

ORIGINAL

Milk quality: milking personnel associated factors

Calidad de la leche: factores asociados al personal vinculado al ordeño

Juan C Esguerra¹ M.Sc, Laerte D Cassoli¹ Ph.D, Oscar D Múnera-Bedoya^{2*} M.Sc,
Mario F Cerón-Muñoz² Ph.D, Pablo F Machado¹ Ph.D.

¹Universidade de São Paulo, Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", C.P. 09 - 13418-900 - Piracicaba, São Paulo, Brasil. ²Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, GaMMA research group, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia. *Correspondence: oscardmunera@gmail.com

Received: May 2017; Accepted: November 2017.

ABSTRACT

Objective. To identify factors associated with high and low Somatic Cell Counts (SCC) levels in bulk tanks of dairy farms in Southeast Brazil. **Materials and methods.** A total of 68 dairy herds with high and low bulk tank SCC levels were analyzed. Surveys and checklists were applied to the personnel regarding milking routines and equipment. **Results.** Milkers and management personnel explained up to 40.28% of the variability among herds, while the milker's well-being and stability explained up to 28%. Planning and organization were relevant for SCC, as well as the state of the equipment and the milking routine. According to separate analyzes of employees and owners, employees have greater variability in terms of knowledge on milk production, mastitis, milking routine, and experience. **Conclusion.** There are qualifying factors in milking systems in southeastern Brazil associated with milking personnel, equipment and milking routine. Understanding these factors will enable the implementation of strategies to produce better quality milk.

Keywords: Dairy cattle, Dairy management, milk composition, somatic cell count, human resource (*Source: USDA*).

RESUMEN

Objetivo. Identificar factores asociados a altos y bajos niveles de recuentos de células somáticas (RCS) en tanques de hatos lecheros del Sudeste de Brasil. **Materiales y métodos.** Se analizaron 68 hatos lecheros con niveles altos y bajos de RCS en tanque. Para identificar factores asociados al personal vinculado al ordeño y relacionarlos con RCS se aplicaron encuestas y listas de chequeo para la rutina y el equipo de ordeño. **Resultados.** El personal vinculado al ordeño, administración y gestión del productor explicaron hasta el 40.28% de la variabilidad entre rebaños, mientras que el bienestar y la estabilidad del ordeñador explicaron hasta el 28%. La planeación y organización del productor fueron relevantes en el RCS, al igual que el estado del equipo y la rutina de ordeño. Análisis separados de empleado y propietario permitieron concluir que existe mayor variabilidad para los primeros, diferenciándose por conocimientos en la producción de leche y el manejo de la mastitis, la rutina y la experiencia. **Conclusión.** Existen factores clasificatorios en los sistemas de ordeño del sudeste de Brasil asociados al personal, el equipo y la rutina de ordeño. El entendimiento de estos factores posibilitará la implementación de estrategias que permitan producir leche de mejor calidad.

Palabras clave: Ganado de leche, Manejo de granjas lecheras, composición de la leche, células somáticas, recurso humano (*Fuente: USDA*).

INTRODUCTION

Brazil, the largest milk producer in Latin America and fifth in the world (1) is facing great challenges to maximize profitability and competitiveness. Mastitis is the disease with the greatest economic impact on dairy farms (2). This disease decreases the income of the farmers in up to 35 billion dollars per year worldwide (3). Losses due to mastitis exceed US \$500 million in Brazil (4). Mastitis affects the dairy industry by increasing Somatic Cell Counts (SCC) leading to milk composition variations. It also decreases industrial yields, increases processing costs, changes the organoleptic traits of milk, and reduces the shelf life of dairy by-products (2,5).

Since year 2000 Brazil has been implementing a national program for milk quality improvement (PNQL). The milk quality payment system has sought to stimulate improvements in milk parameters through bonuses and penalties since 2005 (6). Incentives include SCC, total bacterial count (TBC) and absence of antibiotics and adulterants (7). Regulatory Instruction 62 of 2011 established limits for SCC and TBC (8), thus from 07/01/2014 until 30/06/2016 reference values were 500 thousand cells/ml for the southeastern region of the country.

Bulk tank SCC levels depend on several factors (5,9), including pathogens, milking system (equipment, facilities and milking routine) and factors related to the animals (10-11). All these factors have been studied in different countries without conclusive results.

Variables related to herd management can help understanding SCC variations in dairy herds worldwide. Those variables include the personality, attitudes, beliefs, values, intentions, skills and knowledge of the herdsmen (12-13). Jansen et al. (12) grouped these factors as "human factor". Increases in mastitis incidence can be triggered by decreased immunity of the cow, which may be related to sub-optimal farm management.

Behavior theories have established criteria for evaluating the attitudes of the personnel towards specific chores. Ajzen and Fishbein (14), and Ajzen (15) suggested that people with very positive attitudes towards a specific task are more prone to practice it (theory of planned behavior). Jansen et al (12) and Lind et al (16) used these concepts to identify, situational, personal, and cognitive factors to explain why staff performs an action.

INTRODUCCIÓN

Brasil es el mayor productor de leche en América Latina y el quinto a nivel mundial (1) y en la actualidad afronta grandes retos para maximizar la rentabilidad y competitividad. La mastitis es la enfermedad con mayor impacto económico en los sistemas de producción lecheras en el mundo; siendo responsable entre el 70 y 80% de las pérdidas económicas en las hatos (2), ocasionando disminuciones en ingresos anuales de hasta 35 billones de dólares a nivel mundial (3), se estima que las pérdidas en Brasil superan los 500 millones de dólares (4), teniendo repercusiones en la industria nacional, pues aumentos de los recuentos de células somáticas (RCS) provoca variaciones en la calidad de la composición de la leche, mermas en rendimientos industriales, aumento en costos de transformación, cambios en las características organolépticas de productos y reducción de la vida útil de subproductos lácteos (2, 5).

Desde 2000, Brasil viene implementando un Programa Nacional de Mejora de la calidad de leche -PNQL- (6) y desde 2005, el sistema de pago de leche por calidad ha buscado estimular el mejoramiento en parámetros de interés a través de bonificaciones y penalizaciones. Los incentivos pueden variar entre empresas, aunque todas incluyen RCS, conteo de bacterias total (CBT) y ausencia de antibióticos y sustancias adulterantes (7). Independientemente del método de valoración empleado por industrias, la Instrucción Normativa 62 de 2011 estableció límites de RCS y CBT para pago de leche en el país (8), instaurando para la región sudeste del país a partir de 01/07/2014 y hasta el 30/06/2016 valores de 500 mil células/ml el nivel máximo esperado.

Los niveles de RCS en tanque obedecen a causas multifactoriales que deben ser considerados para obtener leche de calidad (5,9). Dentro de los factores de riesgo asociados a altos RCS en tanque se encuentran: los patógenos, el sistema de ordeño (equipo, instalaciones y rutina de ordeño) y factores propios de los animales (10-11). Estos factores han sido estudiados en diferentes países sin obtener resultados concluyentes.

La inclusión de variables relacionadas con la gestión del rebaño y el factor humano ha permitido comprender las variaciones en RCS de hatos lecheros a nivel mundial, atribuyendo dichas variaciones a la personalidad de los ganaderos, actitudes, creencias, valores, intenciones, habilidades y conocimientos (12-13). Estos factores, son reunidos por Jansen et al (12) como "factor humano", y corresponden a la "mentalidad del productor" en procura de la producción de leche de calidad, así, aumentos en la incidencia de mastitis pueden ser debidos a la disminución de la inmunidad de la vaca, lo que puede estar relacionado con una gestión de la granja que no es óptima.

The objective of this study was to identify factors associated with bulk tank SCC levels in dairy herds in Southeastern Brazil.

MATERIALS AND METHODS

Location and description of the study area.

This study was part of a project by Clínica do Leite ESALQ-USP and DANONE company in 68 dairy herds. SCC levels were below 250.000 cells/mL in 34 herds (BSCC farms), and above 700.000 cells/mL (ASCC farms) in the other group (34 farms). The farms are located in Southeastern Brazil (south of Minas Gerais and north of Sao Paulo state). The climate of the region is subtropical, with 19.25°C annual average temperature, temperate winters and moderately high temperatures during summer. Average annual rainfall is 1.450 mm.

The herds were part of a milk quality program measuring milk composition and sanitary parameters. Most animals were stabled Holstein crosses (63%) and pure Holstein (34%). Average milk yield was 16.02 liters/cow/day. The SCC were performed by Clinica do Leite ESALQ-USP using a Fossomatic™ equipment.

Face-to-face surveys and checklists were used for assessing milking routines and equipment in order to identify factors associated with the personnel (milkers and producers) and relates them to SCC. Surveys were based on studies conducted by Jansen et al (12) and adapted to Brazilian conditions. Veterinarians, Animal Scientists and agronomists from Clinica do Leite ESALQ-USP and DANONE participated in the study.

Routine checklists and milking equipment.

The following activities were evaluated: pre-milking (movement and preparation of animals at milking parlours and waiting corrals, milker apparel, preparation of animals, disinfection of udders, materials used, etc.), milking (milking of animals with mastitis, milking times and routine, operation of the equipment, etc), and post milking (exit of animals, condition of the teats, and condition of the milk filter).

Verification of milking equipment. Checklists based on parameters proposed by Blowey and Edmondson (10) for mastitis control. Criteria related to maintenance frequency, conditions of equipment components (liners, hoses, milk line, vacuum pump, regulators, and pulsators, among others) were used to grade the farms.

Teorías del comportamiento establecen criterios de evaluación de las actitudes del personal objeto de estudio para realizar una conducta determinada, es así como Ajzen y Fishbein (14) y Ajzen (15), sugirieron que quienes tienen actitudes muy positivas hacia la conducta estudiada deben ser más propensos a practicarla (teoría del comportamiento planificado). Estos conceptos fueron aplicados por Jansen et al (12) y Lind et al (16), para identificar factores de tipo situacional, personal y de capacidad cognitiva, relevantes al momento de explicar por qué el personal vinculado a una labor realiza o no una acción.

El presente estudio tuvo como objetivo la identificación de los factores asociados a altos y bajos niveles de RCS en tanques de hatos lecheros del Sudeste de Brasil proveedores de leche para la industrialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio hizo parte de un proyecto adelantado entre la Clínica do Leite ESALQ-USP y la empresa DANONE en 68 rebaños lecheros de Brasil, 34 con niveles de RCS menores a 250 mil células/mL (BRCS) y 34 fincas con niveles superiores a 700 mil células/mL (ARCS), según el interés de la empresa acopiadora. Las fincas están ubicadas en la región sudeste de Brasil en el sur del estado de Minas Gerais y el norte del estado de Sao Paulo. La región posee un clima subtropical, con temperatura media anual de 19.25°C, inviernos templados y veranos con temperaturas moderadamente altas y una precipitación anual media es de 1.450 mm.

Los hatos hacían parte de un programa de evaluación de calidad de leche con mediciones de parámetros composicionales y sanitarios como política de calidad y seguimiento de la empresa para el pago de la leche. El grupo racial predominante en los hatos fueron los cruces con base genética Holstein en 63% y 34% de animales Holstein puros, con una producción media de 16.02 litros/vaca/día bajo condiciones de estabulación en todos los grupos raciales. Los niveles de RCS de cada una de las fincas provino de los resultados de los análisis para el pago de leche por calidad realizados por el laboratorio de la Clínica do Leite ESALQ-USP a través del equipo Fossomatic™ de FOSS.

Para identificar los principales factores asociados al personal vinculado al proceso de ordeño (ordeñador y productor) y relacionarlos con los RCS se emplearon encuestas presenciales y listas de chequeo para la rutina y el equipo de ordeño. Se realizaron encuestas basados en los estudios realizados por Jansen et al (12) y adaptados a las condiciones productivas del rebaño brasileiro, para lo cual se contó con la participación del equipo técnico de la Clínica do Leite ESALQ-USP y de la empresa DANONE, integrado por veterinarios, zootecnistas y agrónomos.

Surveys for employees and farm owners.

Surveys included general information (farm name, location, name of owner, general milk quality parameters, number of lactating cows, management of productive information, mastitis control, and herd management, milking system, number of milkings/day, number of milkers, and products used for cleaning and disinfection of the equipment). Two different surveys were used for milkers and owners. The survey structure is presented in table 1.

Table 1. Distribution of variables in the surveys for employees and owners, according to the classification items

Item	Number of Variables	
	Employee	Owner
Motivation	24	10
Mentality	10	10
Technical knowledge	13	10
Knowledge of Management	1	9
Social knowledge	4	10
Behaviour	11	11

The surveys had different number of variables for several items intended for employees and owners: the owner survey for "Motivation" had 10 variables, while the employee survey had 24 ("Motivation" was divided in: Physiological needs, with 3 variables; Sense of belonging, with 4; and Recognition and self-realization, with 11 variables).

The surveys consisted in multiple-choice and Likert-scale responses. At the end, two databases with total values for each item were obtained, one for employees and another for owners.

Behavioral responses. These variables evaluated compliance or not with tasks related to the milking process using the checklist for the milking routine.

Attitude assessment. Milkers and owners were surveyed for milking-related aspects, such as negative or positive, favorable or unfavorable, and improvised or planned attitudes regarding processes, knowledge, motivations and mentality.

Listas de chequeo de la rutina y equipo de ordeño.

fueron valoradas las actividades y prácticas conductuales de la rutina de ordeño. Se consideró la preparación pre-ordeño (desplazamiento y preparación de animales en el sitio de ordeño y corral de espera, estado de la indumentaria del ordeñador, la preparación de animales, la desinfección de ubres, los materiales utilizados, entre otros), evaluación del ordeño (estrategias de ordeño de animales con mastitis, tiempos y rutina de ordeño, funcionamiento de la máquina, entre otros). Post ordeño (salida de animales, estado de los pezones, estado del filtro de leche).

Verificación del Equipo de Ordeño.

fueron empleadas listas de chequeo basadas en los parámetros reportados por Blowey y Edmondson (10) para el control de la mastitis. Incluyó criterios relacionados con frecuencia de mantenimiento, estado de componentes del equipo (pezoneras, mangueras, línea de leche, bomba de vacío, reguladores, pulsadores, entre otros), con los cuales se obtuvo una calificación final general para cada finca.

Encuestas para el empleado y el propietario.

Las encuestas incluyeron información general de la finca (nombre, ubicación, identificación del propietario, parámetros generales de calidad de leche, animales en producción, manejo de información productiva, de control de mastitis, y gerenciamiento del hato, tipo de sistema de ordeño, número de ordeños/día, número de ordeñadores, productos para aseo y desinfección del equipo). Se emplearon dos encuestas diferentes, una para el ordeñador y otra para el propietario. Las encuestas presentaron la estructura que se observa en la tabla 1.

Las encuestas presentaron diferente número de variables en algunos ítems a evaluar entre empleado y propietario, así, para motivación, la encuesta de propietario tuvo 10 variables, mientras que para empleado tuvo 24 (se tuvieron en cuenta subdivisiones dentro del grupo motivación compuesto por: necesidades fisiológicas con 3 variables, sentido de pertenencia con 4 y reconocimiento y autorrealización con 11 variables).

Las encuestas fueron estructuradas con respuestas de selección múltiple y en escala Likert. Al final fueron obtenidos valores totales para cada uno de los ítems de interés, generándose una base de datos con valores totales para cada ítem para los empleados y otra para propietarios.

Comportamientos conductuales. Las variables conductuales fueron evaluadas como respuesta al cumplimiento o no de labores propias del proceso de ordeño. Para esto, se empleó la lista de chequeo de la rutina de ordeño.

Results are presented as percentage scores in which 100% correspond to the "ideal" fulfillment of the items evaluated in each category.

Survey information was handled anonymously, and respondents expressed their informed consent verbally, and in addition they signed an agreement was signed to authorize the entry of project personnel to the farm, and to provide necessary information. The project did not present a risk to the health of participants, and the involvement was voluntary. The collected information was used solely and exclusively for this investigation, and was not supplied to other persons.

Statistical analysis. A multivariate analysis was conducted, including principal component analysis (PCA) for owners and employees categorized by SCC (ASCC and BSCC) as a qualitative variable. Owner PCA included information from the survey to owners and variables related with checking of milking equipment and materials for the milking process.

The PCA command of FactoMineR library (17) from R-Project (18) was used for the PCA. The Kaiser criterion (19) was used to select factors or components with values greater than 1.

RESULTS

Average milk production (MP) was 1189 ± 1426 L/day, with 121 lactating cows per farm. Daily milk production in BSCC farms was 1276 ± 1749 L/day, and 1102 ± 1027 L/day in ASCC farms. Dairy farms with MP greater than 1000 liters presented average MP per cow of 19.76 L/day, with 572250 SCC/ml in the bulk tank. Farms yielding less than 1000 L/day (64.71%) had 44.4 lactating cows, with 13.97 L/day, and tank SCC levels of 552070 cells/ml.

Analysis of employees. The average age of employees was 36 years for both groups, with 9.30 and 7.11 years of experience in the BSCC and ASCC farms, respectively. The level of basic schooling of employees was higher in the BSCC farms, with 5.60 years versus 4.77 for ASCC farms.

Regarding other variables related to milkers, there was high motivation, identification of positive intrinsic factors, high satisfaction of needs and social contexts, with positive values (higher than 90%) in both BSCC and ASCC farms, indicating that the work environment

Evaluación de la Actitud y mentalidad. se encuestó al ordeñador y propietario de cada finca, se consideraron las valoraciones negativas o positivas, favorables o desfavorables, improvisadas o planificadas hacia procesos, conocimientos, motivaciones y mentalidad en aspectos relacionados con el ordeño. Las variables fueron consideradas como puntos de evaluación conductual y de comportamiento del personal vinculado al proceso de ordeño.

Los resultados son presentados como puntuaciones porcentuales en las cuales 100% corresponde el cumplimiento ideal de los ítems evaluados en cada categoría.

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 la participación fue voluntaria. La información recopilada se utilizó intensamente y exclusivamente para esta investigación y no fue suministrada a otras personas.

Análisis estadístico. Para el cumplimiento de los objetivos se recurrió a metodologías de análisis estadístico multivariado de la siguiente forma:

Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para empleado y otro para propietario en los cuales se incluyó el RCS categórico (ARCS y BRCS) como variable cualitativa suplementaria. El ACP para propietario incluyó información de la encuesta al propietario y las variables relacionadas con el chequeo del equipo de ordeño y material de consumo propio del proceso de ordeño.

Para los ACP fue empleado el comando PCA de la librería FactoMineR (17) del R-Project (18). Para la selección de factores o componentes a ser analizados se empleó el criterio de Káiser (19) para factores con valor propio mayor que 1.

RESULTADOS

La producción de leche (PL) promedia para el total de fincas fue de 1189 ± 1426 L/día con 121 animales en producción. En las fincas BRCS la producción de leche diaria fue de 1276 ± 1749 L/día y en las ARCS de 1102 ± 1027 L/día. Para hatos con niveles de PL mayor a 1000 litros/día la PL promedio por animal fue de 19.76 L/día, con niveles promedios de RCS en tanque de 572250 células/ml. Las fincas con producciones menores a 1000 L/día (64.71%) tuvieron 44.4 vacas en producción con 13.97 L/día y niveles de RCS en tanque de 552070 células/ml.

generates stability that stimulates and motivates milkers to accomplish their tasks.

Variables related to satisfaction of personal and family needs of milkers were greater in BSCC (89.08%) than ASCC farms (88.66%). Variables related to perception of extrinsic factors were higher in ASCC (82.33%) than BSCC farms (79.33%). Attitudes and knowledge about the milking process and mastitis were higher in ASCC (79.63%) than BSCC farms (76.47%). The lowest scores were observed in milking routine checks, with medium level of satisfaction (51.67% for BSCC vs. 46.43% for ASCC farms).

According with the PCA for employees, from the 14 original variables, five components with own values greater than 1 explained 70.82% of the total variability (Table 2).

Table 2. Own values and percentage of variance explained for the components with own values greater than 1, and correlation of variables associated with employees in Brazilian dairy farms.

	Components				
	1	2	3	4	5
<i>Own value</i>	3.91	1.93	1.6	1.33	1.13
<i>Variance (%)</i>	28	13.8	11.4	9.52	8.11
RCS	0.21	-0.06	-0.05	-0.70	0.52
Age	0.27	0.86	-0.19	0.09	0.08
Schooling	-0.07	-0.61	0.25	0.29	-0.13
Work experience	0.02	0.69	-0.21	0.29	-0.12
Attitude	0.16	0.26	0.50	-0.16	0.19
Knowledge	0.26	0.19	0.66	-0.27	-0.14
Self realization	0.67	-0.29	-0.07	0.31	-0.02
Extrinsic Factor	0.75	-0.03	-0.18	-0.39	-0.42
Safety	0.71	-0.12	0.22	0.05	0.30
Intrinsic Factor	0.59	-0.09	-0.43	0.12	-0.01
Motivation	0.81	-0.05	-0.26	-0.32	-0.38
Needs	0.88	-0.16	0.097	0.31	0.22
Routine	0.25	0.226	0.63	0.10	-0.43
Social	0.57	0.20	0.14	0.31	0.35

Bold values identify significant variables ($p < 0.05$) for each Principal Component

Análisis para empleado. Se encontró que la edad promedio de los empleados fue 36 años para ambos grupos evaluados, con antigüedad de 9.30 y 7.11 años en los predios de BRCS y ARCS, respectivamente. El nivel de escolaridad de los empleados fue mayor en las fincas BRCS con niveles de estudio de 5.60 años, comparado con las fincas con ARCS con 4.77 años de preparación académica básica.

Con respecto a las demás variables propias de los empleados vinculados al ordeño en fincas de BRCS y ARCS se encontró que existe una alta motivación, identificación de factores intrínsecos positivos, alta satisfacción de las necesidades de seguridad y contextos sociales, con valoraciones positivas mayores al 90% para ambos grupos, lo que indicó que los ambientes laborales generaron condiciones de estabilidad que estimulan y motivan al desarrollo de las actividades laborales.

Las variables relacionadas con la satisfacción de necesidades personales y de la familia del ordeñador fueron mayores en las fincas BRCS (89.08%) que ARCS (88.66%). Las variables relacionadas con la percepción de los factores extrínsecos fueron de mayor calificación en fincas de ARCS (82.33%) que BRCS (79.33%). La actitud y el nivel de conocimiento sobre el proceso de producción de leche y mastitis fue mayor en las fincas ARCS (79.63%) que las BRCS (76.47%). Las menores puntuaciones se observaron en las verificaciones de las rutinas de ordeño, con un nivel de satisfacción medio (51.67% para BRCS y 46.43% para ARCS).

Para el ACP de los empleados se encontró que los 5 componentes con valores propios mayores a 1, explicaron el 70.82% de la variabilidad total a partir de las 14 variables originales (Tabla 2).

El primer componente (CP1) para ordeñador explicó el 28% de la varianza total para los ordeñadores, y se relacionó con el bienestar de los mismos, agrupando las variables satisfacción de necesidades, motivación, factores extrínsecos, sensación de seguridad y sentimiento de autorrealización con pesos de 19.95%, 16.87%, 14.43%, 13.00% y 11.52% dentro del componente, respectivamente, con correlaciones positivas dentro del componente.

El CP2 de empleado con una explicabilidad del 13.8%, agrupó las variables edad (con un aporte 38.43% de información para el componente), antigüedad (24.78%) y escolaridad (19.43%). El tiempo (expresado en edad y tiempo de servicio en la finca) presentaron correlación positiva, el nivel de preparación académica de los empleados (nivel de escolaridad) presentó correlación negativa con este componente.

The First Component (PC1) for milkers explained 28% of the total variance. It was related with welfare of milkers by grouping satisfaction of needs, motivation, extrinsic factors, sense of security and feeling of self-realization, with 19.95, 16.87, 14.43, 13.00, and 11.52% within each component, respectively, with positive correlations within the component.

The Second Component (PC2) of employees explained 13.8% and grouped age (contributing 38.43% to the component), seniority or experience (24.78%), and level of schooling (19.43%). Time was expressed as age and years of service in the farm, which were positively correlated. Schooling of employees was negatively correlated with this component.

Explaining 11.4%, the employee PC3 included variables associated with staff knowledge and training (27.00%), milking routine (24.94%), and attitude (15.86%), which were negatively correlated with motivation and intrinsic factors (which contributed 4.34% and 11.46%, respectively).

The SCC had the highest influence in PC4, with 36.57%, and PC5 had a high contribution of SCC (23.72%), routine (16.64%), extrinsic factors (15.55%), motivation (12.44%), and social factors (11.02%), which is why both components were strongly associated with SCC levels and milking routine.

Analysis of milking equipment and owner.

Both BSCC and ASCC farms had non-satisfactory scores for milking equipment with 67.2 and 65.0% compliance, respectively. The condition and proper maintenance of the equipment were better in BSCC farms (considering teat cups, vacuum and milk short tubes, flow valve, manifold cap, long vacuum and milk hoses, vacuum gauge, and regulator).

The BSCC and ASCC farms scored 89.17 and 80.83%, respectively, for milking routine and materials used during the process (gloves, drying paper, implements for pre and post sealing of teats, implements for mastitis diagnosis and treatment, among others).

The average age of owners in the BSCC and ASCC groups was 52 years, respectively. Variables related to the owner had higher scores in BSCC farms, including behavioral variables, social knowledge, leadership and mentality (scores between 80 and 83%). Scores were between 71.69 and 76.14% for the ASCC farms. Variables related to

Con una explicabilidad del 11.4%, el CP3 de empleado fue conformado principalmente con las variables asociadas al nivel de conocimiento y capacitación del personal (27.00%), la rutina de ordeño (24.94%) y la actitud (15.86%), los cuales presentaron correlaciones negativas con las variables motivación y factores intrínsecos (que aportaron un 4.34 y 11.46% respectivamente a este componente).

La variable RCS fue la que mayor peso presentó en el CP4 con 36.57%, y el CP5 presentó un aporte alto de las variables RCS (23.72%), rutina (16.64%), factores extrínsecos (15.55%), motivación (12.44%) y factores sociales (11.02%), razón por la cual los dos componentes se asociaron en gran medida con los niveles de RCS y la rutina de ordeño.

Análisis para equipo de ordeño y propietario.

Las fincas con BRCS y ARCS presentaron una puntuación no satisfactoria en equipo de ordeño de 67.2% y 65.0% de cumplimiento de ítems evaluados, respectivamente. El estado y mantenimiento del equipo según recomendaciones técnicas fueron mejores en fincas BRCS (entre los puntos considerados se consideraron pezoneras, tubos cortos de vacío y leche, válvula de flujo, tapa del colector, mangueras largas de vacío y leche, vacuómetro, y regulador).

Para el material de consumo propio del equipo y la rutina de ordeño (guantes, papel para secado de pezones, implementos para pre y pos sellado de pezones, implementos para diagnóstico y tratamiento de mastitis, entre otros), las fincas BRCS presentaron una puntuación promedio de 89.17% y las ARCS de 80.83%.

Para el propietario, la edad promedio en los grupos de BRCS y ARCS fue de 52 años. Todas las variables relacionadas al propietario presentaron mayor puntuación en las fincas BRCS, principalmente las variables de comportamiento, conocimiento social, liderazgo y mentalidad (puntuaciones entre 80 y 83%). Para las fincas de ARCS las puntuaciones estuvieron entre 71.69 y 76.14%. Las variables relacionadas con la administración, conocimiento sobre producción de leche y mastitis, convicción y gerencia presentaron valores entre 53.4 y 69.21% en fincas BRCS y entre 48 y 65% para fincas ARCS.

Las puntuaciones más bajas fueron para las variables relacionadas con la organización y planeación (11.75% y 4.4% para fincas de BRCS y ARCS, respectivamente).

Con la información del propietario y el equipo de ordeño, luego del ACP se identificaron tres componentes que explicaron 63.18% de la variabilidad (40.27%, 14.01% y 8.9%) y cuyos valores propios fueron iguales o mayores a uno (Tabla 3).

administration, knowledge about mastitis and dairy production, convictions or principles, and management, scored between 53.4 and 69.21% in BSCC farms, and between 48 and 65% in ASCC farms.

The lowest scores were for variables related to organization and planning (11.75 and 4.4% for BSCC and ASCC farms, respectively).

Three components were identified after the PCA with the information of owners and milking equipment, which explained 63.18% of the variability (40.27, 14.01 and 8.9%) and whose eigenvalues were equal to or greater than one (Table 3).

The PC1 for owners included all the variables except SCC, with the highest contributions for management (15.62%), assertiveness (11.77%), leadership (11.38%), and behavior (11.09%). The PC2, which explained 40.28 %, could be associated with the administration of the farm.

The variables with the highest contribution to PC2 of owners were SCC (16.95%) followed by condition of milking equipment (14.24%). In

Table 3. Own values and percentage of variance explained for components with own values greater than 1, and correlation of variables associated with the owner of Brazilian dairy farms.

	Components		
	1	2	3
Own value	4.83	1.67	0.97
Variance (%)	40.28	14.00	8.90
SCC*	0.14	0.53	-0.20
Milking equipment	0.55	-0.49	0.21
Milking materials	0.67	-0.12	-0.04
Administration	0.67	0.34	0.37
Behaviour	0.73	-0.31	-0.08
Knowledge	0.73	0.34	-0.11
Social	0.50	-0.41	-0.45
Conviction	0.48	-0.44	0.32
Leadership	0.74	0.28	-0.40
Mentality	0.75	-0.33	0.001
Organization and planning	0.44	0.37	0.51
Management	0.87	0.39	-0.04

Bold values identify significant variables ($p < 0.05$) for each Principal Component

*Somatic Cell Count (cells/mL)

El CP1 para propietario incluyó todas las variables analizadas menos RCS, observándose los mayores aportes en gerencia (15.62%), mentalidad (11.77%), liderazgo (11.38%) y comportamiento (11.09%), por lo cual el CP2 que explicó el 40.28%, podría asociarse con las labores administrativas de la finca

Las variables que presentaron mayor aporte al CP2 de propietario fueron el RCS (16.95%) seguida de estado del equipo de ordeño (14.24%). En este componente, fincas con BRCS se relacionaron con propietarios de alta convicción sobre la producción de leche de calidad y un equipo de ordeño en buen estado (recibe mantenimiento y revisión de acuerdo a las especificaciones técnicas).

La tercera dimensión se correlacionó positivamente con las variables de administración, organización y planeación de la finca y negativamente con el liderazgo y conocimientos del entorno social.

DISCUSIÓN

La dinámica de producción de leche en la región sudeste de Brasil en el sur del estado de Minas Gerais y el norte del estado de Sao Paulo tradicionalmente se ha caracterizado por la presencia de pequeños sistemas de producción que aportan grandes cantidades de leche para la industria, según Borges et al (20) solo el 2.6% de las fincas de la región presentaron producciones de leche mayores a 1000 L/día, aportando cerca del 29% de la leche de la región. Los datos superiores para hatos con niveles de producción superior a 1000 L/día obtenidos en el presentes, que equivalieron al 35.29% de los hatos pudo deberse a que las fincas vinculadas al estudio eran proveedoras de una empresa industrial de gran capacidad de acopio.

Aun cuando en el presente estudio no existió diferencia entre las edades medias de los ordeñadores para los dos grupo de fincas, ni tampoco en la edad de los propietarios, estudios desarrollados por Lind et al (16) relacionaron la edad de los ganaderos con el comportamiento en función de salud de la ubre, la cual estaba explicada por la edad del personal y la actitud hacia los comportamientos relacionados con los RCS, razón por la cual se sugiere considerar la edad y el tiempo de estudio del personal vinculado al proceso de ordeño en futuros estudios para determinar si estas variables tiene algún efecto en la calidad de la leche en los hatos brasileiros, pues la dinámica productiva y social de la pecuaria láctea puede variar en el país.

El tiempo como principio generador de conocimiento y experiencia dentro de los procesos de producción láctea se constituyó en factor social para los ordeñadores y los propietarios de hatos lecheros, que influyó en comportamientos normativos que favorecieron la

this component, BSCC farms were associated to highly assertive owners about production of high quality milk and good condition of milking equipments (maintained and checked according to technical specifications).

The third dimension correlated positively with administration, organization and planning of the farm, and negatively with leadership and knowledge of the social environment.

DISCUSSION

Milk production in southeastern Brazil is based on small farms that provide large amounts of milk for the industry. According to Borges et al (20), only 2.6% of the farms produce more than 1000 L/day, accounting for about 29% of the milk in the region. In the present study, farms producing more than 1000 L/day -corresponding to 35.29% of the herds- are probably suppliers of industrial companies with large storage capacity.

Lind et al (16) related herdsmen age with udder health, which was explained by the age of the personnel and their attitudes towards SCC. In the present study, no difference was observed in the average age of milkers nor in the age of the owners between both farm groups. Accordingly, we suggest to consider age and schooling of milkers in future studies to determine if they have an effect on milk quality in Brazilian herds, since productive and social dynamics of dairy cattle may vary in the country.

Time, which represents knowledge and experience in dairy farms, became a social factor for milkers and owners of dairy herds. This variable influenced behaviors that affect the quality of the process. Not only age of the personnel should be considered as a social and individual factor but also schooling level and work experience, which could favor developing the skills needed to improve udder health and milk quality (12,15).

Despite the perceptions of employees about the workplace, overall job satisfaction, commitment, motivation and availability of milking materials, there are shortcomings regarding the application of knowledge and accomplishment of milking activities. This can be considered as an opportunity for implementing training programs leading to milk quality improvement.

intención del desarrollo de comportamientos que aseguraran la calidad del proceso para ambos actores de la producción láctea. No sólo la edad debe ser considerada como factor social e individual, sino también el grado de formación académica del personal vinculado al ordeño y el tiempo de trabajo de la finca, lo cual pudo favorecer el aprendizaje y desarrollo de habilidades para generar un control comportamental percibido ante situaciones que pudieron conducir a intenciones que mejoraran la salud de la ubre y la calidad de leche en taque, las cuales se espera que se traduzcan en comportamientos deseables según lo reportado por Jansen et al (12) y Ajzen (15). De este modo, los conocimientos y la capacitación del personal vinculado al ordeño debieron fomentar los comportamientos, y pudieron influir en la calidad final de la leche en tanque.

A pesar de la percepción que poseen los empleados de su lugar de trabajo, el nivel de satisfacción y el sentido de pertenencia por la empresa, motivación y el acceso a materiales para el ordeño, existen falencias en la aplicación de conocimientos y desarrollo de las actividades propias del ordeño para la región de estudio, lo cual se constituye en una oportunidad para la implementación de programas de capacitación conducentes al mejoramiento de la calidad de la leche en tanque.

La implementación de programas de buenas prácticas de ordeño que ayudaron a mejorar la calidad de la leche en tanque para los hatos de interés se pudo ver favorecida por empleados con mayor nivel de preparación escolar, ya que operarios de fincas con mejores niveles de RCS en tanque, presentaron mejores actitudes y mayor nivel de conocimiento relacionado con el proceso de ordeño. Niveles altos de conocimiento técnico y formación académica favorecieron el desarrollo de intenciones hacia la implementación de comportamientos que mejoraran la salud de la ubre y la calidad de la leche en tanque. A la luz de teorías de comportamiento planeado (15) se puede afirmar que en fincas de BRCS que presentaron mejores puntuaciones para las variables relacionadas con la motivación, factores intrínsecos positivos y satisfacción de las necesidades de seguridad, sus recurso humano presentó actitudes favorables hacia el desarrollo de comportamientos y prácticas que permitieron mantener una buena salud de ubre y RCS bajos en el tanque. Al mismo tiempo aspectos de la relación de los empleados con su entorno social, los niveles de conocimiento y acceso a información pudieron ser favorables también para estos ordeñadores e influir en la intención de desarrollo de comportamientos favorables.

Empleados de hatos con BRCS debieron poseer actitudes y motivaciones positivas para el desarrollo de comportamientos que les permitieron desarrollar rutinas de ordeño que garantizaron la obtención

Implementation of good milking practices that helped improve milk quality could have been favored by employees with higher schooling, since milkers from farms with low tank SCC levels had better attitudes and knowledge of the milking process. Higher levels of technical knowledge and schooling favored the implementation of behaviors that improve udder health and milk quality. According to planned behavior theories (15), workers in BSCC farms –which had better scores for motivation, positive intrinsic factors, and satisfaction of needs- presented favorable attitudes towards practices that allow maintaining good udder health and low SCC. In turn, relationships of employees with their social environment, their level of knowledge and access to information could also be favorable for these milkers and influence their intention to develop favorable behaviors.

Employees of BSCC herds should have had positive attitudes and motivations to develop proper behaviors conducing to adequate milking routines ending in quality milk and good health udder. In turn, job stability probably motivated their work. Job motivation has been related to mastitis (13), so factors that motivate farmers to adopt practices that reduce SCC should be identified. This could explain some of the findings in the present study.

Regarding owners, herd management was determinant to differentiate ASCC from BSCC farms, even though compliance values in both groups were low. Good management, which guarantees the supply of resources for adequate milking, was better suited in BSCC farms. Barkema et al (21) compared herd management with milk quality, reporting that herds with low SCC were managed by producers willing to invest in farm resources intended to help achieving their objectives, which in turn favors adequate milking routines. We found that BSCC farmers provided -in greater proportion- the elements necessary for accomplishing proper milking routines. They provided milkers with the proper means to do their job. They also have positive attitudes and behaviors closely related to milk quality. This shows that producers can influence employees to carry out tasks seeking better milk quality and udder health.

In general, the main shortcomings of owners are administrative and managerial tasks, with medium to low scores. Nevertheless, the attitudes of BSCC owners were more positive towards factors that favor reductions

de leche de mayor calidad y mantener la salud de la glándula mamaria. También, el ejercicio de su labor en ambientes laborales con condiciones de estabilidad estimularon y motivaron el desarrollo de trabajo. Estudios de motivación fueron evaluados por Valeeva et al (13) quienes los relacionaron con niveles de mastitis en sistemas de producción lechera, encontrando que es importante identificar los factores que motivan a los ganaderos a adoptar prácticas recomendadas para reducir el RCS, situación que podría estar explicando los hallazgos del presente estudio.

Para propietario se encontró que la gestión del hato fue determinante para establecer como elemento diferenciador entre fincas con ARCS y BRCS, aun cuando los valores de cumplimiento en ambos grupos fueron bajos. La gestión pudo garantizar el suministro de recursos para el desarrollo de una rutina de ordeño adecuada, situación que podría mejorar en los grupos de hatos, aun cuando fue mejor suplica en las fincas con BRCS. Estudios desarrollados por Barkema et al (21) en los que se analizaba la gestión de los hatos y parámetros de calidad de leche, reportaron que rebaños con un bajo RCS fueron gestionados por productores dispuestos a invertir en recursos que permitieran el cumplimiento de sus objetivos, con lo cual se esperaba que propietarios con buena gestión invirtieran y proporcionarían material necesario para el desarrollo de una rutina de ordeño adecuada. Se encontró en el presente estudio que en las fincas con BRCS los ganaderos brindaban en mayor proporción los elementos necesarios para el desarrollo de una buena rutina de ordeño, lo que evidencia que los productores pueden influir en la intensión de los empleados de desarrollar labores que procuren mejor calidad de leche y salud de la ubre, aportando a los ordeñadores medios que les permitan tener actitudes positivas hacia el desarrollo de comportamientos relacionados con calidad de leche como los incluidos en la rutina de ordeño.

En general se observó que las principales falencias en los propietarios se centran las labores administrativas y gerenciales con puntuaciones de medias a bajas; sin embargo, se estableció una diferenciación entre las actitudes de los propietarios de hatos con BRCS, los cuales fueron más positivas hacia el desarrollo de comportamientos que favorecieran la reducción de los RCS en tanque, en aspectos relacionados con el liderazgo y mentalidad, lo cual se tradujo en creencias de comportamiento que indujeron intenciones favorables personales y de los empleados hacia el desarrollo de comportamientos como los relacionados con las buenas prácticas de ordeño. El conocimiento y aplicación de una buena rutina de ordeño ha sido reportado por varios autores como un punto crítico para mantener bajos niveles de RCS y UFC en tanque, Calderón y Rodríguez (22) relacionaron niveles de mastitis infecciosa con camas y ubres sucias.

of tank SCC. Those factors are leadership and mentality, which translated into behaviors that induced good milking practices. Knowledge and application of good milking routines is crucial for maintaining low tank SCC and colony-forming units (CFU); Calderón and Rodríguez (22) related infectious mastitis levels with dirty udders and bedding material.

Regarding the PCA for owners, the variables that contributed the most were those related with beliefs and behaviors. According to Ajzen's planned behavior theory (15) they correspond to factors of individual origin related to leadership, management and mentality. Similar results were reported by Barkema et al (21) in a study including 300 Dutch herds. They reported notable differences among producers from low and high SCC herds, finding that lower SCC corresponded to better hygienic conditions and those farms were run by the owners. Those owners worked in the farm, paid more attention to individual cows, and implemented mastitis preventing measures; a strategy included in the herd management.

The low compliance of milking equipments in both groups of farms call for measurement and evaluation strategies to improve udder health and guarantee milking thoroughly and in a short time. Milking equipment generates the greatest dynamic changes, efficiency and satisfaction to the producer (23-24) while is the piece of equipment that works the most hours per year in the herd (25). For this reason, acquisition and maintenance of efficient and functional equipment must obey adequate planning, installation, and operation to guarantee proper milking, care of animals and increase of milk quality. This is important, considering that milking equipment can induce several udder disorders (26), including damage to the teat sphincter, which may decrease milk yield and increase tank SCC and treatment costs.

In conclusion bulk tank SCC levels in southeastern Brazil can be explained by factors associated with the personnel involved in milking. BSCC Farms presented better indicators related to positive attitudes, which generated desirable behaviors that allowed lower SCC.

Implementation of good milking practices should be the basis for improving the sanitary quality of herds, expressed in terms of SCC. Knowledge of the milking process by milkers should improve through training programs favoring the development of positive attitudes and behaviors.

Para el ACP para propietario las variables con mayor aporte estuvieron relacionadas con creencias y comportamientos, y que según la teoría del comportamiento planeado de Ajzen (15) corresponden a factores de origen individual, relacionadas con liderazgo, gerencia y mentalidad. Resultados similares fueron reportados por Barkema et al (21) en un estudio en 300 hatos holandeses, reportando diferencias notables entre los productores de rebaños con bajo y alto RCS en leche en tanque, al encontrar que Bajos RCS tenían mejores condiciones higiénicas y que los predios eran administrados por los propietarios. Ellos trabajaban en la fincas y prestaban más atención a las vacas individuales, e implementaban medidas para prevenir la mastitis, estrategia considerada como parte de la administración y gerencia del hato.

Los bajos niveles de satisfacción observados en el chequeo de los equipos de ordeño en ambos grupos de fincas indican que deben implementarse estrategias de medición y evaluación de los mismos en los sistemas de producción, que permitan mejorar la salud de la ubre en las fincas y garantizar ordeños a fondo y en poco tiempo. El equipo de ordeño es el área que mayores cambios dinámicos, eficiencia y satisfacción generan en el productor en relación con el proceso de producción (23-24) y es también la herramienta que más horas trabaja por año en el hato (25), es por ello que la adquisición y mantenimiento de equipos eficientes y funcionales debe obedecer a una planeación, instalación, operación y manutención adecuadas que garanticen un ordeño simple, el cuidado de animales y el aumento de calidad de la leche, aunque, puede inducir muchos trastornos de la ubre (26), entre ellos daños en el esfínter del pezón, lo que puede influir en aumentos de RCS en tanque, disminución de la producción de leche, y costos de tratamientos.

Los niveles de RCS en tanque para hatos del sudeste de Brasil pueden explicarse por factores asociados al personal involucrado en el ordeño. Fincas con BRCS presentaron en todos los casos mejores indicadores relacionados con actitudes positivas, lo que generó intenciones deseables que tradujeron en comportamientos que permitieron desarrollar comportamientos que mantuvieron en niveles más deseables los RCS en tanque.

La implementación de programas de Buenas Prácticas de ordeño debe ser la base para el mejoramiento de la calidad sanitaria de hatos del sudeste de Brasil medida en RCS, para lo cual se recomienda mejorar el nivel de conocimiento de los ordeñadores a través de programas de capacitación, los cuales servirán de base para el control de comportamientos percibidos, y su aplicación favorecerá el desarrollo de actitudes e intenciones positivas en los ordeñadores, actitudes positivas, se espera que generen comportamientos positivos.

As a conclusion, herd management best explains the variations in SCC for BSCC and ASCC herds, even though total scores were low in both cases. Strengthening herd management would allow owners not only to improve their own behaviors but will also impact milkers to develop positive attitudes towards milking, especially if they are provided with the required elements by the administration.

Acknowledgments

The authors thank the Foundation for Research Support (FAPESP) for the scholarship for Master's student Juan Camilo Esguerra. Support was also received from the Committee for the Development of Research - CODI (Sustainability Strategy ES84160119, GaMMA research group - University of Antioquia, Colombia).

Se puede concluir que la gestión del hato es el factor que mejor explica las variaciones en los niveles de RCS para hatos con BRCS y ARCS, aun cuando las puntuaciones totales para los ordeños evaluados fue bajo en ambos casos. El fortalecimiento de la gestión de los hatos le permitirá al propietario no sólo desarrollar comportamientos propios, sino que se traducirá en un factor de origen social para el ordeñador que lo motivará y desarrollará en él actitudes positivas hacia el desarrollo de comportamientos como los relacionados en la rutina de ordeño, especialmente si dispone de los elementos necesarios que deben ser provistos desde la administración del hato.

Agradecimientos

A la Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP) por la beca para el estudiante de maestría Juan Camilo Esguerra. Se recibió el apoyo del Comité para el desarrollo de la investigación- CODI (Estrategia para la Sostenibilidad ES84160119 grupo GaMMA – Universidad de Antioquia).

REFERENCES

1. FAO-FEPALE. Situación de la Lechería en América Latina y el Caribe en 2011, Observatorio de la Cadena Lechera. Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, División de Producción y Sanidad Animal 2012. URL Available from: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Dairy/Documents/Paper_Lecher%C3%ADa_AmLatina_2011.pdf
2. Kulkarni A G, Kaliwal B B. Bovine mastitis: a review. *Int J Recent Sci Res* 2013; 4(5):543-548.
3. Bedolla C, Ponce de León M. Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la industria lechera. *REDVET* 2008; 9(4):1-26.
4. da Silveira M, Pinheiro Machado Filho L, Hötzel M. Efeito da massagem do úbere ao final da ordenha no leite residual e na ocorrência de mastite em vacas leiteiras. *Biotemas* 2009; 22(1):129-134.
5. Nielsen C. Economic Impact of Mastitis in Dairy Cows unpublished [PhD thesis]. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences; 2015 [cited 2016 November 24]. Available from: http://pub.epsilon.slu.se/1968/1/Christel_Nielsen_kappa.pdf
6. Ribeiro A C N, Barbosa S B P, Jatobá R B, et al. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na região Nordeste. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2012; 64(5):1343-1351.
7. Cardoso M. Percepção das empresas de lácteos sobre programas de pagamento por qualidade do leite e evolução dos indicadores de qualidade higiênico-sanitário. *Rev Inst Latic "Cândido Tostes"* 2013; 68(390):76-77
8. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Instrução normativa Nº 62 [Internet]. 2011 [cited 2016 January 10]. Available from: http://www.universidadedoleite.com.br/imagens/uploads/files/instru%C3%A7%C3%A3o_normativa_62.pdf
9. Ivemeyer S, Knierim U, Waiblinger S. Effect of human-animal relationship and management on udder health in Swiss dairy herds. *J Dairy Sci* 2011; 94(12):5890-5902.
10. Blowey R W, Edmondson P. Mastitis control in dairy herds. 2nd ed. Cabi: CAB International; 2010.
11. Paulin-Curlee G. Mastitis associated *Klebsiella pneumoniae* isolates show high levels of genetic diversity [PhD thesis]. Minnesota: University of Minnesota; 2007

12. Jansen J, Van der Borne B, Renes R, Van Schaik G, Lan T, Leeuwis C. Explaining mastitis incidence in Dutch dairy farming: The influence of farmers attitudes and behaviour. *Prev Vet Med* 2009; 2(3):210-223.
13. Valeeva N, Lam T, Hogeveen H. Motivation of Dairy Farmers to Improve Mastitis Management. *J Dairy Sci* 2007; 90(9):4466-4477.
14. Ajzen I, Fishbein M. The influence of attitudes on behavior. *The handbook of attitudes*. In: Albarracín D, Johnson B T, Zanna M P, editors. *The Handbook of Attitudes*. New York: Psychology Press; 2005:173-221.
15. Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organ Behav Hum Decis Process* 1991; 50:179-211.
16. Lind A K, Thomsen P T, Rintakoski S, Espetvedt M N, 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.
17. Husson F, Le S, Pages J. Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R. *J Appl Stat* 2012; 39(6):1381-1385.
18. R Core Team. A Language and Environment for Statistical Computing [document on the Internet]. 2014. [cited 2016 Dec 10]. Available from: <http://www.r-project.org/>
19. Kaiser H. The application of electronic computers to factor analysis. *Educ Psychol Meas* 1960; 20:141-151.
20. Borges L, Fonseca L, Martins R, Olivera M. Milk quality according to the daily range in farm production in the Mesoregion Central Mineira and Oeste of Minas Gerais regions. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2013; 65(4):1239-1246.
21. Barkema H, Van Der Ploeg J, Schukken H, Lam T, Benidictus G, Brand A. Management Style and Its Association with Bulk Milk Somatic Cell Count and Incidence Rate of Clinical Mastitis. *J Dairy Sci* 1999; 82(8):1655-1663.
22. 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 Colomb Cienc Pec* 2008; 21:582-589.
23. Wagner A, Palmer R W, Bewley J, Jackson-Smith D B. Producer satisfaction, efficiency, and investment cost factors of different milking systems. *J Dairy Sci* 2001; 84(8):1890-1898.
24. Gaworski M, Leola A. Comparison of dairy potential in Europe and its effect on assessment of milking systems. *Agron Res* 2015; 13(1):223-230.
25. Kutz M, editor. *Handbook of farm, dairy and food machinery engineering*. San Diego: Academic Press; 2013.
26. 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):35-43.