

# DetECCIÓN DE RIESGOS DE CONTAMINACIÓN CON MICROBIOS AMBIENTALES EN UN SISTEMA DE ORDEÑO MECÁNICO DE UN HATO LECHERO DEL NORTE DE ANTIOQUIA\*

Josué Nicolás Ramón Estévez\*\*, Juan Esteban Restrepo Botero\*\*\*, Z. Tatiana Ruiz-Cortés\*\*\*\*, Martha Olivera Ángel\*\*\*\*\*

## Resumen

**Introducción.** Para caracterizar la forma en que se produce la leche en una finca y estudiar los factores que afectan la calidad de la misma. **Objetivo.** Conocer, identificar y caracterizar los puntos críticos en donde puede producirse contaminación microbiana, en un sistema de ordeño mecánico en un hato lechero del norte de Antioquia. **Materiales y métodos.** A partir de la observación en repetidas ocasiones de la rutina de ordeño, se construyó un diagrama de flujo, identificando tres momentos de la rutina el pre-ordeño, el ordeño y el pos-ordeño; de esta observación se determinó que los sitios más posibles de contaminación podrían ser la rutina de lavado o los guantes del ordeñador. Se tomaron muestras que se cultivaron en placas de 3M Petrifilm™, Bactoscan® para las muestras de leche, y para las muestras de agua se empleó la técnica de recuento de placa para mesófilos. **Resultados.** Los resultados mostraron que la rutina de limpieza y desinfección de la máquina de ordeño es correcta, y que hay que mejorar la limpieza y desinfección de los pezones ya que éstos contaminan la pezonera que, a su vez, contamina los medidores; finalmente, estas bacterias caerán al tanque de frío. **Discusión.** Las UFC en tanque de esta finca son en promedio  $218.40 \pm 74,00$  están por encima de los rangos de bonificación, según resolución 000012 del 12 de enero de 2007.

**Palabras clave:** unidades formadoras de colonia (UFC), mesófilos, rutina de ordeño mecánico.

## Detection of contamination risks with environment microorganisms in a mechanical milking system in the north of Antioquia

### Abstract

**Introducción.** To Characterize the way milk is produced in a farm and study the factors that affect its quality. **Objectives.** know, identify and characterize the critical points in which microbial contamination can take place in a mechanic milking system located in the North of Antioquia. **Materials and methods.** Departing from a repetitive observation to the milking routine a flowchart was made, identifying three moments of the routine: The pre-milking, the milking and the post-milking. By this observation it was determined that the most possible places for contamination were the routine of washing or the contact with the milker's gloves. Samples were taken and cultivated in 3M Petrifilm™ and Bactoscan® plates for the milk samples and for the water samples the plate count for mesophiles was used. **Result.** The results showed that a cleaning and disinfection routine for the milking Machine is correct, but cleaning and disinfection of the nipples must be improved because they contaminate the milking cup and this, consequently, contaminate the measurers. Finally, the bacteria will fall into the cold tank. **Discussion.** CFU in tank, at this farm, have a media of  $218.40 \pm 74,00$ , it means they are above the bonus ranks according to the 000012 resolution of January 12<sup>th</sup>, 2007.

**Key words:** colony forming units (CFU), mesophiles, mechanic milking routine.

\* Investigación realizada entre octubre y diciembre del 2009 en la Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, como requisito de grado en la Maestría, Ciencias Animales. Título original: "Detección de riesgos de contaminación con microbios ambientales en un sistema de ordeño mecánico de una hato lechero del norte de Antioquia". Se contó con apoyo de la Cooperativa Colanta y la Vicerrectora de Investigación de la Universidad de Antioquia.

\*\* M V, Msc. (c). Docente e investigador. Grupo Biogénesis. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

\*\*\* M V, Esp. Grupo Biogénesis. Cooperativa Colanta, Medellín, Colombia.

\*\*\*\* MV, Ms, PhD. Docente, Coordinadora Grupo Biogénesis, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

\*\*\*\*\* MV, Dr. Agr Sc. Docente e Investigador, Grupo Biogénesis, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Correspondencia: Josué Nicolás Ramón Estévez. e-mail: nickramon@hotmail.com.

Artículo recibido: 15/03/2009; Artículo aprobado: 25/04/2011

## Detecção de riscos de contaminação com micróbios ambientais num sistema de ordenha mecânica de um farnel leiteiro do norte de Antioquia

### Resumo

**Introdução.** Para caracterizar a forma em que se produz o leite num sitio e estudar os fatores que afetam a qualidade da mesma. **Objetivos.** Conhecer, identificar e caracterizar os pontos críticos em onde pode produzir-se contaminação microbiana, num sistema de ordenha mecânica num farnel leiteiro do norte de Antioquia. **Materiais e métodos.** A partir da observação em repetidas ocasiões da rotina de ordenha, construiu-se um diagrama de fluxo, identificando três momentos da rotina o pré-ordenha, a ordenha e o pós-ordenha; desta observação se determinou que os lugares mais possíveis de con-

taminação poderiam ser a rotina de lavagem ou as luvas do ordenhador. Tomaram-se mostras que se cultivaram em placas de 3M Petrifilm™, Bactoscan® para as mostras de leite, e para as mostras de água se empregou a técnica de recontagem de placa para mesófilos. **Resultados.** Os resultados mostraram que a rotina de limpeza e desinfecção da máquina de ordenha é correta, e que há que melhorar a limpeza e desinfecção dos mamilos já que estes contaminam o bico que, a sua vez, contamina os medidores; finalmente, estas bactérias cairão ao tanque de frio. **Discussão.** As UFC em tanque desta herdade são em média  $218.40b \pm 74,00$  estão acima das castas de bônus, segundo resolução 000012 do 12 de janeiro de 2007.

**Palavras Importantes:** unidades formadoras de colônia (UFC), mesófilos, rotina de ordenha mecânica.

## Introducción

La leche constituye un alimento de importancia universal por su riqueza en proteína de alto valor biológico, su aporte de energía, la contribución con minerales osteotróficos por lo que forma parte esencial de la dieta del ser humano<sup>1</sup>.

En la definición de estrategias que conduzcan a la producción de alimentos de calidad, el gobierno colombiano ha normativizado lo pertinente enmarcado en los lineamientos del Codex Alimentarius (CA). Con base en el decreto 616 de 2006, se expidió el “Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendá, importe o exporte en el país”, que tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir la leche de animales bovinos, bufalinos y caprinos destinada para el consumo humano, con el fin de proteger la vida, la salud y la seguridad humana y prevenir las prácticas que puedan inducir a error, confusión o engaño a los consumidores<sup>2-3</sup>.

En la anterior reglamentación se define la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda con parámetros de inocuidad, salubridad y durabi-

lidad de la leche pasteurizada, y de todos los derivados lácteos<sup>4</sup>.

La calidad higiénica se evalúa de rutina por el recuento de bacterias mesófilas aerobias (RMA)<sup>5</sup>, además, debe estar libre de microorganismos patógenos, toxinas, residuos químicos, microorganismos saprófitos, materias extrañas<sup>6-7</sup>. La calidad higiénica de la leche depende directamente de factores que serán analizados uno a uno en este trabajo, entre otros, el operador de la máquina de ordeño, el ambiente<sup>8</sup>, la rutina de ordeño, la desinfección de equipos y materiales y el ambiente al momento del ordeño<sup>9-10</sup>.

Las distintas fuentes de contaminación de la leche al momento del ordeño y las condiciones de tiempo y temperatura de almacenamiento, antes de llegar a la planta de recepción, definen el número de bacterias/mL, que en este momento se convierten en la población inicial para todos los procesos industriales a que se destine esta materia prima<sup>11</sup>.

El presente trabajo buscó conocer la rutina de ordeño mecánico en una finca, diseñar el diagrama de flujo e identificar, posterior a la observación, los puntos críticos donde se puede producir la contaminación microbiana.

## Materiales y métodos

### Selección del hato lechero

Se seleccionó una finca en el norte de Antioquia, municipio de Belmira, vereda Santa Rita, con una altura aproximada de 2.820 msnm, una temperatura promedio de 11° C y una humedad relativa 72%. La finca tiene en promedio 430 animales en ordeño distribuidos en 7 lotes ubicados en diferentes sitios de pastoreo. Las vacas se ordeñan con un ordeño mecánico de la marca Alfa Laval, de 8 puestos en tándem, en fosa línea baja, con unidad final y retiradores automáticos.

Para el ordeño, los animales son movilizados dos veces al día a la sala de ordeño donde en la mañana comienza a las dos de la mañana y termina a las siete de la mañana, y en la tarde comienza a las dos y termina a las 7 de la noche; luego comienza la rutina de lavado y desinfección automática para el ordeño de la mañana siguiente, y una vez terminado el ordeño de la mañana se reinicia el ciclo de lavado y desinfección de la máquina para el ordeño de la tarde<sup>12</sup>.

### Definiciones de etapas en la rutina de ordeño

#### Pre-ordeño

Comienza desde la inspección de las instalaciones y utensilios que se requieren para la rutina del ordeño, la conducción de los animales del potrero hasta el corral del pre-ordeño (antesala), luego ingresa cada individuo al puesto de ordeño.

#### Ordeño

Comienza una vez se coloquen las pezoneras y se active el vacío por la máquina de ordeño y comience el flujo de leche por el equipo de ordeño. Este proceso termina con el retiro automático de las pezoneras, sellado de los pezones de las vacas y posterior salida del animal de la sala de ordeño.

#### Pos-ordeño

Inicia con el retiro automático o manual de las pezoneras, la salida de la vaca del puesto del ordeño a la sala de espera y llevada al corral de pastoreo. Una vez el camión acopiador recoge la leche, comienza la rutina de limpieza y desinfección de toda la máquina de ordeño.

En caso de tener leche de ordeños anteriores en el tanque, solo se hace la rutina de lavado y desinfección en la máquina de ordeño, previo al tanque.

### Caracterización de la rutina de ordeño

Para la caracterización de la rutina de ordeño se hicieron visitas a la finca, se observaron los procedimientos y con esto se caracterizó de la rutina de ordeño. Se utilizó una guía de verificación de actividades, elaborada por el equipo de trabajo en leche del Grupo Biogénesis, para obtener información más detallada de los procedimientos.

Una vez finalizadas las visitas de inspección a la finca y con ayuda de la lista de verificación realizada a la rutina de ordeño, se procedió a hacer el diagrama de flujo; a partir de este se definieron como posibles puntos de riesgo de contaminación microbiana aquellos que dentro del proceso estuvieran en contacto con la leche. Los posibles puntos de contaminación microbiana elegidos fueron:

- El agua para lavado de equipo de ordeño, desinfectante de los ordeñadores y agua con que se lavan las instalaciones.
- El ambiente dentro de la sala de ordeño.
- Tanque después de rutina de limpieza y desinfección
- Pezonera después de la rutina de limpieza y desinfección en la goma de caucho interna donde entra en contacto con el pezón, y una vez entró en contacto con la primera vaca.
- Medidores después de la rutina de limpieza y desinfección y cuando comenzó el primer flujo leche.
- Guantes del operario
- Muestra de leche de tanque al final.

### Toma de muestras para (unidades formadoras de colonias por mililitro) UFC/mL en los puntos de riesgo de contaminación microbiana

**Muestra de agua:** se tomaron muestras de agua en el pre-ordeño, agua con desinfectante en el ordeño y agua utilizada para el pos-ordeño de la siguiente manera:

- Para el pre-ordeño se tomó el agua que es utilizada para la desinfección de la máquina

y de los utensilios empleados en la rutina de ordeño.

- En el ordeño, la muestra fue tomada del agua con desinfectante utilizada por los ordeñadores para la desinfección de su indumentaria.
- En el pos-ordeño se tomó muestra del agua utilizada para el lavado de las superficies externas de la sala de espera, sala de ordeño y corral de salida.
- Cada muestra fue de 50 mL de agua en frascos estériles, los cuales fueron mantenidos a 4°C y llevados al laboratorio para ser procesados mediante la técnica de recuento en placa para mesófilos.

Placa de ambiente para enumerar la carga microbiana del aire en el área de trabajo: Durante el ordeño, pre-ordeño y pos-ordeño se expusieron placas al ambiente durante 30 minutos dentro de la sala de ordeño y, posteriormente, se incubaron en el laboratorio 48 horas a 35° C en el laboratorio Syngamia de la Universidad de Antioquia. Se realizó utilizando placas de 3M Petrifilm™ para mesófilos.

**Monitoreo de superficies:** se realizaron muestras del tanque inicial, pezonera, medidores y los guantes ya que estos entran en contacto con la leche durante la rutina de ordeño. A estas variables se les tomó una muestra de superficie con un hisopo. El procedimiento a seguir es el siguiente: humedecer el hisopo (previamente esterilizado) en el diluyente y lavar el guante o la superficie a valorar haciendo rotar el hisopo. Sumergir el hisopo en el diluyente, una vez finalizando el lavado quebrar el hisopo para garantizar esterilidad mínima y depositarlo dentro del tubo tapa-rosca estéril, que contengan 5 mL de diluyente previamente esterilizado (solución de peptona al 0,1%). Posteriormente se hace el cultivo en el laboratorio en petrifilm.

Para comprobar el sistema de lavado y desinfección de la máquina de ordeño, y la limpieza de los guantes del operario en el pre-ordeño se realizaron muestreos con hisopos estériles de la siguiente manera:

- Tanque de enfriamiento (después del proceso de lavado y desinfección de la máquina).

- Las ocho pezoneras de la máquina de ordeño (después del proceso de lavado y desinfección de la máquina).
- Medidores de la máquina de ordeño (después del proceso de lavado y desinfección de la máquina).
- Guante del ordeñador.
- En el ordeño, para comprobar si los pezones quedan limpios antes de aplicarles la pezonera y el vacío y para comprobar la limpieza de los guantes del ordeñador.
- Las pezoneras de la máquina de ordeño después de haber entrado en contacto con el pezón de la vaca.
- Los medidores de la máquina de ordeño
- Guante del ordeñador.

### Muestras de leche

Se tomó una muestra del primer flujo de leche en cada uno de los medidores de la máquina de ordeño y una con las últimas vacas ordeñadas al final del ordeño. Se tomó una muestra de la leche en el tanque de enfriamiento en el momento del pos-ordeño. Se tomaron 10 ml de leche y se transportaron a 4°C al laboratorio y se procesaron mediante el equipo Bacto-scan 8040.

### Análisis estadístico

Cada una de las pruebas realizadas se mide en UFC/mL. Se convalidaron supuestos adscritos al modelo: aleatoriedad, independencia y normalidad de los errores experimentales, homogeneidad de varianzas asociadas con los efectos de las variables, independencia de medidas y varianzas. Se les realizó estadística descriptiva, a las variables que se repiten en los diferentes momentos de la rutina de ordeño; se les aplicó un ANOVA para comparar si los valores de las variables en los diferentes momentos son significativamente diferentes. Se realizaron todas las comparaciones entre pares de medias, utilizando la prueba de Tukey y Duncan, se hicieron correlaciones por el método de Pearson, Todo lo anterior, utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.0.

## Resultados

### Diagrama de flujo

Con la ayuda de la guía y la observación del proceso, se construyó el diagrama de flujo de

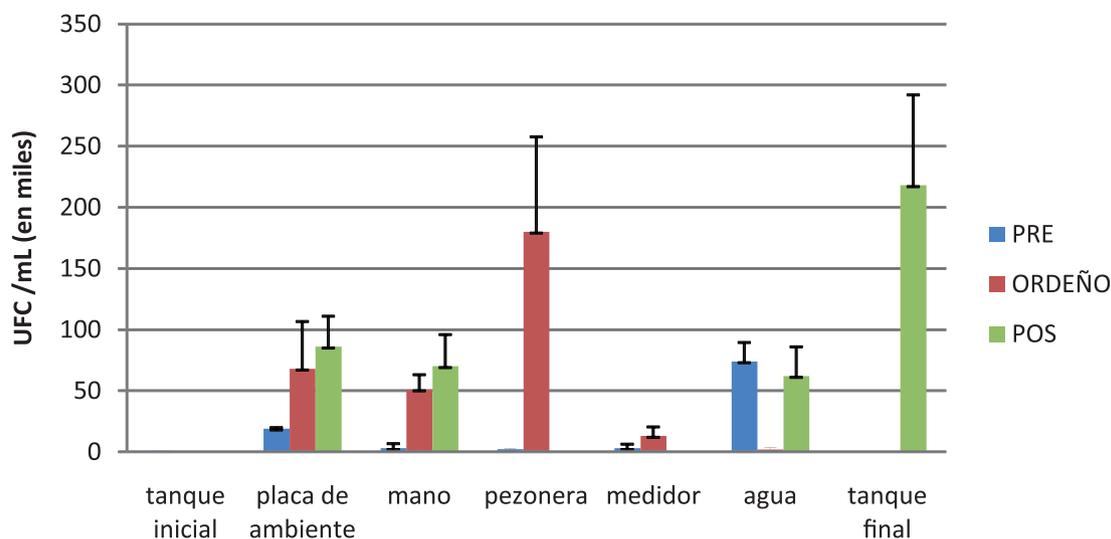
la rutina de ordeño, en cada una de ellas pueden existir peligros de contaminación bacteriana de la leche (figura 1). Como se puede ver en

la tabla 1, algunas variables presentaron diferencias significativas entre el número de UFC en el pre y el ordeño.

**Tabla 1. Promedio de UFC/mL durante la rutina de ordeño, encontrados en cada uno de los puntos de riesgo analizados**

Puntos de toma de muestra	UFC*10 <sup>3</sup> /ml (n= 5)		
	Pre-ordeño	Ordeño	Pos-ordeño
Tanque	0.20 <sup>a</sup> ± 0,44	Nm	218.40 <sup>b</sup> ± 74,00
Pezionera	1.60 <sup>a</sup> ± 0,89	180.48 <sup>b</sup> ± 77,72	Nm
Medidor	2.00 <sup>a</sup> ± 3,361	13.060 <sup>b</sup> ± 7,48	Nm
Guante ordeñador	3.40 <sup>a</sup> ± 3,78	50.60 <sup>b</sup> ± 12,17	Nm
Placa de ambiente	19.40 <sup>a</sup> ± 0,89	73.20 <sup>b</sup> ± 38,68	Nm
Agua	74.60 <sup>a</sup> ± 15,53	1.80 <sup>a</sup> ± 24,00	62.80 <sup>a</sup> ± 24,00

Prueba de Duncan: Letras diferentes entre filas indican diferencias estadísticas significativas p<0.005 Nm: no medido.



**Figura 1. Promedios de las Unidades formadoras de colonia/mL encontradas en los diferentes puntos de medición durante la rutina de ordeño, Muestran la diferencia estadística encontrada entre momentos en una misma variable**

Al analizar las medias de los crecimientos, obtenidas en los conteos de UFC/mL de las variables en los tres momentos, se observa un aumento entre el pre-ordeño y el ordeño en la mayoría de las variables (tabla 1), es decir, la contaminación bacteriana se registra en un punto de transición (figura 2).

Para los cultivos realizados de tanque inicial en las 5 visitas, se obtuvo crecimiento de 100 UFC/mL en un solo día; lo mismo ocurrió en pezoneras y medidores donde hubo crecimiento de UFC/mL el mismo día que se obtuvo el crecimiento en tanque. El valor de los promedios de crecimiento de UFC/mL para estas va-

riables o puntos de control está en la tabla 1, y representado en la figura 1.

Una vez la pezonera se une al pezón en el proceso del ordeño y se instaura el vacío y comienza el flujo de leche, la población bacteriana pasó de 100 UFC/mL a 180.000 UFC/mL. El mismo comportamiento se vio reflejado corriente abajo en los medidores donde el crecimiento bacteriano encontrado en el pre-ordeño fue de 200 UFC/mL y en el ordeño subió a 13.000 UFC/ml (gráfica 2). Los resultados muestran (tabla 1) un aumento de UFC/mL entre el pre-ordeño y el ordeño, con respecto al tanque inicial (muestra de superficie) y el tanque final (muestra de leche), es decir, las UFC/mL incrementan significativamente ( $p=0,0001$ ) desde que la máquina termina su proceso de lavado y desinfección hasta el final del proceso del ordeño (tabla 1).

En el guante del ordeñador, las UFC incrementa del pre-ordeño al ordeño pasando de 3.400 a 50.000 UFC/mL encontrándose una significancia estadística ( $p=0,0004$ ). Por otra parte, el agua tuvo un recuento de 74.600 UFC/mL en el pre-ordeño y en el ordeño bajó a 1.800 UFC/mL (tabla 1).

## Discusión

Los recuentos bacterianos en tanque final de  $218.40 \pm 74,00$  UFC/mL, están por encima del margen estipulado para bonificación. Al analizar los datos se confirma que si la rutina de limpieza y desinfección de la máquina de ordeño es buena, esto minimiza el riesgo de contaminación producido por el agua, ya que el agua empleada no es libre de mesófilos (74.000 UFC/ml).

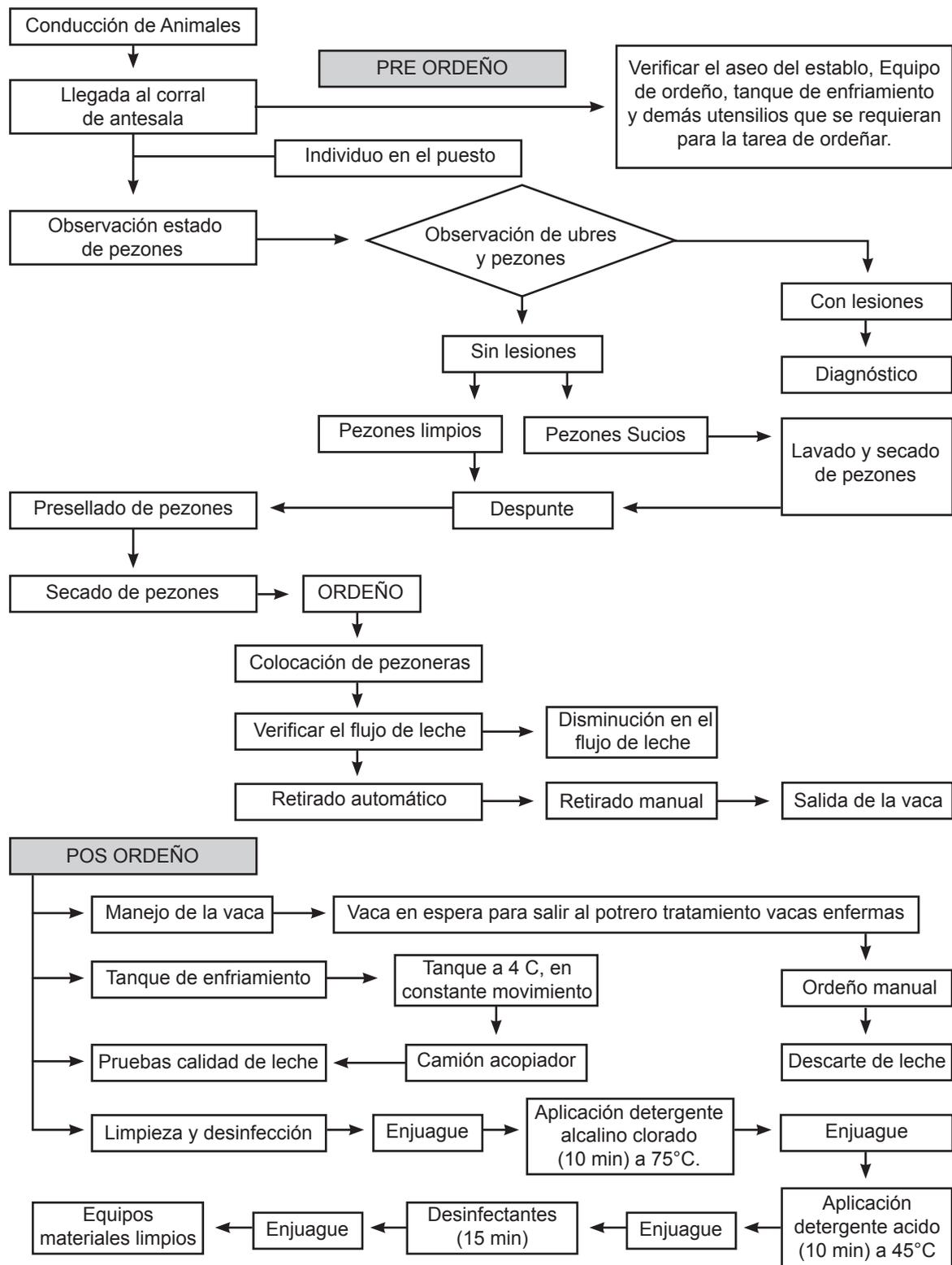
La limpieza en general en el pos-ordeño es muy buena, ya que antes de ingresar a la sala de ordeño los recuentos encontrados de UFC/mL en las superficies y en el ambiente del pre-ordeño son bajos.

Una vez comienza la rutina de ordeño, la entrada y salida de animales, el movimiento de personal dentro de la sala hace que el ambiente se contamine con bacterias ambientales, pasando de 19.000 UFC/mL en el pre-ordeño a 73.000 UFC/mL en el ordeño; sin embargo, no parece

que fuese la contaminante de las pezoneras, al parecer es más probable que sean los guantes del ordeñador que se lavan en solución con alto contenido de 1800UFC/mL, aun cuando a esta agua se le adiciona un compuesto yodado para la desinfección de los operarios dentro de la rutina del ordeño.

Cuando la vaca entra al puesto de ordeño y se examina el estado de los pezones (limpios o sucios), si los pezones están sucios se lavan y se secan con papel periódico antes de proceder al presellado (figura 2). El saneamiento o desinfección de los pezones antes del ordeño reduce la contaminación bacteriana de la leche evitando la entrada de bacterias al sistema de ordeño provenientes de la superficie del pezón<sup>13</sup>. Los procedimientos de preparación para el pezón antes del ordeño han sido suficientemente descritos<sup>14-16</sup>. Al medir esta variable se encontró que la desinfección de las pezoneras es correcta, pero, una vez entra en contacto con la superficie del pezón, la contaminación comienza. El efectivo presellado contribuye a mejorar la seguridad sanitaria<sup>17</sup>. El presellado ha demostrado reducir el riesgo de contaminación por *Listeria monocytogenes* de filtros de ordeño obtenidos en granjas lecheras de Nueva York en casi 4 veces<sup>18</sup>. Uno de factores más importantes a tener en cuenta es el tiempo y contacto del desinfectante con el pezón para poder asegurar una efectiva reducción en el número de bacterias en la superficie del pezón<sup>19</sup>. Según las casas comerciales estos productos deben ser adecuadamente formulados, completamente aplicados en el pezón, y permitir que el tiempo de acción del producto sobre el pezón sea el adecuado antes de removerlo (30 segundos)<sup>20</sup>.

La contaminación encontrada en la pezonera procede del pezón, posiblemente contaminación que se facilita por el descuido en tres momentos puntuales de la rutina del ordeño: el lavado del pezón sucio, el correcto secado del pezón y el tiempo que mantienen el pezón sumergido en el presellado al cual no se le dedican los 30 segundos recomendados por los técnicos y las casas comerciales productoras de estos productos para lechería. No hay duda de que el método más efectivo para desinfectar los pezones es el presellado con un desinfectante aprobado por el ICA. El presellado con yodo ha demostrado reducir el conteo bacteriano y de coliformes en la leche cruda 5 y 6 veces, respectivamente, comparado con otros métodos de preparación de ubre<sup>12</sup>.



**Figura 2. Diagrama de flujo de la rutina de ordeño del hato, compuesto por el pre-ordeño, el ordeño y el pos-ordeño.**

El agua tuvo un comportamiento diferente a las otras variables, pues el crecimiento fue alto en el pre-ordeño; el agua que se utiliza para los tres momentos proviene del mismo lugar (tanque de recolección) pero la función y el tratamiento de esta agua varían según el momento: en el pre-ordeño el agua es mezclada con detergentes ácidos, alcalinos a diferentes temperaturas para el lavado de la máquina de ordeño; aquí se redujo totalmente la contaminación ya que en las superficies muestreadas el promedio de UFC/mL encontrado fue de 180 UFC/mL; en el ordeño el agua utilizada para la desinfección de los operarios está mezclada con un desinfectante a base de yodo y tiene un recuento bacteriano en promedio de 180000 UFC/mL. El agua, en el pos-ordeño, es utilizada para lavar las instalaciones una vez los animales dejan las instalaciones del ordeño.

Los recuentos de UFC encontrados en la leche una vez termina el ordeño muestran que sí existe contaminación en la rutina de ordeño, ya que el tanque de enfriamiento de la máquina en el pre-ordeño se encuentra limpio y a medida que pasa la rutina de ordeño se va contaminando por la entrada de bacterias al sistema de la máquina de ordeño. En el caso de esta finca, la leche encontrada se encuentra en los límites de bonificación por pago de calidad higiénica de leche ya que los valores encontrados en los 5 días fueron de 218000 UFC/mL, lo que indica que es una leche apta para el consumo humano. Se pueden mejorar aspectos en la rutina del ordeño para obtener una leche de mejor calidad.

## Conclusiones

Como primera medida, se reconocen como puntos de mayor riesgo de contaminación para la leche los guante del ordeñador y el pezón de la vaca. La frecuencia con que el operario se desinfecta los guantes puede afectar el movimiento de bacterias de un lugar a otro. El uso del presellado no está siendo efectivo en este sistema ya que el conteo de bacterias encontradas en la pezonera es alto.

## Agradecimientos

Cooperativa Colanta, Vicerrectoría de Extensión (Universidad de Antioquia) y Ministerio

Agricultura Contrato 103-2008O2526-3153, colaboradores en la realización de este trabajo.

## Referencias

1. WEAVER, C. Calcio. Conocimientos actuales de nutrición. 8ª edición. Publicación científica técnica N° 592. Washington DC: OPS e Instituto Internacional de Ciencias para la Vida, 2003.
2. COLOMBIA, MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL. Decreto 616 de 2006 Por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendi, importe o exporte en el país. Bogotá: El Ministerio, 2006. 32 p.
3. GARCÍA PÉREZ, Miguel José. Efecto de la época y área de procedencia sobre las características físico-químicas y de composición de la leche cruda, pasteurizada en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela. Gaceta de Ciencias Veterinarias. 1999. Vol. 5, no 2, p. 5-22.
4. SOLER, D. Mecanismos endógenos para mantener la calidad de la leche: sistema lactoperoxidasa. [En línea]. La Habana, Cuba: Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), 1997. [Citado el 12 de enero de 2011]. Url disponible en: <http://www.censa.edu.cu/Default.aspx?PageContentID=153&tabid=92>.
5. GAVIRIA, Blanca Cecilia. Calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda. En: Buenas Prácticas de Producción Primaria de Leche. Colombia: Fondo Editorial Biogénesis, 2007.
6. BENNETT, Richard H. Incentivos para mejorar calidad de leche. [En línea]. California: Universidad de California, 2000. [Citado el 12 de diciembre de 2010] Url disponible en: <http://www.cnr.berkeley.edu/ucce50/agrolaboral/7dairy/7leche05.htm>
7. CABRERA, Maria Paula. Como obtener leche de buena calidad. [En línea]. Colombia: Agronet, 2003. [Citado el 12 de diciembre de 2010] Disponible en: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/2005113012633\\_C%C3%93MO\\_OBTENER\\_LECHE\\_DE\\_BUENA\\_CALIDAD.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2005113012633_C%C3%93MO_OBTENER_LECHE_DE_BUENA_CALIDAD.pdf)
8. BENNETT, Richard H. Op. Cit.
9. CABRERA, Maria Paula. Op. Cit.
10. MAGARIÑOS, Horoldo. Manejo adecuado de la leche. En: Producción higiénica de la leche cruda: una guía para la pequeña y mediana empresa. [En línea]. Guatemala: Producción y Servicios Incorporados S.A., 2001. [Citado el

- 21 de enero de 2011]. Url disponible en: [http://www.science.oas.org/OEA\\_GTZ/LIBROS/LA\\_LECHE/leche\\_all.pdf](http://www.science.oas.org/OEA_GTZ/LIBROS/LA_LECHE/leche_all.pdf)
11. GAVIRIA, Blanca Cecilia. Op. Cit.
  12. BYLUND, Gösta. Manual de industrias lácteas. Suecia: Mundi Prensa, 1993, 333 p.
  13. PANKY, J. W. Premilking udder hygiene. En: Journal of Dairy Science 1989. Vol. 72, no. 5, p. 1308-1312.
  14. *Ibíd.*; p. 1308-1312.
  15. GALTON, D. M.; *et al.* Effects of premilking udder preparation on bacterial population, sediment, and iodine residue in milk. En: Journal of Dairy Science. 1984. Vol. 67, no. 11, p. 2580-2589.
  16. GALTON, D. M.; PETERSSON, L. G. and MERRILL, W. G. Effects of premilking udder preparation practices on bacterial counts in milk and on teats. En: Journal of Dairy Science. 1986. Vol. 69, no. 1, p. 260-266.
  17. GALTON, D. M. and Merrill, W. G. Effectiveness of premilking udder preparation practices on milk quality and udder health. Proc. Milking systems and Milking Management Symp. Harrisburg, PA. 1988.
  18. GALTON, D. M.; *et al.* Op. Cit. p. 2580-2589.
  19. GALTON, D. M. and Merrill, W. G. Op. Cit.
  20. RUEGG, P.L., and DOHOO, I. R. A benefit to cost analysis of the effect of pre-milking teat hygiene on somatic cell count and intra-mammary infections in a commercial dairy herd. En: Canadian Veterinary Journal. 1997. Vol. 38, p. 632-636.