking vacuum and overmilking on selected milking characteristics.** *Výzkum v chovu skotu.* 2010, 52 (3), pp. 35-43.
- Pařilová M, Jeřková A, Stádník L, Štolc L. **Effect of milking vacuum level and overmilking on cows' teat characteristics.** *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis.* 2011, 59 (5), pp. 193-202.
- R Core Team. RA language and environment for statistical computing. <https://www.R-project.org/>. Date accessed: 23/06/2016
- Reinemann DJ. Milking Machines and Milking Parlors. In: Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering. (2th ed.), Academic Press.; India. 2013, pp. 117-197.

- Sinapis E, Diamantopoulos K, Abas Z, Vlachos I. **Effect of vacuum level on milking efficiency, somatic cell counts (SCC) and teat end wall thickness in ewes of Greek mountain Boutsiko breed.** *Livestock Science*. 2006, 104, pp. 128-134.
- Sinapis E, Marnet PG, Skapetas B, Hatziminaoglou I. **Vacuum level for opening the teat sphincter and the change of the teat end wall thickness during the machine milking of mountainous Greek breed (Boutsiko) ewes.** *Small Ruminant Research*. 2007, 69, pp. 136-143.
- Skapetas B, Katanos J, Laga V, Sinapis E, Hatziminaoglou I. **Vacuum level for opening the teat sphincter and the change in the teat end wall thickness in response to the machine milking of indigenous Greek goats.** *Czech Journal of Animal Science*. 2008, 53 (3), pp. 112-118.
- Ströbel U, Rose-Meierhöfer S, Öz H, Brunsch R. **Development of a control system for the teat-end vacuum in individual quarter milking systems.** *Sensors*. 2013, 13 (6), pp. 7633-7651.
- Vacuum Regulation with a VFD Controller: Preliminary Tests and Modeling of the Vacuum System. [http://ceur-ws.org/Vol-1498/HAICTA\\_2015\\_paper25.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-1498/HAICTA_2015_paper25.pdf). Date accessed: 20/12/2016
- Vásquez JF, Loaiza ET, Olivera M. **The hygienic and sanitary quality of raw milk collected from different regions in Colombia.** *Orinoquia*. 2012, 16 (2), pp. 13-23

## Capítulo 4

# Influence of attitudes and behavior of milkers on hygienic and sanitary quality of milk.

El objetivo de este estudio fue establecer la influencia de las actitudes, el comportamiento y el conocimiento del ordeñador sobre los parámetros higiénicos y sanitarios (CFU y CCS) relacionados con la calidad de la leche del tanque.

Su desarrollo obedece al desarrollo del objetivo 2 de la investigación que pretendía “Relacionar la actitud y el comportamiento del personal vinculado al proceso de ordeño mecánico con el recuento de células somáticas y las unidades formadoras de colonia en leche de tanque”

Se incluye el formato de encuesta aplicado a los ordeñadores en el Anexo 5.

Fue desarrollado basado en las normas de la Revista PLOS ONE en la cual fue aceptado para publicación el día 29 de agosto de 2017. El Anexo 6 presenta la guía de autor de la revista, según requerimientos del Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia.

# **Influence of attitudes and behavior of milkers on the hygienic and sanitary quality of milk**

Oscar David Múnera-Bedoya<sup>1,2,\*</sup>, Laerte D. Cassoli<sup>3</sup>, Paulo F. Machado<sup>3</sup>, Mario Fernando Cerón-Muñoz<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia,

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Genética, Mejoramiento y Modelación Animal (GaMMA), Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia

<sup>3</sup> Clínica do Leite, Universidade de São Paulo – ESALQ. Piracicaba, São Paulo, Brasil.

\* Corresponding author

E-mail: [grupogamma@udea.edu.co](mailto:grupogamma@udea.edu.co)

## **Abstract**

Recognizing how human behaviors affect the milk process can be useful to understand variations in hygienic and sanitary parameters in bulk tank milk. Furthermore, this knowledge could be used to design management programs that guarantee milk quality, favoring the optimization of such processes. Forty six milkers from the same number of dairy farms in Antioquia province (Colombia) were interviewed to establish the main factors associated to milk quality. Technical knowledge, motivations, and behavior of the personnel and its effect on hygienic and sanitary quality of milk were evaluated. Quality was assessed in terms of colony-forming units (CFU) and somatic cell count (SCC) in bulk tank milk. Two

factors from a multivariate mixed data analysis were evaluated. One of those factors explained 9.51% of the total variability, related with in-farm availability and use of tools and the relationships between milker and manager. The other factor, associated with work environment and recognition, explained 6.97% of the total variability. The variables that best explained CFU levels were *Knowledge of the udder condition at milking*, and *Milking type (parlor or pasture)*. The SCC was associated to *knowledge of animal handling, schooling of milkers, milking site*, and the groups derived from the cluster analysis by farm. In conclusion, milker attitudes and behaviors can affect CFU and SCC in bulk tank milk.

## **Introduction**

Prices paid to dairy farmers worldwide increasingly depend on milk composition and quality. Composition depends on content of milk solids [1] while hygienic-sanitary quality is usually evaluated in terms of colony-forming units (CFU) and somatic cell counts (SCC). In Colombia, grams of fat and protein per liter as well as CFU levels determine the price paid to farmers [2], and efforts are on the way to include SCC [3].

Influence of mastitis and milking routines on milk quality is the subject of studies aimed to standardize milk production. Santana and Uribe [4] defined the milking routine as a strategy focusing on practices relevant to the milking process. Studies on these practices and their relationship with milk quality concluded that there exist other variables related to farm handling and management that should also be considered [5-7]. According to Reyes et al. [8], critical checkpoints must be established in the dairy farm and should be framed within a management program that includes a follow-up of mastitis, SCC, CFU, milking routines, and evaluation of milkers.

A successful implementation of handling practices aimed to control mastitis depends on attitudes and management style of the farmer. Increase of mastitis incidence can be related with sub-optimal farm management. Therefore, variations in parameters associated with SCC levels in bulk milk can be partially explained by attitudes of farmers toward mastitis prevention. The human factor represents the “farmer mentality” regarding milk quality [9].

Attitudes and motivations of farmers can influence performance parameters [9-11]. Behavioral theories have evaluated attitudes through questions on how good or bad the personnel are at carrying out specific tasks. Ajzen and Fishbein [12] and Ajzen [13] suggest that people with very positive attitudes regarding a task are more prone to practice it (theory of planned behavior). Jansen et al. [9], Jansen [14], and Lind et al. [15] applied these concepts to identify situational, personal and cognitive factors that explain why people carry out an action. The planned behavior theory describes the way certain behaviors are affected by individual factors (such as beliefs and attitudes), social factors (subjective norm), and perceptions (ways of communication, social pressure).

According to the planned behavior theory, the elements influencing a behavior are individual factors (behavioral attitudes), social factors (subjective norm), and the way the individual uses this information (perceived behavior control) to develop an activity (behavior) [13]). Good milking practices are the set of beliefs, values, attitudes and experiences that lead to good quality of milk [9, 12]. The objective of this study was to establish the influence of attitudes, behaviors, and milker’s knowledge on hygienic and sanitary parameters (CFU and SCC) related with bulk-tank milk quality.

## Materials and Methods

This descriptive and exploratory work was conducted in two stages. On the first stage, a literature search established the state of the art and background of similar studies that applied behavioral theories in agriculture. In this stage, explicative variables for the theoretical constructs of the planned behavior theory by Ajzen [13] were identified and a measuring instrument was developed based on Jansen et al. [9]. On-site surveys to milkers assessed attitude criteria using likert-type questions, as recommended by Ajzen and Fishbein [12]. Negative or positive and favorable or unfavorable assessments were used to evaluate mentality, behavior and motivation of milkers (S1 Dataset) based on the work by Jansen et al. [9]. Surveys were conducted anonymously between January and December 2015. Respondents gave informed consent and authorized project personnel to visit the farms. The project did not present health risks to participants and involvement was voluntary. The survey was reviewed by a group of experts (veterinarians, agronomists, animal scientists and sociologists) and was validated with four farm employees under similar conditions. The information gathered was used exclusively for this study. The survey (S2 Dataset) included five sections in Part 1 "motivation of the milker", with information on "safety needs" (SN), "affiliation needs" (AN), "recognition and self-fulfillment needs" (RN) and "personal needs" (PN). Part 2 was related with "behaviors" (B), and Parts 3 and 4 with "mentality" (M) and "technical knowledge" (K), respectively. Finally, production and geographical information of farms was included,

On the second stage (simple cross-section) the problem was explained through a survey applied to 46 milkers selected at convenience in Bello, San Pedro de los Milagros, Belmira, Entrerriós, Donmatías, Santa Rosa de Osos, Yarumal, and San José de la Montaña municipalities. The last three municipalities formed a single group based on common characteristics, such as geographical proximity, agro-ecological conditions, technology and number of farms. The studied area is located as follows: latitude 6°17'14" and 7°14'31" North; longitude 75°11'45" and 75°44'03" West, corresponding to tropical lower montane wet forest. The genetic base is Holstein breed, grazing on Kikuyu pastures (*Cenchrus clandestinus* -Hochst. ex Chiov.- Morrone) and supplemented with concentrate at milking

times (mechanical milking). Average cattle population is 45 animals per farm. The farms were included in the research project entitled "Productivity strengthening of the dairy chain in the Northern Antioquia district".

Milk quality information was obtained from bulk tank samples (8 mL) following protocols by the Milk Quality and Safety Laboratory at Universidad de Antioquia, accredited under standard NTC-ISO/IEC 17025:2005. The SCC Analyses were conducted in a CombiFoss Plus MilkoScan equipment (Foss, Denmark) based on cytometric flow, previously calibrated with standard raw milk (Eastern Laboratory Services, Medina, OH, USA). The CFU analyses were performed in a Bactoscan instrument (Foss, Denmark) through cytometric flow.

Average CFU and SCC were measured five months prior to the survey. Quality ranks for CFU (1000 units/mL) were based on Colombian regulations [3], as follows: excellent (< 75 units/mL), good (between 75 and 150 units/mL), acceptable (between 150 and 250 units/mL), and bad (> 250 units/mL). Ranks for SCC (1000 cells/mL) were: excellent (< 150 cells/mL), good (between 150 and 250 cells/mL), acceptable (between 250 and 400 cells/mL), and bad (> 400 cells/mL).

### **Statistical analysis**

The data set included 66 variables grouped in five survey sections, as follows: motivation, behavior, mentality, technical knowledge, and farm productivity and geographical information. Descriptive analyses were used to evaluate variability of the traits (traits that did not present variability were not included in subsequent analyses).

A factor analysis for mixed data was used to reduce dimensionality of the original database. The analyses allowed identifying the principal factors, which better describe the original dataset. Principal factors were analyzed according with the psychological constructs described in the planned behavior theory (behavioral attitudes, subjective norm, and perceived behavior control).

The principal factors were organized through hierarchical clustering on principal components [16]. This multivariate methodology allows studying similarities between individuals with respect to new variables (factors) obtained in the factor analysis for mixed data. Euclidean distances were used to calculate dissimilarities between observations. The Ward's method was the character string used to define the clustering method. A category analysis was conducted with the information from the hierarchical analysis for variables CFU and SCC.

The factor analysis for mixed data was conducted with FAMD [17], while HCPC [18] was used for the hierarchical clustering analysis (significance at 0.05) following FactoMineR library procedures [17] of R-project [19].

## Results and Discussion

The CFU and SCC results are shown in Table 4.1.

**Table 4.1.** Quality of bulk tank milk according to colony-forming units (CFU) and somatic cell counts (SCC)

Classification	CFU		SCC	
	Range (1000 units/mL)	n	Range (1000 cells/mL)	n
Excellent	< 75	28	< 150	6
Good	75 – 150	2	150 – 250	21
Acceptable	150 – 250	0	250 – 400	14
Bad	>250	16	> 400	5

Adapted from the Colombian Ministry of Social Protection [2] and the Ministry of Agriculture and Rural Development [3]. CFU: colony-forming units. SCC: somatic cells count. n: number of farms

The average number of cows in milking per farm was  $44.98 \pm 20.78$ , with a milk production of  $657.39 \pm 520.31$  L/farm/day. Average milkers per parlor were  $1.65 \pm 0.77$ , with median and average age of 28 and  $30.7 \pm 9.62$  years, and median and average job experience of 2 and  $4.5 \pm 5.4$  years, respectively. Regarding schooling, nearly 60% of the employees completed elementary school (5 years) and only half could read and/or write. Only 34.78% completed middle school and 6.52% finished high school (up to 12th grade). An overview of the farms is presented in Table 4.2.

**Table 4.2.** Milk quality, herd size and personnel characteristics of farms in Northern

Municipality	n	CFU (000 units/mL)	SCC (000 cells/ mL)	Animals in production	Number of milkers	Age of milkers (years)	Seniority (years)
Bello	10	$1174.52 \pm 2697.62$	$263.78 \pm 107.09$	$45.6 \pm 20.80$	$1.70 \pm 0.67$	$33.20 \pm 11.39$	$2.67 \pm 2.47$
Belmira	3	$5.43 \pm 3.44$	$218.07 \pm 118.28$	$60.00 \pm 19.70$	$2.67 \pm 1.53$	$32.00 \pm 2.00$	$8.33 \pm 10.12$
Donmatías	3	$142.94 \pm 228.38$	$224.08 \pm 32.21$	$42.00 \pm 9.85$	$1.67 \pm 0.58$	$37.00 \pm 6.08$	$4.11 \pm 4.44$
Entrerriós	14	$240.19 \pm 360.18$	$242.13 \pm 128.78$	$44.36 \pm 19.13$	$1.5 \pm 0.52$	$27.86 \pm 7.36$	$5.02 \pm 5.60$
San Pedro	13	$202.01 \pm 188.78$	$294.72 \pm 117.50$	$44.39 \pm 25.66$	$1.54 \pm 0.88$	$31.08 \pm 12.31$	$5.05 \pm 6.42$
Other	3	$143.73 \pm 234.23$	$199.72 \pm 36.56$	$36.33 \pm 22.03$	$1.67 \pm 0.58$	$26.33 \pm 4.04$	$2.33 \pm 2.31$
Total	46	$395.39 \pm 1296.88$	$256.30 \pm 111.20$	$44.98 \pm 20.78$	$1.65 \pm 0.77$	$30.70 \pm 9.62$	$4.50 \pm 5.40$

Antioquia\*

\*Mean  $\pm$  SD. Significance level ( $p < 0.05$ ). CFU: colony-forming units. SCC: somatic cell counts. n: number of farms

Median and average CFU (assessed five months prior to the survey) were 283.00 and  $395.39 \pm 1296.88$  thousand units/mL, respectively, and 16, 2 and 28 farms ranked bad, good, and excellent milk quality, respectively. Median and average SCC were 239.3 and

256.0±111.2 thousand cells/ml, respectively, with 5, 14, 21 and 6 farms ranking bad, acceptable, good, and excellent, respectively.

Tables 4.3 to 4.6 present the five groups of variables included in the surveys. Descriptive parameters for variables related to "motivation of the milker", which included "safety needs" (SN), "affiliation needs" (AN), "recognition and self-fulfillment needs" (RN) and "personal needs" (PN), are presented in Table 4.3.

**Table 4.3.** Motivational variables for milkers in Northern Antioquia

<b>Variable</b>	<b>Mean (0 – 5)</b>	<b>CFU</b>	<b>SCC</b>
<b>Safety Needs</b>			
Safety in the workplace is guaranteed (design of facilities and availability of protection implements)	4.63±0.9		
Employees have work stability at the farm.	4.85±0.63		
All required tools and equipment are always available for the job.	4.89±0.38		
People at the farm are treated with respect.	4.99±0.14		*
The family needs of milkers are covered (food, clothing, health, education, recreation)	4.87±0.4		
<b>Affiliation needs</b>			
Employees see the farm as their own.	4.72±0.78	*	*
All employees are important members of the work team.	4.96±0.21		
There is appreciation among co-workers.	4.87±0.33	*	

There is a feeling of appreciation from the manager.	4.91±0.28		
<b>Recognition and self-fulfillment needs</b>			
Milkers enjoy their job.	4.83±0.68		
Milkers feel proud of their work	4.98±0.14		
It is important that milk processors recognize the good quality of milk produced at the farm.	4.96±0.29		*
It is important that coworkers acknowledge good workers.	4.96±0.2		
It is important that managers acknowledge good employees.	4.89±0.52		*
Bad quality of milk is a concern.	4.85±0.47		
Milk quality is milker's responsibility.	4.85±0.47		
The manager acknowledges a good work.	4.78±0.72		
The job offers learning opportunities.	4.76±0.84		
The manager takes milker's ideas into consideration.	4.86±1.07		
Milker's ideas are considered and implemented.	4.65±0.92		*
<b>Personal needs</b>			
Housing is cozy, with running water and electricity	1 <sup>1</sup>		
The job allows enough resting time	0.85 <sup>1</sup>		
There is always breakfast, lunch and dinner at the farm	1 <sup>1</sup>		
Salary always arrives on time	1 <sup>1</sup>		

\* Significance level (p<0.05). <sup>1</sup> Ratio of affirmative answers for the variable.

The variables related with AN (housing, food and income) were excluded because all employees had maximum levels of satisfaction. Within the social dynamics of milk production in Colombia farm owners are responsible for providing these needs to employees as compensation for their work, and it is not part of the salary. In the light of the planned behavior theory these aspects present a favorable contribution within the subjective norm (social normative behavior) as long as they are met, based on which we can infer it positively stimulates developing behaviors associated with BMP in those farms.

Descriptive parameters for variables related with "behavior" (B) are presented in Table 4.4, while "mentality" (M) and "technical knowledge" (K) are presented in Tables 4.5 and 4.6, respectively.

**Table 4.4.** Behavior variables of milkers in Northern Antioquia

<b>Variable</b>	<b>Mean (0 – 5)</b>	<b>CFU</b>	<b>SCC</b>
CMT is conducted at least twice a month.	4.46±0.94		
Milk samples from cows with recurrent mastitis are sent to the laboratory for bacterial cultivation.	4.39±1.16		
Gloves are always available for milking.	4.5±1.28		*
Elements for pre and post-milking teat dipping are always available	4.91±0.59		*
Milking equipment undergoes regular maintenance according to technical recommendations.	4.96±0.21		
Medicines for mastitis treatment are always available	4.91±0.46		*

Mastitis treatments follow the recommended dosage and frequency.	5±0		
Cow paths are kept in good condition.	4.63±0.85		*
Paper for teat cleansing is always available.	4.91±0.35		
Problematic animals (with recurrent mastitis) are culled.	4.78±0.73	*	*
Medicines are always available to treat dry cows.	4.98±0.15		
Employees undergo regular training for the job.	4.59±1		

\* Significance level (p<0.05).

**Table 4.5.** Variables related to mentality of milkers in farms with mechanical milking systems in Northern Antioquia

Variable	Mean	CFU	SCC
Mastitis is a concern for the milker.	4.78±0.69		*
Keeping mastitis low is important for milk production.	4.72±0.91		
The effort to keep low SCC is hard and the benefits are few.	2.46±1.76		
It is important to inform whenever a high productive cow has mastitis.	4.52±1.21		
Low SCC only benefits the milk processor (milk buyer)	2.32±1.75		
Antibiotics work well for mastitis.	4.3±1.26		
It is better to take action against mastitis only when advised by the the milk processor.	2.37±1.87		
When technicians say there is a mastitis problem their intention is selling mastitis treatments.	3.1±1.77		*

SCC reported by milk processors are unreliable.	3.91±1.64		
It is impossible to control mastitis	2.02±1.5		

\* Significance level (p<0.05).

**Table 4.6.** Technical knowledge associated with milk quality and milking routines of milkers operating mechanical milking systems in Northern Antioquia

<b>Variable</b>	<b>Frequency of compliance (%)</b>	<b>CFU</b>	<b>SCC</b>
Milker knows the proper condition of the udder at milking.	78	*	
Milker knows the proper condition of the cow tail at milking	91		
Milker knows how cows should be walked to the milking site.	98		
Milker knows the importance of milk 'stripping' into a black background.	72		
Milker knows how to handle very dirty cows at milking.	52		
Milker knows what to use to dry the udder.	72		
Milker knows how to attach the teatcups.	67		
Milker knows the post-milking routine.	98		
Milker knows the post-milking dipping process.	74		
Milker has a good relationship with his boss.	98		

Milker's boss has a good attitude towards the milker.	96		
---	----	--	--

\* Significance level (p<0.05).

The first two factors from the mixed-data factor analysis explained 16.48% of the total variance, with own values of 7.13 and 5.22. Factor 1 was related to availability and use of tools and occupational well-being, which explained 9.51% of the total variance. Variables with the highest contribution in the factor were associated with availability of tools and milking implements (B. *regular maintenance of milking equipment*, B. *availability of medicines to treat mastitis*, and SN, *availability of means to avoid exposing physical integrity*) and occupational well-being (SN. *respectful relationships*, RN. *recognition of good employees*, SN. *coverage of basic needs*, and PN. *sense of belonging*). The correlations of variables within the factor were positive.

Variables grouped in Factor 1 are social principles favoring a normative (subjective norm) to develop positive intentions for a behavior regarding BMP and other tasks pertaining to the job. Availability of milking tools and implements motivates compliance of the task and constitutes a behavioral attitude that favors the application of knowledge.

Factor 2 explained 6.97% of the variability. Among the most informative variables were those related to farm location, PN (*appreciation by the manager*, and *appreciation by the colleagues*), and those related to RN (*listening to milker's ideas*, *recognition as a good worker by colleagues*, *implementation of milker's ideas*). For this reason, the factor was associated with good work environment and recognition. These results were similar to the ones reported by Bigras-Poulin et al. [20] and Tarabla and Dodd [21] who related attitudes, values and socio-demographic profile of farmers with variables connected to agricultural performance.

We obtained three clusters (CL) from the analysis of hierarchical agglomeration for milkers. CL1 and CL2 included two farms each, and CL3 had 44 farms. The significant variables ( $p < 0.05$ ) for the clusters were related with K on walking of cows to the milking site, condition of cow tail and its importance, teacups attachment process, aside from SCC variables and resting time allowed in the job. Out of the 43 quantitative variables included in the analysis, 19 were significant (Table 4.7).

**Table 4.7.** General and cluster mean values for significant quantitative variables ( $p < 0.05$ )

<b>Quantitative Variable</b>	<b>Overall mean</b>	<b>Mean in Cluster 1</b>	<b>Mean in Cluster 2</b>	<b>Mean in Cluster 3</b>
B. The milking equipment undergoes regular maintenance according to technical recommendations.	9.36E-16	-4.64		0.22
SN. Employees see the farm as their own.	-7.96E-17		-3.49	0.21
SN. Safety in the workplace is guaranteed (design of facilities and availability of protection elements)	3.16E-16		-3.47	0.20
RN. The manager takes milker's ideas into consideration.	-3.64E-16		-3.36	0.19
SN. All required tools and equipment are always available for the job.	7.24E-17	-2.35	-2.35	0.22
B. Medicines are always available to treat dry cows.	-2.36E-15	-3.24		0.15

RN. It is important that the milk processors recognize the good quality of milk produced at the farm.	6.47E-16		-3.24	0.15
SN. People at the farm are treated with respect.	-2.36E-15	-3.24		0.15
SN. There is a feeling of appreciation from the manager.	1.39E-15	-3.20		0.14
RN. The manager acknowledges a good work.	1.18E-16	-1.76	-2.45	0.20
B. Medicines for mastitis treatment are always available	8.40E-16	-3.05		0.14
RN. Milker's ideas are considered and implemented.	-2.32E-16		-2.87	0.17
AN. There is appreciation among co-workers.	-9.07E-16	-2.55		0.10
RN. It is important that coworkers acknowledge good workers.	9.36E-16	-2.21		0.09
AN. All employees are important members of the work team.	9.36E-16	-2.21		0.09
M. It is impossible to control mastitis	-5.92E-17		1.99	-0.09
RN. Milk quality is milker's responsibility.	5.08E-16	-1.80		
M. Low SCC only benefits the milk processor (milk buyer)	-5.25E-17		1.53	-0.10
The effort to keep low SCC is hard and the benefits are few.	9.65E-17		1.45	-0.10

We found that K was highly qualifying, especially in tasks associated with milking routines. Although milkers correctly developed milking routines, they ignored the importance of some milking tasks related to udder health, animal comfort, and bulk milk quality. Ample knowledge generates a positive impact on the behavior of milkers facing activities to improve milk quality, aside from offering the opportunity of implementing control and evaluation of critical points in the process, as well as intervening whenever quality parameters are not optimum.

**Table 4.8.** Participation (%) of milkers in variables describing the clusters (p <0.05)

<b>Categorical variables</b>	<b>Cluster 1</b>	<b>Cluster 2</b>	<b>Cluster 3</b>
Milker doesn't know how to conduct cows to the milking site		100 (50)	
Milker knows how to conduct cows to the milking site		2.22 (50)	
Milker knows the proper condition of the tail tip during milking			95.24 (95.24)
Milker doesn't know the proper condition of the tail tip during milking			50 (4.76)

Value in parenthesis indicates the total percentage of milkers that meet the characteristic.

Variables related to RN, M -which were qualifying- directly influence the attitude toward behaviors associated with the milking process and milk quality. Regarding social

environment of the milker, SNs associated with work stability and sense of belonging stood out. These variables, classified within the normative behavior (subjective norm) influence the intentions to improve milk quality.

Cluster 1 (CL1) included two farms with milking in parlor and excellent CFU values. The SCC was low in one of those two farms, and the other was high. The mean levels of significant variables for CL1 were negative (non-complying) especially for variables *(B) The milking equipment undergoes regular maintenance according to technical recommendations (-4.64)*, *(B) Medicines are always available to treat dry cows (-3.24)*, *(SN) People at the farm are treated with respect (-3.24)*, and *(SN) There is a feeling of appreciation from the manager (-3.20)* (Table 4.7).

Regarding CL2, this cluster grouped farms with non-complying parameters for all significant qualitative variables (Table 4.8). Non-complying levels were observed for variables *(SN) Employees see the farm as their own (-3.48)*, *(SN) Safety in the workplace is guaranteed (-3.47)*, *(RN) The manager takes milker's ideas into consideration (-3.36)*, and *(RN) It is important that the milk processor recognizes the good quality of milk produced at the farm (-3.24)* (Table 4.7).

In CL3 several variables showed good results, especially *(K) Condition of the cow tail and its importance*, and included 95.24% of the farms (Table 4.8). Complying results were observed for variables *(B) The milking equipment undergoes regular maintenance according to technical recommendations (0.21)*, *(SN) Employees see the farm as their own (0.21)*, *(SN) Safety in the workplace is guaranteed (0.20)*, and *(B) Gloves are always available for the milking process (0.20)* (Table 4.7).

For CFU groups, out of the four categories (Table 4.1), *K (udder condition at milking, age of the milker, relationship between milker and manager, and milking site)* was significant ( $p < 0.05$ ).

Keeping the udder clean has been associated with hygienic quality of milk, environmental mastitis prevention and implementation of good farming practices. According to Elmoslemany et al. [22], udder hygiene, water temperature, and equipment cleansing products must be prioritized for proper CFU control. Future training efforts should focus on this aspect to improve the intention of implementing udder cleaning behaviors and care prior to milking as a control strategy of perceived behavior [9, 13]. Udder cleaning is paramount to keep low SCC and CFU levels. Calderón and Rodríguez [23] associated infectious mastitis with dirty bedding and udders.

The CFU levels were not very high; 65% for farms fluctuating between good and excellent CFU (4 and 61%, respectively), with levels lower than 150 thousand units/mL. This could be due to the training sessions on good milking practices that took place in the region in the past years. In that region, Ramírez et al. [5] found 50% of cows disinfected with iodized products after milking, 7.1% used other active principles, and 42.9% did not use post-milking dipping products.

For farms with bad CFU levels (>250 thousand units/mL), K (*handling of dirty udder*) and *milking site* were significant. 45.83% of milkers within this group have knowledge on udder handling prior to milking and 28.57% of farms in this group perform mechanical milking in parlor. Within these farms, none had excellent SCC levels. Milkers in these farms had higher than average satisfaction of needs but their ideas were not considered and felt they were not acquiring new learning, generating low affiliation feelings resulting from distant relationships with the employer. These milkers should have a training program and opportunities to gain new knowledge that allow them to intervene in the production process. This would -aside from normative behavior- increase the perceived control of their tasks, strengthen the learning process and improve the social environment in those farms.

Regarding the good-CFU category, significant variables ( $p < 0.05$ ) were *the relationship with the manager* (excellent and good), *performing of CMT at least once a month*, *SN (availability of tools for the job)* and *PN (sense of belonging)*. In this group, 12.5% of milkers expressed good relationships with the manager, although none considered it excellent. For this group of milkers, *B (performing of CMT at least once a month, availability of elements for milking tasks, and sense of belonging)* was lower than average, leading to lower degree of satisfaction. These results could have caused low motivation to develop activities directed to gain control and follow-up of milking tasks, thus hindering excellent CFU.

Farms with excellent CFU had more positive valuations associated with satisfaction, indicating high motivation and constructive attitudes toward developing behaviors resulting in quality milk, among which is CMT implementation. This farm group had significant ( $p < 0.05$ ) variables associated to *relationship with the manager* (excellent) and *milking sites*, *RN (learning opportunities)*, *B (performing CMT at least once a month)*, *PN (sense of appreciation by the manager)*, and *age of the milker* -with younger milkers in comparison to other farms). Age of milkers in this group was lower compared with the average (27.93 and 30.70 years of age, respectively). A similar result was reported by Lind et al. [15].

Regarding SCC groups (Table 4.1), the following were significant ( $p < 0.05$ ): *K (walking of cows to the milking site, farm cluster, milker schooling, and milking site)*. There was a large effect of milker's attitude related to *K*, which contributed information on the behavior control of employees regarding milking tasks directed to quality milk.

As for the bad-SCC category, significant variables ( $p < 0.05$ ) were *K* (with 60% of milkers not knowing how teats should be dried), *level 3 cluster* (the one with the greatest number of farms), *age of milker* (very young milkers: 24.8 versus 30.7 years of age for all

employees), M (*technicians talk about mastitis in order to sell treatments, mastitis is a constant concern, and keeping mastitis low is important for milk production*). Agreement or disagreement reported by milkers was low in all cases for significant variables ( $p < 0.05$ ), among them are B (*maintenance of milking equipment, availability of treatments for dry cows, availability of pre and post sealing of teats, and availability of gloves for milking*), M (*mastitis as a concern, technicians talk about mastitis for selling products, and keeping mastitis low is very important for milk production*), PN (*sense of belonging, and feeling as an important part of the team*), RN (*manager recognition, consideration and implementation of ideas, and recognition of milk quality by the processor*), and SN (*availability of means to prevent safety risks, respectful treatment, and coverage of family needs*).

The Acceptable-SCC category had significant variables for *number of milkers*, with 1.93 employees per farm (higher than the average, which was 1.65), and K (*proper maintenance of cow's paths*), which was lower than the average.

Regarding teat drying, a study on mastitis prevalence in the area by Ramírez et al. [5] reported that only 3.6% of farms washed the udder prior to milking, 42.9% washed and dried it, and a 57.1% did not perform any cleaning procedure, which is associated to high incidence of mastitis. Low availability of elements for the milking routine and low equipment maintenance could be due to limited knowledge on good milking practices, among which is an adequate post-milking dipping procedure. Milkers showed lower SN and PN satisfaction compared with other SCC categories, which could have caused lower sense of belonging towards the farm and less motivation and attitude towards complying the activities associated with quality milk.

Geographic effect of farm resulted significant for the good-SCC group. The location effect stood out. Farms grouped at a greater distance from the milk processor were less

technified, which has an effect on the normative behavior of milkers toward positive intentions to properly carry out their tasks for optimum SCC (farms located in San José de la Montaña, Yarumal, Santa Rosa de Osos and Donmatías). All farms having milking on pasture with vacuum line and 57% of farms with parlor milking systems were in this group.

The variables related to M were significant (*reporting cows with mastitis, keeping SCC low requires a lot of effort but benefits are few, impossibility to control mastitis, and technicians talk about mastitis to sell products*) with results below the average. The B variable (*availability of gloves for milking*) was higher than average, just as PN (*sense of belonging*). Levels lower than the average were also reported for RN *consideration and implementation of ideas*, and *sense of appreciation by colleagues as a good worker*.

Finally, the excellent-SCC category presented significant variables for K, with higher valuations for *how should teatcups be attached, how should the post-milking dipping be performed* ( $p < 0.05$ ), and *how should cows be walked to the milking site* ( $p = 0.08$ ). Regarding schooling, 100% of milkers who had graduated from high school were in this group, as well as 33% of employees who could only read and/or write. None of the farms with bad-CFU were part of this category. High knowledge and schooling levels favored milk quality.

Employees in this category (with 2.8 years of age difference with respect to the total) had better attitudes, knowledge and more perceived behavior control. Strategies should be developed to reduce the gap between scientific knowledge on mastitis and its assimilation and application by farmers [5]. Application of these practices alone does not guarantee good health of the udder; they are just part of a number of management factors such as good animal, nutrition, hand washing prior to milking, avoiding cow stress at milking, having equipment properly maintained, using appropriate vacuum pressure to avoid trauma or deficient milking, among others.

In agreement with Valeeva et al. [24], we found important internal and external factors related with farmer motivations and its association with mastitis incidence. Factors that motivate farmers to adopt recommended practices should be identified in order to reduce SCC. Internal factors of the farmer (individual) provide more motivation than external factors (i.e., knowledge about performance of the entire dairy sector).

## **Conclusions**

This study shows that some variables can be associated with milker's intentions toward developing behaviors related to milk quality parameters, expressed as CFU and SCC in bulk tank. The survey to milkers shows the influence of a subjective or social norm mostly associated with availability of tools and relationships between milker and manager, followed by milker's attitudes toward behaviors associated with milk quality and his degree of self-fulfillment. Furthermore, the knowledge of milkers on quality milk process and average SCC in tank are qualifying for dairy farms.

Improvement of milk hygienic and sanitary quality is influenced by the milker's attitude toward behaviors associated with the milking routine, aside from knowledge on cleanliness of the mammary gland prior to milking and proper conduction of cows to the milking site. Therefore, attitudes and knowledge should be considered in research and promotion programs aimed at improving milk quality parameters, as well as training programs on good milking practices.

This study contributes to empirical research on the social processes applicable to the study of milk quality and is a good starting point for future research on the subject. Additionally, it establishes the basis to develop strategies for controlling quality parameters

of bulk tank milk, which include aspects associated with attitudes, knowledge and behaviors of the personnel involved in the milking process.

## Acknowledgments

This article is part of the project "Strengthening dairy chain productivity in the Northern Antioquia district", agreement N° 2012AS180031, signed by the Secretary of Agriculture and Rural Development of Antioquia, Universidad Nacional de Colombia (Medellín), and Universidad de Antioquia, with funding from the General Royalties System-GRS (Colombia). This study received financial support from the Committee for research development- CODI (a Strategy for Sustainability 2016 ES84160119 GaMMA research group) and COLCIENCIAS Doctoral Study Program in Colombia (call 567 of 2012).

## References

1. Blowey R, Edmondson P. Mastitis Control in Dairy Herds. 2nd ed. Oxfordshire, Cambridge: CAB International; 2010.
2. Colombian Ministry of Social Protection. Decreto número 616 de 2006. Bogotá. 2006. Available from: <http://www.ica.gov.co/getattachment/15425e0f-81fb-4111-b215-63e61e9e9130/2006D616.aspx>
3. Colombian Ministry of Agriculture and Rural Development. Resolución 17 de 2012. Bogotá. 2012. Available from: <https://www.minagricultura.gov.co/ministerio/direcciones/Documents/d.angie/Res%20%20000017%20de%202012.pdf>

4. Santana R, Uribe MC. Rutina de ordeña y calidad higiénica de la leche. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue. Boletín Inia. 2009;148:1-8.
5. Ramírez N, Arroyave O, Cerón-Muñoz MF, Jaramillo M, Palacio LG. Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia. Rev Med Vet. 2011;22:31-4.
6. Cerón-Muñoz MF, Agudelo EJ, Maldonado-Estrada JG. Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de la leche y la prueba CMT en dos fincas del departamento de Antioquia (Colombia). Rev Col Cienc Pec. 2007;20:472-83.
7. Trujillo CM, Gallego AF, Ramírez N, Palacio G. Prevalence of mastitis in dairy herds in Eastern Antioquia. Rev Col Cienc Pec. 2011;24:11-18.
8. Reyes J, Villada D, Olivera M. Evaluación de residuos de antimicrobianos por la prueba Delvotest en una cuenca lechera de Antioquia con alto índice de Mastitis Subclínica. Rev Elec Vet. 2010;11(12):1:10.
9. Jansen J, Van den Borne BHP, Renes RJ, van Schaik G, Lam TJGM, Leeuwis C. Explaining mastitis incidence in Dutch dairy farming: The influence of farmer's attitudes and behavior. Prev Vet Med. 2009;92:210-23.
10. Dofour S, Fréchette A, Barkema HW, Mussell A, Scholl DT. Invited review: Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. J Dairy Sci. 2011;94(2):563-79.
11. Leach KA, Whay HR, Maggs CM, Barker ZE, Paul ES, Bell AK, et al. Working towards a reduction in cattle lameness: 2. Understanding dairy farmers' motivations. Res Vet Sci. 2001;89(2):318-23.

12. Ajzen, I, Fishbein M. The influence of attitudes on behavior. The handbook of attitudes. In: Albarracín D, Johnson BT, Zanna MP, editors. The Handbook of Attitudes. New York: Psychology Press; 2005. p. 173-221.
13. Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organ Behav Hum Dec.* 1991;50:179-211.
14. Jansen J. Salud mamaria y comunicación: entendiendo la mentalidad del productor. In: Memorias Octavo Seminario Internacional de Leche y Carne. Colanta; 2012 Oct 25-26, Medellín; 2012. p. 63-72.
15. Lind AK, Thomsen PT, Rintakoski S, Espetvedt MN, Wolff C, Houe H. The association between farmers' participation in herd health programmers and their behavior concerning treatment of mild clinical mastitis. *Acta Vet Scand.* 2012;54(1):1-9.
16. Pages J. Analyse factorielle de donnees mixtes. *Rev Stat Appl.* 2004;52(4):93-111.
17. Husson F. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *J Stat Softw.* 2014;25(1):1-18.
18. Husson F, Josse J, Pagès J. Principal component methods - hierarchical clustering - partitional clustering: why would we need to choose for visualizing data?. Technical report. Tech Rep of the Appl Math Depart. 2010;1-9.
19. R core Team. R: A language and environment for statistical computing. versión 3.2.0 [software]. 2015 Apr 16.
20. Bigras-Poulin M, Meek AH, Martin SW, McMillan I. Attitudes, management practices, and herd performance - a study of Ontario dairy farm managers. II. Associations. *Prev. Vet. Med.* 1985;3:241-50.
21. Tarabla H, Dodd K. Associations between farmers' personal characteristics, management practices and farm performance. *Brit Vet J.* 1990;146:157-64.

22. Elmoslemany AM, Keefe GP, Dohoo IR, Jayarao BM. Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 1: Overall risk factors. *J Dairy Sci.* 2009;92:2634–43
23. Calderón A, Rodríguez V. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano Cundiboyacense (Colombia). *Rev Col Cienc Pec.* 2008;21:582-89.
24. Valeeva NI, Lam TJG, Hogeveen H. Motivation of dairy farmers to improve mastitis management. *J Dairy Sci.* 2007;90:4466–77.

## **Supporting Information**

**S1 Dataset.** This file contains the database used for the analysis presented in this work.

**S2 Dataset.** This file contains the survey questions used in the study, in both the original language and English

## **Capítulo 5**

### **Influencia del ganadero sobre la calidad higiénica y sanitaria de la leche**

El presente capítulo tiene por objetivo evaluar el impacto del ganadero de hatos lecheros especializados del norte de Antioquia sobre los CCS y las UFC haciendo uso de la teoría del Comportamiento Planeado.

Su desarrollo obedece al cumplimiento del objetivo 3 de la investigación. Relacionar la actitud y el comportamiento de los propietarios con el recuento de células somáticas y las unidades formadoras de colonia en leche de tanque

## **Influencia del ganadero sobre la calidad higiénica y sanitaria de la leche**

Oscar David Múnera-Bedoya<sup>1</sup> \*, Laerte D Cassoli<sup>2</sup>, Paulo Fernando Machado<sup>3</sup> Mario Fernando Cerón-Muñoz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Animal Genetics, Improvement and Modeling Research Group (GaMMA), Facultad de Ciencias Agrarias (Faculty of Agrarian Sciences), Universidad de Antioquia (University of Antioquia), Calle 70 No. 52 – 21 Medellín – Colombia

\* o david.munera@udea.edu.co

<sup>2</sup>ESALQLab, Universidade de São Paulo – ESALQ, Piracicaba, SP, Brazil.

<sup>3</sup>Clínica do Leite, Universidade de São Paulo – ESALQ. Piracicaba, SP, Brasil.

### **Resumen.**

Los sistemas de pago de la leche a nivel mundial se basan en parámetros de calidad, entre ellos los conteos de células somáticas y las unidades formadoras de colonia. Estudios recientes sugieren que variaciones en estos parámetros son debidas a causas multifactoriales y atribuyen parte de la variabilidad no explicada al comportamiento de los ganaderos. El objetivo del estudio fue evaluar el impacto del ganadero lechero del norte de Antioquia sobre los conteos de células somáticas (CCS) y las unidades formadoras de colonia (UFC) en tanque. Fueron encuestados 33 productores de leche del norte de Antioquia a partir de un instrumento diseñado basado en la teoría del comportamiento planteado. Se encontraron valoraciones altas para variables explicativas de la Actitud y las normas sociales. El constructo que mayor variabilidad presentó fue el control comportamental, observándose una alta explicabilidad de variables relacionadas con el nivel de conocimiento. Este último constructo fue el que mejor explicó los comportamientos asociados a buenos parámetros de calidad de leche. Los niveles de células somáticas y unidades formadoras de colonia en tanque presentaron cargas negativas con respecto al constructo comportamiento, sugiriendo que estos indicadores podrían ser considerados por los ganaderos como un medio de control que favorece el desarrollo de comportamiento para mejorar la calidad de la leche en tanque.

**Palabras Clave:** Comportamiento Planeado, Actitud, Calidad de leche, mastitis, bacterias.

## Introducción.

Las tendencias del mercado por leche de calidad ha hecho que los sistemas de producción implementen programas de gestión y control de procesos que aseguren la obtención de un producto inocuo, por lo cual la producción láctea de calidad está estrechamente relacionada con las actividades que se desarrollan en la propia finca (Trajkovska *et al* 2015; Vilar *et al* 2012)

Las unidades formadoras de colonia (UFC) y los conteos de células somáticas (CCS) en tanque se utilizan como una herramienta para monitorear la calidad higiénica y sanitaria de la leche, además de ser un indicativo de salud de la ubre en el ganado lechero (Reyes *et al* 2017; Dufour *et al* 2011). Ambos parámetros constituyen en una herramienta de gestión y control de bajo costo que puede utilizarse para ajustar los programas de manejo del hato con el fin de mantener parámetros óptimos que permitan obtener buenos ingresos para el productor y garanticen la salud de la ubre. Entre sus ventajas se tiene que pueden ser obtenidas fácilmente ya sea a partir de leche de tanque o como un promedio de las mediciones individuales de cada vaca (Dufour *et al* 2011).

Para los ganaderos en todo el mundo, CCS y UFC en tanque son también un factor determinante de la capacidad de mercado de su leche (Dufour *et al* 2011). Niveles óptimos en éstos parámetros obedecen a causas multifactoriales y dependen en gran medida de las prácticas que implemente el personal vinculado al proceso de ordeño, niveles indeseables pueden ser causados por condiciones que no son controlados por el productor (como el ambiente), pero pueden indicar un manejo no óptimo del hato (Jansen *et al* 2009). No siempre se sabe por qué algunos ganaderos, a pesar de conocer los beneficios de tener óptimos parámetros en UFC y CCS en tanque, no implementan prácticas efectivas de manejo (Barkema *et al* 1999).

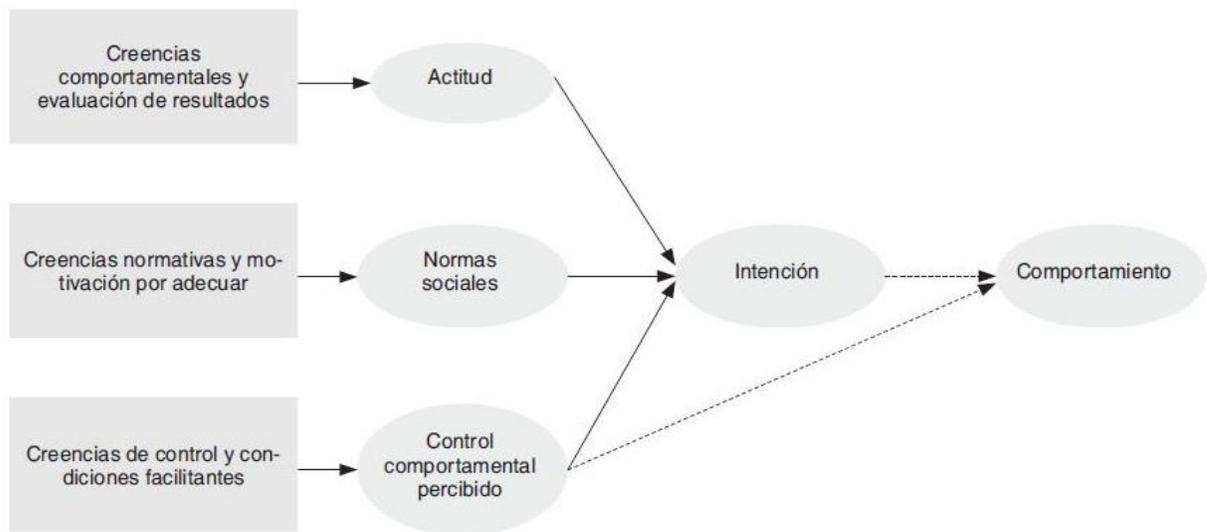
Estudios desarrollados en el Norte de Antioquia para evaluar la calidad higiénica y sanitaria de la leche concluyeron que existen variables no relacionadas con las prácticas del ordeño que aún no han sido evaluadas y que podrían estar relacionadas con el manejo y gerenciamiento del hato (Ramírez *et al* 2011; Cerón-Muñoz *et al* 2007; Trujillo *et al* 2011). La influencia de la actitud de los productores lecheros sobre parámetros zootécnicos ya ha sido estudiada en otros países (Barkema *et al* 1999; Dufour *et al* 2011; Leach *et al* 2010;

Andersen y Enevoldsen 2004; Jansen *et al* 2009) obteniendo resultados satisfactorios que demuestran el impacto de la gestión del hato sobre los indicadores productivos y de calidad. Existen parámetros productivos que se relacionan con el estilo de gestión, disposición y creencias que acompañan al productor (ej. actitud) hacia diferentes aspectos del tratamiento preventivo (Jansen *et al* 2009). Aumentos en la incidencia de mastitis pueden ser debidos a incrementos en la presión de la infección y pueden relacionarse con una gestión no óptima de la granja, así, variación en CCS en tanque pueden ser explicados en parte por la actitud de los ganaderos hacia los diferentes aspectos del tratamiento de la mastitis y el comportamiento preventivo. Modelos psicosociales han sido propuestos para evaluar conductas en diferentes ámbitos, siendo la teoría del Comportamiento Planeado desarrollada Ajzen (1991) una de las más difundidas.

#### Teoría del comportamiento planeado

La Teoría del Comportamiento Planteado (TCP) planteada por Ajzen (1991) constituye uno de los modelos teóricos psicosociales más ampliamente utilizado y con mayor apoyo empírico en una gran variedad de conductas. La teoría sostiene que la conducta humana es voluntaria y está determinada por la intención conductual, la cual a su vez se construye a partir de tres procesos principales: (1) actitudes, (2) norma subjetiva y (3) control conductual percibido (Ajzen 1985; Ajzen 1991).

(1) Las *actitudes* sociales surgen de la interacción entre las expectativas conductuales y su valoración por parte de cada sujeto, en tanto que la (2) *norma subjetiva* sería el modo en que el sujeto recibe e interpreta lo que dicen las personas y los grupos que considera relevantes acerca de lo que debería hacer en relación con la conducta y la motivación para acomodarse a estas opiniones, mientras que el (3) control conductual percibido contiene las creencias que poseen los sujetos sobre su propia capacidad para realizar una conducta determinada. Finalmente, estos componentes se conforman de acuerdo a creencias que parten de la experiencia directa o medida Ajzen (1991). Una representación de la TCP es observada en la Figura 5.1.



**Figura 5.1.** Teoría del Comportamiento Planeado (Ajzen 1991)

La TCP ha sido aplicada en la ganadería en varios estudios (Jansen *et al* 2009; Beedell and Rehman 2000; Burton 2004; Ellis-Iversen *et al* 2010) confirmando su elevada capacidad predictiva, convirtiéndola en uno de los modelos psicosociales más utilizados en los escasos estudios desarrollados en el área.

En este estudio, nos restringimos al estudio de los factores relacionados con el propietario y que estén asociados a la calidad higiénica y sanitaria de la leche de tanque incluyendo información relacionada con conocimientos, aspectos sociales e individuales de los productores. Todas estas características que están interrelacionadas, hacen difícil distinguir entre asociaciones falsas y factuales, o entre efectos directos y mediados. Para reducir la complejidad de tales situaciones, se recurrió a la utilización de modelos de ecuaciones estructurales (SEM) con variables latentes (Bollen 2002).

En la metodología SEM, las variables observadas pueden ser consideradas como la expresión de un pequeño número de constructos latentes que no pueden medirse de forma lineal, sino que se deducen de las variables observadas (Bollen 2002). Esto sugiere que las características observadas en los hatos y los indicadores de calidad de leche pueden agregarse en unos cuantos números de conceptos subyacentes. Luego, las matrices de covarianza o correlación (o ambas) entre los constructos latentes y las variables observadas, y entre constructos latentes, se modelan como una función de un conjunto de

parámetros. Es posible probar hipótesis alternativas sobre las relaciones entre estas variables. Por ejemplo, se han explorado las relaciones entre el CCS y el rendimiento de la leche con este método (De los Campos *et al* 2006; Wu *et al* 2008). El SEM maneja la colinealidad entre las variables independientes y controla la inflación espuria del error de tipo I, lo que constituye un riesgo en análisis univariados múltiples al probar relaciones complejas (Pugesek 2003).

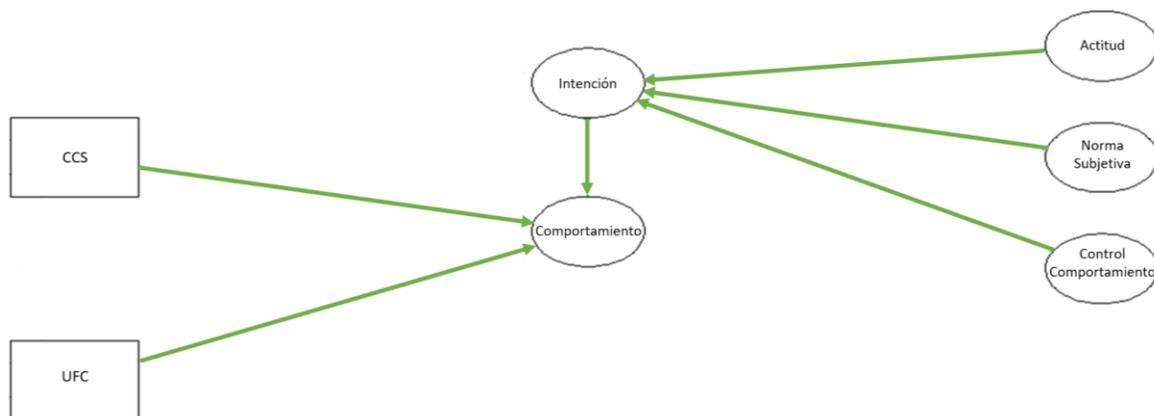
Se pretendió evaluar el impacto del ganadero de hatos lecheros especializados del norte de Antioquia sobre los CCS y las UFC haciendo uso de la Teoría del Comportamiento Planeado (TCP) planteada por Ajzen (1991). Interesó conocer cuál podía ser el impacto el productor sobre la calidad higiénica y sanitaria de la leche en los hatos lecheros de Antioquia. Existen estudios que informan de las asociaciones entre las prácticas de manejo y el CCS (Dufour *et al* 2011; Santana y Uribe 2006).

## **Materiales y Métodos**

La presente investigación es de corte exploratorio y descriptivo, y se abordó en dos etapas. En la primera etapa se realizó un rastreo bibliográfico tendente a determinar un estado del arte y antecedentes de estudios similares. Durante esta fase de tipo conceptual se formularon las relaciones entre las variables latentes basados en el modelo teórico de la TCP de Ajzen (1991), las cuales son presentadas en la Figura 5.2, en la cual las variables latentes están representadas por círculos y por las dimensiones del instrumento y las respuestas al cuestionario corresponden a variables explicativas o exógenas que servirán para explicar el modelo.

Se practicaron encuestas presenciales a los propietarios de los sistemas evaluados, en las cuales manifestaron su nivel de aprobación o rechazo a las afirmaciones contenidas en la encuesta y posteriormente fueron transformadas como variables dummy donde los testimonios positivos y deseables tomaron valores de 1, y los negativos o indeseables valores de 0, similar a lo reportado por Dettleux *et al* (2012) y Jansen *et al* (2009). Las respuestas fueron registradas por personal vinculado al proyecto a través de formato socializado previamente con los participantes, quienes autorizaron la utilización de la información registrada para fines investigativos. La información de la encuesta se manejó

anónimamente y los entrevistados expresaron su consentimiento informado verbalmente y además firmaron un acuerdo para autorizar la entrada de personal del proyecto en la finca y proporcionar la información necesaria. El proyecto no presentó ningún riesgo para la salud de los participantes y su participación fue voluntaria. La información recopilada se utilizó intensa y exclusivamente para esta investigación y no fue suministrada a otras personas.



**Figura 5.2.** Modelo de Comportamiento Planeado de ganaderos frente a conteos de células somáticas (CCS) y unidades formadoras de colonia (UFC) en tanque. Adaptado de Ajzen (1991).

Las variables fueron agrupadas en 4 categorías (constructos). La *actitud* como primera categoría agrupó 14 variables (Tabla 5.1), el *comportamiento normativo* o *norma subjetiva* se evaluó a través de 10 variables (Tabla 5.2), el *control de comportamiento percibido* fue evaluado por 11 ítems (Tabla 5.3), un total de 7 variables fueron consideradas para evaluar comportamientos relacionados con calidad de leche (Tabla 5.4), los cuales fueron definidos basados en reportes realizados por Jansen *et al* (2009), Barkena *et al* (1998), Neave *et al* (1969). El diseño de las encuestas se basó en información reportada por Jansen *et al* (2009) en un estudio desarrollado en Holanda y en la TCP descrita por Ajzen & Fisbein (2005) y Ajzen (1991). En su diseño participaron veterinarios, zootecnistas, agrónomos y personal de sociología. Una vez establecida la estructura del instrumento a nivel conceptual, esta se postuló como la teoría cuya dimensionalidad sería validada, con base en los resultados obtenidos. Las respuestas a las variables evaluadas para la construcción de los constructos son presentadas como proporciones de ganaderos que respondieron afirmativamente, siendo ideal obtener porcentajes del 100% para cada una de ellas.

En la segunda etapa, de corte transversal simple, se buscó explicar el fenómeno objeto de estudio aplicando instrumentos de medición estructurados a una muestra seleccionada a conveniencia de 33 propietarios de hatos de lechería especializada de Antioquia de los municipios de Bello, San Pedro de los Milagros, Belmira, Entreríos, Donmatías y Yarumal que pertenecían al Proyecto de Investigación Láctea para Antioquia "ILA" de la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín y que cuenta con el apoyo de FAGA y la Corporación Antioquia Holstein. Solo fueron incluidos ganaderos con hatos con equipo de ordeño mecánico y que para el almacenamiento de la leche emplearan sistema de tanque de frío en el cual solo fuera almacenada la leche obtenida con un solo equipo de ordeño (tanques comunitarios o aquellos que recibían leche de dos o más hatos o equipos de ordeño no fueron incluidas). Los municipios se localizan entre las latitudes 6°17'14" hasta 7°14'31" Norte y entre los 75°11'45" hasta 75°44'03" de longitud Oeste y se caracterizan por poseer hatos con sistema de producción de lechería especializada con ordeño mecánico, en condiciones agroecológicas de bosque húmedo montano bajo (Bh-MB), con animales holstein como base genética, alimentación basada en pastoreo de kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone), suplementación al momento del ordeño y con un promedio de 45 animales por sistema de ordeño.

La información de calidad de leche se obtuvo a través de muestras de tanque con un volumen de mínimo 8 mL de leche siguiendo el protocolo de toma, envío, recepción y análisis del laboratorio de calidad e inocuidad de leche de la Universidad de Antioquia, el cual está acreditado bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025:2005, donde se procedió a realizar los análisis de CCS en un equipo CombiFoss Plus MilkoScan (Foss, Denmark) basado en citometría de flujo, previamente calibrado con leche cruda estándar (Eastern Laboratory Services, Medina, OH, USA) y las UFC en Bactoscan (Foss, Denmark), mediante citometría de flujo.

Se calcularon los promedios las UFC y los CCS para los registros de leche de tanque obtenidos durante los cinco meses previos a la aplicación de la encuesta (garantizando un mínimo de 3 registros por tanque) y se clasificaron en rangos de calidad de leche, asignando valores de alta calidad de UFC para tanques con niveles promedio menores de 100 mil unidades/mL, mientras que las leches de alta calidad para CCS fueron clasificadas aquellas que presentaron valores menores a 200 mil células/mL.

En esta segunda fase se empleó la metodología de modelación de ecuaciones estructurales (SEM), que consiste en analizar la estructura de covarianzas en la base de datos que constó de 44 variables observadas. Se extrajo evidencia de validez para evaluar si el modelo de medición coincidía con la estructura conceptual postulada en la teoría de dimensionalidad de la TCP. Para ello fueron comparadas las estructuras de covarianzas. La primera denomina la matriz de covarianzas derivada de las varianzas observadas. La segunda denomina la matriz de covarianzas reproducida por el modelo (González-Montesinos y Backkhoff 2010). La fase de especificación del modelo incluyó además una representación gráfica de la estructura teórico-conceptual del instrumento bajo análisis.

Análisis estadístico.

Análisis descriptivos fueron empleados para evaluar el comportamiento de las variables. Relaciones entre variables fueron analizadas a través de análisis de correlaciones. Las variables que presentaron correlaciones mayores a 0,9 o menores a -0,9 solo fue incluida una del par de variables. Variables con baja variabilidad fueron excluidas de los análisis finales.

Para el SEM se partió del modelo de la TCP (Figura 5.1) descrito por Ajzen (1991), el cual fue adaptado para incluir las variables CCS y UFC de tanque promedio de los 5 meses anteriores a la entrevista, para establecer relaciones entre las variables explicativas externas medidas a través de la encuesta a los productores y los constructos definidos en la TCP, con el fin de explicar intenciones y comportamientos de los productores que pudieran influir sobre parámetros de interés en la calidad de la leche en tanque (UFC y CCS). El modelo evaluado correspondió al presentado en la Figura 5.2.

Análisis confirmatorios fueron realizados y validados a través de criterios de significancia, que incluyeron análisis de consistencia interna para cada constructo a través del coeficiente  $\alpha$  de Cronbach mayor a 0,7. Una vez definidas las variables que conformaron cada constructo se modeló el SEM y se estimaron índices y criterios para evaluar la bondad de ajuste entre la matriz derivada de los datos y la matriz reproducida por el modelo, con el fin de determinar si ambas matrices se aproximaban y que el modelo de medición y los datos observados se ajustaran entre sí (González-Montesinos & Backkhoff 2010). El índice de bondad de ajuste más robusto empleado fue el error medio cuadrático de aproximación (RMSA), el que establece una medida absoluta de la diferencia de la estructura de

relaciones entre el modelo propuesto y los valores de covarianza en población medida (Steiger 1990). Como indicación de ajuste para parámetro del modelo se seleccionaron valores menores a 0,10.

El índice de ajuste comparativo (CFI) (Bentler 1990) también fue incluido para comparar los valores de discrepancia de  $\chi^2$  para dos casos: la discrepancia del modelo hipotetizado y la discrepancia de un modelo teóricamente posible (llamado modelo de independencia), en el que todas las relaciones entre variables son nulas. El criterio de selección del modelo para el CFI se definió para valores mayores a 0,95 (Bentler 1990)

El análisis de modelo de ecuaciones estructurales (SEM), se trabajó mediante el procedimiento `lavaan::cfa` de la librería `lavaan` (Rosseel 2012) del R-project (R core Team 2015).

## **Resultados y discusión.**

Las respuestas para las variables evaluadas son presentadas en las Tablas 5.1 a 5.4, según el constructo al que están describiendo. Para las variables cualitativas los resultados se presentan como porcentajes de ganaderos que desarrollaban la actividad de interés. Niveles cercanos al 100% son deseables ya que indican el nivel ideal de cumplimiento de la variable entre los ganaderos fue alto (total de los ganaderos que respondieron afirmativamente a la pregunta). Valores altos fueron observados para las variables explicativas de los constructos Actitud y Comportamiento Normativo, mientras que los valores más bajos correspondieron a variables explicativas del Control Comportamental.

Dentro de las variables que describieron la **actitud** de los productores (Tabla 5.1), se identificaron niveles de cumplimiento del 100% para las relacionadas con la identidad del productor y la calidad de la leche. Los ganaderos encuestados se identifican como productores de leche y como responsables de la calidad de la leche que se produce en su finca, lo cual los compromete con el proceso de producción. Las variables relacionadas con la mentalidad, la personalidad, actitud gerencial y la experiencia del propietario también presentaron niveles de cumplimiento alto.

La identidad como ganaderos, el sentido de pertenencia por los sistemas de producción y el compromiso con la producción de leche de calidad, podrían obedecer a la estructura tradicional ganadera y rural de la región norte de Antioquia, la cual ha centrado su desarrollo

productivo y social en torno a los sistemas de producción de leche. La estructura cultural, política y económica de la región le da un reconocimiento a nivel nacional como una importante cuenca lechera en el país.

**Tabla 5.1.** Niveles de aprobación de variables relacionadas con la Actitud reportados por productores de leche del Norte de Antioquia.

<b>código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cumplimiento (%)</b>
Disfruto ser ganadero	Disfruto de mi actividad como productor de leche	100,00
Orgulloso ser ganadero	Me siento orgulloso de mi finca	96,97
Incomoda mala calidad	Me incomoda que la leche presente una mala calidad	100,00
Calidad es mi responsabilidad	La calidad de la leche de mi finca es mi responsabilidad	100,00
Lechería permite mejorar	Los sistemas de producción de leche de mi finca permiten cambiar para mejorar	96,97
Mejor época de finca	Estamos en la mejor época del sistema de producción	66,67
Todos decidimos	Las decisiones en mi finca no me corresponden exclusivamente a mi	51,52
CCS es una preocupación	Los niveles de CCS son una preocupación constante para mi	90,91
CCS relacionado con producción	Mantener bajas los niveles de CCS es indispensable para el correcto desarrollo de la producción de leche	93,94
CCS bajos beneficios	Bajas CCS benefician a la industria y al productor	72,73
Antibióticos funcionan	Los antibióticos para la mastitis funcionan	36,36
Confío en técnicos	Confío en los representantes técnicos que visitan mi finca	42,42
CCS de industria confiables	Los resultados de CCS reportados por la industria son confiables	81,82
Mastitis es controlable	La mastitis es una enfermedad de las vacas que es controlable	84,85

Niveles medios a bajos fueron registrados para variables relacionadas con mentalidad y gestión, destacándose la toma de decisiones y la confianza en el personal técnico que visita la finca, el cual es visto en la mayoría como vendedor y no como apoyo para el mejoramiento de la calidad, esto podría explicar la concepción que tienen los productores sobre herramientas de gestión, en aspectos como la baja efectividad de los antibióticos para el tratamiento de mastitis. Al referirse a los asistentes técnicos y a su relación con la salud del rebaño, Tschopp *et al* (2015) destacaron la importancia de los veterinarios modernos como consultores, orientados al asesoramiento preventivo basado en la evidencia. La calidad del asesoramiento y la relación productor-asistente técnico desempeña un papel importante en el nivel de cumplimiento de las recomendaciones veterinarias por parte de los ganaderos (Sorge *et al* 2010). Es importante resaltar la labor de los veterinarios y técnicos agropecuarios como asesores y su influencia en el mejoramiento de parámetros productivos y la gestión del hato. Cuando hay relaciones de confianza entre un veterinario proactivo y el ganadero, se supone que es eficaz para la mejora de la salud animal (Derks *et al* 2012).

En el ámbito **social** o de comportamiento Normativo (Tabla 5.2), los productores están interesados en el reconocimiento. Para el ganadero es importante la percepción que tienen de ellos en su comunidad, y del concepto que se tienen sobre la calidad de la leche que se produce en sus hatos, desean tener un reconocimiento que no solo provenga de la industria compradora, sino también de sus empleados y sus vecinos.

**Tabla 5.2.** Niveles de aprobación de variables relacionadas con el comportamiento normativo (social) reportados por productores de leche del Norte de Antioquia.

<b>código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cumplimiento (%)</b>
Reconocimiento industria	Es importante que la Industria reconozca la leche que producimos como un producto de óptima calidad	100,00
Reconocimiento colegas	Es importante que mis colegas productores reconozcan la leche de mi finca como de calidad	93,94
Reconocimiento empleado	Es importante que mis empleados me reconozcan como un buen jefe	100,00
Conozco mis empleados	Conozco el nombre de mis empleados	57,58

Conozco mi consultor	Conozco el nombre de mi consultor	30,30
Me intereso empleado	Me intereso por mis empleados? (situación familiar)	84,85
Soy directo con empleado	Cuando usted habla con sus empleados o su asesor ¿usted es directo y concreto?	93,94
Actitud al hablar empleado	Cuando usted habla con sus empleados ¿usted adopta buena actitud?	93,94
buena relación vecino	¿Usted se relaciona positivamente con sus vecinos productores de leche?	87,88
aprendo vecino	¿Usted cree que puede aprender algo de sus vecinos?	93,94

Se observó una buena disposición expresada por los productores sobre su relación laboral y personal con sus empleados y vecinos, lo que puede indicar buenas estrategias de comunicación dentro de las organizaciones ganaderas y la estructura social en la región. Aun así, niveles bajos fueron observados para las variables relacionadas con conocimiento del nombre del consultor y de los empleados por parte de los propietarios, este fenómeno podría ser explicado por la estructura productiva de la región, la cual es altamente dependiente de insumos agropecuarios para los sistemas de producción ganadera, lo que ha llevado a una gran presencia de empresas proveedoras de insumos que complementan su actividad con la prestación de servicios técnicos veterinarios a los ganaderos sin que estos incurran en gastos o compromisos laborales con los profesionales, lo que ocasiona en algunos casos una alta rotación de técnicos por hatos de la región. La alta rotación de personal técnico que frecuenta los hatos y que no poseen vínculo laboral con el ganadero podría explicar la percepción observada en este estudio. Según Dufour *et al* (2011) para los veterinarios de la lechería y los agentes de extensión, la prestación de asesoramiento basado en pruebas es una tarea difícil, lo que evidencia la falta de compromiso de los ganaderos con la labor de los profesionales de la sanidad animal.

Con respecto a la relación con vecinos (que también son ganaderos) y empleados, se identificó lo que parece ser una red social es cercana y activa. Para Tschopp *et al* (2005) los ganaderos pueden estar más dispuestos a aceptar el conocimiento de sus compañeros que de sus veterinarios privados y esto podría contribuir a su voluntad de mejorar parámetros de calidad de leche en sus hatos, comportamiento similar podría explicar la estructura social observada en el presente estudio.

En la Tabla 5.3 se presentan las valoraciones promedio para las variables explicativas del control comportamental. Niveles bajos de conocimientos fueron observados en los ganaderos encuestados en aspectos relacionados con calidad de leche en aspectos relacionados con el manejo de animales y mastitis.

**Tabla 5.3.** Niveles de aprobación de variables relacionadas con Control Comportamental reportados por productores de leche del Norte de Antioquia.

<b>código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cumplimiento (%)</b>
Beneficio mastitis baja	Son mayores los beneficios de mantener bajos los niveles de CCS que los costos	69,70
Sabe <i>S. aureus</i>	Qué es <i>Staphylococcus aureus</i> ?	63,64
Sabe <i>E. coli</i>	Qué es <i>Escherichia coli</i>	51,52
Sabe mastitis contagiosa	La mastitis contagiosa se caracteriza por	78,79
Sabe mastitis ambiental	La mastitis ambiental se caracteriza por	60,61
Sabe pérdidas mastitis	Las pérdidas causadas por la mastitis consisten en	54,55
Sabe mantenimiento equipo	El oportuno mantenimiento del equipo de ordeño garantiza	87,88
Sabe terapia secado	El objetivo de la terapia de vaca seca es	66,67
Sabe susceptibilidad mastitis	La vaca es más susceptible a la mastitis cuando	45,45
Sabe dosis antibióticos	El número mínimo de dosis de un tratamiento antibiótico para mastitis es	66,67
Sabe criterios pago	conoce criterios pago leche	72,73

Aspectos relacionados con conocimientos sobre la susceptibilidad e incidencia de mastitis deben ser reforzados como estrategia que permitan fomentar un control comportamental que favorezca el desarrollo de intenciones positivas hacia el mejoramiento de la calidad de leche. Si bien la producción de leche en la región obedece a una tradición de más de 60 años, continúa siendo una actividad empírica que se basa en la transmisión de conocimientos entre generaciones de ganaderos. La presión de la industria y la reglamentación del sistema de pago (MPS 2006; MADR 2012) han permitido la implementación de rutinas de ordeño satisfactorias, pero el sentido y objetivo de cada

actividad aún no está claro para los ganaderos. La concientización y comprensión de las ventajas de la realización de estas actividades podría favorecer el control de comportamientos y aumentar la intención de su aplicación, lo que se vería reflejado en la calidad de la leche en el tanque y en el aumento de los ingresos para los productores. Al respecto Dufour *et al* (2011) argumentan que los productores lácteos están muy preocupados por el CCS y frecuentemente se informan sobre las prácticas de manejo que podrían ayudarles a lograr reducciones del CCS en tanque, encontrando que cuando se aumentan los conocimientos, se favorece el desarrollo de buenas prácticas de ordeño.

Dentro de las variables evaluadas para explicar los comportamientos (Tabla 5.4) se encontró que la comunicación con el empleado correspondió a la variable explicativa que mayor nivel de cumplimiento presentó, seguido de variables relacionadas con el control de la mastitis. Niveles medios fueron observados para identificación de animales con mastitis y el descarte de animales con casos recurrentes de mastitis. La baja identificación de animales enfermos o en tratamiento podría deberse al número bajo de animales en ordeño (generalmente cercano a 50 vacas), lo que permite tener una individualización de las vacas en producción, pero que podría afectar gravemente la calidad de la leche en tanque en un momento de omisión por descuido o cambio del ordeñador, generando alteraciones indeseables en los parámetros de calidad en tanque como CCS o presencia de sustancias con restricciones sanitarias como inhibidores de crecimiento, antibióticos y otros medicamentos que poseen control sanitario (tiempos de retiro) y que son usados para el tratamiento de la mastitis.

Las bajas tasas de descarte reportadas por los ganaderos, pueden deberse a la baja tasa de identificación de agentes causantes de mastitis a través de pruebas de laboratorio, la no diferenciación por desconocimiento de casos de mastitis ambiental o contagiosa, lo que puede llevar a la implementación de estrategias de control similares para todos los casos de mastitis, bien sea a través de prácticas de manejo o terapia de antibiótico (la cual se haría sin análisis de laboratorio previo) lo que pone en riesgo la inmunidad de los animales en producción.

El comportamiento que menor nivel de satisfacción presentó correspondió a la realización de antibiogramas y pruebas de laboratorio para la identificación de agentes causantes de mastitis, selección de tratamiento y control de mastitis. Los ganaderos prefieren hacer controles simples ante problemas de mastitis, entre los que se pueden citar escurrido a

fondo, ordeño de animales sospechosos o positivos a mastitis al final del ordeño, entre otros, los cuales pueden presentar resultados a corto plazo, pero que podrían no estar solucionando el problema. El desconocimiento de los agentes causantes, la etiología de la enfermedad, los modos de transmisión y control pueden influir en la intención del desarrollo de comportamientos que se pueden asociar con la calidad sanitaria de la leche y la salud de la ubre, entre ellos el descarte de animales y la identificación de animales en tratamiento. Mejorar niveles de conocimiento en estos temas y una mejor comprensión de la enfermedad podría contribuir a la implementación de mejores programas de prevención y control de la dolencia, además del uso de herramientas disponibles como las pruebas diagnósticas de laboratorio, la identificación de agentes causantes de mastitis, la vinculación de veterinarios a los tratamientos de la dolencias, entre otros.

**Tabla 5.4.** Niveles de aprobación de variables relacionadas con Comportamientos asociados a la calidad y parámetros de calidad higiénica y sanitaria de la leche en productores del Norte de Antioquia.

Concepto	código	Descripción	Cumplimiento (%)
Comportamiento	Maneja indicador	maneja indicador	72,73
	Escucha empleado	Cuando usted habla con sus empleados, ¿usted escucha sus ideas?	93,94
	Descarta mastitis recurrente	Las vacas de alta producción con CCS constantemente elevadas deben ser descartadas	69,70
	Actúa contra mastitis	Actúa contra la mastitis antes que la industria o el consultor (asesor) lo indique	84,85
	Identifica vacas mastitis	Identifican animales con mastitis subclínica es necesario	66,67
	hace CMT	Hace chequeo de mastitis mínimo 1 vez/mes	81,82
	hace antibiograma	Hace antibiogramas para vacas con mastitis recurrente	3,03
Calidad de leche	CCS	Los niveles de CCS promedio en los 5 meses previos a la encuesta eran menores a 200 mil	66,67
	UFC	Los niveles de UFC promedio en los 5 meses previos a la encuesta eran menores a 100 mil	81,82

Estudios de evaluación de comportamientos con respecto a la mastitis relacionan que existen actividades como el orden de ordeño de las vacas tratadas con antibióticos, la implementación regular de la prueba de mastitis de California (CMT) y el ase de las borlas de colas de vacas en producción concluyeron que este tipo de prácticas poseen un efecto sobre la salud de la ubre y la calidad de la leche (Reyes *et al* 2017). Es importante considerar los comportamientos de los ganaderos como parte integral del estilo de gestión que ejercen en la granja. Un estudio desarrollado por Barkema *et al* (1999) concluyó que ganaderos con estilos de manejo que se consideraron limpios y precisos implementaron medidas conocidas para prevenir la mastitis, a través de comportamientos como la desinfección de la pezoneras postordeño y la terapia antibiótica de vaca seca, con más frecuencia y por períodos más largos que los ganaderos con estilos de manejo que se consideraban rápidos y sucios, sugiriendo que los comportamientos influyen en estilo de gestión y sobre la calidad de la leche. Tschopp *et al* (2015) argumentaron que la mayor mejora en la salud de la ubre se puede esperar cuando se implementan tantas prácticas de manejo beneficiosas como sea posible, situación que podría favorecer la calidad de leche en tanque.

#### Modelo de Ecuación Estructural.

Una vez obtenidos los constructos con valores en el alfa de Crombach mayores a 0,7 se procedió a la realización del SEM. Una depuración de variables y constructos debió ser realizada con el fin de obtener mejores criterios estadísticos y lograr la convergencia del modelo. Se recurrió a la eliminación de los constructos actitud, norma subjetiva e intención, debido a que su inclusión presentó problemas en la convergencia del modelo o los criterios de validación del modelo no fueron satisfactorios.

El modelo final obtenido (Figura 5.3), incluyó los constructos control comportamental y comportamiento. El constructo de control comportamental fue explicado en mayor medida por variables relacionadas con niveles de conocimientos de los productores, mientras que el constructo de comportamiento incluyó variables relacionadas con control, presencia y transmisión de mastitis. Las cargas de las variables exógenas y los constructos se pueden observar en la Figura 5.3.

El valor del CFI del SEM final fue de 0,987, indicando que el cuestionario y la estructura de los datos finales presentaron un ajuste altamente satisfactorio con valores superiores a 0,95 (González-Montesinos & Backhoff 2010). A partir de este resultado es posible afirmar que las variables que midieron el control comportamental de los productores permitieron explicar el constructo, y a su vez éste explicó el comportamiento de los ganaderos frente a prácticas de rutina de ordeño relacionadas con parámetros de calidad higiénica y sanitaria de la leche. Igual situación se presentó con el RMSEA del modelo, el cual presentó un valor de fue de 0,009, valores menores a 0,05 evidencian un ajuste significativo entre el modelo de medición y la estructura de los datos (González-Montesinos & Backhoff 2010).

Si bien los productores incluidos en el estudio presentaron motivaciones y valoraciones altamente positivas para las variables explicativas de actitud, con una baja variabilidad entre ellas, no siendo incluidas en el SEM final. Es importante reconocer que los ganaderos encuestados poseen un interés por producir leche de óptima calidad y que sean reconocidos por ello, se identifican como ganaderos y están orgullosos de su profesión. Al hablar de ganaderos con actitudes diferentes, Barkema *et al* (1999) afirmaron que las habilidades de manejo del ganadero pueden modificar o confundir la relación entre los factores de riesgo de mastitis y los niveles de CCS en tanque, concluyendo que propietarios que poseen diferentes habilidades de manejo logran resultados diferentes aunque puedan tener recursos similares, incluyendo vacas, infraestructura y alimentos, resultado que no fue observado en el presente estudio.

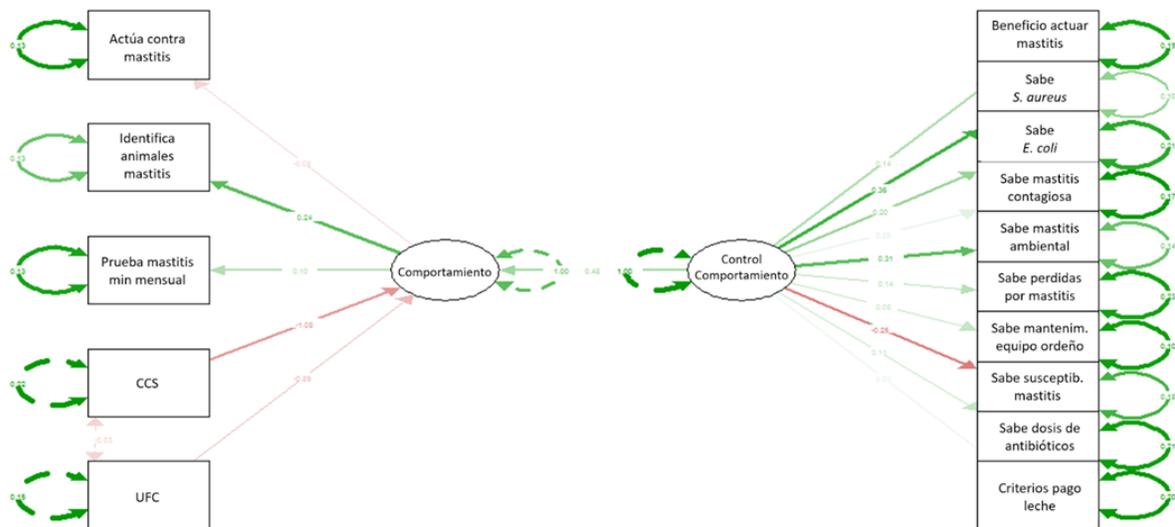
Las variables exógenas que mayor información aportaron al constructo control comportamental estuvieron relacionadas con el nivel de conocimientos de los ganaderos. Así, el conocimiento sobre los patógenos *S. aureus* y *E. coli*, la diferenciación entre los tipos de mastitis (ambiental y contagiosa), el conocimiento sobre la importancia y periodicidad del programa de mantenimiento del sistemas de ordeño, sobre cómo manejar los animales con mastitis y el conocimiento del sistema de pago por calidad de leche vigente a nivel nacional, unido a la identificación de los beneficios que aporta al productor el poseer animales sin mastitis, fueron identificadas como las variables que mejor explicaron el desarrollo de intenciones que permitieran generar comportamientos conducentes al control y mejoramiento de la calidad de la leche.

Con respecto al constructo control comportamental se observó que la mayor carga correspondió a la que establece relación con el comportamiento. Un mayor control

comportamental influirá en el desarrollo de comportamientos. Con respecto a las variables explicativas, los mayores valores fueron observados para conocimiento sobre *S. aureus* y mastitis ambiental. El control del *S. aureus* sigue siendo una causa de problemas relacionados con la mastitis ambiental y en algunos casos con altos CCS en tanque durante un largo periodo de tiempo y baja producción de leche. No son nuevas las evidencias sobre el impacto de la capacitación a productores y la importancia de mejorar sus niveles de conocimientos. En un estudio de intervención en el Reino Unido sobre el manejo de la mastitis y el ambiente del rebaño, Green *et al* (2007) realizaron recomendaciones específicas a los ganaderos para optimizar el manejo de la mastitis. Después de 1 año, la proporción de vacas afectadas con mastitis clínica y el número de vacas nuevas con CCS elevados se redujeron en un 22% (Green *et al* 2007).

Otras variables que presentaron cargas positivas para control comportamental fueron la percepción que tiene el productor sobre los beneficios de mantener bajos los niveles de mastitis, el conocimiento sobre *E. coli*, reconocer las pérdidas que se generan por tener niveles altos de mastitis y saber cuál es número de dosis de los tratamientos antibióticos para tratamientos mastitis. La variable que evaluó el nivel de conocimiento sobre la susceptibilidad de animales a mastitis presentó una carga de -0,254 indicando que por cada aumento de una unidad en el control comportamental se presentaba una disminución en este parámetro.

Para el constructo de comportamiento, se encontró que de las variables explicativas la que incluyó una carga mayor fue identificar animales con mastitis, seguida de la realización de chequeos de mastitis mínimo una vez al mes. Solo se presentó una carga negativa para la variable que midió el comportamiento de actuar contra la mastitis antes que lo informe la industria o el técnico que brinda asistencia técnica a la finca, esto sugiere que los programas de evaluación de mastitis se realizan como rutina en algunas fincas, pero que los resultados de la industria son un parámetro que orienta los programas de control en el hato. Esperar la identificación de los problemas de calidad de leche se presenten para tomar medidas de mejora puede afectar seriamente el nivel de producción, la rentabilidad del hato y la salud de la ubre. Al respecto Tschopp *et al* (2015) dejaron que los ganaderos deben ser conscientes de los problemas potenciales y deben implementarse mejoras antes de que surjan problemas graves de salud de la ubre y el rebaño.



**Figura 5.3.** Representación del modelo de ecuación estructural final para comportamientos de ganaderos relacionados con calidad higiénica y sanitaria de leche en hatos del norte de Antioquia.

Prueba de lo anterior fueron las cargas obtenidas para las variables que evaluaron los niveles promedio de los últimos 5 meses de CCS en tanque (-1,08) y promedio de los últimos 5 meses de UFC en tanque (-0,89), las cuales se relacionan con el constructo comportamiento de forma negativa. Se podría pensar que para los ganaderos estos parámetros funcionan más como una fuente de alerta que como una herramienta de autorregulación y que ellos esperan los resultados para tomar decisiones que les permitan implementar comportamientos que favorezcan la obtención de leche de calidad, situación que fue similar a la necesidad de actuar contra la mastitis antes que la industria informe sobre algún problema por incrementos en los CCS en tanque. Para los ganaderos incluidos en el estudio los reportes de calidad sanitaria de la leche (CCS) no solo sirven para determinar el precio del litro de leche, sino que se convierten en una herramienta para tomar decisiones sobre labores de control de mastitis cuando el parámetro está elevado. Los reportes de CCS en tanque por parte de las empresas procesadoras solo son usados como herramienta de gestión (implantar acciones basadas en información disponible) para la evaluación de las labores de ordeño y la salud de la ubre en los momentos en los cuales el ganadero recibe una disminución en el valor de la leche pagada o un llamado de atención por el agente comprador debido a la baja calidad sanitaria de la leche de tanque. Implementar estrategias para el control de calidad de leche que incluyan un monitoreo continuo y la implementación de acciones de mejora durante todo el tiempo debería

obedecer a esfuerzos encaminados a estímulos consientes y en asocio con los empleados para el establecimiento de rutinas de ordeño que garanticen la salud de la ubre, la calidad de la leche y el bienestar de los empleados. Los cambios voluntarios de comportamiento se ven facilitados por la motivación, la sociedad y las presiones externas influencia el comportamiento de los individuos (Van Woerkum *et al* 1999).

Limitar el control de las CCS en tanque (y la salud de la ubre) a los reportes de la industria por una perdida en la calidad de leche vendida y las posibles sanciones económicas que podría ocasionar puede no ser una estrategia que garantice el mantenimiento de parámetros de calidad en tanque en el tiempo. Cuando se emplean los reportes de la industria o las sanciones económicas como punto de partida para implementar programas de control se pueden lograr niveles satisfactorios pero estos no perduran en el tiempo a pesar de que se mantengan las condiciones (Jansen *et al* 2009).

Similar a lo obtenido en el presente estudio, los reportes de calidad de leche generados por la industria (especialmente cuando la calidad de leche no es buena) ejercen una gran influencia motivacional de origen externo en ganaderos a nivel mundial (Valeeva *et al* 2007), representada en la implementación de estímulos o penalidades de tipo financiero cuando los niveles de CCS en tanque se encuentran con valores satisfactorios/desfavorables para la industria según sea el caso (Valeeva *et al* 2007). Esta metodología está ampliamente difundida en Colombia luego de la entrada en vigencia de la Resolución 017 de 2012 (MPS 2012), la cual según la reglamentación será establecida entre las partes.

Una media de valores predichos es presentada para el modelo propuesto es presentado en la Tabla 5.5. Se observa que los valores de probabilidad obtenidos para cada variable analizada son superiores a 0,60.

**Tabla 5.5.** Medias predichas para las variables seleccionadas en el modelo final para relacionar Comportamientos asociados a la calidad y parámetros de calidad higiénica y sanitaria de la leche en productores del Norte de Antioquia

código	Descripción	Media predicha.
Beneficio mastitis baja	Son mayores los beneficios de mantener bajos los niveles de CCS que los costos	0.70
Sabe <i>S. aureus</i>	Qué es <i>Staphylococcus aureus</i> ?	0.64
Sabe <i>E. coli</i>	Qué es <i>Escherichia coli</i>	0.52

Sabe mastitis contagiosa	La mastitis contagiosa se caracteriza por	0.79
Sabe mastitis ambiental	La mastitis ambiental se caracteriza por	0.61
Sabe pérdidas mastitis	Las pérdidas causadas por la mastitis consisten en	0.55
Sabe mantenimiento equipo	El oportuno mantenimiento del equipo de ordeño garantiza	0.88
Sabe susceptibilidad mastitis	La vaca es más susceptible a la mastitis cuando	0.45
Sabe dosis antibióticos	El número mínimo de dosis de un tratamiento antibiótico para mastitis es	0.67
Sabe criterios pago	conoce criterios pago leche	0.73
Actúa contra mastitis	Actúa contra la mastitis antes que la industria o el consultor (asesor) lo indique	0.85
Identifica vacas mastitis	Identifican animales con mastitis subclínica es necesario	0.67
hace CMT	Hace chequeo de mastitis mínimo 1 vez/mes	0.82
CCS	Los niveles de CCS promedio en los 5 meses previos a la encuesta eran menores a 200 mil	0.67
UFC	Los niveles de UFC promedio en los 5 meses previos a la encuesta eran menores a 100 mil	0.82
Control Comportamental	Variable latente Control Comportamental	0.67
Comportamiento	Variable latente Comportamiento.	0.68

## Conclusiones

Existen factores que favorecen el desarrollo de intenciones positivas en los ganaderos del Norte de Antioquia para el desarrollo de comportamientos tradicionalmente relacionados con parámetros de calidad de la leche en tanque, los cuales se ven altamente influenciados por factores de origen individual y social, los cuales por su alto nivel de satisfacción y baja variabilidad fueron excluidos del SEM, pero que por los resultados observados y basados en la TCP, permiten concluir que gracias a ellos es posible que se observen con mayor frecuencia actividades de gestión de hato y buenas practicas ganaderas que garanticen el bienestar animal y la calidad de la leche, lo cual ha hecho que la región presente mayores parámetros zootécnicos, tecnológicos y de competitividad comparado con otras regiones lecheras del país.

Factores de origen individual y social de los ganaderos favorecen actitudes y comportamientos normativos conducentes al desarrollo de intenciones de aplicar comportamientos deseables. A nivel individual existe un efecto atribuible a la inteligencia emocional, valores y estereotipos de los ganaderos, a lo que suman factores sociales como la cultura de la región. Basado en lo anterior y en la TCP de Ajzen (1991), la tradición pecuaria de la región y la vocación lechera de los propietarios de hatos del norte de Antioquia favorece positivamente las intenciones de los ganaderos para aplicar comportamientos que favorezcan la producción de leche de calidad. Sin embargo, por el origen tradicional y artesanal de los sistemas de producción regional y a pesar del interés de los ganaderos por implementar programas de gestión, buenas prácticas ganaderas, el nivel de tecnificación en la región, entre otras estrategias, existe entre los productores locales una cierta desconfianza hacia los asistentes técnicos a quienes ven como promotores comerciales, esto ha limitado la implementación de programas y prácticas que permitan el trabajo coordinado entre asistente técnico-ganadero y que se fortalezca la toma de decisiones basado en evidencia, como lo son la implementación de antibiogramas, identificación de animales con mastitis recurrente y su posterior descarte.

Intenciones positivas que fomenten comportamientos que favorezcan el mejoramiento de la calidad de la leche pueden ser generadas a través del fortalecimiento de conocimiento entre los productores, los cuales como variables explicativas del control comportamental presentaron niveles porcentuales bajos de cumplimiento. El establecimiento de relaciones causa-efecto y la comprensión del comportamiento etiológico de las infecciones en la glándula mamaria podría fortalecer los programas de control y prevención de la mastitis, con lo cual se esperaría mejorar los parámetros de calidad higiénica y sanitaria de la leche.

Se concluye que la aplicación de SEM constituye una herramienta para intentar explicar comportamientos asociados a indicadores de interés zootécnico en sistemas agrícolas de la región. La identificación de estos factores permitirá direccionar programas de asistencia técnica, extensión y transferencia de tecnologías a los productores basados en sus requerimientos.

## Referencias.

- Ajzen, I., and M. Fishbein. 2005. The influence of attitudes on behavior. The handbook of attitudes. Pages 173-221 in *The Handbook of Attitudes*. D. Albarracín, Johnson, B. T., and Zanna M. P. (Eds.), New York.
- Ajzen, I. 1991. The theory of planned behavior. *Organ Behav Hum Dec.* 50:179-211.
- Ajzen I. 1985. From intention to actions: A theory of planned behavior. In: Kuhland J, Beckman J, eds. *Action-control: From cognitions to behavior*. Heidelberg: Springer
- Andersen, H. J., & Enevoldsen, C. (2004). Towards a better understanding of the farmer's management practices the power of combining qualitative and quantitative data. *Radgivning, Bev Aegelse Mellem Data og Dialog [Advisory Service Between Data and Dialogue]*. PhD Thesis. HJ Andersen, Danish Dairy Board, The Royal Veterinary and Agricultural University, Mejeriforeningen Danish Dairy Board, Aarhus, Denmark, 281-301.
- Barkema, H.W; Schukken, Y.H; Lam, T.J.G.M; Beiboer, M.L; Benectus, G; Brand, A. 1999. Management Practices Associated with the Incidence Rate of Clinical Mastitis. *J Dairy Sci.* 82:1643–1654. [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(99\)75393-2/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(99)75393-2/pdf)
- Barkema, H. W., Schukken, Y. H., Lam, T. J. G. M., 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(7), 1917-1927.
- Beedell, J., and T. Rehman. 2000. Using social-psychology models to understand farmers' conservation behaviour. *J. Rural Stud.* 16:117-127.
- Bentler, P. M. (1990). Comparative fit indexes in structural models. *Psychological bulletin*, 107(2), 238.
- Bollen, K. A. (2002). Latent variables in psychology and the social sciences. *Annual review of psychology*, 53(1), 605-634.
- Burton, R. J. F. 2004. Reconceptualising the 'behavioural approach' in agricultural studies: a socio-psychological perspective. *J. Rural Stud.* 20:359-371.
- Cerón-Muñoz, M. F., E. J. Agudelo, and J. G. Maldonado-Estrada. 2007. Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia (Colombia). *Rev. Col. Cienc. Pec*, 20:72-483.

- De los Campos, G., Gianola, D., & Heringstad, B. (2006). A structural equation model for describing relationships between somatic cell score and milk yield in first-lactation dairy cows. *Journal of dairy science*, 89(11), 4445-4455.
- Derks, M., L. M. van de Ven, T. van Werven, W. D. J. Kremer, and H. Hogeveen. 2012. The perception of veterinary herd health management by Dutch dairy farmers and its current status in the Netherlands: A survey. *Prev. Vet. Med.* 104:207–215. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.12.019>.
- Detilleux, J., Theron, L., Beduin, J. M., & Hanzen, C. (2012). A structural equation model to evaluate direct and indirect factors associated with a latent measure of mastitis in Belgian dairy herds. *Preventive veterinary medicine*, 107(3), 170-179.
- Dufour, S., A. Fréchette, H. W. Barkema, A. Mussell, and D. T. Scholl. 2011. Invited review: Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 94(2):563-579.
- Ellis-Iversen, J., A. J. C. Cook, E. Watson, M. Nielsen, L. Larkin, M. Wooldridge, and H. Hogeveen. 2010. Perceptions, circumstances and motivators that influence implementation of zoonotic control programs on cattle farms. *Prev. Vet. Med.* 93:276-285.
- González-Montesinos, M. J., & Backhoff, E. (2010). Validación de un cuestionario de contexto para evaluar sistemas educativos con Modelos de Ecuaciones Estructurales. *Relieve*, 16(2), 1-17. [http://www.uv.es/relieve/v16n2/RELIEVEv16n2\\_1.pdf](http://www.uv.es/relieve/v16n2/RELIEVEv16n2_1.pdf)
- Green, M. J., K. A. Leach, J. E. Breen, L. E. Green, and A. J. Bradley. 2007. National intervention study of mastitis control in dairy herds in England and Wales. *Vet. Rec.* 160:287–293.
- Jansen, J., B.H.P. van den Borne, R.J. Renes, G. van Schaik, T.J.G.M. Lam, and C. Leeuwis. 2009. Explaining mastitis incidence in Dutch dairy farming: The influence of farmer's attitudes and behavior. *Prev. Vet. Med.* 92:210-223.
- Leach, K. A., H.R. Whay, C.M. Maggs, Z.E. Barker, E.S. Paul, A.K. Bell, and D.C.J. Main. 2010. Working towards a reduction in cattle lameness: 2. Understanding dairy farmers' motivations. *Res vet sci.* 89(2):318-323.
- MADR, 2012. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Bogotá: s.n.
- MPS, 2006. Decreto 616. Ministerio de la Protección Social. pp. 1-32.
- Neave, F. K., Dodd, F. H., Kingwill, R. G., & Westgarth, D. R. (1969). Control of mastitis in the dairy herd by hygiene and management. *Journal of dairy science*, 52(5), 696-707.

- Pugeseck, B. H. (2003). Concepts of structural equation modeling in biological research. *Structural equation modeling: applications in*, 42-59.
- Ramírez Vasquez, N, O. Arroyave Henao, M.F. Cerón Muñoz, M. Jaramillo, J. Cerón and L.G. Palacio. 2011. Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia. *Rev. Med. Vet.*, 22:31-4.
- R core Team. 2015. R versión 3.2.0 (2015-04-16). Copyright © 2015. The R Foundation for Statistical Computing.
- Reyes, J., Sanchez, J., Stryhn, H., Ortiz, T., Olivera, M., & Keefe, G. P. (2017). Influence of milking method, disinfection and herd management practices on bulk tank milk somatic cell counts in tropical dairy herds in Colombia. *The Veterinary Journal*, 220, 34-39.
- Rosseel, Y (2012). lavaan: An R Package for Structural Equation Modeling. *Journal of Statistical Software*, 48(2), 1-36. <http://www.jstatsoft.org/v48/i02/>
- Ruiz-Cortés, T., Orozco, S., Rodríguez, L. S., Idárraga, J., & Olivera, M. 2012. Factors that affect colony forming units in bulk milk of North Antioquia-Colombia dairy farms. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 147-155.
- Santana, R. and M.C. Uribe. 2005. Rutina de ordeña y calidad higiénica de la leche. In Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue. *Boletín Inia N°148*.
- Sorge, U., D. Kelton, K. D. Lissemore, A. Godkin, S. Hendrick, and S. Wells. 2010. Attitudes of Canadian dairy farmers toward a voluntary Johne’s disease control program. *J. Dairy Sci.* 93:1491–1499. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2447>.
- Steiger, J.H. (1990). Structural model evaluation and modification: an interval estimation approach. *Multivariate Behavioral Research*, 25, 173-180.
- Trajkovska, B., Kochoski, L., Hristova, V. K., Makarijoski, B., & Tomovska, J. (2015). Influence of management practices on somatic cell count and total bacteria count in cow’s bulk tank milk. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 11, 3-8.
- Trujillo, C. M., Gallego, A. F., Ramírez, N., & Palacio, L. G. (2011). Prevalence of mastitis in dairy herds in Eastern Antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(1), 11-18.
- Tschopp, A., Reist, M., Kaufmann, T., Bodmer, M., Kretzschmar, L., Heiniger, D., *et al.* (2015). A multiarm randomized field trial evaluating strategies for udder health improvement in Swiss dairy herds. *Journal of dairy science*, 98(2), 840-860.

- Valeeva N I, Lam T, & Hogeveen H 2007 Motivation of dairy farmers to improve mastitis management. *Journal dairy science*, 90:4466-4477
- Van Weerkum C, Kuiper D, & Bos E 1999 *Communicatie en innovatie*. En Inleiding, Alphen aan de Rijn. NL Samsom.
- Vilar M. J., Rodríguez-Otero L. J., Sanjuán L. M., Diéguez J. F., Varela M., and Yus E. (2012). Implementation of HACCP to control the influence of milking equipment and cooling tank on the milk quality. *Trends in Food Science & Technology* 23, pp. 4-12.
- Wu, X. L., Heringstad, B., & Gianola, D. (2008). Exploration of lagged relationships between mastitis and milk yield in dairy cows using a Bayesian structural equation Gaussian-threshold model. *Genetics Selection Evolution*, 40(4), 333-358.

## Capítulo 6

### **Consideraciones finales.**

Este capítulo reúne opiniones y experiencias adquiridas en el desarrollo del trabajo de tesis doctoral.

## Consideraciones finales.

- El desarrollo del presente trabajo permitió explorar factores asociados a la producción y calidad de leche en la región del altiplano norte de Antioquia. Desde su formulación se constituyó en un reto personal que fue ganando adeptos que contribuyeron a su éxito y que marcan una ruta para nuestro equipo de trabajo. Hoy en día el grupo GaMMA de la Facultad de Ciencias Agrarias cuenta con una línea de investigación para el área social en las comunidades rurales, y sus estudiantes están haciendo un gran aporte al sector rural colombiano; si bien se reconoce el esfuerzo de la academia en la región para el mejoramiento de la calidad de la leche, nosotros quisimos encaminarnos hacia aspectos que habían sido inexplorados y definidos por otros autores como posibles factores que afectaban la calidad de la leche de la región. Muchos trabajos previos recomendaron incluir los equipos de ordeño, el personal y la rutina de ordeño (comportamientos) en futuros estudios con el fin de determinar su relación con problemas como la mastitis y la calidad de la leche en tanque. Sin duda como profesional y como sampedreño fue al trabajar aspectos sociales, demográficos, culturales y de factor humano que encontré las mayores satisfacciones. Mi experiencia de formación profesional la resumo en dos grandes maestros. El profesor Jaime Aristizabal Vallejo de la Universidad de Antioquia en mi primer semestre de zootecnia, cuando lo escuché decir que el secreto de la lechería de Antioquia estaba en mirar las vacas, y más recientemente con el profesor Paulo Fernando Machado de la Clinica do Leite de la Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” de la Universidade de Sao Paulo, quien me dijo, “Olha o pessoal” (mira el personal), es el personal el que hace la diferencia. Hoy puedo decir que ambos tienen la razón. Es mi interés unir en mi trabajo ambos conceptos.
- Las transformaciones agrícolas y ganaderas que ha sufrido el norte de Antioquia en los últimos 60 años en torno a la producción bovina de leche lo ha convertido en la cuenca lechera más importante del país, con niveles diarios de producción cercanos a los 2,5 millones de litros. La región ha configurado cambios sociales, demográficos y culturales en torno a la industria láctea y la identidad ganadera. Se produjo una reconfiguración de su vocación minera y agrícola hacia la ganadería especializada de leche, experimentado una diferenciación con otras regiones del país, aportando

cerca del 35% de la producción total diaria de leche procesada a nivel nacional. Los ganaderos enfrentan retos que les permitan optimizar la producción sin afectar la sostenibilidad y sustentabilidad de los hatos, de cara a la presión expansionista de la ciudad, el incremento de los costos de la tierra, especialmente en el norte cercano en municipios como San Pedro de los Milagros, Belmira, Enterríos y Donmatías, y el aprovechamiento de los predios en áreas con altas potencialidades para la agricultura y la ganadería como lo son San José de la Montaña, Santa Rosa de Osos, Yarumal, Carolina del Príncipe y Angostura.

- Es importante reconocer que por el desarrollo ganadero que experimentó la región y sus condiciones agroecológicas, en la actualidad la estructura productiva de la lechería en el altiplano norte de Antioquia posee características que le han permitido adaptarse a los requerimientos del mercado. Resultados de nuestro trabajo demuestran que en la región los parámetros de calidad de leche de tanque cumplen con los estándares nacionales e internacionales. La sobreoferta de leche que se presenta a nivel nacional en las llamadas enlechadas (aumentos de la producción de leche en determinadas épocas que son favorecidas por las condiciones climáticas y la buena producción de forraje) o a las importaciones de grandes stocks de leche en polvo (por disminuciones del precio de la leche en el mercado internacional o por caídas en el precio del dólar) han sido retos que la región ha sabido sortear a gran costo. La permanencia de la ganadería lechera en la región obedece al posicionamiento y fortaleza de la industria local que representa cerca del 80% del acopio formal de la leche procesada a nivel nacional y a los esfuerzos de los productores por ser más competitivos. Evidencia de ello es la implementación de programas de gestión como certificación de hatos en Brucella y Tuberculosis, en buenas prácticas ganaderas y certificación en PMO (ordenanza para leche pasteurizada A2) en los hatos locales, lo cual se ha visto favorecido por las exigencias realizadas por las empresas y el acompañamiento de la academia y entes gubernamentales.
- Empresas locales fueron pioneras en la medición de parámetros de calidad de leche, incluyendo sólidos lácteos, unidades formadoras de colonia, células somáticas y nitrógeno ureico en leche, entre otros, con lo cual crearon cultura de manejo y control de parámetros de calidad mucho antes que existiese reglamentación para el país, despertando la necesidad de desarrollar investigaciones que permitieran establecer parámetros de referencia locales, el

establecimiento de valores ideales acordes a las condiciones regionales y la implementación de programas de control y seguimiento a nivel de acopiadores y productores. El trabajo asociativo de los productores y los industriales permitió promover la implementación de tecnologías que han favorecido el desarrollo técnico de la producción láctea. El subsidio a los productores por la industria y el sistema bancario para la compra de tanques de enfriamiento, equipos de ordeño, adecuaciones y construcción de infraestructura y la instalación de silos para el almacenamiento de alimento en la fincas han contribuido al mejoramiento del índice tecnológico en la región. Esfuerzos por el mejoramiento de los niveles de producción se ven favorecidos por la implementación de procesos biotecnológicos relacionados con la reproducción, control productivo, manejo de registros, evaluaciones genéticas, el trabajo asociativo, la gremialidad y la implementación de laboratorios de referencia para calidad de leche, diagnóstico y control de enfermedades y la capacitación del personal técnico y los productores.

- Existe un camino largo por recorrer y retos importantes para los productores lecheros del Norte de Antioquia, es importante valorar los esfuerzos implementados desde la academia, la industria y entes gubernamentales y agremiaciones de la región. Como resultado y gracias a las estrategias, metodologías y tecnologías implementadas, los parámetros de calidad de leche de la región cumplen con los estándares mínimos exigidos por la normatividad vigente y han conducido a la formalización de los eslabones de la cadena láctea en los municipios evaluados. Niveles normales fueron observados en parámetros de calidad composicional para sólidos lácteos, con lo cual se reconoce el trabajo de los ganaderos y el personal vinculado a los sistemas de ordeño. Nuestro estudio es evidencia de ello. Los ordeñadores y ganaderos lecheros del altiplano norte de Antioquia están motivados, poseen intenciones positivas que obedecen a aspectos personales (actitudinales), sociales (normas subjetivas) y de autocontrol que favorecen la implementación de comportamientos que contribuyen al mejoramiento de la calidad de leche. Hay voluntad del personal de las fincas para continuar participando de proyectos que ayuden a identificar problemas de calidad y brinden información que permita tomar decisiones y establecer programas de control para mantener los valores dentro de rangos normales.
- Basado en la normatividad a nivel nacional vigente y la tendencia mundial para el pago de la leche por calidad, los ganaderos ahora reconocen la importancia de

implementar programas de gestión que permitan mejorar parámetros de calidad de leche como sólidos lácteos y niveles de unidades formadoras de colonia. Del mismo modo, los programas de bonificaciones voluntarias implementados por la industria y la medición de algunos parámetros de interés como el nitrógeno ureico en leche, han hecho que los productores comprendan la importancia de desarrollar programas de monitoreo e interpretación de parámetros, especialmente para el control de los niveles de células somáticas en tanque, al punto de ser reconocido como un parámetro que garantiza el mercadeo de la leche en finca ante las empresas acopiadoras y como un factor determinante en el precio del litro de leche pagado al productor, aun cuando su medición y pago no se encuentre actualmente reglamentado a nivel nacional. Es posible identificar prácticas relacionadas con la rutina y el manejo de la máquina de ordeño con el fin de mantener parámetros de calidad dentro de los rangos normales en los hatos.

- La diferenciación de los sistemas de producción láctea en la región del altiplano norte de Antioquia en cuanto al nivel de implementación de sistemas de ordeño en potrero o en sala, sistemas de enfriamiento de la leche, programas de gestión como buenas prácticas ganaderas, control de mastitis, capacitación, entre otros, ha permitido observar que existe una influencia geográfica representada por el municipio y la distancia de los predios a la capital del departamento y/o las principales empresas acopiadoras presentes en la región. Fincas próximas a la zona industrial corresponden a predios más costosos, con mayores facilidades de acceso y mayor tecnificación (equipos de ordeño y sistemas de gestión de calidad). El aumento en los niveles de producción en estos predios se ve favorecido por una mayor proporción de área destinada a la producción de leche, mayores niveles de producción por animal, mayor número promedio de animales de ordeño por hato, mayor proporción de sistemas de ordeño en sala y niveles de certificación e implementación de buenas prácticas ganaderas.
- Las demandas de la industria por leche de calidad en la región y las presiones de los procesos urbanísticos para la ampliación de la frontera agrícola y el subsecuente aumento del costo de la tierra, se debe traducir en una mayor producción de leche por operario y unidad de área en los hatos y leche con óptimos parámetros de calidad acordes con la reglamentación nacional e internacional. Para ello la implementación gradual de sistemas de ordeño mecánico ha contribuido al

cumplimiento de estas metas y se constituye en una alternativa sustentable ambiental y económicamente.

- El desarrollo productivo del Norte de Antioquia se ha visto influenciado por la implementación de sistemas de ordeño mecánico, los cuales han contribuido a dar respuesta a necesidades de los productores en aspectos relacionados no solo con salud de la ubre, sino también con bienestar de los operarios, adaptándose a las condiciones productivas de cada hato. En la actualidad las empresas ganaderas están afrontando problemas relacionados con la disponibilidad de mano de obra, poblaciones flotantes de empleados y una baja tasa de relevo generacional. Implementación de maquinaria en los sistemas de producción ganaderos locales exige la vinculación de personal mejor preparado. Con su adopción se mejoran las condiciones de los operarios y se optimiza el aprovechamiento de recursos.
- La implementación de sistemas de ordeño abrió un mercado con alto potencial para empresas proveedoras de tecnología, mantenimiento, aseo y desinfección de los equipos. La implementación de certificaciones en buenas prácticas ganaderas exige evidencias de los programas de mantenimiento, evaluación y calibración de los sistemas de ordeño mecánico, a pesar de ello, la mayoría de sistemas evaluados no cumplieron con los cánones mínimos internacionales y en muy pocas fincas se contaba con los puntos de medición instalados para el chequeo. Esto sugiere que a pesar de que empresas ganaderas contratan la evaluación y mantenimiento de los equipos de ordeño bien sea para garantizar su adecuado funcionamiento o por dar cumplimiento a los requerimientos incluidos en la lista de chequeo del ICA para hatos certificados en BPG, se desconocen los parámetros y puntos de evaluación y los informes que se deben generar. Las empresas y técnicos que evalúan los equipos no están empleando la norma sugerida a nivel mundial. Dentro de las mediciones a controlar en los equipos de la región se recomienda prestar mayor atención a los parámetros relacionados con precisión del vacuómetro y la desviación del vacío nominal, los cuales presentaron bajos valores de cumplimiento, lo anterior basado en los resultados en la presente investigación.
- La estructura social en torno a los sistemas de producción de leche en la región sobrepasa los límites de las fincas. Relaciones interpersonales de tipo laboral, de vecindad, comercial y cultural se están dando. Se encontró que estas relaciones poseen una influencia positiva sobre la calidad de la leche en tanque.

- En el desarrollo del trabajo se encontró una gran aceptación por parte de los actores involucrados en la investigación. Para los productores y ordeñadores resultó interesante que se tuvieran en cuenta sus opiniones y conocimientos. Si bien estudios de tipo zootécnico se habían enfocado en los animales o aspectos medioambientales, esfuerzos futuros deberían incluir el factor humano como centro de los procesos de evaluación.
- En la región se evidencia un avance en la implementación de programas de gestión como las BPG, los cuales podrían deberse al aporte de los proyectos de capacitación y extensión de la industria, la academia y entes gubernamentales. Parámetros de calidad de leche y el trabajo diario del personal vinculado al ordeño dan cuenta de ello. Sin embargo se considera conveniente incluir temas que amplíen los conocimientos adquiridos en los últimos años. Conocimientos a los que los ganaderos y empleados le ven aplicabilidad parecieran ser puestos en práctica con mayor frecuencia. Se encontró evidencia de la aplicación de conocimientos adquiridos por los ganaderos en labores rutinarias, sin embargo la aplicación de conceptos fisiológicos, científicos y técnicos en labores de rutina contribuirá a la adopción de metodologías y herramientas que se encuentran disponibles en la región y que no son utilizadas para la toma de decisiones, caso de análisis de laboratorio para identificar agentes causantes de mastitis, tratamientos diferenciados o estrategias de control para casos de mastitis contagiosa o ambiental, elaboración de análisis bromatológicos, aforos, entre otros. Lograr una articulación de la labor tradicional del ganadero y los conocimientos teóricos, técnicos y científicos contribuirá al mejoramiento de la calidad de la leche y permitirá a la región ser más competitiva, guardando una distancia entre el conocimiento de los profesionales y la academia.
- Dentro de los programas de capacitación que se vienen implementando en la región se deberían incluir a los ordeñadores con el fin de garantizar la aplicación de los conocimientos adquiridos en las labores rutinarias de producción y manejo animal. Participación de ganaderos en programas de extensión y capacitación no garantiza la aplicación y transferencia tecnológica, especialmente cuando el propietario no trabaja directamente en la finca. La no capacitación de los empleados puede ser un problema para los ganaderos, especialmente para los certificados en BPG, y esto podría ser debido a la alta tasa de rotación de personal en las ganaderías. Eventos de capacitación regionales que busquen mejorar niveles de conocimiento técnico

entre los operarios a nivel zonal y no a nivel de hato podrían ser implementados, con ello podrían lograrse mayores impactos. Dentro de las estrategias para hacerlo podrían incluirse la definición de políticas sectoriales que permitan transmitir conocimientos básicos que evidencien las repercusiones fisiológicas y productivas de implementar comportamientos como los contenidos en la rutina de ordeño o el mantenimiento preventivo de los equipos de ordeño, llevándolos a niveles que sea entendible para el personal. Masificar la transferencia de conocimientos se podría lograr a través de estrategias que requieran poco tiempo y dedicación y que garanticen facilidad de acceso.

- Los niveles de educación bajos de los operarios vinculados a los sistemas de ordeño se constituyen en una limitante para la implementación de programas de capacitación. El tiempo que se requiere para desplazamientos desde las fincas a los lugares donde tradicionalmente se han realizado es una restricción que ocasiona que la asistencia a los mismos no corresponda al público objetivo (sino de los ganaderos o familiares del personal vinculado al ordeño). No se conoce la efectividad de la transferencia de los conocimientos de los asistentes a las capacitaciones y el personal que desarrolla las labores de campo de forma rutinaria. Desarrollar estrategias que lleven el conocimiento a los operarios y ganaderos que están en campo de forma masiva podría optimizar los procesos de extensión y transferencia de tecnología.
- La utilización de estrategias innovadoras de comunicación como videos y presentaciones cortas, historietas, aplicaciones para Smartphone, entre otras, que puedan ser fáciles de difundir y que transmitan conceptos claros y de fácil comprensión podrían contribuir al mejoramiento de los niveles de conocimiento entre operarios y ganaderos. La cobertura y el acceso a medios de comunicación interactivos se han extendido a las comunidades rurales de la región, existe una alta proporción de personas en las fincas con dispositivos electrónicos, acceso a datos e internet y su implementación ofrece ventajas como descargas y accesibilidad en cualquier momento, además de verlos o analizarlos cuantas veces sea necesario.
- Las instituciones académicas y de formación y los mismos profesionales agropecuarios deben emprender programas que contribuyan a la transformación de la percepción que poseen los ganaderos de la región sobre ellos. La estructura productiva en el norte de Antioquia ha favorecido el desarrollo de una industria proveedora de insumos agropecuarios que ofrece empleos a los profesionales del

sector. Esta situación ha creado una imagen de los técnicos como vendedores, afectando su ejercicio en las explotaciones ganaderas. Estas percepciones limitan el ejercicio de su labor al trabajo en casas comercializadoras de agro insumos, generando un círculo vicioso que afecta la percepción que de ellos poseen los ganaderos, la cual puede incluso afectar su desempeño en estas empresas debido a la “desconfianza” que se genera ante un “vendedor”. Contradictoriamente, esta puede ser una ventaja de la recepción a los técnicos vinculados a proyectos de transferencia de tecnología e investigación desarrollados por instituciones independientes y que no poseen compromisos comerciales. La implementación de proyectos indirectamente puede estar mejorando la percepción de los ganaderos sobre los profesionales del sector.

- Se deben fortalecer los procesos de extensión, investigación y transferencia de tecnología en el sector primario en la región. Su implementación aporta elementos para identificar factores que contribuyan al mejoramiento de la competitividad del mismo.
- Dentro de los sistemas de producción lechera en los hatos del altiplano norte de Antioquia se observaron relaciones buenas entre los actores que intervienen en el proceso (empleados, ganaderos y vecinos). Es de destacar las relaciones de tipo laboral, las cuales están centradas en una satisfacción de necesidades básicas y de seguridad que ofrecen cierta estabilidad a los ordeñadores, las cuales en gran medida son aportadas por los ganaderos. Sistemas de producción con alta formalidad se han implementado en el norte de Antioquia, la satisfacción de necesidades básicas hace que los empleados cuenten con una seguridad y estabilidad familiar en la región, la cual podría obedecer a la presencia del estado en la región y a la sobreoferta laboral para ordeñadores y empleados de fincas, a lo que se suma una reducción en la mano disponible en la región en los últimos años, esto puede favorecer el mejoramiento de las condiciones de los empleadores para sus empleados.
- Se considera pertinente desarrollar investigaciones que relacionen el estado de funcionamiento del equipo de ordeño con la salud de la ubre, debido a que programas de manejo como el retiro de leche de animales con mastitis podría estar enmascarando el resultado observado en tanque. Establecer programas de muestreo con intervalos de toma de muestra menores (15 días) podría servir de alternativa para identificar indicadores como tasas de curación, e identificar nuevos

casos de mastitis por animal similar a lo reportado por Jansen *et al* (2009). Esto debido a que en el presente estudio el bajo nivel de cumplimiento de la norma de evaluación y el mal funcionamiento de los equipos de ordeño no se asoció con el CCS en tanque.

- En la actualidad y producto del presente proyecto se cuenta con los equipos necesarios para implementar evaluaciones que incluyan una asociación entre los estudios realizados como tiempos de ordeño. La optimización de la rutina de ordeño, la identificación de puntos muertos y cuellos de botella permitirá implementar estrategias que minimicen el tiempo de ordeño y le generen menos estrés al animal y al operario sin sacrificar la salud de la ubre.

Anexo 1.

Formato de caracterización para las fincas.



Objetivo: Caracterizar 200 predios techeros en el norte de Antioquia en los componentes de producción, reproducción, sanidad y manejo.

1. INFORMACIÓN GENERAL									
Fecha de Visita									
Nombre del encuestado	Propietario o Representante								
Cargo dentro de la finca	N° Identificación								
N° telefónico	N° telefónico								
Correo Electrónico	Correo Electrónico								
Nombre del Administrador	Tenencia de la tierra PROPIA								
N° telefónico	Fecha de finalización del contrato: _____								
Correo Electrónico	DIA/ MES/ AÑO/								
Nombre del Predio	Código del Predio								
Departamento	Municipio								
Vereda	Distancia finca- carretera ppar (km):								
Distancia predio al municipio	Altura m.s.m.n								
Temperatura (°C)	Longitud								
Latitud:	Zona de Vida								
Posee título de propiedad	SI _____ NO _____								
Precipitación (mm/año)	Pavimento _____ Destapada _____ Trocha _____								
Acceso al predio	SI _____ NO _____								
Servicios públicos	Energía SI _____ NO _____								
Acueducto	Alcantarillado SI _____ NO _____								
Telefono Fijo	Red Gas SI _____ NO _____								
Planta eléctrica	Paneles Solares SI _____ NO _____								
2. INFORMACIÓN FAMILIAR DEL PROPIETARIO O ARRENDATARIO									
Nombre	Apellidos	Parentesco	Tipo Documento	Numero Documento	Fecha Nacimiento	Edad	Sexo	Escolaridad	Ocupación
								Primaria	
								Secundaria	
								Tecnico	
								Profesora	
								Primaria	
								Secundaria	
								Tecnico	
								Profesora	
								Primaria	
								Secundaria	
								Tecnico	
								Profesora	

3. MANO DE OBRA										Observaciones
UNIDAD										Observaciones
Contratada Ocasional (número personas)										
Contratada Permanente (número)										
Familiar Ocasional (número)										
Familiar Permanente (número)										
Valor Jornal (Ocasional) (pesos/semana)	\$									
Salario permanente(pesos/mes)	\$									
<b>ASISTENCIA TECNICA</b>										
Agρόnomo	SI	NO								
Veterinario	SI	NO								
Zootecnistas	SI	NO								
Otros	SI	NO								
<b>4. INFORMACION DEL PREDIO</b>										
<b>Extensión finca</b>										
Posee planos del predio	SI	NO								
Extensión total del predio(Ha)										
Topografía			Ondulada							
			Plana %							
			Quebrada %							
Áreas en Potrero (Ha)										
Áreas pastos de corte (Ha)										
Área en bosques y/o otros (Ha)										
Área destinada para animales en										
Áreas en construcción (Ha)										
Área destinada a otros usos (Ha)										
<b>5. MANEJO AGRONÓMICO DE POTREROS</b>										
<b>Manejo Agronómico de potreros</b>										
Número de potreros	SI	NO								
Área promedio por potrero (Ha)										
Sistema de Pastoreo(Rotacional, franjas)										
Periodo de descanso (días)										
Periodo de ocupacion (días)										
Porcentaje de erosion del suelo										
Realiza Control de Arvences										
Sistema de riego										
¿Realiza Análisis de suelos?										
¿Utiliza fungicidas? (Dosis/har/haño)										
¿Aplica Enmiendas? (kg/har/haño)										
¿Realiza labores agronómicas en sus										

¿Utiliza Fertilizantes? (Kg/Ha/año)	Organico: _____ Quimico: _____	Bultos y conversiones
¿Utiliza pesticidas? (Dosis/ha/año)	Cual(es): _____	
¿Cuenta con un plan de manejo para la utilización de pesticidas, fungicidas y fertilizantes?	Cual(es): _____	
%Tipos de pasturas (pastoreo)	Kikuyo (Pennisetum clandestinum) Raygrass Falsa poa (Holcus lanatus) Trebol rojo (Trifolium sp.) Trebol blanco (Trifolium sp.) Otros: _____	
%Tipos de pasturas (Corte)	Pasto azul (Dactylis glomerata) Brasilero (Phalaris sp.) Maralfalfa (Pennisetum sp.) Alfalfa (Medicago sativa L.) Otros: _____	
<b>Aforo</b>	<b>Técnica determinación MS ( microondas, laboratorio) , kg/MS/m2</b>	<b>Edad del pasto</b>
Forraje Potraros. ¿Tiene conocimiento de cuanto es la disponibilidad de forraje en potraros? (aforos )	Kg/FV/m2 _____ SI _____ NO _____	
Tipo de cercas	Viva (Pino, Eucalipto) _____ Muerta (pua, eléctrica) _____	
<b>6.1 Otros usos del suelo</b>	<b>Observaciones</b>	<b>frecuencia</b>
Agricultura (Ha)	Maiz _____ Frijol _____ Papa _____ Otro _____	
Cultivos forestales (Ha)	Pino _____ Eucalipto _____ Cipres _____ Otro _____	
Bancos de forraje (Ha)		
Corredores de rívera (Ha)		
Silvopastoreo (Ha)		
Pasturas (Ha)		
Bosque (Ha)		
<b>6. INVENTARIO ANIMAL</b>		
<b>6.1 SANIDAD Y BIOSEGURIDAD</b>		
¿Existe constancia de inscripción del predio ante la oficina del ICA?	SI _____ NO _____	Observaciones
¿Existe una certificación oficial actualizada que acredite el hato como libre de Brucelosis?		
¿Existe una certificación oficial actualizada que acredite el hato como libre de Tuberculosis?		
¿Se encuentra vigente la vacunación contra las enfermedades de control oficial?		
¿Tiene un programa documentado de prevención y control de mastitis bovina?		
¿Se realizan Cultivos y antibiogramas cuando se presenta mastitis?		
¿Existe delimitación del predio?		
¿Registro de ingreso y salida de vehículos y visitantes?		
¿Área de cuarentena?		

	SI	NO	Observaciones
¿Manejo individual de animales enfermos?			
¿Recibe asistencia técnica?			
¿Controla Parásitos Internos?			
Tipo de control parásitos Internos?			
Control de parásitos externos?			
Desinfección de vehículos para su ingreso al predio?			
<b>6.2 CUARTO TANQUE ENFRIAMIENTO</b>			
¿Pisos con superficie fácil de limpiar, de material impermeable, sin charcos y en buen estado y con pendiente hacia el drenaje?			
¿Las paredes y los techos están en buen estado, debidamente acabados y facilitan la limpieza?			
¿Drenajes con sifón o trampa, protegidos contra acceso de plagas?			
¿Las Puertas permanecen cerradas en todo momento y sus ventanetas protegidas con anillos?			
¿Poseee luz natural o artificial adecuada y bien distribuida; con pantalla protectora y sin bombillos expuestos?			
¿Ventilación adecuada?			
¿Cuenta con un solo acceso?			
¿Cuenta con una planta eléctrica?			
¿Procedimiento documentado y aplicación de un protocolo de limpieza y desinfección para la sala del tanque y el tanque de frío?			
¿Equipo de agua caliente disponible?			
¿Mangueras de agua en buen estado?			
¿Cuenta con un sistema que garantiza la conservación de la leche, temperatura por debajo de los 6°C?			
¿El equipo de refrigeración es operado y mantenido en buen estado?			
<b>6.3 SISTEMA DE ORDENO EN SITIO</b>			
<b>Equipo de Ordeno</b>			
	Cantidad	Número de puestos	
Fijo			
Portatil			
¿El ordeno se realiza en un sitio apropiado y dedicado exclusivamente para este fin?			
¿La zona de espera se encuentra en condiciones de higiene adecuadas?			
¿Instalaciones de la sala de ordeno?			
¿Restricción de otros animales en la sala de ordeno?			
¿Luz natural o artificial adecuada y bien distribuida con pantalla protectora?			
¿Ventilación es apropiada para la instalación?			
¿Las mangueras de agua se encuentran en buen estado?			
¿Existe un procedimiento de limpieza y desinfección para el sitio del ordeno?			
¿El manejo de residuos sólidos y líquidos no representa riesgo para fuentes de agua, ambiente y proliferación de plagas?			
<b>6.4 RUTINA DE ORDENO</b>			
¿Se cuenta con un procedimiento para la rutina de ordeno?			
¿Los Flancos, ubre y cola se encuentran limpios en el momento del ordeno?			
¿Los ordeñadores se lavan y secan las manos y antebrazos antes de iniciar el ordeno?			
¿Realiza despuite?			
¿Desinfecta los pezones?			
¿Seca los pezones con material adecuado?			
¿Los pezones están limpios al inicio del ordeno?			
¿Realiza pos sellado de los pezones?			

6.5 PROTECCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN DE LA LECHE.		SI	NO	Observaciones
¿Protección de la leche, equipos y utensilios?				
¿Las superficies de contacto con la leche que hayan sido desinfectadas se protegen de la contaminación?				
<b>6.6 LECHE ANORMAL</b>		SI	NO	Observaciones
¿Las vacas que producen leche anormal son ordeñadas de manera separada?				
¿La leche anormal y en retiro no entra al circuito de leche normal y se dispone de pozo sepelio?				
¿La leche de utensilios de leche anormal y en retiro?		SI	NO	Observaciones
<b>6.7 UTENSILIOS Y EQUIPOS DE ORDENO</b>				
¿Materiales de equipos y utensilios?				
¿Cuenta con registros de mantenimiento preventivo del equipo de ordeño?				
¿Los filtros de leche se utilizan una sola vez y están adecuadamente almacenados?				
¿Los procedimientos de limpieza y desinfección manual y mecánica; para equipos y utensilios?				
Almacenamiento del papel de limpieza de pezones.				
<b>6.8 SUMINISTRO Y CALIDAD DE AGUA</b>		SI	NO	Observaciones
¿Calidad del agua?				
¿Tanque de almacenamiento de agua?				
¿Acciones correctivas respecto a la calidad del agua?				
<b>6.9 CONTROL DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS E INSUMOS AGROPECUARIOS</b>		SI	NO	Observaciones
¿Todos los medicamentos que usa tienen Registro ICA?				
¿Almacena adecuadamente los insumos agropecuarios?				
¿Clasifica los medicamentos veterinarios?				
¿Almacena adecuadamente los alimentos para animales?				
¿Utiliza en alimentación de los animales proteína de origen animal, sebos, socas o estércoleo de cualquier especie animal?				
¿Verifica la vigencia de los insumos agropecuarios ?				
¿Almacenamiento y transporte de productos biológicos?				
¿Manejo adecuadamente los medicamentos de control especial?				
¿Existe una persona responsable y designada para el manejo y aplicación de los medicamentos veterinarios?				
¿Mantiene actualizado el inventario de medicamentos, alimentos y biológicos veterinarios?				
¿Inventario de alimentos para animales?				
¿Tiene prescripción veterinaria de los medicamentos y biológicos?				
¿Respeto el tiempo de retiro de medicamentos veterinarios?				
Manejo de potreros?				
¿Registros de aplicación de medicamentos veterinarios?				
¿Acciones correctivas cuando se detecta el incumplimiento del tiempo de retiro?				
¿Instrumentos para la administración de medicamentos biológicos y veterinarios?				
¿Uso de alimentos medicados para los animales?				
¿Notificación de efectos indeseables o adversos?				
<b>6.10 OTRAS AREAS</b>		SI	NO	Observaciones
¿El predio está localizado de acuerdo al plan de ordenamiento territorial del municipio?				
¿Condiciones adecuadas de limpieza de las instalaciones?				
¿Áreas debidamente identificadas?				
¿Instalaciones sanitarias adecuadas?				

6.11 REGISTROS Y DOCUMENTACION		SI	NO	Observaciones
¿Se mantiene archivo de todos los registros?				
¿Registro o ficha individual de cada animal?				
¿Utilización de guías sanitarias de movilización?				
6.12 CONTROL DE PLAGAS		SI	NO	Observaciones
¿Existe una clasificación de las basuras?				
¿Manejo de basuras y residuos peligrosos?				
¿Acciones para el control de plagas?				
¿Manejo y disposición de estiércol en instalaciones?				
6.13 BIENESTAR ANIMAL		SI	NO	Observaciones
¿Buena disponibilidad de agua y alimento para los animales?				
¿Condiciones para el manejo animal?				
¿Las instalaciones y elementos para el manejo animal son los adecuados?				
¿Las intervenciones quirúrgicas y no quirúrgicas?				
6.14 PERSONAL		SI	NO	Observaciones
¿Evidenciar el estado sanitario del personal de ordeño y la existencia de un examen médico?				
¿Cuentan con implementos de trabajo y dotación?				
¿Cuentan con seguridad social?				
¿Existe un botiquín y al menos una persona cuenta con el curso de primeros auxilios?				
¿Existe un programa de capacitación soportado por los certificados de asistencia?				
7. CALIDAD DE LA LECHE				
Conceptos		Parámetros		Observaciones
	Propios	Referente	Resultado	
Células somáticas RCS/milx1000.				
Recuento bacterial UFC/milx1000.				
Proteína %				
Sólidos Totales %				
Temperatura °C.				
Grasa %				
8. INDICADORES PRODUCTIVOS Y REPRODUCTIVOS				
INDICADOR	Valor	Observaciones		
Peso promedio al nacimiento (kg)	≤ 25kg	26-30 kg	31-35 kg	36-40 kg
Peso promedio al destete (kg)	≤ 60 kg	61-90 kg	91-110 kg	111-120 kg
Peso promedio hembra 1er servicio	≤ 250 kg	251-300 kg	301-350 kg	351-400 kg
Peso promedio vaca adulta	≤ 400 kg	401-450 kg	451-500 kg	551-600 kg
Porcentaje de Natalidad				
Edad destete (días)	≤ 60 días	90 días	120 días	150 días
¿De las vacas en edad reproductiva cuantos partos obtiene al año?	≤ 400 kg	401-450 kg	451-500 kg	551-600 kg
Edad al primer servicio de la hembra	≤ 14 meses	14-16 meses	16-18 meses	18-20 meses
Edad al primer parto	≤ 24 meses	24-26 meses	26-28 meses	28-30 meses
Duración de la Lactancia días en leche	≤ 24 meses	24-26 meses	26-28 meses	28-30 meses
Duración lactancia días en leche	≤ 305 días	305-320 días	320-350 días	350-400 días
Intervalo entre partos (IEP) Días	≤ 365 días	365-380 días	380-400 días	400-420 días
Vida útil promedio de las vacas	≤ 6 años	6-7 años	8-9 años	9-10 años

Vida productiva del Toro (años)		SI		NO		9. ANIMALES		Observaciones
Número de animales de descarte por año						Cantidad		
Número nacimientos por año								
Número de mortalidades por año								
Condición Corporal de vacas lactantes? Aca se debe poder ingresar cualquier valor entre 1 y 5								
Razas de los animales								
Holstein								
Jersey								
Pardo Suizo								
BON								
Gyr								
Afshyre								
Otros, Cual (es)								
<b>9.1 ANIMALES</b>								
<b>Total</b>								
<b>Tipo de animales</b>	<b>Hembras</b>	<b>Machos</b>					<b>Observaciones</b>	
Bovinos							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Crias							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Destietos							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Levante							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Ceba							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Hembras vientres							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Hembras 1° parto							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Hembras 2° parto							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Hembras mayor a 3 partos							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Vacas paridas							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Vacas en producción							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Vacas secas							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Toros							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Toretos							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
<b>Total bovinos</b>								
<b>Otras especies</b>								
Equinos							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Mulares							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Asnales							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Bueyes							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Bufalos							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Ovinos							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Caprinos							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Aves							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Perros							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Gatos							Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)

Cerdos			
Reproductores		Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
cria		Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Precebo		Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
Ceba		Compra? (unidades/año)	Muertes (unidades/año)
<b>Total Animales en Granja</b>			
<b>10. PLAN DE ALIMENTACION</b>			
		Cual (es)	Cantidad Kg/animal/día
Alimentos Concentrados kg/animal/día	SI	NO	
Subproductos de molinería kg/animal/día			
Forrajes proteicos kg/animal/día			
Forrajes Energéticos kg/animal/día			
Bloques Multinutricionales kg/animal/día			
Ensilaje kg/animal/día			
Heno kg/animal/día			
Sal mineralizada-Consumo gr/día			Vacas en producción Terneiras
Oferta de Agua			Vacas secas Novillas
Lactoreemplazadores Litros/animal/día			
Base forrajera Litros			
Otros			
<b>Aditivos</b>	SI	NO	Cantidad
Ionóforos gramos anim día			
Levaduras			
Oxido de Magnesio			
Bicarbonato de Sodio			
<b>11. COMERCIALIZACION DE LA LECHE</b>			
		Cual (es)	Observaciones
Nombre de la empresa que compra su leche	Alpina	Galan	
	Alqueria	Norte	
	Betania	Proleche	
	Colanta	Zarzal	
	Cantidad:	Cantidad:	
Nº litros vendidos diarios	SI	NO	
Precio pagado por litro (\$/lt)			
¿Recibe pago por calidad de la leche?	SI	NO	Costo:
Frecuencia de pago (D - S - O - M)			
¿Sabe cuanto le cuesta producir un litro de leche \$?	SI	NO	
¿Cuál es el promedio de producción por animal?	Cantidad:		
¿Realiza cálculo de costos?	SI	NO	Entidad:
¿Recibe asesoría para el cálculo de sus costos?	SI	NO	

12. CONSUMO ENERGETICO					OBSERVACIONES
	SI	NO	Kg/Mes	% Consumo	
<b>Leña</b>					
Electricidad					
% (kw/mes) Tanque frio					
% (kw/mes) Hidrolavadora					
% (kw/mes) Báscula					
% (kw/mes) Pica Pasto					
% (kw/mes) Viviendas					
% (kw/mes) Riego					
% (kw/mes) Cercas electricas					
% (kw/mes) Suministro de H2O					
% (kw/mes) Maquina de ordeño					
% (kw/mes) Otros					
<b>Diesel</b>					
% (gal/mes) Bombas para suministro de agua					
% (gal/mes) Tractor en otros					
% (gal/mes) En bombas, fumigacion de potreros					
% (gal/mes) Tractor en equipos de ordeño					
% (gal/mes) Tractor en manejo de pasturas					
% (gal/mes) En bombas para otros					
% (gal/mes) Vehiculos transporte insumos y					
% (gal/mes) Vehiculos transporte personal					
% (gal/mes) Tractor en transporte					
% (gal/mes) Bombas para riego					
% (gal/mes) Guadaña y otros equipos					
% (gal/mes)					
<b>Gasolina</b>					
% (gal/mes) Bombas para otros					
% (gal/mes) Bombas para Riego					
% (gal/mes) Guadaña y otros equipos					
% (gal/mes) En bombas para fumigacion potreros					
% (gal/mes) Bombas para suministro de agua					
% (gal/mes) Vehiculos transporte personal					
<b>OBSERVACIONES ENCUESTADOR</b>					

FIRMA DE QUIEN APLICA LA ENCUESTA Matricul Profesional

FIRMA DE QUIEN RESPONDE LA ENCUESTA

<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>Versión 3. 17/03/04</b>	
<b>Información de la Finca</b>			
<b>1</b>	Nombre del propietario:		
<b>2</b>	Edad del propietario:		
<b>3</b>	Nombre de la Finca:		
<b>4</b>	RCS (Último reporte colilla de pago):		
<b>5</b>	UFC (Último reporte colilla de pago):		
<b>Hato</b>			
<b>6</b>	Raza (o grupo racial predominante)		
<b>7</b>	Volumen de leche producido (diario en litros) -total-		
<b>8</b>	N° animales en Lactación u ordeño		
<b>9</b>	Producción media/animal/día		
<b>10</b>	Origen de los animales de producción (1. Finca-Remplazo; 2. Compra; 3. Ambos.)		
<b>Software Gerencial y manejo de Información</b>			
<b>11</b>	Usa software gerencial	(SI)	(NO)
<b>12</b>	¿Cuál es el nombre del software?		
<b>13</b>	¿Quién registra la Información?		
<b>14</b>	El software es manejado para (1. Registro de Información; 2. Toma decisiones; 3. Otro, Cuál)		
<b>Ordeño</b>			
<b>15</b>	Número de Ordeños/día		

16	Tipo de ordeño (1. Manual; 2. Mecánico)				
17	Sitio de Ordeño (1. Sala; 2. Potero con Bomba; 3. Potrero con Conducción de Vacío)				
18	Marca de Pre-Sellante				
19	Ingrediente Activo				
20	Concentración del Ingrediente Activo				
21	Marca del Pos-Sellante				
22	Ingrediente Activo				
23	Concentración de Ingrediente Activo				
24	Empresa a la que vende la leche				
<b>Ordeñadores</b>					
25	Número de Ordeñadores (tiempo completo)				
	<b>Ordeñador</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
26	Edad				
27	Sexo (M: masculino; F: Femenino)				
28	Escolaridad (a. Lee y escribe; b. 1ª a 4ª grado; c. 5ª a 8ª grado; d. Bachiller)				
29	Antigüedad (en años)				
<b>BPG Y BPO</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>		
30	Conoce el programa de BPO y BPG				
31	<b>Se encuentra Implementando las BPG y/o BPO</b>				
32	Cuenta con certificación como hatu libre de Brucella vigente				
33	Cuenta con certificación en Tuberculosis vigente				
34	le interesan los programas de certificación en BPG y BPO				
35	Cuenta con la certificación en BPG vigente				
<b>MUESTREOS PARA IDENTIFICACIÓN AGENTES (Antibiograma)</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>		
36	Realizan en la finca CMT				

37	tienen establecido el CMT como una práctica de rutina (regularmente, cada cuanto)		
----	---	--	--

**Anexo 2.**

**Formato de Evaluación del equipo de ordeño.**

**EVALUACIÓN DEL EQUIPO DE ORDEÑO**

<b>1. Datos generales</b>				
Nombre de la finca				
Ubicación				
Fecha de verificación				
Nombre del verificador				
Propietario o administrador de la finca				
teléfono				
<b>2. Datos previos al procedimiento de medición</b>				
Cantidad de unidades de ordeño				
Tipo de conducción de leche				
Tipo de pezoneras				
<b>3. Tabla de mediciones y resultados</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Punto de medición (o fórmula)</b>	<b>Estado de la instalación (o rango de valores)</b>	<b>Valor</b>
V0	Vacío Nominal	-	-	
V1-Principal	Nivel de vacío leído en el vacuómetro de la máquina	Vacuómetro de línea principal de vacío	Listo para ordeñar	
V2-Principal	Nivel de vacío medido cerca del vacuómetro de la máquina	Vacuómetro de línea principal de vacío	Listo para ordeñar	
<b>E1-principal</b>	<b>Precisión del vacuómetro</b>	<b>(E1= V1-V2)</b>	<b>± 1 KPa</b>	<b>0</b>
V1-Pulsación	Nivel de vacío leído en el vacuómetro de la máquina	Vacuómetro de línea de pulsación	Listo para ordeñar	

V2-Pulsación	Nivel de vacío medido cerca del vacuómetro de la máquina	Vacuómetro de línea de pulsación	Listo para ordeñar	
<b>E1-Pulsación</b>	<b>Precisión del vacuómetro</b>	<b>(E1= V1-V2)</b>	<b>± 1 KPa</b>	<b>0</b>
V3	Vacío en el sistema de ordeño	Vm	Listo para ordeñar	
V4	Vacío de servicio de la instalación de ordeño	Vm	ordeño	
<b>E2</b>	<b>Sensibilidad de la regulación</b>	<b>(E2= V3-V4)</b>	<b>± 1 KPa</b>	<b>0</b>
<b>E3</b>	<b>Desviación del vacío nominal</b>	<b>(E3= V0-V4)</b>	<b>± 2 KPa</b>	<b>0</b>
V5	Vacío de servicio de la unidad de regulación	Vr	ordeño	
V6	Vacío de servicios de la bomba de vacío (poner el mayor valor si hay más de una bomba de vacío)	Vp	ordeño	
V8	Vacío en el sistema de ordeño (medido 2 KPa debajo de V4)	Vm	ordeño	
V9	Vacío en la unidad de regulación (medido 2KPa debajo de V4)	Vr	ordeño	
<b>E4</b>	<b>Caída de vacío entre: receptor-regulador de vacío</b>	<b>(E4=V9-V8)</b>	<b>± 1 KPa</b>	<b>0</b>
V10	Vacío en la bomba de vacío	Vp	ordeño	
<b>E5</b>	<b>Caída de vacío entre: receptor-bomba de vacío</b>	<b>(E5= V10-V8)</b>	<b>± 3 KPa</b>	<b>0</b>
V11	Menor valor de los máximos niveles de vacío de pulsación	Cámara de pulsación (valor ya medido)	ordeño	
<b>E6</b>	<b>Caída de vacío entre: receptor- valor más bajo de vacío de pulsación</b>	<b>( E6=V4-V11)</b>	<b>± 2 KPa</b>	<b>0</b>
V7	Presión dinámica en el escape de la bomba de vacío	Pe	ordeño	
L1	Caudal de reserva	A1	ordeño	
L2	Caudal de aire con unidad reguladora	A1	ordeño	
L3	Caudal de reserva manual (regulador desconectado)	A1	ordeño	

<b>E7</b>	<b>Pérdida de regulación</b>	<b>(E7=L3-L1)</b>	<b>Máx. 35 l/min o 10% de L3</b>	0
L4	Caudal de aire sin unidad reguladora de vacío	A1	ordeño	
<b>E8</b>	<b>Fugas del regulador de vacío</b>	<b>(E8= L4-L2)</b>	<b>Máx. 35 L/min ó 5% de L3</b>	0
L5	Caudal de aire con sistema de leche (regulador desconectado)	A2	ordeño	
L6	Caudal de aire con sistema de vacío y sin sistema de leche (regulador desconectado)	A2	ordeño	
<b>E9</b>	<b>Fugas del sistema de leche</b>	<b>(E9= L6-L5)</b>	<b>Revisar límites en la definición de E9</b>	0
L7 Bomba 1	Caudal de aire sin sistemas de vacío (“vacío de trabajo”)	A3		
L7 Bomba 2	Caudal de aire sin sistemas de vacío (“vacío de trabajo”)	A3		
<b>E10</b>	<b>Fugas en la línea de aire</b>	<b>(E10=L7-L6)</b>	<b>5% DE L7</b>	0
L8 Bomba 1	Caudal de aire de la bomba de vacío a 50 KPa (“vacío nominal”)	A3		
L8 Bomba 2	Caudal de aire de la bomba de vacío a 50 KPa (“vacío nominal”)	A3		
<b>Medición de vacío en punta de pezón</b>				
Vacío máximo en punta de pezón (KPa)				
Vacío mínimo en punta de pezón (KPa)				
Vacío promedio en punta de pezón (KPa)				
<b>4. Observaciones y recomendaciones:</b>				

Anexo 3.

Guía para el diligenciamiento de formato de evaluación de equipo de ordeño (anexo 2)



MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN DE ORDEÑO		
Fecha Original	Revisión No.	Fecha Revisión
21-nov-2013	1	18-abr-2014

MFS-001 R1

**1. Información con respecto al manual**

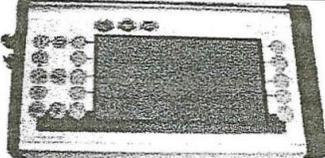
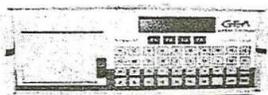
Este manual describe y explica detalladamente el procedimiento para la medición y verificación de la instalación de ordeño. La revisión de la instalación de ordeño se realiza teniendo en cuenta las siguientes normas:

- DIN ISO 3918:2007
- DIN ISO 5707:2007
- DIN ISO 6690:2007

Para la verificación de la instalación de ordeño se van ingresando los datos y la información correspondiente, según se requiera, en el ANEXO 1. Si usted no tiene acceso a los equipos de medición por favor solicítelos a un Especialista Farm Services o al Jefe del Departamento Técnico.

**2. Equipos de medición**

**2.1. Equipos de medición para verificación de pulsación y de vacío**

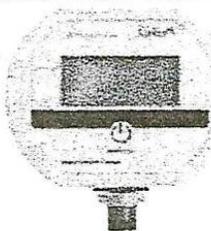
Ilustración	Denominación
	Pulso Test Comfort Manual de instrucciones 7037-9005-031 Configurar de acuerdo a la(s) variable(s) a medir
	Pulso Test Syncro Manual de instrucciones 7037-9005-029 Configurar de acuerdo a la(s) variable(s) a medir
	TriScan Configurar de acuerdo a la(s) variables a medir

**2.2. Caudalímetros**

Ilustración	Denominación	Capacidad
	Flow Meter Caudalímetro con accesorios	9900 l/min

MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACION DE ORDEÑO		
Fecha Original	Revisión No.	Fecha Revisión
21-nov-2013	1	18-abr-2014

### 2.3. Vacuómetros

Ilustración	Denominación
	Vacuómetro con display digital Alimentación de energía por batería de 9V (batería estándar)

### 2.4. Indicaciones para las mediciones

#### Medidas de nivel de vacío

El vacuómetro utilizado debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Error de medición máximo:  $\pm 0,6$  kPa
- Repetitividad de al menos: 0,2kPa
- El vacuómetro debe estar calibrado a un nivel de vacío similar al que se va a medir

#### Medidas de caudal de aire

El caudalímetro utilizado debe satisfacer los siguientes requisitos:

- Error de medición máximo: 5%
- Repetitividad de al menos: 1% ó 1 l/min (según el valor mayor)

### 2.5. Elementos necesarios para realizar la evaluación del equipo

- Tapones obturadores de pezoneras (normalizados)
- Mínimo 20m de tubo flexible de 5/8 mm de diámetro
- Elemento distribuidor de vacío
- Herramientas varias (cronómetro, metro, entre otros)

### 3. Puntos de medición para instalaciones de ordeño

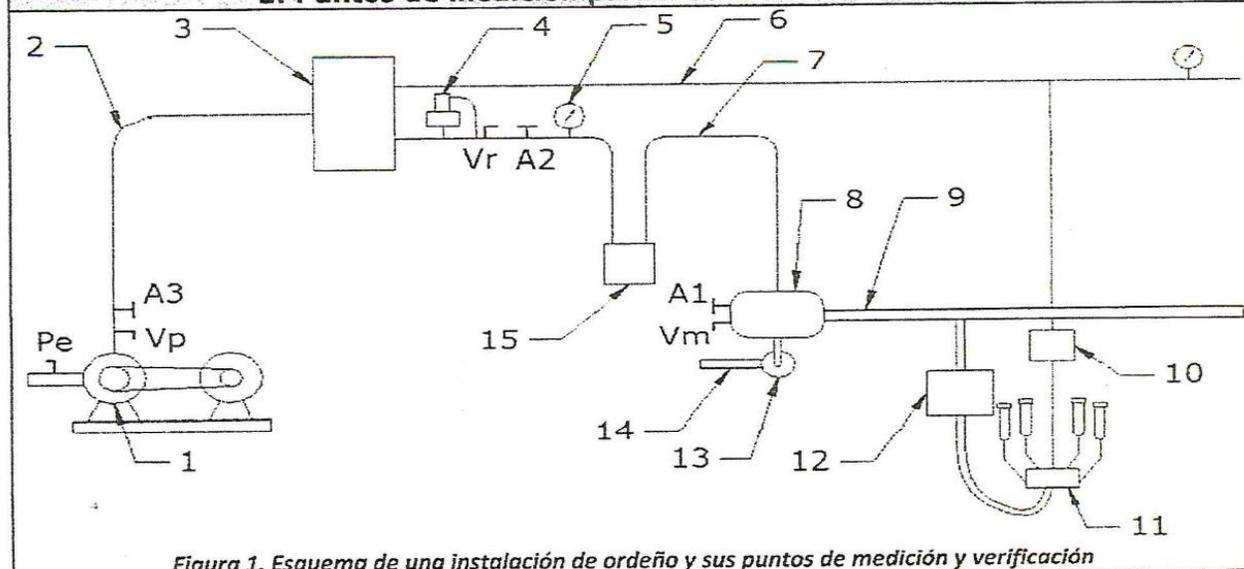


Figura 1. Esquema de una instalación de ordeño y sus puntos de medición y verificación

MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN DE ORDEÑO		
Fecha Original	Revisión No.	Fecha Revisión
21-nov-2013	1	18-abr-2014

**Leyenda**

1	Bomba de vacío	2	Conducción principal de vacío
3	Depósito de vacío	4	Regulador de vacío
5	Vacuómetro	6	Línea de vacío de pulsación
7	Alimentación de vacío del recibidor	8	Recibidor de leche
9	Línea de leche	10	Pulsador
11	unidad de ordeño	12	Cámara de medición
13	Bomba de leche	14	Línea de descarga
15	Trampa sanitaria	$V_m$	Puntos de conexión para mediciones de vacío
A1	Puntos de conexión para mediciones de caudal de aire	$V_r$	
A2		$V_p$	
A3		$P_e$	Punto de medición de presión de escape

**3.1. Puntos de medición de vacío y de caudal de aire**

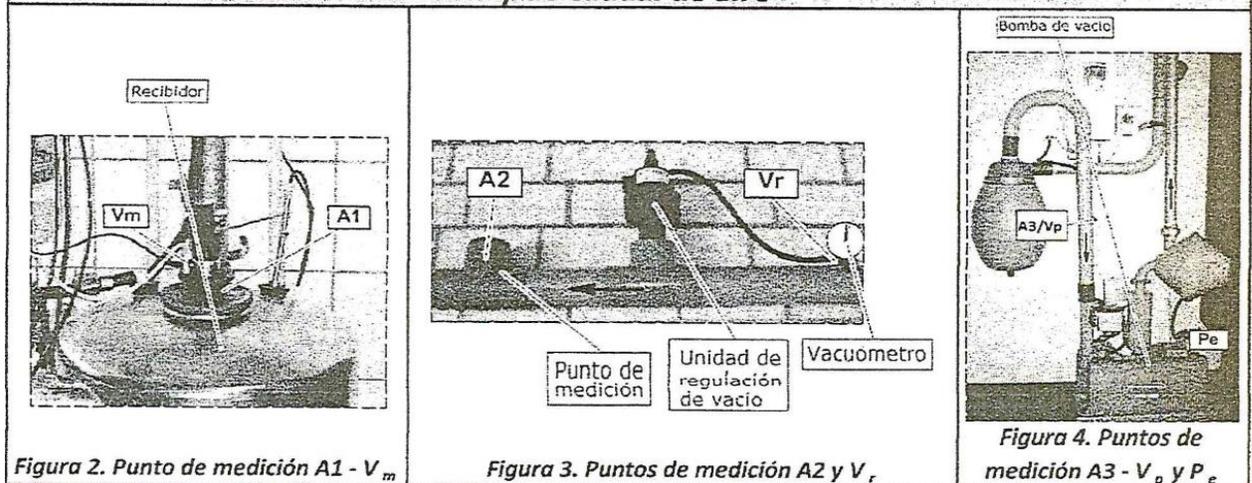


Figura 2. Punto de medición A1 -  $V_m$

Figura 3. Puntos de medición A2 y  $V_r$

Figura 4. Puntos de medición A3 -  $V_p$  y  $P_e$

**Punto de medición A1 -  $V_m$**

En este punto se realizan las mediciones más importantes de caudal de aire. Está ubicado en el recibidor o cerca del mismo, corriente arriba de la trampa sanitaria.

**Punto de medición A2**

En este punto se miden las fugas de la línea de vacío de leche. Está ubicado corriente abajo de la unidad de regulación de vacío.

**Punto de medición A3 -  $V_p$**

En este punto se mide la capacidad de la bomba de vacío. Está ubicado en la línea principal de vacío, lo más cerca posible de la bomba de vacío.

**Punto de medición  $V_r$**

En este punto se miden los niveles de vacío en diferentes condiciones de servicio. Se ubica en la línea principal de vacío, cerca de la conexión de mando del regulador de vacío.

**Punto de medición  $P_e$**

En este punto se mide, con la bomba de vacío en marcha, la presión dinámica en la línea de escape de la bomba. En las bombas RPS se puede medir en la conexión de evacuación de aceite del recuperador, pero se debe tener precaución para interceptar el aceite que salga.

<b>MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN DE ORDEÑO</b>		
<b>Fecha Original</b>	<b>Revisión No.</b>	<b>Fecha Revisión</b>
21-nov-2013	1	18-abr-2014

### **3.2. Preparación de los puntos de medición**

Los codos, tomas de aire y otros componentes causan turbulencia, y por lo tanto pueden afectar las mediciones. La separación mínima con respecto a los codos, tomas de aire y otros componentes que causen turbulencia debe ser de 5 veces el diámetro de la tubería. El racor de verificación de los vacuómetros debe estar ubicado lateralmente junto a la conexión de medición, como se observa en la *Figura 5*.



*Figura 5. Ubicación del punto de verificación de los vacuómetros*

## **4. Condiciones de medición**

### **4.1. Preparar la instalación**

- Revisar si los puntos de medición requeridos existen. De lo contrario, instale los que hagan falta.

Verificar que las mangueras de medición no presenten fisuras.

### **4.2. Colocar las mangueras de medición**

- Montar un caudalímetro cerrado en A1.
- Colocar las válvulas de mariposa de la línea de conducción de leche en posición de ordeño.
- Separar la línea de lavado de la trampa sanitaria.
- Retirar las unidades de ordeño del lavador de pezoneras.
- Conectar la bomba de vacío.
- Bloquear el inyector de aire.
- El retirador automático de pezoneras debe estar contraído.
- Antes de comenzar a medir, todos los equipos de medida y todas las conexiones de las mangueras, que sean necesarios para la medición, deben estar conectados en los puntos de medición correspondientes.

### **4.3. Duración mínima de marcha**

Antes de iniciar las mediciones los equipos deben alcanzar una estabilidad en el funcionamiento. Para ello los pulsadores se deben dejar 3 minutos en operación, y para las mediciones de caudal de aire la bomba de vacío debe operar por 15 minutos. Se deben medir todos los pulsadores. El tiempo de calentamiento de la bomba se puede aprovechar para la toma de datos de los pulsadores.

### **4.4. Definición de los conceptos "Listo para ordeñar" y "Ordeño"**

#### **Listo para ordeñar**

- Los pulsadores están desconectados.
- El vacío está desconectado en el extremo de la manguera larga de leche. (Poner la unidad de control en estado "Listo para ordeñar" o cerrar la válvula de cierre en el colector)
- Las unidades de ordeño están recogidas.
- El estrangulador para mangueras está cerrado.

<b>MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACION DE ORDENO</b>		
Fecha Original	Revisión No.	Fecha Revisión
21-nov-2013	1	18-abr-2014

**Ordeño**

- Todas las pezoneras están tapadas con pezones normalizados de verificación.
- Las unidades de ordeño deben estar colgando, de forma que los tubos cortos no estén estrangulados.
- Todos los pulsadores están conectados.
- En el extremo de la manguera larga de leche, el vacío está conectado.

**5. Secuencia de medición**

**5.1. Mediciones de pulsación**

- Registrar los datos de pulsación con un equipo adecuado, Pulso Test Syncro, Pulso Test Comfort o TriScan. Recuerde que se deben medir todos los pulsadores en su punto de operación conectados a la instalación.
- Desconecte los tubos cortos de pulsación.
- Conecte una manguera del instrumento de medición en un casquillo de pezonera (una por cada lado del divisor de aire), usando el racor de conexión que traen los instrumentos.
- Conecte el tubo corto de vacío al extremo opuesto de cada racor del instrumento.
- Inicie la toma de datos. Para información de la configuración de los instrumentos, consulte el respectivo manual.
- De los resultados obtenidos extraiga los siguientes valores e ingréselos a las respectivas líneas: Relación ordeño/masaje, Pulsaciones por minuto (min-1), Vacío de pulsación (kPa), LIMP (%).
- Desconecte el equipo de medición.
- Conecte los tubos cortos de vacío a los casquillos de las pezoneras.

**5.2. Mediciones de vacío**

No desconectar la instalación mientras se están realizando las mediciones de vacío. No se deben realizar mediciones en el modo de operación "Lavado".

**V0, Vacío Nominal**

El vacío nominal no es un valor de medición. Es el vacío de ordeño planificado para la instalación. Ver la aguja roja del vacuómetro o la recomendación del fabricante.

**V1, Nivel de vacío leído en el vacuómetro de la máquina**

- Poner el equipo de ordeño en el estado "listo para ordeñar".
- El caudalímetro está cerrado y ubicado en A1.
- Leer el nivel de vacío en el vacuómetro de la línea principal de vacío e ingresar el valor en la línea V1 correspondiente a éste vacuómetro.
- Leer el nivel de vacío en el vacuómetro de la línea de pulsación e ingresar el valor en la línea V1 correspondiente a éste vacuómetro.

**V2, Nivel de vacío medido cerca del vacuómetro de la máquina**

- Medir el nivel de vacío cerca al vacuómetro de la línea principal de vacío, e ingresar el valor en la línea V2 correspondiente a dicho vacuómetro.
- Medir el nivel de vacío cerca al vacuómetro de la línea de pulsación, e ingresar el valor en la línea V2 correspondiente a éste vacuómetro.

<b>MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACION DE ORDENO</b>		
<b>Fecha Original</b>	<b>Revisión No.</b>	<b>Fecha Revisión</b>
21-nov-2013	1	18-abr-2014

<p><b>E1, Calcular la precisión del vacuómetro</b></p> <p>Para esta valor se usa la siguiente fórmula: <math>E1=V1-V2</math></p> <p>El resultado debe estar en un rango de <math>\pm 1\text{kPa}</math>. Si el resultado arroja más de <math>1\text{kPa}</math> de desviación, realizar alguna(s) de las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrar el vacuómetro de servicio.</li> <li>- Verificar que el vacuómetro y los puntos de medición están instalados correctamente. Es decir, la separación mínima a los accesorios debe ser de 5 veces el diámetro de la tubería.</li> </ul>
<p><b>V3, Vacío en el sistema de ordeño</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conectar el vacuómetro a Vm.</li> <li>- Medir el nivel de vacío e ingresar el valor en la línea V3.</li> </ul>
<p><b>V4, Vacío de servicio de la instalación de ordeño</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poner la instalación en el modo de operación "Ordeño".</li> <li>- Medir el nivel de vacío en Vm e ingresar el valor en la línea V4.</li> </ul>
<p><b>E2, Calcular la sensibilidad de la regulación</b></p> <p>Para este valor se usa la siguiente fórmula: <math>E2=V3-V4</math></p> <p>La sensibilidad de la regulación es la diferencia entre el vacío medido en los estados "Listo para ordeñar" y "Ordeño". El resultado debe estar en un rango de <math>\pm 1\text{kPa}</math>. Si el resultado arroja más de <math>1\text{kPa}</math> de desviación, realizar alguna(s) de las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobar que la válvula reguladora de vacío esté instalada correctamente.</li> <li>- Comprobar que la válvula reguladora de vacío esté limpia.</li> <li>- Verificar y cambiar (si hace falta) piezas de servicio.</li> <li>- Controlar la temperatura alrededor de la válvula reguladora de vacío.</li> <li>- Controlar la manguera de mando de la válvula reguladora de vacío.</li> <li>- Evaluar el dimensionamiento de la válvula reguladora de vacío.</li> <li>- Evaluar el dimensionamiento de la línea de vacío.</li> </ul>
<p><b>E3, Calcular la desviación del vacío nominal</b></p> <p>Para este valor se usa la siguiente fórmula: <math>E3=V0-V4</math></p> <p>El vacío de trabajo no debe desviarse más de <math>\pm 2\text{kPa}</math> del vacío nominal. Tener presente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vacío de trabajo=Vacío real</li> <li>- Vacío nominal=Vacío teórico</li> </ul>
<p><b>V5, Vacío de servicio de la unidad de regulación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conectar el vacuómetro a Vr.</li> <li>- Medir el nivel de vacío e ingresar el valor en la línea V5.</li> </ul>
<p><b>V6, Vacío de servicio de la bomba de vacío</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conectar el vacuómetro a Vp.</li> <li>- Medir el nivel de vacío e ingresar el valor en la línea V6.</li> </ul>
<p><b>Nota:</b> Si hubiese más de una bomba de vacío, medir en cada una de ellas y tomar el valor más alto como valor de referencia para V6.</p>

<b>MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN DE ORDEÑO</b>		
<b>Fecha Original</b>	<b>Revisión No.</b>	<b>Fecha Revisión</b>
21-nov-2013	1	18-abr-2014

#### **V7, Presión dinámica en el escape de la bomba de vacío**

- Conectar el instrumento de medición a Pe.
- Medir la presión dinámica de salida configurando el equipo de medición como manómetro.
- Ingresar el valor en la línea V7.

Nota:

- Si la bomba de vacío tiene varias líneas de escape, éstas deben ser medidas por separado.
- Si la instalación tiene varias bombas de vacío, todas deberán estar trabajando mientras se efectúa la medición en cada una de ellas.
- La desviación no debe superar el límite de 5kPa para las bombas RPS. En caso de tener otra bomba, consulte a un Especialista en Farm Services o al Jefe del Departamento Técnico cuál es el límite.

- Si la desviación es superior a 5 kPa, las razones pueden ser: La línea de escape está sucia ó la chapaleta anti-retorno tiene un andar pesado.

#### **V8, Vacío en el sistema de ordeño**

- Conectar el vacuómetro a Vm.
- Abrir el caudalímetro y permitir la entrada de aire en el sitio de medición A1 hasta que el nivel de vacío en Vm sea 2 kPa inferior al vacío de trabajo registrado en V4.
- Medir el nivel de vacío e ingresar el valor en la línea V8.

#### **V9, Vacío en la unidad de regulación**

- Conectar el vacuómetro a Vr.
- Medir el nivel de vacío e ingresar el valor en la línea V9. Esta medición se realiza en las mismas condiciones establecidas para V8.

#### **E4, Calcular la caída de vacío entre: *recibidor - regulador de vacío***

Para este valor se usa la siguiente fórmula:  $E4=V9-V8$

El resultado debe estar en un rango de  $\pm 1$ kPa. Si la desviación es superior, realizar alguno(s) de los siguientes controles:

- Verificar el correcto dimensionamiento de la línea principal de aire y de los componentes entre la bomba de vacío y el recibidor.
- Inspeccionar que la línea principal de aire esté limpia.
- Evaluar la posición del punto de medición Vr. (Éste debería estar lo más cerca posible de Vm).
- Verificar si la bomba de vacío está sobredimensionada (es demasiado grande).

#### **V10, Vacío en la bomba de vacío**

- Conectar el vacuómetro a Vp.
- Medir el nivel de vacío e ingresar el valor en la línea V10.

**Nota:** Recuerde que el caudalímetro está conectado en A1 y se está dejando entrar aire al sistema hasta que el vacío esté 2 kPa bajo el nivel de vacío V4)

<b>MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN DE ORDENO</b>		
<b>Fecha Original</b>	<b>Revisión No.</b>	<b>Fecha Revisión</b>
21-nov-2013	1	18-abr-2014

**E5, Calcular la caída de vacío entre: *recibidor - bomba de vacío***

Para este valor se usa la siguiente fórmula:  $E5=V10-V8$

El resultado debe estar en un rango de  $\pm 3$  kPa. Si la desviación es superior, realizar alguno(s) de los siguientes controles:

- Verificar el correcto dimensionamiento de la línea principal de aire.
- Inspeccionar que la línea principal de aire esté limpia.
- Evaluar que la posición de los puntos  $V_m$  y  $V_p$  sea la adecuada.
- Revisar que todos los componentes entre  $V_m$  y  $V_p$  estén dimensionados de forma adecuada (longitud, diámetro, pérdidas).

**V11, Menor valor de los máximos niveles de vacío de pulsación**

- Recuerde que los valores de vacío de pulsación ya fueron registrados durante la medición de la pulsación.

- Compare los valores de vacío de la fase B de todos los pulsadores (vacío máximo), e ingrese el valor más bajo en la línea V11.

**E6, Calcular la caída de vacío entre: *recibidor - valor mas bajo de vacío de pulsación***

Para este valor se usa la siguiente fórmula:  $E6=V4-V11$

El resultado debe estar en un rango de  $\pm 2$  kPa. Si la desviación es superior, realizar alguno(s) de los siguientes controles:

- Verificar que el vacío suministrado a la cámara de pulsación sea suficiente.
- Verificar el correcto dimensionamiento, la sección transversal, presencia de obstrucciones o suciedad en la línea de pulsación.
- Revisar la presencia de pérdidas, obstrucciones o suciedad en los pulsadores. Realizar acciones de mantenimiento en caso de ser necesario.
- Revisar si las mangueras de pulsación presentan pérdidas o están obstruidas. Cambiar las piezas que hagan falta.

**5.3. Mediciones de caudal de aire**

Efectuar las mediciones de caudal de aire inmediatamente después de las mediciones de vacío, ya que los valores registrados allí se usan como valores de referencia. No desconecte el equipo o retire la manguera de mando del regulador, ya que se puede producir un leve desplazamiento de la membrana de mando. Esto produciría una variación en el nivel de vacío y se alterarían los resultados de las siguientes mediciones.

**L1, Caudal de reserva**

- Conectar el vacuómetro a  $V_m$ .

- Regular el caudal de aire (desde el caudalímetro) hasta que el nivel de vacío medido en  $V_m$  se encuentre 2 kPa por debajo del vacío de trabajo  $V_4$ .

- Mida el caudal de aire e ingrese el valor en la línea L1.

Si el caudal de reserva es inferior al valor límite, realizar alguno(s) de los siguientes controles:

- Revisar el dimensionamiento y funcionamiento de la bomba de vacío.
- Revisar el dimensionamiento de la línea principal de vacío, además verificar que no tenga fugas u obstrucciones.
- Revisar el funcionamiento de la unidad reguladora de vacío, y sus períodos de mantenimiento.
- Inspeccionar el sistema de leche en busca de fugas.

<b>MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN DE ORDENO</b>		
<b>Fecha Original</b>	<b>Revisión No.</b>	<b>Fecha Revisión</b>
21-nov-2013	1	18-abr-2014

### **L2, Caudal de aire con unidad reguladora**

- Conectar el vacuómetro a Vr.
- Regular el caudal de aire (desde el caudalímetro) hasta que el nivel de vacío medido en Vr se encuentre 2 kPa por debajo del vacío de servicio del regulador V5.
- Mida el caudal de aire e ingrese el valor en la línea L2.

### **L3, Caudal de reserva manual**

- Conectar el vacuómetro a Vm.
- Desconectar la bomba de vacío.
- Desmontar la unidad de regulación de vacío y obturar la conexión con tapones.
- Iniciar la bomba de vacío.
- Regular el caudal de aire hasta que el nivel de vacío medido en Vm sea igual al nivel de vacío V8. Es decir, 2 kPa por debajo del vacío de trabajo V4.
- Mida el caudal de aire e ingrese el valor en la línea L3.

**IMPORTANTE:** De este punto en adelante las mediciones que se realicen se harán **sin la unidad de regulación de vacío**. No la conecte hasta terminar el proceso de medición de los caudales de aire.

<b>MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACION DE ORDENO</b>		
<b>Fecha Original</b>	<b>Revisión No.</b>	<b>Fecha Revisión</b>
21-nov-2013	1	18-abr-2014

#### **E7, Calcular la pérdida de regulación**

Para este valor se usa la siguiente fórmula:  $E7=L3-L1$

El resultado debe ser como máximo 35 l/min ó el 10% de L3, se usa el valor más alto. Si la desviación es superior, realizar alguno(s) de los siguientes controles:

- Verificar el correcto dimensionamiento de la línea principal de aire.
- Inspeccionar que la línea principal de aire esté limpia.
- Evaluar la posición del punto Vr. (Éste debería estar lo más cerca posible de Vm).
- Verificar el correcto dimensionamiento de la línea principal de aire y de los componentes entre la bomba de vacío y el receptor.

#### **L4, Caudal de aire sin unidad reguladora de vacío**

- Conectar el vacuómetro a Vr.
- Regular el caudal de aire (desde el caudalímetro) hasta que el nivel de vacío medido en Vr se encuentre 2 kPa por debajo del vacío de servicio del regulador V5.
- Mida el caudal de aire e ingrese el valor en la línea L4.

#### **E8, Calcular la fuga del regulador de vacío**

Para este valor se usa la siguiente fórmula:  $E8=L4-L2$

El resultado debe ser como máximo 35 l/min ó el 5% de L3, se usa el valor más alto. Si la desviación es superior, realizar alguno(s) de los siguientes controles:

- Revisar si la unidad reguladora de vacío está sucia.
- Revisar si la manguera de mando presenta fugas.
- Revisar si la unidad de regulación de vacío presenta fugas. Llevar a cabo un servicio de mantenimiento según se indica en el manual del regulador.

#### **L5, Caudal de aire con sistema de leche**

- Desconectar la bomba de vacío.
- Retirar el caudalímetro de A1 y montarlo en A2.
- Conectar el vacuómetro al punto de medición Vp.
- Iniciar la bomba de vacío.
- Regular el caudal de aire (desde el caudalímetro) hasta que el nivel de vacío medido en Vp sea igual al vacío V6.
- Medir el caudal de aire e ingresar el valor en la línea L5.

#### **L6, Caudal de aire con sistema de vacío y sin sistema de leche**

- Desconectar la bomba de vacío.
- Separar el sistema de leche cerrando el paso de aire con la válvula de seguridad que se encuentra cerca de la trampa sanitaria. Si no está presente la válvula, use la bola de la trampa para taponar la línea de vacío. De lo contrario quite la tubería y use un tapón.
- Iniciar la bomba de vacío.
- Regular el caudal de aire (desde el caudalímetro) hasta que el nivel de vacío medido en Vp sea igual al vacío V6.
- Medir el caudal de aire e ingresar el valor en la línea L6.

MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN DE ORDENO		
Fecha Original	Revisión No.	Fecha Revisión
21-nov-2013	1	18-abr-2014

### **E9, Calcular las fugas del sistema de leche**

Para este valor se usa la siguiente fórmula:  $E9=L6-L5$

Valor límite para instalaciones de ordeño por conducción: 10 l/min + 2 l/unidad de ordeño.

Valor límite para establos de amarre (estabulado): 10 l/min + 1 l/colector de leche.

Si la desviación es superior, realizar alguno(s) de los siguientes controles:

- Revisar si las líneas de leche presentan fugas.
- Revisar el corte de vacío en las unidades de ordeño.

### **L7, Caudal de aire sin sistema de vacío**

- Desconectar la bomba de vacío.

- Separar el sistema de aire cerrando la válvula de seguridad que está cerca de la bomba de vacío, o quitando la tubería de la bomba.

- Montar el caudalímetro en A3.

- Abrir el caudalímetro lo que corresponda según el caudal de aire a esperar.

- Conectar el vacuómetro a Vp.

- Iniciar la bomba de vacío teniendo la precaución de que no sean succionados cuerpos extraños o suciedad.

- Regular el caudal de aire (desde el caudalímetro) hasta que el nivel de vacío medido en Vp sea igual al vacío V6.

- Medir el caudal de aire e ingresar el valor en la línea L7.

### **E10, Calcular las fugas en la línea de aire**

Para este valor se usa la siguiente fórmula:  $E10=L7-L6$

Valor límite: 5% de L7.

Si la desviación es superior, realizar alguno(s) de los siguientes controles:

- Revisar si la línea de aire presenta fugas.
- Revisar si las uniones presentan fugas.
- Revisar si las válvulas presentan fugas.

### **L8, Caudal de aire de la bomba de vacío a 50 kPa**

- Conectar el vacuómetro a Vp.

- Regular el caudal de aire (desde el caudalímetro) hasta que el vacío medido sea de 50 kPa.

- Mida el caudal de aire e ingrese el valor en la línea L8.

- En el espacio de valor teórico ingrese la capacidad nominal de la bomba de vacío según indica la placa de especificación.

### **5.4. Volver el equipo a su estado inicial**

- Desconectar la bomba de vacío.
- Conectar el sistema de leche.
- Montar la unidad de regulación de vacío.
- Retirar los pezones de verificación.
- Conectar la bomba de vacío.

<b>MANUAL DE MEDICIONES Y VERIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN DE ORDEÑO</b>		
<b>Fecha Original</b>	<b>Revisión No.</b>	<b>Fecha Revisión</b>
21-nov-2013	1	18-abr-2014

#### **6. Después de las mediciones**

- Retirar todos los equipos de medida y materiales auxiliares.
- Efectuar un lavado completo del equipo de ordeño.
- Verificar que la instalación esté correctamente en el estado "listo para ordeñar".
- Componer las fallas que se presenten.
- Analizar los resultados con el productor.
- Solicitar la firma de las personas correspondientes en el formato FEV-001.
- Pasar el formato FEV-001 a versión digital y archivarla en el sitio correspondiente.

#### **7. Indicaciones finales**

- Cuando se superen los valores límite deberán repetirse las mediciones que sean afectadas por la falla.
- Cuando se esté entregando una instalación de ordeño se permite corregir las fallas durante la medición.
- En caso de un mantenimiento o una reparación, las fallas se solucionarán después de las mediciones, y se documentará la solución con mediciones adicionales.
- El formato FEV-001 se debe entregar debidamente diligenciado a: Productor (dueño o administrador de la finca), Especialista Farm Services y Jefe de Departamento Técnico.

#### **Manual elaborado y revisado por:**

Roberto Andrés Jaramillo Cortés  
*Ingeniero Mecánico*  
*Especialista Farm Service*  
*Dimap Ltda.*

## Anexo 4.

### Guía para autores de la revista Indian journal of science and technology.

#### General information for authors

Cite the references in increasing numerical sequence as superscript of increasing order (1, 2, 3 etc...) and list them accordingly under "references"

Keep all the tables and figures at the end of the article in separate pages and mark their position in text

All listed references must be cited and vice versa

#### pl keep the sub-headings intact in the abstract

#### Abstract

**Objectives:** In <30 words.

**Methods/Analysis:** It should be <70 words. Include the method adapted to study the objectives/sampling details or simulation or statistical analysis of data; technique employed; mention unique/ important points of modification of methodology in the current study. Mention about test samples the control employed or approach used for comparing the test sample.

**Findings:** It should be <170 words. Mention your findings in the form of statements along with the conclusive data of statistical importance; Mention how your findings are unique and novel; how your findings are in consensus with the existing values/ reports or how different are they from the already reported findings. Highlight how your results are helpful in adding more value to the existing reports.

**Novelty /Improvement:** In <30 words.

**Keywords:** 5-6 words, Drawn from title, Word representing the work.

#### Tips

- Reduce the grammatical mistakes
- Combine Related work into **Introduction** part; avoid subtitle as "Review of literature" or "related work";
- Avoid citation in the abstract
- Give clear explanation to you proposed work

Give the references in proper format and **add recent references including those published in:**

#### • Introduction

No need to include literature survey as separate title. Introduction should represent the background of the recent advancements on the problem of your study and should convey how your study is warranted in the existing context. In other words, what is the need for your study and relevance of it. You may also state whether your study is first of its kind or to verify the existing claim or hypothesis. Also highlight how your study is going to link the existing gaps on such problem. You may also clearly mention the objectives of your study. Abbreviations should be expanded at least one time (initially) in the article.

## **Materials and Methods**

It includes sampling, sample preparation, preparation of control sample, measurement detail including Instrument and suppliers/ chemicals and suppliers,

experimental set up, map/details of sampling site or study area, source of sample, where ever necessary ethical clearance obtained must be stated.

### **Sub-title**

Methods adapted (pl include reference), any modification of regular methods, the extraction methodology/ simulation models, the growth conditions and measurement of plants/ animals should be stated. Wherever necessary provide (citation) references.

### **Sub-sub title**

Standard methods and techniques need not be written fully rather it can be cited. Mention only required modifications, if made.

### **Statistical analysis**

Mention the statistical details, the number of samples used, statistical tools/ software used/ SD/level of significance, repeatability etc.

- **Results and Discussion**

Table must be in Table format. Enter the data in the Table and present it as such and do not convert it as picture type; always use page set up in portrait and not the Landscape. Where the breadth of the Table exceeds the page width, use Arial Narrow 9 point font. All the Tables must be numbered [Table, Table 2....]. All Table must bear Title and be placed above the Table.

Figure must be of high resolution with printable quality. Usually placed as jpeg or gif type or directly drawn and placed in text box. All figures must bear title and numbered [Figure 1, Figure 2....]

- **Conclusion**

The conclusion must be drawn on the basis of your findings along with the existing fact. It is not the summary or repeating the results or stating the objectives.

- **Acknowledgement**

Must be in few lines. Research work funded by National or International bodies or technical supports obtained for the project work may be acknowledged.

- **References**

1. Tanaka K, Gajendran N, Asaoku H, Kyo T, Kamada N. Higher involvement of subtelomere regions for chromosome rearrangements in leukemia and lymphoma and in irradiated leukemic cell line. Indian J. Sci. Technol. 2012; 5 (1): 1801-11.
- 2.

### **To refer a research article:**

- Kimio T, Natarajan G, Hideki A, Taichi K, Nanao K. Higher involvement of subtelomere regions for chromosome rearrangements in leukemia and lymphoma and in irradiated leukemic cell line. Indian Journal of Science and Technology. 2012 April; 5 (1), 1801-1811.

### **To refer a Book/ Report:**

- Cunningham CH. A laboratory guide in virology. 6<sup>th</sup> edn. Burgess Publication Company: Minnesota, 1973.

**To refer a Chapter in a Book:**

- Kumar E, Rajan M. Microbiology of Indian desert. In: Ecology and vegetation of Indian desert. D.N.Sen (ed.), Agro Botanical Publ.: India. 1990; 83-105. **To refer a publication of proceedings:**

- Rajan M, Rao BS, Anjaria KB, Unny VKP, Thyagarajan S. Radiotoxicity of sulfur-35.

*Proceedings of 10th NSRP, India, 1993, 257-258.*

**Internet source**

- Article title. <http://www.indjst.org/index.php/vision>. Date accessed: 01/01/2015.

**Reviews:** are of the current importance and at the same time they pave way for future work. Cover those topics of obscured or scattered information which demand logical analysis by putting the pieces together. It should generate newer outlook on socio-scientific problem.

Introduction should be abridged by highlighting the main point instead of describing the previous works. It should be kept bare minimum.

The authors should detail their methodology, results and provide adequate discussions instead of filling up with text book information and narrating previously published work.

As a whole the junk materials should be trimmed off.

Indian Society for Education and Environment (iSee) strives to bridge regional knowledge gaps and strengthen the academic ties among researchers and learners. One of its objectives is to provide free access to the recent scientific advancements through its various open access Journal Portals:

- Indian Journal of Science and Technology
- Indian Journal of Innovations and Development\*
- Indian Journal of Education and Information Management\*
- Indian Journal of Drugs and Diseases\*
- Indian Journal of Medicine and Healthcare\*
- Indian Journal of Energy\*
- Indian Journal of Bioinformatics and Biotechnology\*
- Indian Journal of Automation and Artificial Intelligence\*
- Indian Journal of Oncology and Radiation Biology\*
- Indian Journal of Nanoscience\*
- Indian Journal of Economics and

Development\* All iSee publications are open access

\* Open access journals with no publication fee

**Click below to read the current issue of 'Indian journal of science and Technology' .**

<http://www.indjst.org/index.php/indjst/issue/current>

**Indian Journal of Science and Technology ([www.indjst.org](http://www.indjst.org)) is one of the leading international journals from India that serves as open access since its inception- Nov.2007.**

it has been covered by Thomson Reuters (under 'Zoological database')

<http://ip-science.thomsonreuters.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=MASTER&Full=Indian%20Journal%20of%20Science%20and%20T%20echnology>

Anexo 5.

Encuesta empleado.



Finca:			
Fecha:			
<b>III. ORDEÑADOR</b>			
Versión 3. 17/03/04			
1   Por favor, mencione los principales problemas que usted enfrenta en su trabajo. (mínimo 3)			
I.			
II.			
III.			
IV.			
V.			
<b>MOTIVACIÓN</b>			
<b>Necesidades Fisiológicas</b>			
2   La casa en la que vive tiene agua, luz y es confortable		SI	NO
3   Mi trabajo me permite descansar el tiempo suficiente			
4   En mi casa siempre hay desayuno, almuerzo y la cena			
5   Mi salario siempre llega a tiempo			
6   Por favor organice los ítems presentados a continuación, según la importancia (1 el más importante, 10 el menos importante)			
Ítem		Orden	
a. Días de descanso			
b. Dispone de herramientas para hacer el trabajo			
c. Estabilidad laboral (empleo)			
d. Menos supervisión			
e. Vivienda			
f. Reconocimiento			
g. Responsabilidad			
h. Salario			
i. Tomar decisiones			
j. Entrenamiento			
<b>Necesidades de Seguridad</b>			
7   Dispongo de los medios para no exponer mi seguridad física en mi lugar de trabajo (diseño de instalaciones, elementos de protección y dotación)			
8   En esta finca los empleados tienen estabilidad laboral			
9   En la finca siempre dispongo de lo que necesito para hacer mi trabajo			
10   En la finca el trato entre las personas siempre es respetuoso			
11   Las necesidades (comida, vestuario, salud, educación, recreación) de mi familia están debidamente cubiertas			
<b>Necesidades de Filiación</b>			
12   Siento esta finca como si fuese mía			
13   Soy parte importante del equipo de trabajo de la finca			
14   Me siento apreciado por mis compañeros de trabajo			
15   Mi jefe me aprecia			
<b>Necesidades de reconocimiento y auto-realización</b>			
16   Disfruto de mi trabajo como ordeñador			

17	Me siento orgullosos de mi trabajo						
18	Para mí es importante que la industria que compra la leche (Colanta, Alquería, Betania, etc.) reconozca que tenemos un producto de buena calidad						
19	Para mí es importante que mis colegas me reconozcan como un buen trabajador						
20	Para mí es importante que mi jefe me reconozca como buen empleado						
21	Me incomoda que la leche presente una mala calidad						
22	La calidad de la leche es mi responsabilidad						
23	Mi jefe reconoce mi buen trabajo						
24	Mi trabajo me brinda las oportunidades de aprender						
25	Mis ideas son escuchadas por el jefe						
26	Mis ideas son tenidas en cuenta y puestas en práctica						
	<b>Mentalidad</b>	Concuerdo absolutamente	Concuerdo	Ni concuerdo/ desacuerdo	Desacuerdo	Desacuerdo Absolutamente	
27	La mastitis es una preocupación constante para mí						
28	Mantener baja la mastitis es importantísimo para una buena producción de leche						
29	El esfuerzo para mantener bajos los conteos de células somáticas es mucho, y los beneficios son pocos						
30	Cuando una vaca de alta producción presenta mastitis lo informo						
31	Los bajos contagios de células somáticas de la leche solo benefician a la industria (comprador de la leche)						
32	Los antibióticos para mastitis funcionan						
33	Es mejor actuar contra la mastitis solo cuando la industria lo indique						
34	Los representantes técnicos hablan que siempre hay mastitis solo para vender los medicamentos						
35	Los resultados de células somáticas de la industria no son confiables						
36	La mastitis es imposible de controlar						
	<b>Conocimiento técnico</b>						
37	La ubre de las vacas debe estar						Seleccione la Respuesta
	a. Con pelo						
	b. Sin pelo						
	c. No hay diferencia						
	d. No sabe						
38	La borla (cola) debe estar						Seleccione la Respuesta
	a. Con pelo						
	b. Sin pelo						
	c. No hay diferencia						
	d. No sabe						
39	Las vacas deben ser llevadas al sitio de ordeño						Seleccione la Respuesta
	a. Rápido						
	b. Despacio						
	c. No hay diferencia						
	d. No sabe						
40	El despunte en un fondo negro es importante para						Seleccione la Respuesta
	a. Que la leche de la ubre salga más rápido						
	b. Identificar mastitis clínica						
	c. Que la leche salga más rápido de la ubre e identificar la mastitis clínica						
	d. Para nada						
41	Cuando la vaca llega muy sucia al ordeño se debe						Seleccione la Respuesta
	a. Hacer pre sellado de los pezones e secar los pezones						
	b. Lavar los pezones, secar los pezones, pre sellar los pezones y secado de pezones						
	c. Lavar la ubre						
	d. No hay diferencia						

		Seleccione la Respuesta					
		Muy mala	Mala	Neutral	Buena	Excelente	
		Positiva		Negativa			
		Concuerdo absolutamente	Concuerdo	Ni concuerdo/ desacuerdo	Descuerdo	Descuerdo Absolutamente	
42	Para secar los pezones se debe usar						
	a. Paños descartables (servilletas)						
	b. Toallas re lavables						
	c. Periódico						
	d. No hay diferencia						
43	7. Para colocar las pezoneras se debe						
	a. Doblar el tubo de las pezoneras						
	b. Directo, sin doblar el tubo de las pezoneras						
	c. No hay diferencia						
	d. No sabe						
44	Después de retirar las pezoneras se debe						
	a. Dejar ir las vacas						
	b. Hacer pos sellado de todos los cuartos sin dejar ir la vaca						
	c. No hay diferencia						
	d. No sabe						
45	Cuando se hace pos sellado se debe						
	a. Sumergir solamente la punta de los pezones						
	b. Sumergir los pezones totalmente						
	c. No hay diferencia						
	d. No sabe						
<b>INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA</b>							
<b>Conocimiento social</b>							
46	Cuantifique su relación con su jefe						
47	Cuando usted habla con su jefe él tiene una actitud						
<b>Comportamiento</b>							
48	Hacemos mínimo dos veces al mes CMT						
49	Enviamos muestras para cultivo de las vacas con mastitis recurrente						
50	En la finca siempre tenemos disponibles guantes para el ordeño						
51	En la finca siempre hay disponibles pre y pos sellado						
52	El equipo de ordeño recibe manutención periódicamente según las recomendaciones técnicas						
53	En la finca siempre hay disponible medicamentos para el tratamiento de mastitis						
54	Los tratamientos de mastitis siempre se hacen en las dosis recomendadas y con el número de dosis recomendadas						
55	Los caminos de la finca reciben mantenimiento regularmente						
56	En la finca siempre hay papel para limpiar pezones						
57	En la finca los animales problema (mastitis recurrente) son descartados						
58	En la finca siempre hay disponible medicamentos para la terapia de vaca seca (droga de secado)						
59	En la finca se entrenan y/o capacitan los empleados						

## Anexo 6.

### Guía para autores de la revista PLOS ONE.

2017-8-7

PLOS ONE: accelerating the publication of peer-reviewed science

Style and Format

Manuscript Organization

Parts of a Submission

Additional Information

Requested at Submission

Guidelines for Specific Study

Types

Give Feedback

#### Submission Guidelines

 Read the Chinese translation of the PLOS policies referred to in this page. [PLOS 编辑与出版规定](#)

 Submitting a revision? Read our [Revision Guidelines](#).

#### Style and Format

<b>File format</b>	Manuscript files can be in the following formats: DOC, DOCX, RTF, or PDF. Microsoft Word documents should not be locked or protected.  LaTeX manuscripts must be submitted as PDFs. <a href="#">Read the LaTeX guidelines</a> .
<b>Length</b>	Manuscripts can be any length. There are no restrictions on word count, number of figures, or amount of supporting information.  We encourage you to present and discuss your findings concisely.
<b>Font</b>	Use a standard font size and any standard font, except for Symbol font.
<b>Headings</b>	Limit manuscript sections and sub-sections to 3 heading levels. Make sure heading levels are clearly indicated in the manuscript text.
<b>Layout</b>	Manuscript text should be double-spaced.  Do not format text in multiple columns.
<b>Page and line numbers</b>	Include page numbers and line numbers in the manuscript file. Use continuous line numbers (do not restart the numbering on each page).
<b>Footnotes</b>	Footnotes are not permitted. If your manuscript contains footnotes, move the information into the main text or the reference list, depending on the content.
<b>Language</b>	Manuscripts must be submitted in English.  You may submit translations of the manuscript or abstract as supporting information. <a href="#">Read the supporting information guidelines</a> .
<b>Abbreviations</b>	Define abbreviations upon first appearance in the text.  Do not use non-standard abbreviations unless they appear at least three times in the text.  Keep abbreviations to a minimum.
<b>Reference style</b>	PLOS uses "Vancouver" style, as outlined in the <a href="#">ICMJE sample references</a> .  See <a href="#">reference formatting examples</a> and additional instructions below.
<b>Equations</b>	We recommend using MathType for display and inline equations, as it will provide the most reliable outcome. If this is not possible, Equation Editor is acceptable.  Avoid using MathType or Equation Editor to insert single variables (e.g., "a" + "b" = "c"), Greek or other symbols (e.g., $\beta$ , $\Delta$ , or $\pi$ [prime]), or mathematical operators (e.g., $\times$ , $\div$ , or $\pm$ ) in running text. Whenever possible, insert single symbols as normal text with the correct Unicode (hex) value.  Do not use MathType or Equation Editor for only a portion of an equation. Rather, ensure that the entire equation is included. Avoid "hybrid" inline or display equations, in which part is text and part is MathType, or part is MathType and part is Equation Editor.

	Use correct and established nomenclature whenever possible.	
<b>Nomenclature</b>	<b>Units of measurement</b>	Use SI units. If you do not use these exclusively, provide the SI value in parentheses after each value. Read more about SI units.
	<b>Drugs</b>	Provide the Recommended International Non-Proprietary Name (INN).
	<b>Species names</b>	Write in italics (e.g., <i>Homo sapiens</i> ). Write out in full the genus and species, both in the title of the manuscript and at the first mention of an organism in a paper. After first mention, the first letter of the genus name followed by the full species name may be used (e.g., <i>H. sapiens</i> ).
	<b>Genes, mutations, genotypes, and alleles</b>	Write in italics. Use the recommended name by consulting the appropriate genetic nomenclature database (e.g., HUGO for human genes). It is sometimes advisable to indicate the synonyms for the gene the first time it appears in the text. Gene prefixes such as those used for oncogenes or cellular localization should be shown in roman typeface (e.g., v-fes, c-MYC).

#### Copyediting manuscripts

Prior to submission, authors who believe their manuscripts would benefit from professional editing are encouraged to use language-editing and copyediting services. Obtaining this service is the responsibility of the author, and should be done before initial submission. These services can be found on the web using search terms like "scientific editing service" or "manuscript editing service."

**Submissions are not copyedited before publication.**

Submissions that do not meet the PLOS ONE publication criterion for language standards may be rejected.

## Manuscript Organization

Manuscripts should be organized as follows. Instructions for each element appear below the list.

<b>Beginning section</b>	<p>The following elements are required in order:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Title page: List title, authors, and affiliations as first page of manuscript</li> <li>&gt; Abstract</li> <li>&gt; Introduction</li> </ul>
<b>Middle section</b>	<p>The following elements can be entered as needed and presented in any order:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Materials and Methods</li> <li>&gt; Results</li> <li>&gt; Discussion</li> <li>&gt; Conclusions (optional)</li> </ul>
<b>Ending section</b>	<p>The following elements are required in order:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Acknowledgments</li> <li>&gt; References</li> <li>&gt; Supporting information captions (if applicable)</li> </ul>
<b>Other elements</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Figure captions are inserted immediately after the first paragraph in which the figure is cited. Figure files are uploaded separately.</li> <li>&gt; Tables are inserted immediately after the first paragraph in which they are cited.</li> <li>&gt; Supporting information files are uploaded separately.</li> </ul>

**1** Please refer to our downloadable sample files to make sure that your submission meets our formatting requirements:

- > Download sample title, author list, and affiliations page (PDF)
- > Download sample manuscript body (PDF)

**+** Viewing Figures and Supporting Information in the compiled submission PDF

The compiled submission PDF includes low-resolution preview images of the figures after the reference list. The function of these previews is to allow you to download the entire submission as quickly as possible. Click the link at the top of each preview page to download a high-resolution version of each figure. Links to download Supporting Information files are also available after the reference list.

## Parts of a Submission

### Title

Include a full title and a short title for the manuscript.

Title	Length	Guidelines	Examples
Full title	250 characters	Specific, descriptive, concise, and comprehensible to readers outside the field	Impact of cigarette smoke exposure on innate immunity: A <i>Campylobacter jejuni</i> model  Solar drinking water disinfection (SODIS) to reduce childhood diarrhoea in rural Bolivia: A cluster-randomized, controlled trial
Short title	100 characters	State the topic of the study	Cigarette smoke exposure and innate immunity  SODIS and childhood diarrhoea

Titles should be written in sentence case (only the first word of the text, proper nouns, and genus names are capitalized). Avoid specialist abbreviations if possible. For clinical trials, systematic reviews, or meta-analyses, the subtitle should include the study design.

### Author List

**1** Authorship requirements

All authors must meet the criteria for authorship as outlined in the authorship policy. Those who contributed to the work but do not meet the criteria for authorship can be mentioned in the Acknowledgments. Read more about Acknowledgments.

The corresponding author must provide an ORCID ID at the time of submission by entering it in the user profile in the submission system. Read more about ORCID.

### Author names and affiliations

Enter author names on the title page of the manuscript and in the online submission system.

On the title page, write author names in the following order:

- > First name (or initials, if used)
- > Middle name (or initials, if used)
- > Last name (surname, family name)

Each author on the list must have an affiliation. The affiliation includes department, university, or organizational affiliation and its location, including city, state/province (if applicable), and country. Authors have the option to include a current address in addition to the address of their affiliation at the time of the study. The current address should be listed in the byline and clearly labeled "current address." At a minimum, the address must include the author's current institution, city, and country.

If an author has multiple affiliations, enter all affiliations on the title page only. In the submission system, enter only the preferred or primary affiliation. Author affiliations will be listed in the typeset PDF article in the same order that authors are listed in the submission.

- i** Author names will be published exactly as they appear in the manuscript file. Please double-check the information carefully to make sure it is correct.

#### Corresponding author

The submitting author is automatically designated as the corresponding author in the submission system. The corresponding author is the primary contact for the journal office and the only author able to view or change the manuscript while it is under editorial consideration.

The corresponding author role may be transferred to another coauthor. However, note that transferring the corresponding author role also transfers access to the manuscript. (To designate a new corresponding author while the manuscript is still under consideration, watch the video tutorial below.)

Only one corresponding author can be designated in the submission system, but this does not restrict the number of corresponding authors that may be listed on the article in the event of publication. Whoever is designated as a corresponding author on the title page of the manuscript file will be listed as such upon publication. Include an email address for each corresponding author listed on the title page of the manuscript.

#### **v** How to select a new corresponding author in Editorial Manager



#### Consortia and group authorship

If a manuscript is submitted on behalf of a consortium or group, include the consortium or group name in the author list, and include the full list of members in the Acknowledgments or in a supporting information file. Read the group authorship policy.

#### Author Contributions

Enter all author contributions in the submission system during submission. The contributions of all authors must be described using the CRediT Taxonomy of author roles. Read the policy and the full list of roles.

Contributions will be published with the final article, and they should accurately reflect contributions to the work. The submitting author is responsible for completing this information at submission, and it is expected that all authors will have reviewed, discussed, and agreed to their individual contributions ahead of this time.

PLOS ONE will contact all authors by email at submission to ensure that they are aware of the submission.

#### Cover letter

Upload a cover letter as a separate file in the online system. The length limit is 1 page.

The cover letter should include the following information:

- > Summarize the study's contribution to the scientific literature
- > Relate the study to previously published work
- > Specify the type of article (for example, research article, systematic review, meta-analysis, clinical trial)
- > Describe any prior interactions with PLOS regarding the submitted manuscript
- > Suggest appropriate Academic Editors to handle your manuscript (see the full list of Academic Editors)

- > List any opposed reviewers

**i** **IMPORTANT:** Do not include requests to reduce or waive publication fees in the cover letter. This information will be entered separately in the online submission system.

Read about publication fee assistance.

#### Title page

The title, authors, and affiliations should all be included on a title page as the first page of the manuscript file.

**i** Download sample title, author list, and affiliations page (PDF)

#### Abstract

The Abstract comes after the title page in the manuscript file. The abstract text is also entered in a separate field in the submission system.

The Abstract should:

- > Describe the main objective(s) of the study
- > Explain how the study was done, including any model organisms used, without methodological detail
- > Summarize the most important results and their significance
- > Not exceed 300 words

Abstracts should not include:

- > Citations
- > Abbreviations, if possible

#### Introduction

The introduction should:

- > Provide background that puts the manuscript into context and allows readers outside the field to understand the purpose and significance of the study
- > Define the problem addressed and why it is important
- > Include a brief review of the key literature
- > Note any relevant controversies or disagreements in the field
- > Conclude with a brief statement of the overall aim of the work and a comment about whether that aim was achieved

#### Materials and Methods

The Materials and Methods section should provide enough detail to allow suitably skilled investigators to fully replicate your study. Specific information and/or protocols for new methods should be included in detail. If materials, methods, and protocols are well established, authors may cite articles where those protocols are described in detail, but the submission should include sufficient information to be understood independent of these references.

Protocol documents for clinical trials, observational studies, and other non-laboratory investigations may be uploaded as supporting information. Read the supporting information guidelines for formatting instructions. We recommend depositing laboratory protocols at protocols.io. Read detailed instructions for depositing and sharing your laboratory protocols.

Human or animal subjects and/or tissue or field sampling

Methods sections describing research using human or animal subjects and/or tissue or field sampling must include required ethics statements. See the reporting guidelines for human research, clinical trials, animal research, and observational and field studies for more information.

#### Data

PLOS journals require authors to make all data underlying the findings described in their manuscript fully available without restriction, with rare exception.

Large data sets, including raw data, may be deposited in an appropriate public repository. See our list of recommended repositories.

For smaller data sets and certain data types, authors may provide their data within supporting information files accompanying the manuscript. Authors should take care to maximize the accessibility and reusability of the data by selecting a file format from which data can be efficiently extracted (for example, spreadsheets or flat files should be provided rather than PDFs when providing tabulated data).

For more information on how best to provide data, read our policy on data availability. PLOS does not accept references to "data not shown."

#### Cell lines

Methods sections describing research using cell lines must state the origin of the cell lines used. See the reporting guidelines for cell line research for more information.

#### Laboratory Protocols

To enhance the reproducibility of your results, we recommend and encourage you to deposit laboratory protocols in protocols.io, where protocols can be assigned their own persistent digital object identifiers (DOIs).

To include a link to a protocol in your article:

1. Describe your step-by-step protocol on protocols.io
2. Select Get DOI to issue your protocol a persistent digital object identifier (DOI)
3. Include the DOI link in the Methods section of your manuscript using the following format provided by protocols.io:  
<http://dx.doi.org/10.17554/protocols.io/PROTOCOL.DOI>

At this stage, your protocol is only visible to those with the link. This allows editors and reviewers to consult your protocol when evaluating the manuscript. You can make your protocols public at any time by selecting **Publish** on the protocols.io site. Any referenced protocol(s) will automatically be made public when your article is published.

#### New taxon names

Methods sections of manuscripts adding new taxon names to the literature must follow the reporting guidelines below for a new zoological taxon, botanical taxon, or fungal taxon.

#### Results, Discussion, Conclusions

These sections may all be separate, or may be combined to create a mixed Results/Discussion section (commonly labeled "Results and Discussion") or a mixed Discussion/Conclusions section (commonly labeled "Discussion"). These sections may be further divided into subsections, each with a concise subheading, as appropriate. These sections have no word limit, but the language should be clear and concise.

Together, these sections should describe the results of the experiments, the interpretation of these results, and the conclusions that can be drawn.

Authors should explain how the results relate to the hypothesis presented as the basis of the study and provide a succinct explanation of the implications of the findings, particularly in relation to previous related studies and potential future directions for research.

PLOS ONE editorial decisions do not rely on perceived significance or impact, so authors should avoid overstating their conclusions. See the PLOS ONE Criteria for Publication for more information.

#### Acknowledgments

Those who contributed to the work but do not meet our authorship criteria should be listed in the Acknowledgments with a description of the contribution.

Authors are responsible for ensuring that anyone named in the Acknowledgments agrees to be named.

-  Do not include funding sources in the Acknowledgments or anywhere else in the manuscript file. Funding information should only be entered in the financial disclosure section of the submission system.

#### References

Any and all available works can be cited in the reference list. Acceptable sources include:

- > Published or accepted manuscripts
- > Manuscripts on preprint servers, if the manuscript is submitted to a journal and also publicly available as a preprint

Do not cite the following sources in the reference list:

- > Unavailable and unpublished work, including manuscripts that have been submitted but not yet accepted (e.g., "unpublished work," "data not shown"). Instead, include those data as supplementary material or deposit the data in a publicly available database.

- Personal communications (these should be supported by a letter from the relevant author but not included in the reference list)

References are listed at the end of the manuscript and numbered in the order that they appear in the text. In the text, cite the reference number in square brackets (e.g., "We used the techniques developed by our colleagues [10] to analyze the data"). PLOS uses the numbered citation (citation-sequence) method and first six authors, et al.

Do not include citations in abstracts or author summaries.

Make sure the parts of the manuscript are in the correct order before ordering the citations.

#### Formatting references

- Because all references will be linked electronically as much as possible to the papers they cite, proper formatting of the references is crucial.

PLOS uses the reference style outlined by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), also referred to as the "Vancouver" style. Example formats are listed below. Additional examples are in the ICMJE sample references.

- A reference management tool, EndNote, offers a current style file that can assist you with the formatting of your references. If you have problems with any reference management program, please contact the source company's technical support.

Journal name abbreviations should be those found in the National Center for Biotechnology Information (NCBI) databases.

Source	Format
Published articles	Hou WR, Hou YL, Wu GF, Song Y, Su XL, Sun B, et al. cDNA, genomic sequence cloning and overexpression of ribosomal protein gene L8 (pL8) of the giant panda ( <i>Ailuropus melanoleucus</i> ). <i>Genet Mol Res</i> . 2011;10: 1578-1586.  Devanaju P, Gulati R, Antony PT, Mithun CB, Negi VS. Susceptibility to SLE in South Indian Tamils may be influenced by genetic selection pressure on TLR2 and TLR9 genes. <i>Mol Immunol</i> . 2014 Nov 22. pii: S0161-5890(14)00213-7. doi: 10.1016/j.molimm.2014.11.005  Note: A DOI number for the full-text article is acceptable as an alternative to or in addition to traditional volume and page numbers.
Accepted, unpublished articles	Same as published articles, but substitute "Forthcoming" for page numbers or DOI.
Web sites or online articles	Huyben MMTE, Martens P, iBiodidink IJBM. The health impacts of globalization: a conceptual framework. <i>Global Health</i> . 2005;1: 14. Available from: <a href="http://www.globalizationandhealth.com/content/1/1/14">http://www.globalizationandhealth.com/content/1/1/14</a> .
Books	Bates B. Bargaining for life: A social history of tuberculosis. 1st ed. Philadelphia: University of Pennsylvania Press; 1992.
Book chapters	Hansen B. New York City epidemics and history for the public. In: Harden VA, Riese GB, editors. <i>AIDS and the Historian</i> . Bethesda: National Institutes of Health; 1991. pp. 21-28.
Deposited articles (preprints, e-prints, or arXiv)	Klick T, Shub DA, Versteete N, Fanein DU, Alonso LG, Shub M, et al. Amino acid metabolism: conflicts with protein diversity; 1991. Preprint. Available from: arXiv:1403.3301v1. Cited 17 March 2014.
Published media (print or online newspapers and magazine articles)	Fountain H. For Already Vulnerable Penguins, Study Finds Climate Change Is Another Danger. <i>The New York Times</i> . 29 Jan 2014. Available from: <a href="http://www.nytimes.com/2014/01/30/science/earth/climate-change-taking-toll-on-penguins-study-finds.html">http://www.nytimes.com/2014/01/30/science/earth/climate-change-taking-toll-on-penguins-study-finds.html</a> . Cited 17 March 2014.
New media (blogs, web sites, or other written works)	Allen L. Announcing PLOS Blogs. 2010 Sep 1 [cited 17 March 2014]. In: PLOS Blogs [Internet]. San Francisco: PLOS 2006 - . [about 2 screens]. Available from: <a href="http://blogs.plos.org/plos/2010/09/announcing-plos-blogs/">http://blogs.plos.org/plos/2010/09/announcing-plos-blogs/</a> .

Source	Format
Masters' theses or doctoral dissertations	Wells A. Exploring the development of the independent, electronic, scholarly journal. M.Sc. Thesis, The University of Sheffield; 1999. Available from: <a href="http://ouninced.acx.net/cgi-bin/worksl/show?3a09">http://ouninced.acx.net/cgi-bin/worksl/show?3a09</a>
Databases and repositories (Figshare, arXiv)	Roberts SB. QPX Genome Browser Feature Tracker; 2013 [cited 2015 Oct 5]. Database: figshare [Internet]. Available from: <a href="http://figshare.com/articles/QPX_Genome_Browser_Feature_Tracker/701214">http://figshare.com/articles/QPX_Genome_Browser_Feature_Tracker/701214</a>
Multimedia (videos, movies, or TV shows)	Hitchcock A, producer and director. Rear Window [Film]; 1954. Los Angeles: MGM.

#### Supporting information

Authors can submit essential supporting files and multimedia files along with their manuscripts. All supporting information will be subject to peer review. All file types can be submitted, but files must be smaller than 10 MB in size.

Authors may use almost any description as the item name for a supporting information file as long as it contains an "S" and number. For example, "S1 Appendix" and "S2 Appendix," "S1 Table" and "S2 Table," and so forth.

Supporting information files are published exactly as provided, and are not copyedited.

#### Supporting information captions

List supporting information captions at the end of the manuscript file. Do not submit captions in a separate file.

The file number and name are required in a caption, and we highly recommend including a one-line title as well. You may also include a legend in your caption, but it is not required.

#### Example caption

S1 Text. Title is strongly recommended. Legend is optional.

#### In-text citations

We recommend that you cite supporting information in the manuscript text, but this is not a requirement. If you cite supporting information in the text, citations do not need to be in numerical order.

**1** Read the supporting information guidelines for more details about submitting supporting information and multimedia files.

#### Figures and Tables

##### Figures

Do not include figures in the main manuscript file. Each figure must be prepared and submitted as an individual file.

Cite figures in ascending numeric order upon first appearance in the manuscript file.

**1** Read the guidelines for figures.

##### Figure captions

Figure captions must be inserted in the text of the manuscript, immediately following the paragraph in which the figure is first cited (read order). Do not include captions as part of the figure files themselves or submit them in a separate document.

At a minimum, include the following in your figure captions:

- > A figure label with Arabic numerals, and "Figure" abbreviated to "Fig" (e.g. Fig 1, Fig 2, Fig 3, etc). Match the label of your figure with the name of the file uploaded at submission (e.g. a figure citation of "Fig 1" must refer to a figure file named "Fig1.tif").
- > A concise, descriptive title

The caption may also include a legend as needed.

### **3** Read more about figure captions.

#### Tables

Cite tables in ascending numeric order upon first appearance in the manuscript file.

Place each table in your manuscript file directly after the paragraph in which it is first cited (read order). Do not submit your tables in separate files.

Tables require a label (e.g., "Table 1") and brief descriptive title to be placed above the table. Place legends, footnotes, and other text below the table.

### **3** Read the guidelines for tables.

#### Data reporting

All data and related metadata underlying the findings reported in a submitted manuscript should be deposited in an appropriate public repository, unless already provided as part of the submitted article.

### **3** Read our policy on data availability.

Repositories may be either subject-specific (where these exist) and accept specific types of structured data, or generalist repositories that accept multiple data types. We recommend that authors select repositories appropriate to their field. Repositories may be subject-specific (e.g., GenBank for sequences and PDB for structures), general, or institutional, as long as DOIs or accession numbers are provided and the data are at least as open as CC BY. Authors are encouraged to select repositories that meet accepted criteria as trustworthy digital repositories, such as criteria of the Centre for Research Libraries or Data Seal of Approval. Large, international databases are more likely to persist than small, local ones.

### **3** See our list of recommended repositories.

To support data sharing and author compliance of the PLOS data policy, we have integrated our submission process with a select set of data repositories. The list is neither representative nor exhaustive of the suitable repositories available to authors. Current repository integration partners include Dryad and FlowRepository. Please contact [data@plos.org](mailto:data@plos.org) to make recommendations for further partnerships.

Instructions for PLOS submissions with data deposited in an integration partner repository:

- > Deposit data in the integrated repository of choice.
- > Once deposition is final and complete, the repository will provide you with a dataset DOI (provisional) and private URL for reviewers to gain access to the data.
- > Enter the given data DOI into the full Data Availability Statement, which is requested in the Additional Information section of the PLOS submission form. Then provide the URL passcode in the Attach Files section.

If you have any questions, please email us.

#### Accession numbers

All appropriate data sets, images, and information should be deposited in an appropriate public repository. See our list of recommended repositories.

Accession numbers (and version numbers, if appropriate) should be provided in the Data Availability Statement. Accession numbers or a citation to the DOI should also be provided when the data set is mentioned within the manuscript.

In some cases authors may not be able to obtain accession numbers of DOIs until the manuscript is accepted; in these cases, the authors must provide these numbers at acceptance. In all other cases, these numbers must be provided at submission.

#### Identifiers

As much as possible, please provide accession numbers or identifiers for all entities such as genes, proteins, mutants, diseases, etc., for which there is an entry in a public database, for example:

- > Ensembl
- > Entrez Gene

- > FlyBase
- > InterPro
- > Mouse Genome Database (MGD)
- > Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM)
- > PubChem

Identifiers should be provided in parentheses after the entity on first use.

#### Striking image

You can choose to upload a "Striking Image" that we may use to represent your article online in places like the journal homepage or in search results.

The striking image must be derived from a figure or supporting information file from the submission, i.e., a cropped portion of an image or the entire image. Striking images should ideally be high resolution, eye-catching, single panel images, and should ideally avoid containing added details such as text, scale bars, and arrows.

If no striking image is uploaded, we will designate a figure from the submission as the striking image.

- 1 Striking images should not contain potentially identifying images of people. [Read our policy on identifying information.](#)

The PLOS licenses and copyright policy also applies to striking images.

### Additional Information Requested at Submission

#### Funding statement

This information should not be in your manuscript file; you will provide it via our submission system.

This information will be published with the final manuscript, if accepted, so please make sure that this is accurate and as detailed as possible. You should not include this information in your manuscript file, but it is important to gather it prior to submission, because your financial disclosure statement cannot be changed after initial submission.

Your statement should include relevant grant numbers and the URL of any funder's web site. Please also state whether any individuals employed or contracted by the funders (other than the named authors) played any role in: study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript. If so, please name the individual and describe their role.

- 1 [Read our policy on disclosure of funding sources.](#)

#### Competing interests

This information should not be in your manuscript file; you will provide it via our submission system.

All potential competing interests must be declared in full. If the submission is related to any patents, patent applications, or products in development or for market, these details, including patent numbers and titles, must be disclosed in full.

- 1 [Read our policy on competing interests.](#)

#### Manuscripts disputing published work

For manuscripts disputing previously published work, it is PLOS ONE policy to invite a signed review by the disputed author during the peer review process. This procedure is aimed at ensuring a thorough, transparent, and productive review process.

If the disputed author chooses to submit a review, it must be returned in a timely fashion and contain a full declaration of all competing interests. The Academic Editor will consider any such reviews in light of the competing interest.

Authors submitting manuscripts disputing previous work should explain the relationship between the manuscripts in their cover letter, and will be required to confirm that they accept the conditions of this review policy before the manuscript is considered further.

**Related manuscripts**

Upon submission, authors must confirm that the manuscript, or any related manuscript, is not currently under consideration or accepted elsewhere. If related work has been submitted to PLOS ONE or elsewhere, authors must include a copy with the submitted article. Reviewers will be asked to comment on the overlap between related submissions.

We strongly discourage the unnecessary division of related work into separate manuscripts, and we will not consider manuscripts that are divided into "parts." Each submission to PLOS ONE must be written as an independent unit and should not rely on any work that has not already been accepted for publication. If related manuscripts are submitted to PLOS ONE, the authors may be advised to combine them into a single manuscript at the editor's discretion.

PLOS does support authors who wish to share their work early and receive feedback before formal peer review. Deposition of manuscripts with preprint servers does not impact consideration of the manuscript at any PLOS journal.

Authors choosing bioRxiv may now concurrently submit directly to select PLOS journals through bioRxiv's direct transfer to journal service.

 [Read our policies on related manuscripts and preprint servers.](#)

**Guidelines for Specific Study Types****Human subjects research**

All research involving human participants must have been approved by the authors' Institutional Review Board (IRB) or by equivalent ethics committee(s), and must have been conducted according to the principles expressed in the Declaration of Helsinki. Authors should be able to submit, upon request, a statement from the IRB or ethics committee indicating approval of the research. We reserve the right to reject work that we believe has not been conducted to a high ethical standard, even when formal approval has been obtained.

Subjects must have been properly instructed and have indicated that they consent to participate by signing the appropriate informed consent paperwork. Authors may be asked to submit a blank, sample copy of a subject consent form. If consent was verbal instead of written, or if consent could not be obtained, the authors must explain the reason in the manuscript, and the use of verbal consent or the lack of consent must have been approved by the IRB or ethics committee.

All efforts should be made to protect patient privacy and anonymity. Identifying information, including photos, should not be included in the manuscript unless the information is crucial and the individual has provided written consent by completing the Consent Form for Publication in a PLOS Journal (PDF). Download additional translations of the form from the Downloads and Translations page. More information about patient privacy, anonymity, and informed consent can be found in the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) Privacy and Confidentiality guidelines.

Manuscripts should conform to the following reporting guidelines:

- > Studies of diagnostic accuracy: STARD
- > Observational studies: STROBE
- > Microarray experiments: MIAME
- > Other types of health-related research: Consult the EQUATOR web site for appropriate reporting guidelines

Methods sections of papers on research using human subjects or samples must include ethics statements that specify:

- > The name of the approving institutional review board or equivalent committee(s). If approval was not obtained, the authors must provide a detailed statement explaining why it was not needed
- > Whether informed consent was written or oral. If informed consent was oral, it must be stated in the manuscript:
  - > Why written consent could not be obtained
  - > That the Institutional Review Board (IRB) approved use of oral consent
  - > How oral consent was documented

For studies involving humans categorized by race/ethnicity, age, disease/disabilities, religion, sex/gender, sexual orientation, or other socially constructed groupings, authors should:

- > Explicitly describe their methods of categorizing human populations
- > Define categories in as much detail as the study protocol allows

- > Justify their choices of definitions and categories, including for example whether any rules of human categorization were required by their funding agency
- > Explain whether (and if so, how) they controlled for confounding variables such as socioeconomic status, nutrition, environmental exposures, or similar factors in their analysis

In addition, outmoded terms and potentially stigmatizing labels should be changed to more current, acceptable terminology. Examples: "Caucasian" should be changed to "white" or "of [Western] European descent" (as appropriate); "cancer victims" should be changed to "patients with cancer."

For papers that include identifying, or potentially identifying, information, authors must download the Consent Form for Publication in a PLOS Journal, which the individual, parent, or guardian must sign once they have read the paper and been informed about the terms of PLOS open-access license. The signed consent form should not be submitted with the manuscript, but authors should securely file it in the individual's case notes and the methods section of the manuscript should explicitly state that consent authorization for publication is on file, using wording like:

**The individual in this manuscript has given written informed consent (as outlined in PLOS consent form) to publish these case details.**

For more information about PLOS ONE policies regarding human subjects research, see the Publication Criteria and Editorial Policies.

#### Clinical trials

Clinical trials are subject to all policies regarding human research. PLOS ONE follows the World Health Organization's (WHO) definition of a clinical trial:

A clinical trial is any research study that prospectively assigns human participants or groups of humans to one or more health-related interventions to evaluate the effects on health outcomes [...] Interventions include but are not restricted to drugs, cells and other biological products, surgical procedures, radiologic procedures, devices, behavioural treatments, process-of-care changes, preventive care, etc.

All clinical trials must be registered in one of the publicly-accessible registries approved by the WHO or ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors). Authors must provide the trial registration number. Prior disclosure of results on a clinical trial registry site will not effect consideration for publication. We reserve the right to inform authors' institutions or ethics committees, and to reject the manuscript, if we become aware of unregistered trials.

PLOS ONE supports prospective trial registration (i.e. before participant recruitment has begun) as recommended by the ICMJE's clinical trial registration policy. Where trials were not publicly registered before participant recruitment began, authors must:

- > Register all related clinical trials and confirm they have done so in the Methods section
- > Explain in the Methods the reason for failing to register before participant recruitment

Clinical trials must be reported according to the relevant reporting guidelines, i.e. CONSORT for randomized controlled trials, TREND for non-randomized trials, and other specialized guidelines as appropriate. The intervention should be described according to the requirements of the TIDieR checklist and guide. Submissions must also include the study protocol as supporting information, which will be published with the manuscript if accepted.

Authors of manuscripts describing the results of clinical trials must adhere to the CONSORT reporting guidelines appropriate to their trial design, available on the CONSORT Statement web site. Before the paper can enter peer review, authors must:

- > Provide the registry name and number in the methods section of the manuscript
- > Provide a copy of the trial protocol as approved by the ethics committee and a completed CONSORT checklist as supporting information (which will be published alongside the paper, if accepted). This should be named S1 CONSORT Checklist.
- > Include the CONSORT flow diagram as the manuscript's "Fig 1"

Any deviation from the trial protocol must be explained in the paper. Authors must explicitly discuss informed consent in their paper, and we reserve the right to ask for a copy of the patient consent form.

The methods section must include the name of the registry, the registry number, and the URL of your trial in the registry database for each location in which the trial is registered.

#### Animal research

We work in consultation with the PLOS ONE Animal Research Advisory Group to develop policies. Animal Research Advisory Group members may also be consulted on individual submissions.

All research involving vertebrates or cephalopods must have approval from the authors' Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC) or equivalent ethics committee(s), and must have been conducted according to applicable national and international guidelines. Approval must be received prior to beginning research.

If we note differences between an IACUC-approved protocol and the methods reported in a submitted manuscript, we may report these discrepancies to the relevant institution or committee.

Methods sections of manuscripts reporting results of animal research must include required ethics statements that specify:

- > The full name of the relevant ethics committee that approved the work, and the associated permit number(s). Where ethical approval is not required, the manuscript should include a clear statement of this and the reason why.
- > Relevant details for efforts taken to ameliorate animal suffering.

#### Example ethics statement

*This study was carried out in strict accordance with the recommendations in the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals of the National Institutes of Health. The protocol was approved by the Committee on the Ethics of Animal Experiments of the University of Minnesota (Permit Number: 27-2955). All surgery was performed under sodium pentobarbital anesthesia, and all efforts were made to minimize suffering.*

The organism(s) studied should always be stated in the abstract. Where research may be confused as pertaining to clinical research, the animal model should also be stated in the title.

Where unregulated animals are used or ethics approval is not required, authors should make this clear in submitted articles and explain why ethical approval was not required. Relevant regulations that grant exemptions should be cited in full. It is the authors' responsibility to understand and comply with all relevant regulations.

We reserve the right to reject work that the editors believe has not been conducted to a high ethical standard, even if authors have obtained formal approval or approval is not required under local regulations.

We encourage authors to follow the Animal Research: Reporting of In Vivo Experiments (ARRIVE) guidelines for all submissions describing laboratory-based animal research and to upload a completed ARRIVE Guidelines Checklist to be published as supporting information. Please note that inclusion of a completed ARRIVE Checklist may be a formal requirement for publication at a later date.

#### Non-human primates

Manuscripts describing research involving non-human primates must include details of animal welfare, including information about housing, feeding, and environmental enrichment, and steps taken to minimize suffering, including use of anesthesia and method of sacrifice if appropriate, in accordance with the recommendations of the Weatherall report, *The use of non-human primates in research* (PDF).

#### Random source animals

Manuscripts describing studies that use random source (e.g. Class B dealer-sourced in the USA), shelter, or stray animals will be subject to additional ethics consideration and may be rejected if sufficient ethical and scientific justification for the study design is lacking.

#### Humane endpoints

For studies in which death of a regulated animal (vertebrate, cephalopod) is a likely outcome or a planned experimental endpoint, PLOS ONE asks authors to report additional details related to the study design. This applies to research that involves, for instance, assessment of survival, toxicity, longevity, terminal disease, or high rates of incidental mortality. These studies may be subject to additional ethical considerations, and PLOS ONE may reject submissions if they lack sufficient reporting, appropriate justification for the study design, or adequate consideration of humane endpoints, regardless of study-specific institutional animal ethics committee approval.

#### Definition of a humane endpoint

A humane endpoint is an experimental endpoint at which animals are euthanized when they display early markers associated with death or poor prognosis of quality of life, or specific signs of severe suffering or distress. Humane endpoints are used as an alternative to allowing such conditions to continue or progress to death following the experimental intervention ("death as an endpoint"), or only euthanizing animals at the end of an experiment. Before a study begins, researchers define the practical observations or measurements that will be used during the study to recognize a humane endpoint, based on anticipated clinical, physiological, and behavioral signs. These may include, for instance, body temperature or weight changes, tumor size or appearance, abnormal behaviors, pathological changes, ruffled fur, reduced mobility, body posture, or expression of specific body fluid markers. Please see the NC3Rs guidelines for more information.

Authors of these studies should report all of the following information in the Methods section:

**1. Describe whether humane endpoints were used for all animals involved in the study**

*If humane endpoints were used, report the following:*

- > The specific criteria used to determine when animals should be euthanized
- > Once animals reached endpoint criteria, the amount of time elapsed before euthanasia
- > Whether any animals died before meeting criteria for euthanasia

*If humane endpoints were not used, report the following:*

- > A scientific and ethical justification for the study design, including the reasons why humane endpoints could not be used, and discussion of alternatives that were considered but could not be used
- > Whether the institutional animal ethics committee specifically reviewed and approved the anticipated mortality in the study design

**2. Include the following details of the study design and outcomes:**

- > The duration of the experiment
- > The numbers of animals used, euthanized, and found dead (if any); the cause of death for all animals
- > How frequently animal health and behavior were monitored
- > All animal welfare considerations taken, including efforts to minimize suffering and distress, use of analgesics or anesthetics, or special housing conditions
- > Any special training in animal care or handling provided for research staff

**Observational and field studies**

Methods sections for submissions reporting on any type of field study must include ethics statements that specify:

- > Permits and approvals obtained for the work, including the full name of the authority that approved the study; if none was required, authors should explain why
- > Whether the land accessed is privately owned or protected
- > Whether any protected species were sampled
- > Full details of animal husbandry, experimentation, and care/welfare, where relevant

**Paleontology and archaeology research**

Manuscripts reporting paleontology and archaeology research must include descriptions of methods and specimens in sufficient detail to allow the work to be reproduced. Data sets supporting statistical and phylogenetic analyses should be provided, preferably in a format that allows easy re-use.

Specimen numbers and complete repository information, including museum name and geographic location, are required for publication. Locality information should be provided in the manuscript as legally allowable, or a statement should be included giving details of the availability of such information to qualified researchers.

If permits were required for any aspect of the work, details should be given of all permits that were obtained, including the full name of the issuing authority. This should be accompanied by the following statement:

*All necessary permits were obtained for the described study, which complied with all relevant regulations.*

If no permits were required, please include the following statement:

*No permits were required for the described study, which complied with all relevant regulations.*

Manuscripts describing paleontology and archaeology research are subject to the following policies:

- > **Sharing of data and materials.** Any specimen that is erected as a new species, described, or figured must be deposited in an accessible, permanent repository (i.e., public museum or similar institution). If study conclusions depend on specimens that do not fit these criteria, the article will be rejected under PLOS ONE's data availability criterion.
- > **Ethics.** PLOS ONE will not publish research on specimens that were obtained without necessary permission or were illegally exported.

#### Systematic reviews and meta-analyses

A systematic review paper, as defined by The Cochrane Collaboration, is a review of a clearly formulated question that uses explicit, systematic methods to identify, select, and critically appraise relevant research, and to collect and analyze data from the studies that are included in the review. These reviews differ substantially from narrative-based reviews or synthesis articles. Statistical methods (meta-analysis) may or may not be used to analyze and summarize the results of the included studies.

Reports of systematic reviews and meta-analyses must include a completed PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) checklist and flow diagram to accompany the main text. Blank templates are available here:

- > Checklist: PDF or Word document
- > Flow diagram: PDF or Word document

Authors must also state in their "Methods" section whether a protocol exists for their systematic review, and if so, provide a copy of the protocol as supporting information and provide the registry number in the abstract.

If your article is a systematic review or a meta-analysis you should:

- > State this in your cover letter
- > Select "Research Article" as your article type when submitting
- > Include the PRISMA flow diagram as Fig 1 (required where applicable)
- > Include the PRISMA checklist as supporting information

#### Meta-analysis of genetic association studies

Manuscripts reporting a meta-analysis of genetic association studies must report results of value to the field and should be reported according to the guidelines presented in *Systematic Reviews of Genetic Association Studies* by Sagoo et al.

On submission, authors will be asked to justify the rationale for the meta-analysis and how it contributes to the base of scientific knowledge in the light of previously published results. Authors will also be asked to complete a checklist (DOCK) outlining information about the justification for the study and the methodology employed. Meta-analyses that replicate published studies will be rejected if the authors do not provide adequate justification.

#### Personal data from third-party sources

**For all studies using personal data from internet-based and other third-party sources (e.g., social media, blogs, other internet sources, mobile phone companies), data must be collected and used according to company/website Terms and Conditions, with appropriate permissions. All data sources must be acknowledged clearly in the Materials and Methods section.**

#### Read our policy on data availability.

**In the Ethics Statement, authors should declare any potential risks to individuals or individual privacy, or affirm that in their assessment, the study posed no such risks. In addition, the following Ethics and Data Protection requirements must be met.**

**For interventional studies, which impact participants' experiences or data, the study design must have been prospectively approved by an Ethics Committee, and informed consent is required. The Ethics Committee may waive the requirement for approval and/or consent.**

**For observational studies in which personal experiences and accounts are not manipulated, consultation with an Ethics or Data Protection Committee is recommended. Additional requirements apply in the following circumstances:**

- > If information used could threaten personal privacy or damage the reputation of individuals whose data are used, an Ethics Committee should be consulted and informed consent obtained or specifically addressed.
- > If authors accessed any personal identifying information, an Ethics or Data Protection Committee should oversee data anonymization. If data were anonymized and/or aggregated before access and analysis, informed consent is generally not required.

**Note that Terms of Use contracts do not qualify as informed consent, even if they address the use of personal data for research.**

**1** See our reporting guidelines for human subjects research.

**Cell lines**

Authors reporting research using cell lines should state when and where they obtained the cells, giving the date and the name of the researcher, cell line repository, or commercial source (company) who provided the cells, as appropriate.

Authors must also include the following information for each cell line:

For *de novo* (new) cell lines, including those given to the researchers a gift, authors must follow our policies for human subjects research or animal research, as appropriate. The ethics statement must include:

- > Details of institutional review board or ethics committee approval; AND
- > For human cells, confirmation of written informed consent from the donor, guardian, or next of kin

For established cell lines, the Methods section should include:

- > A reference to the published article that first described the cell line; AND/OR
- > The cell line repository or company the cell line was obtained from, the catalogue number, and whether the cell line was obtained directly from the repository/company or from another laboratory

Authors should check established cell lines using the ICLAC Database of Cross-contaminated or Misidentified Cell Lines to confirm they are not misidentified or contaminated. Cell line authentication is recommended – e.g., by karyotyping, isozyme analysis, or short tandem repeats (STR) analysis – and may be required during peer review or after publication.

**Blots and gels**

Manuscripts reporting results from blots (including Western blots) and electrophoretic gels should follow these guidelines:

- > In accordance with our policy on image manipulation, the image should not be adjusted in any way that could affect the scientific information displayed, e.g. by modifying the background or contrast.
- > All blots and gels that support results reported in the manuscript should be provided.
- > Original uncropped and unadjusted blots and gels, including molecular size markers, should be provided in either the figures or the supplementary files.
- > Lanes should not be overcropped around the bands; the image should show most or all of the blot or gel. Any non-specific bands should be shown and an explanation of their nature should be given.
- > The image should include all relevant controls, and controls should be run on the same blot or gel as the samples.
- > A figure panel should not include composite images of bands originating from different blots or gels. If the figure shows non-adjacent bands from the same blot or gel, this should be clearly denoted by vertical black lines and the figure legend should provide details of how the figure was made.

**Antibodies**

Manuscripts reporting experiments using antibodies should include the following information:

- > The name of each antibody, a description of whether it is monoclonal or polyclonal, and the host species.
- > The commercial supplier or source laboratory.
- > The catalogue or clone number and, if known, the batch number.
- > The antigen(s) used to raise the antibody.
- > For established antibodies, a stable public identifier from the Antibody Registry.

The manuscript should also report the following experimental details:

- > The final antibody concentration or dilution.
- > A reference to the validation study if the antibody was previously validated. If not, provide details of how the authors validated the antibody for the applications and species used.

We encourage authors to consider adding information on new validations to a publicly available database such as Antibodypedia or CiteAb.

**Methods, software, databases, and tools**

PLOS ONE will consider submissions that present new methods, software, or databases as the primary focus of the manuscript if they meet the following criteria:

#### Utility

The tool must be of use to the community and must present a proven advantage over existing alternatives, where applicable. Recaptulation of existing methods, software, or databases is not useful and will not be considered for publication. Combining data and/or functionalities from other sources may be acceptable, but simpler instances (i.e. presenting a subset of an already existing database) may not be considered. For software, databases, and online tools, the long-term utility should also be discussed, as relevant. This discussion may include maintenance, the potential for future growth, and the stability of the hosting, as applicable.

#### Validation

Submissions presenting methods, software, databases, or tools must demonstrate that the new tool achieves its intended purpose. If similar options already exist, the submitted manuscript must demonstrate that the new tool is an improvement over existing options in some way. This requirement may be met by including a proof-of-principle experiment or analysis; if this is not possible, a discussion of the possible applications and some preliminary analysis may be sufficient.

#### Availability

Software should be open source, deposited in an appropriate archive, and conform to the Open Source Definition. Databases must be open-access and hosted somewhere publicly accessible, and any software used to generate a database should also be open source. If relevant, databases should be open for appropriate deposition of additional data. Dependency on commercial software such as Mathematica and MATLAB does not preclude a paper from consideration, although complete open source solutions are preferred. Authors should provide a direct link to the deposited software or the database hosting site from within the paper.

#### Software submissions

Manuscripts describing software should provide full details of the algorithms designed. Describe any dependencies on commercial products or operating system. Include details of the supplied test data and explain how to install and run the software. A brief description of enhancements made in the major releases of the software may also be given. Authors should provide a direct link to the deposited software from within the paper.

#### Database submissions

For descriptions of databases, provide details about how the data were curated, as well as plans for long-term database maintenance, growth, and stability. Authors should provide a direct link to the database hosting site from within the paper.

#### New taxon names

##### Zoogeographical names

When publishing papers that describe a new zoological taxon name, PLOS aims to comply with the requirements of the International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN). Effective 1 January 2012, the ICZN considers an online-only publication to be legitimate if it meets the criteria of archiving and is registered in ZooBank, the ICZN's official registry.

For proper registration of a new zoological taxon, we require two specific statements to be included in your manuscript.

In the **Results** section, the globally unique identifier (GUID), currently in the form of a Life Science Identifier (LSID), should be listed under the new species name, for example:

`Anochetus boltoni Fisher sp. nov. urn:lsid:zooBank.org:act:56C0720F-1DA6-40C7-8366-534E91E77F5B`

You will need to contact ZooBank to obtain a GUID (LSID). Please do this as early as possible to avoid delay of publication upon acceptance of your manuscript. It is your responsibility to provide us with this information so we can include it in the final published paper.

Please also insert the following text into the **Methods** section, in a sub-section to be called "Nomenclatural Acts":

The electronic edition of this article conforms to the requirements of the amended International Code of Zoological Nomenclature, and hence the new names contained herein are available under that Code from the electronic edition of this article. This published work and the nomenclatural acts it contains have been registered in ZooBank, the online registration system for the ICZN. The ZooBank LSIDs (Life Science Identifiers) can be resolved and the associated information viewed through any standard web browser by appending the LSID to the prefix "http://zooBank.org". The LSID for this publication is: urn:lsid:zooBank.org:pub:XXXXXXXX. The electronic edition of this work was published in a journal with an ISSN, and has been archived and is available from the following digital repositories: PubMed Central, LOCKSS [author to insert any additional repositories].

All PLOS articles are deposited in PubMed Central and LOCKSS. If your institute, or those of your co-authors, has its own repository, we recommend that you also deposit the published online article there and include the name in your article.

#### Botanical names

When publishing papers that describe a new botanical taxon, PLOS aims to comply with the requirements of the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (ICN). The following guidelines for publication in an online-only journal have been agreed such that any scientific botanical name published by us is considered effectively published under the rules of the Code. Please note that these guidelines differ from those for zoological nomenclature, and apply only to seed plants, ferns, and lycophytes.

Effective January 2012, the description or diagnosis of a new taxon can be in either Latin or English. This does not affect the requirements for scientific names, which are still to be Latin.

Also effective January 2012, the electronic PDF represents a published work according to the ICN for algae, fungi, and plants. Therefore the new names contained in the electronic publication of PLOS article are effectively published under that Code from the electronic edition alone, so there is no longer any need to provide printed copies.

Additional information describing recent changes to the Code can be found [here](#).

For proper registration of the new taxon, we require two specific statements to be included in your manuscript.

In the **Results** section, the globally unique identifier (GUID), currently in the form of a Life Science Identifier (LSID), should be listed under the new species name, for example:

*Solanum asperum* S. Knapp, sp. nov. [urn:lsid:ipni.org:names:77102603-1] Type: Colombia, Putumayo: vertiente oriental de la Cordillera, entre Sachamates y San Francisco de Sibundoy, 1600-1750 m, 30 Dec 1940, J. Cuatrecasas 11471 (holotype, COL; isotypes, F [F-1005119], US [US-1796751]).

Journal staff will contact IPNI to obtain the GUID (LSID) after your manuscript is accepted for publication, and this information will then be added to the manuscript during the production phase.

In the **Methods** section, include a sub-section called "Nomenclature" using the following wording:

The electronic version of this article in Portable Document Format (PDF) in a work with an ISSN or ISBN will represent a published work according to the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants, and hence the new names contained in the electronic publication of a PLOS article are effectively published under that Code from the electronic edition alone, so there is no longer any need to provide printed copies.

In addition, new names contained in this work have been submitted to IPNI, from where they will be made available to the Global Names Index. The IPNI LSIDs can be resolved and the associated information viewed through any standard web browser by appending the LSID contained in this publication to the prefix <http://ipni.org/>. The online version of this work is archived and available from the following digital repositories: [INSERT NAMES OF DIGITAL REPOSITORIES WHERE ACCEPTED MANUSCRIPT WILL BE SUBMITTED (PubMed Central, LOCKSS etc)].

All PLOS articles are deposited in PubMed Central and LOCKSS. If your institute, or those of your co-authors, has its own repository, we recommend that you also deposit the published online article there and include the name in your article.

#### Fungal names

When publishing papers that describe a new botanical taxon, PLOS aims to comply with the requirements of the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (ICN). The following guidelines for publication in an online-only journal have been agreed such that any scientific botanical name published by us is considered effectively published under the rules of the Code. Please note that these guidelines differ from those for zoological nomenclature.

Effective January 2012, the description or diagnosis of a new taxon can be in either Latin or English. This does not affect the requirements for scientific names, which are still to be Latin.

Also effective January 2012, the electronic PDF represents a published work according to the ICN for algae, fungi, and plants. Therefore the new names contained in the electronic publication of PLOS article are effectively published under that Code from the electronic edition alone, so there is no longer any need to provide printed copies.

Additional information describing recent changes to the Code can be found [here](#).

For proper registration of the new taxon, we require two specific statements to be included in your manuscript.

In the **Results** section, the globally unique identifier (GUID), currently in the form of a Life Science Identifier (LSID), should be listed under the new species name, for example:

*Mycobacterium* *hutchii*. Steiner et al. 2010, sp. nov. [url:lsid:indexfungorum.org:name:518654]

You will need to contact either Mycobank or Index Fungorum to obtain the GUID (LSID). Please do this as early as possible to avoid delay of publication upon acceptance of your manuscript. It is your responsibility to provide us with this information so we can include it in the final published paper. Effective January 2013, all papers describing new fungal species must reference the identifier issued by a recognized repository in the prologue in order to be considered effectively published.

In the **Methods** section, include a sub-section called "Nomenclature" using the following wording (this example is for taxon names submitted to MycoBank; please substitute appropriately if you have submitted to Index Fungorum):

The electronic version of this article in Portable Document Format (PDF) in a work with an ISSN or ISBN will represent a published work according to the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants, and hence the new names contained in the electronic publication of a PLOS article are effectively published under that Code from the electronic edition alone, so there is no longer any need to provide printed copies.

In addition, new names contained in this work have been submitted to MycoBank from where they will be made available to the Global Names Index. The unique MycoBank number can be resolved and the associated information viewed through any standard web browser by appending the MycoBank number contained in this publication to the prefix <http://www.mycobank.org/MB/>. The online version of this work is archived and available from the following digital repositories: [INSERT NAMES OF DIGITAL REPOSITORIES WHERE ACCEPTED MANUSCRIPT WILL BE SUBMITTED (PubMed Central, LOCKSS, etc.)].

All PLOS articles are deposited in PubMed Central and LOCKSS. If your institute, or those of your co-authors, has its own repository, we recommend that you also deposit the published online article there and include the name in your article.

#### Qualitative research

Qualitative research studies use non-quantitative methods to address a defined research question that may not be accessible by quantitative methods, such as people's interpretations, experiences, and perspectives. The analysis methods are explicit, systematic, and reproducible, but the results do not involve numerical values or use statistics. Examples of qualitative data sources include, but are not limited to, interviews, text documents, audio/video recordings, and free-form answers to questionnaires and surveys.

Qualitative research studies should be reported in accordance to the Consolidated criteria for reporting qualitative research (COREQ) checklist. Further reporting guidelines can be found in the Equator Network's Guidelines for reporting qualitative research.

#### Give Feedback

Help us improve this page by leaving your feedback. For questions about a specific manuscript, please email the journal.

Did you find all of the information that you were looking for during your visit?

- Yes  
 No

Send feedback

Anexo 7.

Encuesta al productor.



FECHA DE ENTREGA DE LA ENCUESTA

	Finca:	
	Fecha:	
<b>IV. PRODUCTOR</b>		
Versión 3. 17/03/04		
1	Por Favor Mencione su principal actividad económica	
2	Por favor, mencione los principales problemas que usted enfrenta en su trabajo. (mínimo 3)	
	I.	
	II.	
	III.	
	IV.	
	V.	
	<b>Motivación</b>	SI NO
3	Disfruto de mi actividad como productor de leche	
4	Me siento orgulloso de mi finca	
5	Para mí es importante que la Industria (Colanta, Alpina, Alquería, El Zarzal, etc.) reconozca la leche que producimos como un producto de óptima calidad	
6	Para mí es importante que mis colegas productores reconozcan la leche de mi finca como un producto de óptima calidad	
7	Para mí es importante que mis empleados me reconozcan como un buen jefe	
8	Me incomoda que la leche presente una mala calidad	
9	La calidad de la leche de mi finca es mi responsabilidad	
10	Los sistemas de producción de leche de mi finca permiten cambiar para mejorar	
11	La producción de leche de mi finca tuvo mejores épocas	
12	Las decisiones en mi finca no me corresponden exclusivamente a mí	
	<b>Mentalidad</b>	SI NO
13	Los niveles de CCS son una preocupación constante para mí	
14	Mantener bajas los niveles de CCS es indispensable para el correcto desarrollo de la producción de leche	
15	Son mayores los costos de mantener bajos los niveles de CCS que los beneficios	
16	Las vacas de alta producción con CCS constantemente elevadas deben ser descartadas	
17	Los bajos niveles de CCS de la leche solo benefician a la industria	
18	Estoy cansado de gastar dinero en antibióticos para la mastitis que no funcionan	
19	Tiene sentido actuar contra la mastitis antes que la industria o el consultor (asesor) lo indique	
20	El principal objetivo de los representantes técnicos que visitan mi finca es vender sus medicamentos	
21	Los resultados de los niveles de CCS son confiables	
22	La mastitis es una enfermedad de las vacas imposible de controlar	

Conocimiento técnico		Seleccione la Respuesta
23	<p>Para identificar un animal con mastitis subclínica es necesario</p> <p>a. Ver si la ubre del animal está inflamada y/o caliente</p> <p>b. Ver si la leche presenta grupos o apariencia cremosa</p> <p>c. Hacer un CMT o análisis de CCS en laboratorio</p> <p>d. El animal presenta fiebre</p> <p>e. El animal disminuyó el consumo de alimento</p>	
24	<p>Qué es <i>Staphylococcus aureus</i> ?</p> <p>a. Una bacteria contagiosa con baja respuesta a antibióticos</p> <p>b. Una bacteria ambiental con baja respuesta a antibióticos</p> <p>c. Una bacteria contagiosa excelente respuesta a antibióticos</p> <p>d. Una bacteria ambiental con excelente respuesta a antibióticos</p> <p>e. No sé qué es <i>Staphylococcus aureus</i></p>	
25	<p>Qué es <i>Escherichia coli</i></p> <p>a. Una bacteria contagiosa con baja respuesta a antibióticos</p> <p>b. Una bacteria ambiental con baja respuesta a antibióticos</p> <p>c. Una bacteria contagiosa con excelente respuesta a antibióticos</p> <p>d. Una bacteria ambiental con excelente respuesta a antibióticos</p> <p>e. No sé qué es <i>Escherichia coli</i></p>	
26	<p>La mejor manera de curar la mastitis contagiosa es</p> <p>a. Haciendo un buen pre sellado durante el ordeño</p> <p>b. Haciendo un buen pos sellado durante el ordeño</p> <p>c. Manteniendo los caminos de la finca secos y sin barro</p> <p>d. Manteniendo limpias las vacas</p> <p>e. No sé qué es la mastitis contagiosa</p>	
27	<p>La mastitis ambiental se caracteriza por</p> <p>a. Por transmitirse de vaca a vaca durante el ordeño</p> <p>b. Por contagiarse en los intervalos de tiempo entre ordeños</p> <p>c. Responder muy bien al tratamiento con antibióticos</p> <p>d. Presentarse principalmente al final de la lactancia</p> <p>e. No sé qué es mastitis ambiental</p>	
28	<p>Las pérdidas causadas por la mastitis consisten en</p> <p>a. Costo de los antibióticos, leche descartada e reducción de la producción</p> <p>b. Problemas reproductivos de los animales</p> <p>c. Pérdidas de cuartos, muerte de la vaca, descartes</p> <p>d. Todas la anteriores</p> <p>e. Ninguna de las anteriores</p>	

29	El oportuno mantenimiento del equipo de ordeño garantiza		
	a. Ordeño más rápido		
	b. Retirada completa de la leche		
	c. Menor riesgo de mastitis ambiental		
	d. Menor riesgo de mastitis contagiosa		
	e. Todas las anteriores		
30	El objetivo de la terapia de vaca seca es		
	a. Eliminar cualquier contaminación remanente de la lactancia y proteger la ubre en el periodo seco		
	b. Disminución del número de infecciones en la próxima lactación		
	c. Acelerar el secado de la vaca		
	d. Todas la anteriores		
	e. Ninguna de las anteriores		
31	La vaca es más susceptible a la mastitis cuando		
	a. La condición corporal es inferior a 2,5 o superior a 3,5		
	b. Las vacas son viejas		
	c. Las vacas presentan dificultades al parto		
	d. Todas las anteriores		
	e. Ninguna de las anteriores		
32	El número mínimo de dosis de un tratamiento antibiótico para mastitis es		
	a. Una		
	b. Dos		
	c. Tres		
	d. Cuatro		
	e. Cinco		
<b>Conocimiento gerencial</b>			
Por favor en las siguientes preguntas indique cuál es el orden de importancia que para usted tienen los ítems mencionados, siendo 1 más importante y 5 menos importante.			
33	Los resultados de calidad de leche emitidos por la industria son útiles para		Ordene
	a. Para conocer el promedio de sólidos de la finca		Ordene
	b. Conocer el nivel de bacterias de la finca		
	c. Conocer el precio de litro de leche pagado		
	d. No sé cómo analizar esos resultados		
Por favor responda el siguiente grupo de preguntas			
34	Por favor, mencione tres indicadores utilizados en su finca		
	1		
	2		
	3		
35	Por favor mencione sus metas asociadas a los indicadores mencionados		
	1		

2				
3				
36	Por favor mencione 5 criterios que la Industria usa para pagar su leche			
1				
2				
3				
4				
5				
37	El cumplimiento de las metas de calidad de la leche en la finca depende de		Seleccione la Respuesta	
	a. El propietario/gerente de la finca			
	b. El consultor y/o asesor técnico			
	c. Los empleados de la finca			
	d. Todas las anteriores			
	e. Ninguna de las anteriores			
38	Por favor organice los ítems presentados a continuación según la importancia de ellos para sus empleados		Ordenar	
	a. Días de descanso		(1 el mas importante, 10 el menos importante)	
	b. Disponer de herramientas para hacer el trabajo			
	c. Menos supervisión			
	d. Vivienda			
	e. Reconocimiento			
	f. Responsabilidades			
	g. Salario			
	h. Toma de decisiones			
	i. Entrenamiento y capacitación			
<b>Conocimiento social</b>				
39	Cuál es el nombre de sus empleados? (por favor, mencione el número de empleados y sus respectivos nombres)			
40	Cuál es el nombre de su consultor o asesor?			
41	Hace cuánto, el/ella es su consultor?			
42	Cuantifique la relación con sus empleados (1. Muy mala; 2. Mala; 3. Neutral; 4. Buena; 5 Excelente)			
43	Cuando usted habla con sus empleados, usted escucha sus ideas?		SI	NO
44	Usted se interesa por sus empleados? (ej. Conoce el nombre de sus esposas y sus hijos?)		SI	NO
45	Cuando usted habla con sus empleados o su asesor usted es directo y concreto?		SI	NO
46	Cuando usted habla con sus empleados usted adopta buena actitud?		SI	NO
47	Usted se relaciona positivamente con sus vecinos productores de leche?		SI	NO
48	Usted cree que puede aprender algo de sus vecinos?		SI	NO
<b>Compromiso</b>				
49	Hacemos regularmente CMT	Concuerdo absolutamente	Concuerdo	Ni concuerdo/ desacuerdo
			Descuerdo	Desacuerdo Absolutamente

50	Enviamos regularmente muestras para de las vacas para CCS						
51	En la finca siempre tenemos disponibles guantes para el ordeño						
52	En la finca siempre hay disponibles pre y pos sellado						
53	El equipo de ordeño recibe manutención periódicamente						
54	En la finca siempre hay disponible medicamentos para el tratamiento de mastitis						
55	Los tratamientos de mastitis siempre se hacen en las dosis recomendadas y con el número de dosis recomendadas						
56	Los caminos de la finca reciben mantenimiento regularmente						
57	En la finca siempre hay papel para limpiar pezones						
58	En la finca los animales problema (mastitis recurrente) son descartados						
59	En la finca siempre hay disponible medicamentos para la terapia de vaca seca						
60	En la finca regularmente se entrenan los empleados						