

Supervisión de Programas de Control de Mastitis: Aspectos Prácticos

Pamela Ruegg, Universidad de Wisconsin, Madison, EE.UU

Introducción

Los veterinarios que se dedican a trabajar en vacuno de leche cada vez prestan más atención al diseño e implementación de Programas de Control de la Mastitis. Las explotaciones han aumentado su tamaño, por eso la detección, el diagnóstico y el tratamiento de las mastitis clínicas se ha convertido en una responsabilidad de los trabajadores de las granjas. Rara vez los veterinarios son consultados excepto que la vaca afectada de mastitis esté próxima a morir. Varios estudios han indicado que no son muchos los veterinarios que están involucrados en los Programas de Control de Mastitis. Uno de estos estudios demostró que sólo el 24% de los productores de leche (n = 180) inscritos en un Programa de Calidad de Leche en Wisconsin apuntaron que era un veterinario el que planificaba su Programas de Calidad de Leche (Rodrigues et al., 2005) y la mayoría de los veterinarios (n = 42) indicaron que pasaron menos del 10% de su tiempo como profesional trabajando en Calidad de la Leche (Rodrigues y Ruegg, 2004). Hay amplias razones económicas y sociales para los veterinarios para aumentar su participación en los Programas de Control de Mastitis. La aparición de mastitis reduce la producción de leche, aumenta la cantidad de leche descartada y aumenta el sacrificio prematuro así como los costes de producción (Fetrow, 2000). Además, tanto la mastitis clínica como subclínica, se ha demostrado que reducen la eficiencia reproductiva (Barker et al., 1998, Santos et al., 2004, y Schrick, 2001).

Es bien sabido que la mastitis se puede controlar mediante la prevención de nuevas infecciones y la eliminación de las infecciones existentes. El plan de 5 puntos (consistente en la desinfección de pezones post-ordeño, la utilización generalizada de la terapia antimicrobiana intramamaria al secado, tratamiento adecuado de casos clínicos, el sacrificio de las vacas con infección crónica y el mantenimiento regular de la máquina de ordeño) se ha demostrado eficaz para controlar la mastitis causada por patógenos contagiosos. La prevalencia de patógenos contagiosos ha disminuido en los rebaños que se han modernizado y han adoptado estas prácticas de manejo (Makovec y Ruegg, 2003). Los Programas de Calidad de Leche ahora tienden a concentrarse en la prevención de la mastitis causada por patógenos cuyo origen está en el medio ambiente y en otras cuestiones que influyen en la percepción que tiene el consumidor acerca de la Calidad de la Leche. El propósito de este trabajo es describir los indicadores clave de que los veterinarios de Calidad de Leche pueden utilizar para monitorizar la Mastitis, la Calidad de la Leche y el rendimiento del ordeño.

Desarrollo de un Plan de Calidad de Leche

La mastitis es una enfermedad bacteriana que se produce en los animales, pero los Programas de Control de la Mastitis deben ser implementados a nivel del rebaño. El éxito de un Control de Mastitis depende de una detección de la mastitis eficaz, de un buen diagnóstico, de la evaluar las distintas opciones de tratamiento adecuadas y de la aplicación de prácticas preventivas que abordar los factores de riesgo específicos del rebaño asociados a la exposición a patógenos causantes de mastitis. Los veterinarios que desean reducir la incidencia de mastitis deben revisar periódicamente los registros individuales de recuento de células somáticas (RCS), registros de mastitis clínica y evaluar los indicadores clave de rendimiento (KPI, Key Performance Indicators)

relacionados con los objetivos del rebaño. El Programa debe estar estructurado de modo que permita evaluar todos los factores que puedan contribuir a la exposición de patógenos causantes de mastitis, los factores que dependen de la vaca, los factores ambientales y los factores que dependen de la máquina de ordeño. Un sistema de vigilancia eficaz de la mastitis incluye los siguientes elementos: 1) Definición clara de lo que es un caso de mastitis y mecanismos eficaces para detectar tanto mastitis clínica como subclínica, 2) Sistemas de registro que permitan una evaluación rápida de los factores de riesgo, y 3) Mecanismos de retroalimentación que permita al personal de la granja y a los veterinarios gestionar la Calidad de la Leche.

Definición y detección de mastitis clínica. La mastitis clínica se define técnicamente como la producción de leche anormal, con o sin síntomas secundarios, el problema es que esta definición de mastitis clínica varía mucho entre el propio personal de la granja. En las grandes explotaciones, la detección de la mastitis depende de la capacidad de observación de los ordeñadores. Los veterinarios deben comunicarse de una manera activa con los ordeñadores y con los encargados de las granjas para asegurarse de cual es su definición de mastitis clínica así como si la detección es consistente para alcanzar los objetivos de la explotación. Todo el personal debe saber perfectamente que es una mastitis y como detectarla. La gravedad de los casos de mastitis deben registrarse en la ficha de registro de tratamiento de cada vaca (Wenz, et al. 2001). El uso de una escala de 3 puntos basada en los síntomas clínicos es un sistema práctico, intuitivo, fácil de registrar y útil para evaluar la intensidad de detección (Tabla 1). Cuando se utiliza una escala de 3 puntos, si la proporción de casos graves excede el 20% de todos los casos se trata de una señal de que la intensidad de la detección y definición de caso debe ser investigado.

Tabla 1. Distribución del grado de severidad de mastitis clínicas de diferentes estudios.

Grado de Severidad	Síntomas clínicos	Estudio 1 ¹	Estudio 2 ²	Estudio 3 ³	Estudio 4 ⁴	Solo casos por coliformes ⁵
		N = 686	N = 169	N = 212	N = 233	N = 144
1 (medio)	Solo leche anormal (LA)	75%	57%	52%	65%	48%
2(moderado)	LA + inflamación de ubre (IU)	20%	20%	41%	27%	31%
3 (severo)	LA, IU + vaca enferma	5%	23%	7%	8%	22%

¹Nash et al., 2002; ²Oliveira, 2009; ³Rodrigues et al., 2009; ⁴Pinzon & Ruegg, 2010;

⁵Wenz et al., 2001 (sistema equivalente de graduación)

Monitorización de la mastitis clínica. Los sistemas de registro de mastitis clínica deben ser por un lado temporales y al lado de la vaca, muy útiles para tomar decisiones, por otro lado se deben registrar de manera permanente en la ficha de cada vaca o en un registro computarizado que se utilizan para resumir las tendencias en el tiempo (Rhoda, 2007a, b). Aunque los registros temporales tales como notas donde se apunta el tratamiento o uso de pizarras o calendarios en la sala de ordeño son comunes, el registro de tratamientos de mastitis permanente no se hace con frecuencia. El sistema ideal para el registro de las mastitis clínicas le permitirá al veterinario evaluar los factores propios de la vaca que definen la probabilidad de éxito del tratamiento y a su vez evaluar las

tendencias epidemiológicas (Wenz, 2004). Para comenzar a involucrarse en los Programas de Control de Mastitis, los veterinarios deben asegurarse de que las siguientes preguntas pueden ser contestadas: 1) ¿Cuál es la incidencia (tasa de casos nuevos) de la mastitis clínica?, 2) ¿Qué proporción de los casos es grave (puntuación de grado 3)?, 3) ¿Cuáles son las bacterias más comunes que causan mastitis clínica? 4) ¿Cuáles son los protocolos de tratamiento?, 5) ¿Cuántos días se descarta la leche como consecuencia del tratamiento?, 6) ¿En cuántos casos se debe cambiar el protocolo de tratamiento original y si repiten las vacas un nuevo caso de mastitis en la misma lactación?, 7) ¿Qué porcentaje de vacas se ordeñan con menos de 4 cuartos y 8) ¿Qué porcentaje de las vacas con mastitis clínica se sacrifican o mueren?

Los profesionales que trabajan con pequeños rebaños, por lo general tendrán que revisar los datos que se encuentran en papel y todos estos datos recogidos a lo largo de 3-4 meses con el fin de determinar las tendencias. Para los grandes rebaños existen sistemas de gestión de registros informatizados que permiten a los profesionales revisar rápidamente los datos (Rhoda, 2007a, b). Es importante no repetir los casos, los investigadores en general, definen los casos de mastitis clínica por separado cuando ocurren en un intervalo de 14-21 días, pero este plazo no se basa en una investigación sólida y puede ser adaptado dependiendo de las necesidades de cada explotación. Los indicadores clave de rendimiento (KPI) hay que definirlos a nivel de vaca (aparición de mastitis en uno o más cuartos), más que a nivel de cuarto individual ya que es más fácil de registrar y reflejar mejor las consecuencias económicas de la mastitis (Tabla 2).

Tabla 2. Cálculo de KPI para mastitis clínicas. Para su fácil interpretación, un caso es definido como un caso en uno o más cuartos de una vaca.

Indicador	Cálculo ^a	Objetivo Sugerido
Tasa de Incidencia	Suma de primeros casos en un periodo de tiempo ^a dividido por el n° de vacas en lactación en el mismo periodo ^b	< 25 nuevos casos por 100 vacas por año (sobre 2-3 casos por 100 vacas por mes)
Proporción de casos grado 3 (severo)	Número de casos grado 3 dividido por el número total de casos	5-20% del total de casos
Proporción de casos con muerte	N° de vacas con mastitis que mueren dividido por el n° de vacas con mastitis	2%
Proporción de casos en el que se cambia el tratamiento	N° de casos en que el protocolo inicial es cambiado dividido por el n° total de casos detectados ^c	<20%
Proporción de casos que recurren (2 ó más tratamientos)	Número de vacas con 2 ó más casos que ocurren >14 días post-tratamiento dividido por el número total de casos de mastitis	<30%
Proporción de vacas con > 1 cuarto afectado	Número de casos con 2+ cuartos afectados dividido por el número total de casos	<20%
Número de días de que se descarta la leche (por caso)	Suma de los días que se descarta leche dividido por el número total de casos	4-6 días (excepto vacas con terapia extendida por Staph aureus)
Porcentaje de vacas con <4 cuartos	N° de vacas con < 4 cuartos ^d dividido por el n° de vacas en lactación	<5%

^anumeradores y denominadores deben incluir la leyenda “en un periodo de tiempo”. El periodo de tiempo varía según el tamaño del rebaño; ^bun correcto denominador debe excluir a las vacas que hayan tenido previamente un caso clínico dentro de la lactación; ^ccasos que se han detectado pero que no han recibido un tratamiento antimicrobiano deben incluirse en este cálculo; ^drebaños que usen separador de cuartos para descartar leche, deben incluirse estas vacas en el numerador.

Los objetivos de KPI se calculan de diferentes poblaciones de ganado vacuno de leche y puede ser necesario ajustar a las circunstancias individuales del rebaño.

Monitorización de la mastitis subclínica. No es posible controlar cualquier enfermedad subclínica sin un conocimiento claro de la prevalencia y un mecanismo de seguimiento de la incidencia. La prevalencia de mastitis es la función de la incidencia (desarrollo de nuevos casos subclínicos) y la duración. Para algunos rebaños, la prevalencia de mastitis subclínica puede exceder los objetivos, incluso cuando las nuevas infecciones son relativamente pocas ya que son las infecciones crónicas causadas por patógenos contagiosos las mayoritarias. Por otra parte, los objetivos pueden ser superados a causa de problemas de mastitis ambientales que se caracterizan por la alta incidencia de nuevas infecciones de duración relativamente corta. El primer paso en el control de la mastitis subclínica es asegurar que los valores de SCC son habitualmente obtenidos a partir de todas las vacas de manera regular. En general, todas las vacas con valores de RCS > 200.000 células / ml o linear score (LS) de aproximadamente 4 se consideran que tienen mastitis subclínica.

La evaluación de la mastitis subclínica debe comenzar con las siguientes preguntas: 1) ¿Cuál es la prevalencia de mastitis subclínica (en base al RCS)? 2) ¿Cuál es la incidencia de mastitis subclínica (en base al RCS)? 3) ¿Cuál es la bacteria aislada mayoritariamente de las vacas con un RCS > 200.000 células / ml? 4) ¿Qué proporción de vacas con mastitis subclínicos son vacas crónicas (persisten más de 2 meses)? 5) ¿Cuál es la prevalencia de mastitis subclínica por días en leche y por lactación? 6) ¿Qué proporción de las vacas tienen mastitis subclínica en el primer control y en el último control?. Para responder a estas preguntas se pueden consultar los informes que están disponibles en centros de pruebas del DHIA, estos datos pueden ser descargados y manipulados en hojas de cálculo o programas personalizados de gestión de Calidad de Leche. **Los KPI más comunes para la mastitis subclínica son: 85% con RCS <200.000 células / ml (prevalencia) y menos del <5% de las vacas que desarrollen nuevas infecciones de mastitis subclínica por mes (incidencia) (Tabla 3).**

Tabla 3. Cálculo de KPI para mastitis subclínicas.

Indicador	Cálculo	Objetivo Sugerido
Prevalencia	Nº de vacas con LS >4 ^a dividido por el nº de vacas con LS	<15% del rebaño
Incidencia	Nº de vacas con LS >4 ^a la primera vez en el periodo de tiempo de interés ^b dividido por el nº de vacas con RCS menor al punto de corte en el periodo previo	<5% si es el primer LS por encima del punto de corte; <8% si el cálculo es mes a mes ^b
Prevalencia al primer control	Nº de vacas con LS > 4 ^a en el primer control dividido por el nº de vacas con LS en el primer control	<5% 1 ^a lactación <10% 2 ó más lactaciones
Prevalencia ultimo control antes del secado	Nº de vacas con LS ≥4 ^a en el ultimo control antes del secado dividido por el nº de vacas con LS en el ultimo control	<30% de las vacas con ultimo controlt days before dry off

^apara el propósito de monitorear un rebaño, se usa tanto el LS de 4 como el RCS de $>200,000$ cells/ml;

^bEl periodo de tiempo puede variar dependiendo del uso que se le de al índice. Muchos centros de DHIA y programas informáticos de manejo calculan este índice en cambios entre 2 meses. Otros lo calcularán basados en los valores de RCS disponibles en la lactación presente.

El RCS debe calcularse mensualmente, tanto a nivel de rebaño como a nivel de las vacas. A nivel de rebaño, la evaluación mensual de los patrones del RCS puede ser muy útil en el diagnóstico problemas de mastitis subclínica. Por ejemplo, los rebaños que superan los objetivos de la prevalencia de mastitis subclínica en el primer control a menudo son rebaños que están teniendo problemas con patógenos causantes de mastitis de tipo ambiental. En estos casos, se debe chequear las condiciones del ambiente, instalaciones, la higiene de la ubre, el manejo de las vacas secas y del periparto. En cambio, cuando la mastitis contagiosa es un problema, la prevalencia de mastitis subclínica por lo general aumenta a medida que avanza la lactación y el número de lactaciones y la edad, ya que aumenta la probabilidad de exposición a una infección. Cuando se sospecha de una mastitis contagiosa, hay que prestar atención a la transmisión de patógenos causantes de mastitis durante el ordeño, con especial énfasis a la aplicación de baños de pezones o la presencia de fomites (tales como toallas usadas para limpiar o secar más de una vaca). Una gran proporción de vacas crónicas (RCS alto en 2 o más controles consecutivos) indica que las vacas están infectadas con patógenos muy bien adaptados al hospedador y que se suelen transmitir de una manera contagiosa. A nivel de vaca, a menudo les resulta muy útil a los veterinarios revisar una lista de vacas individuales, ordenadas por RCS para identificar las vacas que pueden requerir intervenciones individuales. El uso de una prueba rápida para determinar el RCS al lado de la vaca ayudar a los productores a tomar decisiones importantes de manejo como por ejemplo si separan o no una vaca, si se trata, si se coge una muestra, si se separan cuartos individuales o si se elimina la vaca.

Medición y monitorización de la calidad bacteriológica de la leche de tanque. La industria tiende cada vez a pagar más primas en base a la calidad bacteriológica de la leche cruda. Muchos procesadores miden calidad bacteriológica de la leche en cada carga al camión cisterna de leche y facilitan el acceso on-line a diario a informes de Calidad de Leche. Una contaminación bacteriológica de la leche cruda puede ocurrir por dos fuentes básicamente: 1) los organismos que contaminan la leche pueden provenir de fuentes ambientales (especialmente la contaminación durante el proceso de ordeño) o 2) la contaminación se produce a través de microorganismos causantes de mastitis en la ubre (Reinemann et al, 1999). La leche cruda de las ubres sanas normalmente contiene $<1,000$ bacterias por mililitro, y por lo tanto no contribuyen significativamente al número total de microorganismos en la leche cruda de tanque, o a un posible aumento en el número de bacterias durante el almacenamiento refrigerado (Murphy y Boor, 2000). Es inusual que exista un aumento del recuento total de bacterias debido a vacas con mastitis, pero a veces las vacas con mastitis puede excretar un gran número de microorganismos. Para empezar a investigar posibles problemas referentes a la calidad bacteriológica de la leche cruda hay que comenzar con las siguientes preguntas: 1) ¿Cuántos test de calidad bacteriológica se han realizado en cuantos se ha demostrado una tendencia?, 2) ¿Cuál es el promedio, mínimo y máximo del recuento de mesófilos (SPC)?, 3) ¿Qué otras pruebas de diagnóstico de la calidad de la leche se han realizado y cómo se comparan? 4) Si está disponible, ¿cuáles son los valores del recuento de termodúricos (LPC), recuento de psicrófilos (PIC) y recuento de coliformes (CC)? El SPC es una medida muy utilizada en Calidad de Leche, un solo recuento no tiene valor estadístico y por lo tanto no es muy útil para el diagnóstico. Si hay valore del SPC

que están aumentados puede ser un indicio de un problema en la calidad de la leche y la mejor estrategia diagnóstica consiste en realizar un muestreo estratégico de la leche en varios puntos durante todo el proceso de ordeño. Una comparación entre los valores de los recuentos de diagnóstico (SPC, LPC, CC y SCC) puede dar pistas valiosas en cuanto a la probable fuente del problema (Reinemann, 1999). El LPC es básicamente un proceso estadístico realizado sobre la leche que ha sido calentado a 145F (62.8C) durante 30 minutos (pasteurización de baja temperatura y tiempo de duración). El objetivo de realizar un LPC es identificar los organismos que sobreviven a la pasteurización (bacterias termodúricas). Los microorganismos que causan mastitis no sobreviven a la pasteurización, las bacterias termodúricas pueden incluir *Micrococcus*, *Microbacterium*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Clostridium* y estreptococos ocasionales. Un incremento en el LPC se asocia con el desarrollo de biofilms en el equipo de ordeño. El LPC debe ser menor a 100 a 200 ufc / ml y un LPC por debajo de 10 ufc / ml indica una excelente higiene del equipo (Reinemann et al., 1999). **Los objetivos para los rebaños son establecidos por los procesadores y no son uniformes en toda la industria, un SPC de <5.000 ufc / ml y un LPC de <200 ufc / ml son objetivos razonables para explotaciones modernas (Tabla 4).**

Tabla 4. KPI, origen de las bacterias típicas en problemas de bacteriología en leche cruda de tanque.

Indicador	Bacterias Detectadas	Origen	Objetivo Sugerido
Recuento de mesófilos (Standard Plate Count)	Quantifies most viable, aerobic bacteria found in milk	Contaminación durante el ordeño; problemas con el enfriamiento de la leche; fallos de limpieza	<10,000 ufc/ml
Recuento de Termodúricos (Laboratory Pasteurized Count)	Bacterias termodúricas (bacillus, clostridios, etc.)	Biofilm en el equipo de ordeño por fallos en la limpieza; a veces contaminación	<200 ufc/ml
Recuento de Psicrófilos (Preliminary Incubated Count)	Psicótrofos (<i>pseudomonas</i> y otros)	Contaminación durante el ordeño; problemas de enfriamiento	<10,000 ufc/ml
Recuento de Coliformes (Coliform Count)	Bacterias coliformes (<i>E.coli</i> , <i>Klebsiella</i> , etc.)	Contamination during milking rarely mastitis	<100 ufc/ml)

Análisis microbiológico de leche de tanque. El estudio microbiológico de la leche de tanque es una herramienta básica dentro de los Programas de Control de Mastitis y es el primer paso en el desarrollo de un Plan de Calidad de Leche. Las muestras de tanque (BTC) se usan normalmente para la detección de patógenos causantes de mastitis en los rebaños (o grupos) de vacas lecheras en producción. El intervalo de muestreo, la toma de muestras, los métodos microbiológicos y el formato del informe no se han estandarizado por lo que la comparación entre los laboratorios de la BTC se hace difícil.

Para asegurar que los resultados de pruebas de diagnóstico sean útiles, los veterinarios deben mandar las muestras de leche de tanque solamente a laboratorio, especializado que utiliza metodologías correctas y que utilicen medios selectivos apropiados para el aislamiento y recuento de colonias bacterianas. Los protocolos para el cultivo de leche de tanque se puede encontrar en la página web <http://www.nmconline.org> del NMC. En la mayoría de los casos, los laboratorios de Calidad de Leche deben incluir la detección de *Mycoplasma* spp. en sus protocolos de diagnóstico normal.

La interpretación de los resultados de BTC a veces es confusa ya que los aislamientos pueden surgir de infecciones de vacas con mastitis subclínica, debido a la inclusión de leche procedente de vacas con mastitis clínica y como consecuencia de la contaminación ambiental durante el ordeño. El uso correcto de los resultados de BTC es la identificación de los rebaños que tienen vacas con infecciones subclínicas con patógenos de mastitis contagiosa (como *Staphylococcus aureus*, *Mycoplasma bovis* o *Streptococcus agalactiae*). En casi todos los casos, la presencia de estos patógenos en leche de tanque indica la presencia de vacas infectadas con estos patógenos en el rebaño (Wilson y González, 1997). Sin embargo, el hecho de no aislar estos patógenos en el tanque NO indican que las vacas no estén infectadas, esto se debe a que la prueba no es muy sensible y no es normal identificar vacas infectadas a pesar de una cultura de tanque aparentemente negativo. Del mismo modo, el número de microorganismos aislados no se corresponde con la prevalencia de vacas infectadas en el rebaño y la comparación de los recuentos de colonias antes y después de la implementación de una estrategia de control no deben utilizarse para evaluar la respuesta a las intervenciones. La interpretación de los resultados de BTC debe realizarse considerando las características de los organismos individuales que se recuperan de la leche. Los KPI para evaluar los informes de BTC están en la Tabla 5, la validez científica de las recomendaciones no es mucha puesto que falta documentación. Los patógenos que se encuentran en las muestras de leche de tanque pueden provenir de las ubres infectadas, la piel del pezón o por contaminación durante el ordeño. *Streptococcus agalactiae* no suele estar presente en el medio ambiente de la vaca, una excreción de bacterias debido a infecciones subclínicas pueden contribuir a un elevado número estreptococos provenientes del medio ambiente, un alto recuento de bacterias coliformes se suele deber a una pobre higiene pre-ordeño. La duración natural de las infecciones intramamarias causadas por microorganismos coliformes es corta, por lo tanto un alto recuento de coliformes sugiere falta de higiene pre-ordeño o contaminación del medio ambiente. Como es típico en todas las pruebas diagnósticas, la confianza en los resultados aumenta cuando los resultados son repetibles. Cuando se halla un recuento inusual de un microorganismo en la BTC, el primer paso debe ser repetir la prueba para verificar el diagnóstico. Para aumentar la sensibilidad de la prueba se recomienda tomar muestras de leche de tanque durante 4 días consecutivos, y mandarlas al mismo tiempo al laboratorio (Farnsworth, 1993). En muchos laboratorios las muestras se mezclan y se procesa como una única muestra para reducir los costos.

Tabla 5. KPI, interpretación de resultados de análisis de leche de tanque.^a

Bacteria	Objetivo (ufc/ml)	Origen en la Leche	Interpretación
<i>Streptococcus agalactiae</i>	0	Mastitis	Presencia de vacas infectadas
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	Mastitis, piel del pezón	Presencia de vacas infectadas; un aislamiento repetido normalmente indica una elevada prevalencia
<i>Mycoplasma spp.</i>	0	Mastitis	
Estafilococos Coagulasa-negativos (SCN)	<250-500	Contaminantes de la piel del pezón	Investigar desinfección preordeño
Estreptococos ambientales	<500	Contaminación por ubres sucias, equipo sucio y ocasionalmente por mastitis	Cuando estrep. Ambientales y coliformes superan los objetivos indica una pobre higiene en el ordeño
Coliformes	<100		
Otros	0	Pseudomonas spp.	En gran número indica contaminación de la leche por agua
	0	Bacillus spp.	Indica un pobre manejo de la leche

^aadaptado de Farnsworth, 1993 y Jayarao et al., 2004

Manejo del proceso de ordeño. Un método consistente de higiene pre-ordeño, una colocación correcta de la unidad de ordeño y un funcionamiento adecuado del sistema de ordeño son procesos fundamentales que ayudan a garantizar la producción de leche de alta calidad. Aunque la mayoría de los veterinarios no se sienten cómodos asumiendo la responsabilidad del diseño de la sala de ordeño o del mantenimiento del equipo de ordeño, es fundamental tener un conocimiento básico del funcionamiento del equipo de ordeño. Para realizar una revisión adecuada del equipo de ordeño requiere un equipo especializado, se deben seguir los procedimientos que han sido definidos por el NMC (NMC, 2007). Algunos veterinarios han invertido en equipos tales como los medidores de flujo de aire (caudalímetros), vacuómetros digitales o pulsógrafos, mientras que otros interpretan los informes realizados por los técnicos de los equipos de ordeño o de otros veterinarios. Un diseño adecuado del sistema de ordeño mecánico proporcionará una estabilidad de vacío y una compresión efectiva en la punta del pezón adecuada para que la leche salga rápidamente sin causar congestión del pezón. Existen una serie de medidas que se deben realizar para determinar el funcionamiento del equipo de ordeño, como son flujos de aire, pulsación y el nivel de vacío. Los KPI de la máquina de ordeño son: nivel medio de vacío en el colector y fluctuaciones de vacío en el colector (Tabla 6). Los veterinarios se deben asegurar que todos los pulsadores están funcionando correctamente y calibrados para garantizar una correcta duración de la fase de masaje del ciclo de pulsación. Las pruebas del equipo de ordeño deben llevarse a cabo durante el tiempo de ordeño, como parte del programa de mantenimiento programado, cuando se realizan cambios en el sistema de ordeño y siempre que las condiciones indiquen una necesidad en la mejora del rendimiento del ordeño.

Table 6. KPI para los sistemas de ordeño

Fuente	Indicador	Objetivo Sugerido
Máquina de ordeño	Vacío medio en colector	35-42 kPa
	Fluctuación máxima en colector	< 10 kPa
	Flujo medio de leche	2.3 – 4.1 kgs/min
Ordeño	Uso del modo manual de la retirada (cuando los retiradores se usan)	<5% de las vacas ordeñadas
	Fase “D” del ciclo de pulsación	Al menos 150-200 ms
	Tiempo de contacto del predipping	30 segundos antes de secar ^a
	Tiempo Prep-lag (tiempo desde la estimulación a la colocación de unidades)	60 a 120 segundos
	Tiempo de ordeño	3 a 8 minutos (dependiendo de la producción de leche)
	% de pezones con al menos el 75% de cobertura por el baño de pezones	>90%

^aalgunos productos permiten la muerte de las bacterias más rápidamente, se debe seguir las intrucciones del fabricante;

Un mantenimiento constante de buenas prácticas en el ordeño es esencial para el control de la mastitis. Como parte del Plan de Calidad de Leche, los profesionales de la medicina de la producción deben observar la rutina de ordeño y observar que se cumplen las metas o KPI para el ordeño de la tabla 6. Hay que prestar una atención especial a varios procesos dentro del ordeño.

a. *Desinfección de los pezones pre-ordeño*. Los métodos de preparación de los pezones se han estudiado ampliamente (Galton et al., 1984, Galton et al., 1986, Ruegg y Dohoo, 1997). No hay duda de que el método más eficaz para la desinfección de pezones es el baño con un desinfectante efectivo. Un baño con yodo se ha demostrado eficaz para reducir el recuento de mesófilos (SPC) y el recuento de coliformes (CC) en la leche de tanque 5 y 6 veces respectivamente, en comparación con otros métodos de preparación de la ubre (Galton et al., 1986). Un baño pre-ordeño efectivo también contribuye a la mejora de la seguridad alimentaria, se reduce el riesgo de aislamiento de *Listeria monocytogenes* en los filtros de leche casi 4 veces (Hassan et al., 2001). Para que exista una reducción del número de bacterias, el desinfectante debe estar en contacto con la piel del pezón durante un tiempo suficiente como para matar las bacterias adecuadamente. Los baños de pezones deben estar bien formulados, se deben almacenar correctamente en recipientes limpios, deben retirarse completamente una vez transcurrido un tiempo suficiente (por lo general 30 segundos) para su acción.

b. *El examen de los primeros chorros de leche*. El examen de la leche antes de colocar las unidades de ordeño es útil para garantizar que la leche anormal se desvía de la cadena alimentaria humana y para identificar los casos de mastitis clínica precozmente, cuando el único síntoma puede ser solamente la leche anormal. En un despunte adecuado se deben tirar 2-3 chorros de leche, es un método eficaz para estimular la bajada de la leche. Cuando se hace pre-baño y despunte, no hay datos que indiquen que el orden en que se aplican afectan a la Calidad de la Leche (Rodríguez et al, 2005). Los ordeñadores deben usar guantes desechables de nitrilo o de látex para reducir la posible propagación de patógenos causantes de mastitis por las manos contaminadas.

c. *Secado de los pezones.* Un secado efectivo de los pezones es probablemente el paso más importante para garantizar la higiene en la preparación de los pezones. El secado de los pezones se ha demostrado útil para reducir la carga bacteriana de la punta de los pezones de 35,000- 40,000 ufc / ml. a 11,000-14,000 ufc si se secan con toallas de papel (Galton et al. 1986). Se deben usar paño seco o toalla de papel de uso individual para secar los pezones de cada vaca. El uso de una toalla en más de una vaca se ha asociado a una mayor tasa mensual de mastitis clínica (7,8% para los rebaños que se utiliza una toalla / vaca frente a 12,3% para los rebaños que utilizan toallas en más de 1 vaca; (Rodrigues et al., 2005).

d. *Colocación de la unidad de ordeño.* Uno de los objetivos de la rutina de ordeño es colocar la unidad de ordeño en vacas bien estimuladas que han logrado la bajada de la leche, maximizando así el flujo de leche. El período de tiempo entre la estimulación de la vaca y la unidad se refiere a menudo como la tiempo "prep-lag" tiempo. Hay numerosos estudios en el que se determina el momento óptimo de tiempo "prep-lag" (Maroney et al., 2004, Rasmussen et al., 1992). Es bien sabido que la estimulación varía dependiendo de la producción, estado de lactación, intervalo entre ordeños y raza (Bruckmaier, 2005). Históricamente, se ha recomendado un tiempo de preparación de 45 a 90 segundos, no se han observado consecuencias negativas (reducción de la producción de leche) hasta tiempos de preparación que han superado los 3 minutos (Dzidic et al., 2004, Maroney et al., 2004, Rasmussen et al., 1992). Un fracaso en la bajada de la leche a menudo se traducirá en un flujo de leche bi-modal, la colocación de la unidad de ordeño en vacas que no hayan sido estimuladas o la colocación justo después de la estimulación debe desaconsejarse. Parece que los tiempos de preparación de más de 90 segundos, no son perjudiciales, pero antes de este tiempo se debe evitar colocar la unidad (Dzidic et al., 2004, Maroney et al., 2004).

e. *Manejo del post-ordeño.* La desinfección de los post-ordeño fue instaurada inicialmente para reducir la transmisión de patógenos causantes de mastitis contagiosa y la manera en que actúa es matando las bacterias que están presentes en la leche y por tanto presentes en la piel del pezón después del ordeño. Es una práctica muy difundida y es la última defensa de higiene contra la infección después una vez que el ordeño se ha completado. Mientras el uso del baño de pezones es universalmente reconocido como una práctica útil, la aplicación efectiva de pezones es a menudo variable. Para mantener excelentes estándares de higiene y minimizar la mastitis hay que hacer formación continuada a los ordeñadores sobre el Control de la Mastitis, hay que Evaluación de la eficacia de los pezones post-ordeño se realiza mejor cuando los ordeñadores no son conscientes de la evaluación. Cuando se usan baños con color, se pueden mirar los pezones a la salida de las vacas de la sala de ordeño, se deben observar al menos los pezones de 20 a 30 vacas, el objetivo es examinar la cobertura completa (75%) de al menos el 95% de los pezones observados. Las fotografías digitales de los pezones son una excelente herramienta de entrenamiento que se puede utilizar para demostrar que los pezones se han sometido a una adecuada inmersión.

Conclusión

La implementación de los Programas de Mejora de la Calidad de la Leche por parte de los veterinarios es un componente importante dentro de un Programa Global de Medicina de la Producción Lechera. La prevención de la mastitis y la mejora de calidad de la leche son de vital importancia y contribuye a mejorar el bienestar animal, la rentabilidad de las explotaciones y da mejores garantías de que los alimentos se están produciendo de una manera segura y sostenible. Los veterinarios deben buscar la

participación en Programas de formación continuada basados en métodos de investigación que permite avanzar en los conocimientos para controlar la mastitis. Los Programas de Calidad de Leche deben seguir avanzando ya que están existiendo cambios continuamente, cambios en los agentes patógenos, cambios en los equipos de ordeño, cambios en las instalaciones de las vacas y sobre todo están cambiando las expectativas de la sociedad.

Referencias

- Barker, A. R., F. N. Schrick, M. J. Lewis, H. H. Dowlen, S. P. Oliver. 1998. Influence of clinical mastitis during early lactation on reproductive performance of Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 81:1285-1290.
- Bruckmaier, R. M. 2005. Normal and disturbed milk ejection in dairy cows. *Domestic Anim. Endo.* 29:268-273
- Dohoo, I.R., and K.E.Leslie. 1991. Evaluation of changes in somatic cell counts as indicators of new intramammary infections. *Prev. Vet. Med.* 10, 225–237.
- Dzidic, J. Macuhova, and R. M. Bruckmaier. 2004. Effects of Cleaning Duration and Water Temperature on Oxytocin Release and Milk Removal in an Automatic Milking System. *J Dairy Sci*, 87: 4163 - 4169.
- Farnsworth RJ. 1993. Microbiologic examination of bulk tank milk. *Vet Clinics North America, Food Anim.. Pract*, 9:469-474.
- Fetrow, J. 2000. Mastitis: An economic consideration. in *Proceeding 39th Annual Conference National Mastitis Council*, Atlanta GA, Feb 13-16, pp 3-47
- Galton, D. M., L. G. Petersson, W. G. Merrill, D. K. Bandler, and D. E. Shuster. 1984. Effects of premilking udder preparation on bacterial population, sediment, and iodine residue in milk. *J Dairy Sci* 67:2580-2589.
- Galton, D. M., L. G. Petersson, and W. G. Merrill. 1986. Effects of premilking udder preparation practices on bacterial counts in milk and on teats. *J Dairy Sci* 69:260-266.
- Hassan, L., H. O. Mohammed, and P. L. McDonough. 2001. Farm-management and milking practices associated with the presence of *Listeria monocytogenes* in New York state dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 51:63-73.
- Hayes, M. C., R. D. Ralyea, S. C. Murphy, N. R. Carey, J. M. Scarlett, and K. J. Boor. 2001. Identification and Characterization of Elevated Microbial Counts in Bulk Tank Raw Milk
J Dairy Sci 84: 292-298.
- Jayarao, B. M., S. R. Pillai, A. A. Sawant, D. R. Wolfgang and N. V. Hegde. 2004. Guidelines for monitoring bulk tank milk somatic cell and bacterial counts. *J. Dairy Sci.* 87:3561-3573.
- Makovec JA and P.L Ruegg. 2003. Characteristics of milk samples submitted for microbiological examination in Wisconsin from 1994 to 2001. *J Dairy Sci* 86:3466-3472.
- Maroney, M., P.L. Ruegg, F. Tayar, and D. J. Reinemann. 2004. Use of Lactocorder™ to evaluate milking routines. *Proc 43rd Annual Meeting of the National Mastitis Council*, Charlotte, NC, Feb 1-4, pp 341-342.
- Murphy, S. C., and K. J. Boor. 2000. Trouble-shooting sources and causes of high bacteria counts in raw milk. *Dairy Food Environ. Sanit.* 20:606-611.
- NMC, 2007. Procedures for evaluating vacuum levels and air flow in milking systems. Available for purchase online: www.nmconline.org. (Accessed Jan 3, 2011).
- Nash, D. L., G. W. Rogers, J. B. Cooper, G. L. Hargrove, and J. F. Keown. 2002. Relationship among severity and duration of clinical mastitis and sire transmitting

- abilities for somatic cell score, udder type traits, productive life, and protein yield. *J Dairy Sci* 85:1273-1284.
- Oliveira, L. 2009. Characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from clinical and subclinical cases of mastitis. M.S. Thesis. University of Wisconsin, Madison. Dept. of Dairy Science.
- Pantoja, J. C. F., D. J. Reinemann, and P. L. Ruegg. 2009. Associations between Bacterial and Somatic Cell Counts in Raw Bulk Milk. *J Dairy Sci.* 92:4978-4987.
- Pol M, and P. L. Ruegg. 2007. Treatment practices and quantification of antimicrobial usage in conventional and organic dairy farms in Wisconsin. *J Dairy Sci* 90:249-261.
- Rasmussen, M.D., E.S. Frimer, D.M. Galton, and L.G. Petersson. 1992. The influence of premilking teat preparation and attachment delay on milk yield and milking performance. *J Dairy Sci.* 75:2131-2141
- Reinemann D.J., G.A. Mein, D.R. Bray, D. Reidand J.S. Britt, 1999. Troubleshooting high bacteria counts in farm milk. Univ. Wisconsin Coop Ext Pub A3705, Madison WI
- Rhoda, D.A., 2007a. A herd plan for clinical mastitis. in Proceedings CVC West., San Diego, CA. Pp 968-970
- Rhoda, D.A., 2007b. Evaluating mastitis records. in Proceeding. CVC West., San Diego, CA. Pp 971-973
- Rodrigues, A.C.O., and P. L. Ruegg. 2004. Opinions of Wisconsin dairy professionals about milk quality. *Food Protection Trends* 24:1-6.
- Rodrigues, A.C.O., D. Z. Caraviello, and P. L. Ruegg. 2005. Management of Wisconsin Dairy herds enrolled in Milk Quality Teams. *J. Dairy Sci.* 88:2660-2651.
- Rodrigues, A.C.O. and P. L. Ruegg, 2005. Actions and outcomes of Wisconsin dairy herds completing milk quality teams. *J Dairy Sci.* 88:2672-2680.
- Rodrigues, A.C. O., Roma, C. L., T. G. R., Amaral, and P. F. Machado. On-farm Culture and Guided Treatment Protocol. Proc. 48th Ann., Meeting NMC., Charlotte, NC, Jan, 25-28, 2009.
- Ruegg, P.L., and I. R. Dohoo. 1997. 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. *Canadian Veterinary Journal.* Can Vet J 38:632-636.
- Santos, J. E., R. L. Cerri, M. A. Ballou, G. E. Higginbotham, and J. H. Kirk. 2004. Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. *Anim. Repro. Sci.* 80:31-45.
- Schrick, F. N., M. E. Hockett, A. M. Saxton, M. J. Lewis, H. H. Dowlen, S. P. Oliver. 2001. Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. *J. Dairy Sci.* 84: 1407-1412.
- Wenz, J. R., G. M. Barrington, F. B., Garry, R. P. Dinsmore, R. J. Callan. 2001. Use of systemic disease signs to assess disease severity in dairy cows with acute coliform mastitis. *J Am Vet Med Assoc* 218:567-572.
- Wenz, J.R. 2004. Practical monitoring of clinical mastitis treatment programs. Pp 41-46 in. Proc. 43rd Ann. Conf. NMC., Feb 1-4, 2004. Charlotte, NC
- Wilson, D.J, and R. N. Gonzalez. 1997. Evaluation of milk culture, SCC and CMT for screening herd additions. Pp 127-131 in Proceedings of the 36th annual meeting of National Mastitis Council, Albuquerque, NM. NMC Madison WI.