



Valoración económica y microbiológica del uso de toallas y paños durante el ordeño¹

Economic and microbiological evaluation of towels and cloths used during milking

María José Varela-Vargas², Rodolfo WingChing-Jones³, Lidieth Uribe Lorío⁴

- ¹ Recepción: 23 de marzo, 2020. Aceptación: 2 de setiembre, 2020. Este trabajo formó parte de la actividad realizada en la Práctica Laboral y Profesional para obtener el grado de Bachillerato en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, de la primera autora.
- ² Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia, San José, Costa Rica. mache_vs@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0003-3774-3214>).
- ³ Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia, Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA), San José, Costa Rica. rodolfo.wingching@ucr.ac.cr (autor para la correspondencia, <https://orcid.org/0000-0002-8009-2210>).
- ⁴ Universidad de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Centro de Investigaciones Agronómicas, Laboratorio de Bioprocesos. San José, Costa Rica. lidieth.uribe@ucr.ac.cr (<https://orcid.org/0000-0002-8276-7824>).

Resumen

Introducción. Las prácticas previas al ordeño de los animales permiten mantener la salud de la ubre y la productividad. **Objetivo.** Realizar una comparación económica y microbiológica del uso de paños y toallas durante la desinfección de los pezones. **Materiales y métodos.** Esta investigación se realizó en Tilarán, Guanacaste, Costa Rica, entre octubre y noviembre del 2018, en un sistema de producción que realiza tres ordeños cada 8 h y mantiene sus animales en estabulación completa. Se tomaron al azar cinco paños usados en el secado de los pezones previo al ordeño de forma al azar, los cuales se lavaron y reutilizaron en el siguiente ordeño. Los paños se cortaron por la mitad, se identificaron ambas partes, se mantuvo la relación entre ellas, una parte se guardó en una bolsa hermética (pañó usado) y la otra se lavó, para simular la reutilización de esta. Finalizado el lavado, a ambas partes (diez paños) se analizaron para cuantificar la población de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y aerobios. Para el análisis económico, se registró la cantidad de toallas utilizadas por animal, la vida útil, el número de veces que se utilizó, costo de cada paño, del agua, electricidad, cloro y detergente líquido. **Resultados.** El ciclo de lavado utilizado, disminuyó 800 veces la población de *Escherichia coli*, en 5000 veces los aerobios y 500 veces a *Staphylococcus aureus*. Las toallas de papel analizadas, presentaron UFC g⁻¹ menores a diez al momento de usarse. Existe similitud entre el uso de dos toallas/animal/ordeño con las toallas de microfibra y descarta el uso de tres toallas/animal/ordeño, debido a que incrementa en 48,59 % el costo. **Conclusión.** No existieron diferencias económicas ni microbianas entre los paños de microfibra y el uso de dos toallas de papel en el secado de los pezones durante el presellado.

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, higiene, mastitis, ubre, carga microbiológica.

Abstract

Introduction. The practices before milking help promote healthy udders and the productivity of the animals. **Objective.** To realize an economic and microbiologic comparison of the use of cloths and towels during the teats



disinfección. **Materials and methods.** This research was carried out in Tilaran, Guanacaste, Costa Rica between October and November 2018, in a production system that performs three milkings every 8 h and keeps its animals in complete stabling. A random five towels to dry the teats before milking were taken, which were washed and reused in the next milking. The towels were cut in half, both sides were identified, the relationship between them was maintained, one part was stored in an airtight bag (used towel), and the other one was washed, and its reuse was simulated. After being washed, both parts (ten cloths) were analyzed to quantify the population of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and aerobes. For the economic analysis, the number of towels used per animal, the shelf life, the number of times used, the cost of each towel, water, electricity, chlorine, and liquid detergent were recorded. **Results.** The washing cycle used decreased 800 times of the population of *Escherichia coli*, by 5000 times the aerobes, and 500 times the *Staphylococcus aureus*. The paper towels analyzed had UFC g⁻¹ lower than ten at the time of use. There is a similarity between the use of two towels/animal/milking with microfiber towels, and it rules out the use of three towels/animal/milking because it increases the cost by 48.59 %. **Conclusion.** There were no economic or microbial differences between the microfiber towels and the two paper towels used to dry the teats during the pre-selling.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, hygiene, mastitis, udder, microbiological load.

Introducción

Para mantener la productividad de la vaca en los sistemas productivos lecheros, se debe prestar atención a la nutrición, el manejo ambiental, reproductivo, sanitario y la salud de la ubre (Bramley et al., 1992; Koster et al., 2006). Sumado lo anterior, también se debe considerar la compleja interacción entre la vaca, el medio ambiente, la gestión de la empresa y el ordeño (De-Koning, 2010). Entender estas relaciones permite optimizar la calidad y la producción de leche por ciclo productivo, donde la calidad de la leche se mide por la cantidad de bacterias por mililitro, ausencia de inhibidores de microorganismos y bajos conteos de células somáticas (Ruegg, 2011). En el caso de las células somáticas, se relacionan con la inflamación de la glándula mamaria, producto de un golpe, desarrollo de patógenos o a un mal manejo del ordeño e instalaciones no adecuadas (Philpot & Nickerson, 2000; Schreiner & Ruegg, 2003).

La inflamación de la glándula mamaria conocida como mastitis (Schepers & Dijkhuizen, 1991; Petrovski et al., 2006), es causada por patógenos bacterianos; como *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* y *Mycoplasma bovis*, los cuales se encuentran en la ubre y se propagan durante el ordeño (Radostits et al., 2000); además, de las bacterias patógenas procedentes del medio ambiente, como *Enterobacter* spp., *Enterobacter faecalis*, *Enterobacter faecium*, *Serratia* spp., *Pseudomonas* spp. y *Proteus* spp. (Radostits et al., 2000). La infección ocurre luego del ingreso de las bacterias a la glándula a través del canal del pezón, donde sino se elimina, los niveles de bacterias aumentan hasta dañar el epitelio mamario, lo que incrementa el número de células somáticas en la leche (Sordillo & Streicher, 2002).

Las pérdidas económicas relacionadas a la mastitis se derivan de la disminución y descarte de la leche, incidencia y prevalencia de mastitis, costos tempranos de reemplazo de vaca, valor reducido de la venta de la vaca, sacrificio de animales infectados, aumento en las medidas de prevención y servicios veterinarios, costo del tratamiento veterinario, mano de obra y sanciones sobre la calidad de la leche (Brown et al., 1988; Seegers et al., 2003). Por lo tanto, una buena higiene y prácticas de manejo al ordeño permiten reducir la exposición de la ubre a las bacterias del ambiente y, por ende, que se infecten (Bramley et al., 1992; Koster et al., 2006).

La preparación previa de la ubre es un factor determinante para mantener la salud de esta glándula (Jayarao & Henning, 2001). Entre los procesos de preparación de la vaca, se incluye la desinfección de los pezones (presellado)

(Younan, 2004), despunte y secado de pezones (Galton et al., 1982; Galton et al., 1986), con el propósito de reducir el número de bacterias en la piel del pezón (Rasmussen et al., 1991). Las ubres que se limpian de forma incorrecta, son la principal fuente de contaminación por bacterias ambientales (Schreiner & Ruegg, 2003).

El secado efectivo de los pezones durante el ordeño es la etapa del proceso que evita el ingreso de microorganismos a la ubre (Moxley et al., 1978). Se informó que sistemas de producción que realizaron el secado de los pezones de forma efectiva presentaron conteos de células somáticas en tanque, 44 000 células ml^{-1} más bajos que aquellos hatos que no aplicaban esta práctica antes del ordeño (Moxley et al., 1978). Además, se recomienda utilizar un paño o toalla de papel por vaca para el secado, para evitar la propagación de bacterias de una vaca a otra, para eliminar las bacterias y minimizar el crecimiento bacteriano (Galton et al., 1984; Gibson et al., 2008; Ruegg, 2011).

Los materiales utilizados para la limpieza de la ubre deberían separar la suciedad de una superficie fijándola a ellos (Centers for Disease Control and Prevention, 2003). Se encuentra gran variedad de toallas de papel o tela que se utilizan para secar los pezones de las vacas, en donde el uso reciente de toallas húmedas para secar los pezones presenta mayor aceptación por los productores (Ruegg, 2003).

La humedad es el factor determinante para el crecimiento de bacterias, por lo que este tipo de toallas no elimina la humedad de manera adecuada en la superficie del pezón. Por otro lado, las toallas de tela son más absorbentes que las toallas de papel, pero deben ser desinfectadas mediante agua caliente y secadas a alta temperatura (Fox, 1997), para su posterior utilización. El rendimiento de la limpieza de la ubre con paños de microfibra no implica una limpieza superior a las demás opciones (Moore & Griffith, 2006), además las características, el precio y la cantidad de veces que se pueden lavar y reutilizar (hasta 500 veces) varían según la marca.

El uso de toallas desechables o de papel, como sustituto de papel impreso reutilizable, se promueve de forma activa por los encargados de supervisar la calidad del ordeño, con la meta de garantizar la higiene de los tejidos y minimizar el riesgo de contaminación cruzada (Tebbutt, 1988; Scott & Bloomfield, 1990; Kusumaningrum et al., 2003).

El objetivo de esta investigación fue realizar una comparación económica y microbiológica del uso de paños y toallas durante la desinfección de los pezones.

Materiales y métodos

Ubicación del sistema productivo

El estudio se realizó en una explotación lechera ubicada en Tilarán de Guanacaste, Costa Rica ($10^{\circ}33'31,6''\text{N}$ $85^{\circ}00'26,5''\text{W}$), entre octubre y noviembre del 2018. Esta zona presenta una temperatura promedio de $23,6^{\circ}\text{C}$, humedad relativa de 85 % y una precipitación promedio de 1988 mm (Instituto Meteorológico Nacional, 2015). Esta finca manejaba los animales en estabulación, tenía noventa vacas de las razas Pardo Suizo y Holstein, con un peso promedio de 550 kg de peso vivo (PV), realizaban tres ordeños cada ocho horas, en donde se utilizaban paños de microfibra para realizar el secado de los pezones previo al ordeño.

Toma y preparación de la muestra

Para cuantificar la presencia y cantidad de microorganismos en los paños de microfibra y la efectividad del lavado de estos, se utilizó una muestra de cinco animales con presencia de mastitis. Previo al ordeño se tomaron con guantes estériles los paños de microfibra usados durante el secado de los pezones, los cuales contenían materia orgánica y residuos del producto desinfectante. Estos se separaron de los demás paños en un recipiente recolector.

Una vez separados, los paños se identificaron con cinco marcas diferentes por medio de un hilo en ambos extremos, se cortaron por la mitad y una mitad identificada de cada paño se empacó de manera individual en bolsas

herméticas, considerada esta muestra como la población microbiológica inicial o la toalla usada sin lavar. La otra mitad se colocó identificada en un recipiente colector de toallas usadas, donde continuó el proceso de desinfección utilizado en el sistema de producción, para un total de 113 toallas utilizadas en ese ordeño.

Finalizado el ordeño, se siguió el proceso de lavado establecido en la finca, donde las toallas utilizadas se colocaban en una lavadora automática con una capacidad máxima de carga de 30 kg, se realizaba un ciclo completo de lavado, para una duración de 55 min. Se utilizó 77 ml de detergente líquido con bicarbonato de sodio y dos cápsulas de cloro (99 % sodio cloro-triazinetrihidrato) de 12 g cada una.

Para cuantificar el volumen de agua utilizado en cada ciclo de lavado-secado, se midió la cantidad de agua que se expulsaba durante el periodo total de lavado, sin considerar el agua que se evapora durante el ciclo de secado. Para tal fin, con una cubeta calibrada, se anotó el volumen de agua descartado en la totalidad del ciclo de limpieza y la temperatura de esta con ayuda de un termómetro + infrarrojo. Una vez finalizado el ciclo de lavado, se separaron las cinco toallas marcadas del total lavado, estas se colocaron en bolsas herméticas identificadas según la marca, manteniendo la concordancia entre las mitades de cada paño. Las diez bolsas herméticas con paños (cinco usados y cinco lavados) se trasladaron en una hielera a 8 °C con hielo al Laboratorio de Microbiología Agrícola del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica, para su análisis. De igual manera, para el supuesto de uso de toallas de papel (41 g m⁻²), se contabilizó el número de hojas que presenta un rollo de toallas comercial y, al azar, se escogieron cinco segmentos de cinco hojas, y se colocaron de forma individual en bolsas selladas e identificadas, se colocaron en la hielera junto con las bolsas herméticas, que contenían los paños sin lavar (usados) y con los lavados (para reutilizar) para su traslado al laboratorio.

Análisis de las muestras

A los diez paños y cinco toallas se les realizaron los análisis microbiológicos para cuantificar la población de microorganismos de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y recuento total de aerobios. Para tal fin, los paños y/o toallas se pesaron y colocaron en bolsas Stomacher de 18x29 cm, a las cuales se les adicionó 90 ml de agua estéril y se agitaron a 230 rpm durante 3 min. De cada bolsa, se realizaron diluciones seriadas hasta 10⁻⁶ y se inoculó 100 µl de cada una de las diluciones en platos del medio de cultivo respectivo.

Para el recuento de bacterias aerobias se usó agar estándar, agar Baird Parker suplementado con emulsión de yema de huevo-Telurito para el recuento de *S. aureus* y agar bilis rojo violeta para el recuento de *E. coli*. A las colonias características de *E. coli* se les realizó la prueba de indol. Los platos de agar estándar y agar Baird Parker se incubaron a 35 °C, mientras que, los platos de agar bilis rojo violeta a 44,5 °C. Todos los platos se incubaron durante 24 h al cabo de los cuales se realizaron los recuentos.

Comparación económica

Para estimar el costo anual incurrido en el sistema de producción por utilizar las toallas de microfibra o toallas de papel, se realizó un cuadro comparativo entre ambos métodos de limpieza, donde se registró la cantidad de toallas utilizadas por animal por ordeño (dos o tres hojas de papel), el número de paños de microfibra, si es reutilizable o no, la vida útil, el número de veces que se utilizó, si es biodegradable, costo de cada unidad, costo del agua, electricidad, cloro y detergente líquido utilizado en cada ciclo de limpieza.

Para el caso de las toallas de papel se estimó su costo mediante la cantidad de unidades utilizadas anualmente por el valor unitario promedio cotizado en distintos comercios de la localidad. En el caso de los paños de

microfibra, los costos de las unidades de las toallas utilizadas, cloro y detergente se cotizaron con las casas comerciales utilizadas en la finca, multiplicados por la cantidad anual requerida de cada uno. Por otro lado, el costo de consumo de electricidad se cotizó a los servicios públicos de la zona y se multiplicaron por la cantidad anual correspondiente. Para lo anterior, se tomó de referencia los valores de \$0,02 g⁻¹ de pastillas de cloro, \$0,0026 ml⁻¹ de detergente líquido, \$0,007 por toalla de papel, \$1,25 por paño de microfibra, \$1,48 m⁻³ de agua y \$0,25 kw⁻¹ h⁻¹ de electricidad, donde se utilizaron 1,2 kw⁻¹ h⁻¹ por ciclo de lavado.

Análisis estadístico

Para el análisis de la información de población microbiológica ligada a los paños y a las toallas de papel, se utilizó un diseño irrestricto al azar, donde se consideró como variables independientes la toalla de papel antes de su uso, el paño de microfibra usado y después del proceso de desinfección. Para tal fin, se realizó un análisis de varianza, donde la variable de análisis fue el estado microbiológico de la toalla y el paño de microfibra en los diferentes momentos. Al observar significancia en la población de microorganismos analizados en cada momento del uso de las toallas o el paño (variables), se procedió con la prueba de Duncan ($p < 0,05$) para separar las medias.

Resultados

Población microbiológica en las toallas de papel y paños de microfibra

Las poblaciones de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y bacterias aerobias en los paños de microfibra sin lavar o usados se muestra en el Cuadro 1. De igual manera, en los paños recién lavados y en las toallas de papel, se encontraron poblaciones de *E. coli* 800 veces menores que las encontradas en los paños usados. Mientras que, las poblaciones de aerobios se redujeron en 5000 veces, en ambos casos. Para las poblaciones de *S. aureus*, los productos desinfectantes y el ciclo de lavado, permitieron reducir en 500 veces estos microorganismos en los paños lavados.

Costo económico de la utilización de toallas de papel y paños de microfibra

Al comparar el uso de toallas de papel contra el paño de microfibra para el secado de la ubre, se obtuvo una relación económica de 1:1 hasta 1,48 según el número hojas de papel que se utilicen en el secado de la ubre por año, a favor de los paños de microfibra, lo cual se relaciona a la vida útil del paño (25,71 %) y a las necesidades de agua (7,63 %), materiales desinfectantes (43,20 %) y la electricidad (23,46 %) durante cada ciclo de lavado (Cuadro 2).

Un ciclo de lavado de 70 min con 113 paños generó 66 l de agua con residuos de materia orgánica, detergente y cloro, los cuales se calentaron a 45,2 °C en promedio (Cuadro 3). Al ser un sistema de producción de tres ordeños al día, el volumen de agua al día generado fue de 198 l, para un total de 72270 l en cada año. En esta comparación, no se determinó el costo relacionado al manejo de 72,27 m³ de agua con residuos orgánicos y químicos generados en cada año, ni las 295 650 hojas de toalla de papel generadas como desecho.

Cuadro 1. Comparación de las poblaciones de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y bacterias aerobias totales (UFC g⁻¹), en paños y toallas de papel utilizados para la limpieza de las ubres de las vacas razas Pardo Suizo y Holstein, en producción. Explotación lechera ubicada en Tilarán de Guanacaste, Costa Rica. 2018.

Table 1. Comparison of the *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and total aerobic bacteria (CFU g⁻¹) populations, in towels and paper cloths used to clean the udders of Brown swiss and Holstein breed cows in production. Dairy farm located in Tilaran de Guanacaste, Costa Rica. 2018.

Bacterias analizadas	Observación	Modo de limpieza de las ubres (UFC g ⁻¹)**		
		Paños sin lavar	Paños lavados	Toallas de papel
<i>Escherichia coli</i>	1	11 000	<10	<10
	2	3000	<10	<10
	3	12 000	<10	<10
	4	300*	<10	<10
	5	6700	<10	<10
	X	8175^a	<10^b	<10^b
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	8300	<10	<10
	2	3200	<10	<10
	3	5600	<10	<10
	4	5000	<10	<10
	5	120 000*	<10	<10
	X	5525^a	<10^b	<10^b
Aerobios	1	520 000	<10	<10
	2	110 000	<10	<10
	3	2 700 000*	<10	<10
	4	420 000	<10	<10
	5	1 100 000	<10	<10
	X	537 500^a	<10^b	<10^b

*Datos no utilizados para la comparación entre medias. **Letras diferentes en una misma fila, indican diferencias significativas de $p < 0,05$ por la prueba de Duncan / *Data not used for comparison between means. ** Different letters in the same row, indicate significant differences of $p < 0.05$ for the Duncan test.

Cuadro 2. Comparación económica en el uso de paños de microfibra y toallas de papel para el secado de los pezones durante el proceso de desinfección. Explotación lechera con tres ordeños diarios de 90 vacas de la raza Pardo Suizo y Holstein, ubicada en Tilarán de Guanacaste, Costa Rica. 2018.

Table 2. Economic comparison in the use of microfiber towels and paper cloths for drying the udder during the disinfection process. Dairy farm with three daily milkings of 90 cows of the Brown Swiss and Holstein breed, located in Tilaran de Guanacaste, Costa Rica. 2018.

Característica	Toalla de papel		Paño de microfibra
Cantidad/vaca/ordeño	2	3	1
Reutilizable	No	No	Sí
Vida útil	1 vez	1 vez	4 meses
Biodegradable	Sí	Sí	No
Cantidad anual	197100	295650	270
Costo total unidades	\$1387	\$2080,5	\$360
Costo de agua	No aplica	No aplica	\$106,81
Costo de detergente líquido	No aplica	No aplica	\$226,29
Costo de electricidad	No aplica	No aplica	\$328,5
Costo de cloro	No aplica	No aplica	\$378,56
Costo total anual	\$1387	\$2080,5	\$1400,10

Cuadro 3. Cantidad de agua residual generada durante el lavado de las toallas de microfibra y su temperatura correspondiente. Explotación lechera con tres ordeños diarios de 90 vacas de la raza Pardo Suizo y Holstein, ubicada en Tilarán de Guanacaste, Costa Rica. 2018.

Table 3. Amount of residual water generated during the washing of microfiber towels and their corresponding temperature. Dairy farm with three daily milkings of 90 cows of the Brown Swiss and Holstein breed, located in Tilaran de Guanacaste, Costa Rica. 2018.

Lectura	Tiempo restante (min)	Volumen de agua (l)	Temperatura (°C)
Primera	27	10,5	42
Segunda	19	12	46
Tercera	13	14	46
Cuarta	6	15	46
Quinta	5	14,5	46

Discusión

El lavado de ciclo completo y la cantidad de detergente y desinfectante empleado mostró ser apropiado para disminuir la carga microbiana en las toallas utilizadas y así, permitir su uso en el próximo ordeño sin que haya riesgo de transferencia de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y bacterias potencialmente patógenas hacia la ubre ni a otros paños.

Es importante considerar el manejo de los paños entre la salida de la lavadora y la limpieza de la ubre en el siguiente ordeño, debido a que, durante este tiempo, si el manejo no es apropiado, se puede presentar contaminación de los mismos.

La carga microbiológica de los paños determinada en este trabajo, podría disminuirse conforme se alcanza la vida útil de los paños, que en el sistema evaluado fue de 120 días o 360 ciclos de lavado.

Es importante considerar que la efectividad de descontaminación de paños de microfibra, se pierde después de una frecuencia de procesamiento de 20 veces a 908 °C durante 5 min, mientras que los fabricantes aseguran que, si se cuidan de manera apropiada, estos pueden soportar hasta 500 ciclos de lavados con temperaturas de 958 °C (Diab-Elschahawi et al., 2010).

El uso de toallas de papel a razón de seis hojas por animal día⁻¹ (2 animal/ordeño), tuvo un ahorro \$13,16 por año (trece dólares con dieciséis centavos), situación que se contrapone al inconveniente de destinar un espacio dentro de las instalaciones de la lechería para acomodar los rollos de toallas de papel, sumado a la coordinación de forma semanal de comprar las mismas.

No se recomienda comprar volúmenes superiores a cien rollos, debido a que estos podrían ser usados como madriguera de roedores, cuando estos están presentes en el sistema (WingChing-Jones et al., 2009) y sitio de acúmulo de insectos.

En el caso del uso de tres toallas de papel por animal en cada ordeño, el costo en actividades de desinfección de los pezones aumentó en 48,59 %, comportamiento que no permite valorar el cambio, debido a que el incremento de \$680,35 anuales⁻¹, reducirían la cantidad de insumos agropecuarios, que el sistema adquiere para el funcionamiento del modelo productivo.

Las características de los paños de microfibra permiten reducir la transferencia de los microorganismos a otras superficies (Trajtman et al., 2015), debido a que presenta una mayor superficie de contacto por centímetro cuadrado. Este comportamiento, le permite tener una ventaja sobre otros materiales utilizados para la limpieza, donde la capacidad de retener o eliminar la suciedad y microorganismos de la superficie, se asocia al producto con acción desinfectante con el cual se aplica (Caselli, 2017).

Bajo un criterio ambiental no es posible escoger una alternativa para el secado de los pezones durante el proceso de desinfección (presellado), debido a que los $0,20 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$ de agua con residuos orgánicos y químicos producidos ($72,27 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$), podrían ser mezclados con los 5846 kg de excretas al día (boñiga más orina) que el sistema estabulado produce (11,81 % PV del animal) (Knowlton et al., 2010) y pueden ser inhibidos por la materia orgánica y la carga microbial presente (Lavonen et al., 2013).

Los paños que se descartarían cada 1,35 días, se manejarían con los desechos comunes del sistema de forma diaria. De igual manera, los 1,2 kg de toallas de papel usadas al día ($2,3 \text{ g toalla}^{-1}$), sin considerar el peso de la materia orgánica, restos del sellador y el agua adquirida durante el proceso de limpieza; podrían ser composteados con la boñiga o descartarse con los desechos comunes.

Para este tipo de análisis se requiere de información relacionada a la huella de carbono e hídrica que se genera en la producción de las toallas de papel, los paños de microfibra, las pastillas de cloro, el detergente líquido y la electricidad utilizada, con la intención de valorar ambas alternativas en igual condición.

Conclusiones

El uso de dos toallas de papel para la limpieza de la ubre fue una alternativa que presentó un costo similar o menor en relación al uso paños de microfibra, sin considerar, el manejo en que se incurre de los volúmenes de agua con residuos de detergente y desinfectante que se generan en cada ordeño y las toallas de papel usadas.

Los dos métodos utilizados para la limpieza de la ubre durante la desinfección de los pezones (presellado), garantizaron que las poblaciones de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y aerobios totales al momento de la limpieza de la ubre durante el presellado, alcanzaran niveles menores a 10 UFCg^{-1} .

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Lechería los Santos, la gerencia y personal por el apoyo y facilidades brindadas en el desarrollo de este trabajo, con el afán de comparar las dos estrategias de limpieza de la ubre antes del ordeño.

Referencias

- Bramley, A. J., Dodd, F. H., Mein, G. A., & Bramley, J. A. (1992). *Machine milking and lactation*. InsightBooks.
- Brown, W. B., Williamson, N. B., & Carlaw, R. A. (1988). A diagnostic approach to educating Minnesota dairy farmers in the prevention and control of bovine mastitis. *Preventive Veterinary Medicine*, 5(3), 197–211. [http://doi.org/10.1016/0167-5877\(88\)90005-0](http://doi.org/10.1016/0167-5877(88)90005-0)
- Caselli, E. (2017). Hygiene: microbial strategies to reduce pathogens and drug resistance in clinical settings. *Microbial Biotechnology*, 10(5), 1079–1083. <http://doi.org/10.1111/1751-7915.12755>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2003). *Guidelines for environmental infection control in health-care facilities: Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC)*. American Society for Healthcare Engineering, and American Hospital Association.

- De-Koning, C. J. A. M. (2010). *Automatic milking: A common practice on dairy farms*. Precision Dairy Management. Recovered January 16, 2019 from <http://www.precisiondairy.com/proceedings/s3dekoning.pdf>
- Diab-Elschahawi, M., Assadian, O., Blacky, A., Stadler, M., Pernicka, E., Berger, J., Resch, H., & Koller, W. (2010). Evaluation of the decontamination efficacy of new and reprocessed microfiber cleaning cloth compared with other commonly used cleaning cloths in the hospital. *American Journal Infection Control*, 38(4), 289–292. <http://doi.org/10.1016/j.ajic.2009.09.006>
- Fox, L. K. (1997). Effectiveness of laundering udder cloth towels to reduce mastitis pathogens. *Journal Dairy Science*, 80(suppl. 1), 234.
- Galton, D. M., Adkinson, R. W., Thomas, C. V., & Smith, T. W. (1982). Effects of premilking udder preparation on environmental bacterial contamination of milk. *Journal Dairy Science*, 65(8), 1540–1543. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82379-5](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82379-5)
- Galton, D. M., Petersson, L. G., & Merrill, W. G. (1986). Effects of premilking udder preparation practices on bacterial counts in milk and on teats. *Journal Dairy Science*, 69(1), 260–265. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80396-4](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80396-4)
- Galton, D. M., Petersson, L. G., Merrill, W. G., Bandler, D. K., & Shuster, D. E. (1984). Effects of premilking udder preparation on bacterial population, sediment, and iodine residue in milk. *Journal Dairy Science*, 67(11), 2580–2589. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81616-1](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81616-1)
- Gibson, H., Sinclair, L. A., Brizuela, C. M., Worton, H. L., & Protheroe, R. G. (2008). Effectiveness of selected premilking teat-cleaning regimes in reducing teat microbial load on commercial dairy farms. *Letters Applied Microbiology*, 46(3), 295–300. <http://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2007.02308.x>
- Instituto Meteorológico Nacional. (2015). *Clima en Costa Rica. El clima y las regiones climáticas de Costa Rica*. Recuperado el 15 de mayo, 2020 de <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/31165/clima-regiones-climat.pdf/cb3b55c3-f358-495a-b66c90e677e35f57>.
- Jayarao, B. M., & Henning, D. R. (2001). Prevalence of foodborne pathogens in bulk tank milk. *Journal Dairy Science*, 84(10), 2157–2162. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74661-9](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74661-9)
- Koster, G., Tenhagen, B. A., & Heuwieser, W. (2006). Factors associated with high milk test day somatic cell counts in large dairy herds in Brandenburg. I: Housing conditions. *Journal of Veterinary Medicine*, 53(3), 134–139. <http://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2006.00801.x>
- Knowlton, K. F., Wilkerson, V. A., Casper, D. P., & Mertens, D. R. (2010). Manure nutrient excretion by Jersey and Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 93(1), 4073–412. <http://doi.org/10.3168/jds.2009-2617>
- Kusumaningrum, H. D., Paltinaite, R., Koomen, A. J., Hazeleger, W. C., Romboutsand, F. M., & Reumer, R. R. (2003). Tolerance of *Salmonella enteritidis* and *Staphylococcus aureus* to surface cleaning and house hold bleach. *Journal Food Protection*, 66(12), 2289–2295. <http://doi.org/10.4315/0362-028X-66.12.2289>
- Lavonen, E., Gonsior, M., Tranvik, L., Schmitt-Kopplin, P., & Kohler, S. (2013). Selective chlorination of natural organic matter: identification of previously unknown disinfection byproducts. *Environmental Science & Technology*, 47, 2264–2271. <http://doi.org/10.1021/es304669p>
- Moore, G., & Griffith, C. A. (2006). Laboratory evaluation of the decontamination properties of microfibre cloths. *Journal Hospital Infection*, 64(4), 379–385. <http://doi.org/10.1016/j.jhin.2006.08.006>

- Moxley, J. E., Kennedy, B. W., Downeyand, B. R., & Bowman, J. S. T. (1978). Survey of milking hygiene practices and their relationships to somatic cell counts and milk production. *Journal Dairy Science*, 61(11), 1637–1644. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(78\)83778-3](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(78)83778-3)
- Petrovski, K. R., Trajcev, M., & Buneski, G. (2006). A review of the factors affecting the costs of bovine mastitis. *Journal South African Veterinary Association*, 77(2), 52–60. <http://doi.org/10.4102/jsava.v77i2.344>
- Philpot, W., & Nickerson, S. (2000). *Ganando la lucha contra la mastitis*. Westfalia Surge Inc.
- Radostits, O. M., Blood, D. C., Gay, C. C., Blood, D. C., & Hinchkliff, K. W. (2000). *Veterinary medicine*. 9th ed. ELBA-BailliereTindal.
- Rasmussen, M. D., Galton, D. M., & Paterson, L. G. (1991). Effects of pre-milking teat preparation on spores of anaerobes bacteria and iodine residues in milk. *Journal Dairy Science*, 74(8), 2472–2478. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78423-3](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78423-3)
- Ruegg, P. L. (2003). *The role of hygiene in efficient milking. Milking and milk quality No. 406*. University of Wisconsin. Recovered March 10, 2019 from <http://www.dairyweb.ca/Resources/Babcock/MilkingHygiene.pdf>
- Ruegg, P. L. (2011). Managing mastitis and producing high quality milk. In C. Risco, & P. Melendez, (Eds.), *Dairy production medicine* (Chapter 18, p. 207–232). Wiley-Blackwell. <http://doi.org/10.1002/9780470960554.ch18>
- Schepers, J. A., & Dijkhuizen, A. A. (1991). The economics of mastitis and mastitis control in dairy cattle: a critical analysis of estimates published since 1970. *Preventive Veterinary Medicine*, 10(3), 213–224. [http://doi.org/10.1016/0167-5877\(91\)90005-M](http://doi.org/10.1016/0167-5877(91)90005-M)
- Schreiner, D. A., & Ruegg, P. L. (2003). Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal Dairy Science*, 86(11), 3460–3465. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73950-2](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73950-2)
- Scott, E., & Bloomfield, S. F. (1990). Investigations of the effectiveness of detergent washing, drying and chemical disinfection on contamination of cleaning cloths. *Journal Applied Bacteriology*, 68(3), 279–283. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1990.tb02575.x>
- Seegers, H., Fourichon, C., & Beaudeau, F. (2003). Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research*, 34(5), 475–491. <http://doi.org/10.1051/vetres:2003027>
- Sordillo, L. M., & Streicher, K. L. (2002). Mammary gland immunity and mastitis susceptibility. *Journal Mammary Gland Biology Neoplasia*, 7, 135–146. <http://doi.org/10.1023/A:1020347818725>
- Tebbutt, G. M. (1988). Laboratory evaluation of disposable and reusable disinfectant cloths for cleaning food contact surfaces. *Epidemiology & Infection*, 101(2), 367–375. <http://doi.org/10.1017/S0950268800054315>
- Trajtman, N. A., Manickam, K., & Alfa, J. M. (2015). Microfiber cloths reduce the transfer of *Clostridium difficile* spores to environmental surfaces compared with cotton cloths. *American Journal of Infection Control*, 43(7), 686–689. <http://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.03.002>
- WingChing-Jones, R., Monge-Meza, J., & Pérez-Salas, R. (2009). Roedores pequeños en un sistema de producción de ganado lechero. *Agronomía Mesoamericana*, 20(1), 127–133. <http://doi.org/10.15517/am.v20i1.4988>
- Younan, M. (2004). Milk hygiene and udder health. In Z. Farahandand, & A. Fischer, (Eds.), *Milk and meat from the camel. Handbook on products and processing* (p. 67–76). Verlag der Fachvereine Hochsch.