

**Alejandro Ceballos M.**

Ph.D. en Epidemiología
Universidad de la Isla del
Príncipe Eduardo
(Canadá)

M.Sc. mención Salud
Animal
Universidad Austral
de Chile

Médico Veterinario y
Zootecnista
Universidad de Caldas
(Colombia)

Cargo actual:
Profesor adjunto de la
Universidad de la Isla
del Príncipe Eduardo
(Canadá) y la Universidad
de Manitoba (Canadá), y
profesor asociado de Salud
del Hato y Nutrición del
Ganado en la Universidad
de Caldas

alejandro.cebvallos@ucaldas.edu.co
Colombia

Alejandro Ceballos M.

Gestión de la información para el manejo adecuado de la mastitis

Resumen

La mastitis bovina continúa siendo un desafío para los productores de leche y los asesores en salud de la ubre. Pese a los avances que se han logrado en el entendimiento de la patobiología y la epidemiología de la enfermedad, así como en el tratamiento de la misma, la visión parcializada en lugar de un enfoque sistemático del problema hace que muchas veces no se tenga éxito en el logro de las metas propuestas para disminuir el impacto de la mastitis.

El objetivo de esta presentación es describir los aspectos básicos para establecer un programa de prevención y control de la mastitis bovina. Diversos pasos están involucrados en este enfoque sistemático, entre los que se incluyen la definición de objetivos, la ejecución del programa, la toma de las decisiones necesarias, el establecimiento de las

intervenciones y el seguimiento y evaluaciones permanentes del plan establecido. Solamente el abordaje integral del problema de la mastitis bovina conducirá a lograr los objetivos propuestos, los cuales siempre apuntan a tener un negocio lechero cada vez más eficiente y rentable.

Introducción

La mastitis bovina sigue siendo la enfermedad más costosa en la producción de leche, con valores que pueden fluctuar entre 95 y 211 dólares por cada caso, según el patógeno causante del problema (Cha et al., 2011). Las estimaciones resultantes dependen del patógeno, de los casos clínicos que deben ser tratados y de los costos asociados que pueden estar relacionados con el tratamiento *per se* o con las pérdidas de leche. Pese al conocimiento acumulado durante

décadas en cuanto al tratamiento y prevención de mastitis, esta enfermedad continúa siendo un desafío para el médico veterinario y el productor.

El objetivo primario es asegurar la producción de una leche de la más alta calidad a partir de vacas sanas, lo que solamente va a lograrse con el establecimiento de protocolos de tratamiento que reduzcan la duración de las infecciones existentes y la implementación de programas de prevención y control que apunten hacia la disminución del riesgo de contraer nuevas infecciones en las vacas sanas (Noordhuizen & Hogeveen, 2005). Sin embargo, la aproximación al control de la mastitis debe seguir una estrategia sistemática utilizada para investigar el problema, que se basa en visitas planificadas, una visión general del hato y no necesariamente de animales individuales, protocolos de aproximación a las funciones del manejo operacional del hato y la importancia en el uso de información general y específica del mismo para la toma de decisiones (Brand, Noordhuizen, & Schukken, 1996).

En la práctica no se sigue, en la mayoría de los casos, un abordaje sistemático para el análisis de problemas de sanidad mamaria. Al contrario, solamente hay un análisis aislado de factores asociados específicos que pueden estar relacionados con

la mastitis y que dejan de lado la visión integral del problema. Por esta razón, el objetivo de esta presentación es describir una metodología sistemática que permita hacer un análisis integral de la sanidad mamaria, tomar decisiones informadas y basadas en la evidencia que ofrece la revisión exhaustiva de los registros, y dejar claro que todo programa de salud de la ubre debe ser evaluado en el tiempo con miras a redefinir los objetivos del programa, siempre que sea necesario.

Enfoque sistemático a la salud de la ubre

El protocolo de aproximación a los problemas de salud y producción de hatos, incluyendo el abordaje de la salud de la ubre, consiste en cuatro pasos (Brand et al., 1996):

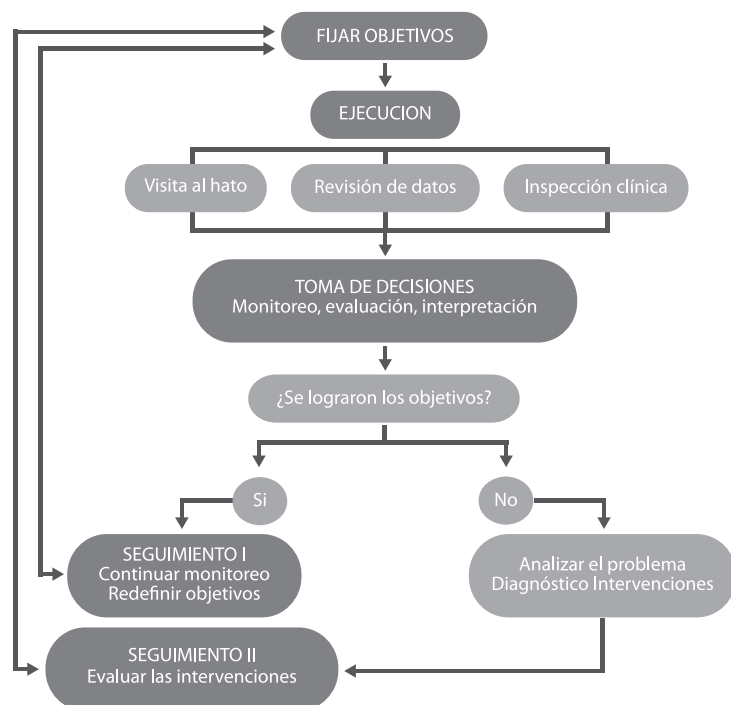


Figura 1.

Protocolo para el abordaje de problemas de salud y producción en rebaños (Adaptado de: Brand et al., 1996).

1. Definición de objetivos.
2. Ejecución de las actividades.
3. Toma de decisiones.
4. Evaluación y seguimiento (Figura 1).

Los objetivos son la base estructural del manejo en una lechería. Estos deben traducirse posteriormente en objetivos específicos para ser alcanzados en un periodo de tiempo definido, como por ejemplo disminuir el recuento de células somáticas del tanque en un 25% en un lapso de seis meses. El uso de diversas herramientas en el proceso de ejecución permitirá el logro de los objetivos propuestos, la toma de las decisiones necesarias basadas en el análisis de información posibilitará detectar cambios en el proceso y, finalmente, el seguimiento realizado en las visitas rutinarias programadas le dará argumentos al productor para continuar o reformular los objetivos sanitarios del hato. Este protocolo es entonces factible de adaptarse al abordaje de los problemas de salud de la ubre, con el cual pueden tomarse las decisiones necesarias, después del análisis continuo y sistemático de la información relacionada.

En este contexto, el entendimiento del problema de salud de la ubre se puede

hacer desde una perspectiva de sistemas que involucra diferentes pasos o etapas en el proceso, que a su vez tiene varios componentes o unidades (Noordhuizen & Hogeveen, 2005). Los componentes del sistema en salud de ubre pueden estar representados por los factores de manejo, la interacción entre las vacas (ejemplos: tasa de contacto, eficiencia de transmisión de las infecciones, patogenicidad), las condiciones ambientales como un todo y las mediciones de los índices usados para evaluar el estado sanitario. Lo anterior formaría parte de las actividades dentro del componente de ejecución (Figura 1) (Noordhuizen & Hogeveen, 2005).

Pese a tener diseñados diferentes modelos de aproximación a la sanidad mamaria, los asesores muchas veces están centrados en analizar una parte del sistema y no en el análisis integral y en la planificación de las actividades que se deriven del análisis inicial. Por ejemplo, es común el examen y posterior tratamiento de las mastitis clínicas incluyendo el análisis de las instalaciones como factor que contribuye a las infecciones intramamarias (IIM), si se trata de mastitis ambientales. Otros asesores pueden estar centrados en el manejo del hato como factor asociado con mastitis. En otras palabras, no es raro encontrar una aproximación aleatoria y

separada del problema en lugar de un abordaje sistemático (Noordhuizen & Hogeveen, 2005).

La estrategia de investigación para abordar problemas de sanidad mamaria está basada en la inclusión de diversos puntos (Brand et al., 1996; Ruegg, 2003):

1. Verificación del alcance y tipo de mastitis.
2. Definición de lo que significa un caso clínico y subclínico.
3. Evaluación de los datos y la información disponible (ejemplos: análisis del recuento celular del tanque, dinámica individual de células somáticas, casos clínicos, recuento de bacterias).
4. Inspección clínica.
5. Realización de análisis de laboratorio complementarios.
6. Identificación de los factores de riesgo para las infecciones.
7. Formulación y planificación de las medidas a tomar.
8. Seguimiento.

Por lo anterior, en la mayoría de los casos la toma de decisiones en cuanto al manejo de la sanidad

mamaria no puede hacerse en forma objetiva mientras no se haya efectuado un análisis integral de la información disponible, especialmente de los índices primarios y secundarios en todo programa de sanidad mamaria (Tabla 1), que serán posteriormente la base para tomar decisiones y establecer el plan a seguir.

El análisis de la dinámica del recuento de células somáticas (RCS), bien sea analizadas mediante un recuento automatizado o mediante el California Mastitis Test (CMT) es la base para determinar los índices secundarios (Dohoo, 2001; Dohoo & Leslie, 1991; Rhoda & Pantoja, 2012;

Schukken, Wilson, Welcome, Garrison-Tikofsky, & Gonzalez, 2003). Por su parte, el productor y los operarios son los responsables de la identificación inicial y del registro de los casos clínicos de mastitis, que serán la base para la determinación de los índices primarios.

Índices primarios

• Mastitis clínica

La base para determinar los casos de mastitis clínica será el monitoreo permanente de las vacas durante el momento del ordeño, por lo tanto, el despunte o el descarte de los primeros chorros de leche en preparación para el ordeño es definitivo para identificar tempranamente los casos de mastitis. El registro de los mismos y el subsecuente tratamiento deben ser registrados. Sin embargo, las diferencias entre hatos para registrar estos casos y la subjetividad en la observación y definiciones de los casos de mastitis, pueden hacer de la estimación de la incidencia una medida altamente variable (Ruegg, 2003).

La determinación de la incidencia de mastitis requiere conocer el número de casos nuevos y el número de vacas

Tabla 1.

Índices primarios y secundarios y metas para la evaluación y seguimiento de programas de sanidad mamaria (Adaptado de: Brand et al., 1996; Ruegg, 2012; Rhoda & Pantoja, 2012).

Índices primarios	Meta	Índices secundarios	Meta
Recuento celular en el tanque	< 250.000	Vacas con menos de 200.000 células por mililitro	> 80%
Incidencia de mastitis clínica	< 25 casos / 100 vacas por año	Riesgo de nuevas infecciones	< 10%
Casos de mastitis por vaca afectada	< 1,4	Riesgo de curación	> 50%
Descartes por mastitis	< 5 % del total de vacas en el hato	Contribucion de las vacas con mayor RCS al recuento del tanque	

Tabla 2.

Número de casos de mastitis durante una lactancia de 10 meses.

Vaca	No. partos	Casos de mastitis (mes de lactancia)						Cultivo	Tiempos a riesgo
		0	2	4	6	8	10		
1	6		Mastitis			Mastitis	Mastitis	Hongos	2
2	3				Venta			-	4
3	6	Mastitis			Mastitis	Mastitis	Mastitis	SAU	0
4	2							-	10
5	1			Mastitis		Mastitis	Mastitis	SAG	4
								Total	20

SAU = *Staphylococcus aureus*
 SAG = *Streptococcus agalactiae*

en riesgo en un determinado periodo de tiempo. En la Tabla 2 puede verse un ejemplo de la forma correcta de calcular la incidencia de mastitis.

La unidad animal-tiempo a riesgo, medido en días, semanas, meses, años o la unidad de tiempo seleccionada por el evaluador, corresponde al periodo durante el cual el animal está expuesto o está en riesgo de desarrollar la enfermedad (Dohoo, Martin, & Stryhn, 2009), una vez que se declara la positividad, el riesgo finaliza y se contabiliza el tiempo que ha transcurrido desde el inicio de la observación hasta que ocurre el evento de interés. Para el ejemplo descrito en la Tabla 2, se presentan solamente dos casos nuevos de mastitis, considerando únicamente primeros casos y no mastitis recurrentes o crónicas. La incidencia de mastitis es 2 (número de casos nuevos de mastitis) por cada 20 vaca-meses a riesgo (suma del tiempo a riesgo de las cinco vacas que estuvieron expuestas o en riesgo de tener mastitis), lo que equivale a 0,1 casos/vaca-mes a riesgo o un caso por vaca-lactancia a riesgo (asumiendo que la duración de la lactancia son 10 meses). Este valor está por encima de la meta sugerida en la Tabla 1, ya que trasladar 0,1 casos/vaca-mes a riesgo correspondería a 120

casos/100 vacas-año a riesgo, lo que es mayor a un objetivo de 25 casos/100 vacas-año a riesgo.

El cálculo de la incidencia de una enfermedad puede tener variantes dependiendo de cómo el asesor haya fijado los parámetros de evaluación. Puede ser que solamente se consideren primeros casos, pero hay enfermedades que solamente ocurrirán una vez (por ejemplo los tumores), o que se consideren todas las ocurrencias en un mismo animal (Dohoo et al., 2009). En este último caso debe definirse cuál es el periodo que debe transcurrir entre un caso inicial y el siguiente para que pueda ser considerado como un caso nuevo. En mastitis usualmente se deben dejar transcurrir como mínimo dos semanas (14 días) antes de declarar un nuevo caso de mastitis, siempre que se considere como criterio de curación la remisión de los signos clínicos o la cura bacteriológica, para lo cual es necesario un cultivo negativo realizado una semana después de finalizar el tratamiento. Si el criterio de curación es establecido mediante el recuento celular somático o el CMT, deben tenerse como mínimo dos recuentos negativos realizados con una diferencia de un mes entre uno y otro, y que hayan transcurrido dos semanas mínimo entre el caso y el primer análisis.

En el registro en la Tabla 2, se observa que hay tres vacas con mastitis crónica y los cultivos están indicando la presencia de hongos y bacterias contagiosas; además, dos de las vacas con mastitis crónica tienen más de cuatro partos, lo que dificulta la posibilidad de éxito en el tratamiento, especialmente tratándose de una infección por *Staphylococcus aureus* (Barkema, Schukken & Zadoks, 2006), como la que presenta la vaca 3. En el caso de la vaca 1, la infección producida por hongos no tiene posibilidad de tratamiento, en consecuencia la opción es secar el cuarto si se trata de una vaca de alto mérito genético o el descarte de la vaca por causa de la mastitis.

En el análisis de la información deben considerarse factores como la edad de la vaca y su estado reproductivo, dada la relación que hay entre mastitis y fertilidad. Por lo anterior, la recomendación es secar los cuartos infectados de las vacas 1 y 3, y evaluar la posibilidad de descarte al finalizar la lactancia, si su estado reproductivo no es el esperado.

La vaca 5 tiene solamente un parto y una infección crónica por *Streptococcus agalactiae*. En este caso debe analizarse si la cronicidad de la condición es debida a tratamientos mal instaurados o al hecho de no

haberse intentado un tratamiento previo porque se esperaba posiblemente una curación espontánea. Tratándose de una vaca de primer parto, con una infección por un patógeno que responde fácilmente al tratamiento con penicilina (Keefe, 2012; Keefe, 1997), puede intentar el tratamiento del cuarto o los cuartos afectados. Este patógeno es altamente contagioso y con una baja tasa de autocuración (Keefe, 1997), por lo tanto el tratamiento está recomendado para disminuir el riesgo de contagio entre vacas al momento del ordeño. Sin embargo, la recomendación más acertada para la prevención de las infecciones causadas por *Strep. agalactiae* es la desinfección post-ordeño y el tratamiento al secado de la vaca (Keefe, 2012).

Claramente también puede observarse que el número de casos por vaca supera la meta propuesta de menos de 1,4 casos/vaca/lactancia (Tabla 1). En este caso particular deben revisarse los protocolos de tratamiento y la política de descarte de las vacas, con el objeto de evitar la cronicidad y acortar la duración de los casos clínicos, ya que las vacas con mastitis crónica ponen en riesgo de infección las demás vacas del hato.

La determinación más utilizada para establecer los índices secundarios es el RCS en forma individual, lo que puede obtenerse a través de un análisis automatizado o mediante la realización del CMT. Una herramienta valiosa para la toma de decisiones, y el seguimiento permanente del progreso y evolución de los programas de sanidad mamaria, es inscribir el hato en un programa de control lechero. Esta herramienta permite el monitoreo de la producción lechera y el programa de salud de ubre, y el seguimiento en forma indirecta del balance nutricional.

Índices secundarios

- **Recuento de células somáticas**

La determinación del RCS es la forma más común de poder detectar cambios en la leche debido a alteraciones inflamatorias. Mientras más elevado es el recuento más severa es la inflamación (NMC, 2013; Schukken et al., 2003). Así, el RCS es útil para clasificar las vacas como infectadas o no infectadas. No obstante, el patógeno que produce la infección puede causar modificaciones en el RCS y afectar la habilidad de la prueba para clasificar las vacas

(De Haas, Veerkamp, Barkema, Grohn & Schukken, 2004; Dohoo & Leslie, 1991). Esta herramienta requiere, entonces, la fijación de puntos de corte o umbrales que permitan predecir la presencia o ausencia de la infección al nivel del cuarto o de la vaca. De otra parte, los valores obtenidos del tanque de frío, o del promedio de un grupo de vacas, pueden usarse para identificar los hatos que requieren una intervención regulatoria o voluntaria para hacer ajustes en el programa de sanidad mamaria.

La información entregada por el RCS puede emplearse para estimar la prevalencia de las IIM dentro de grupos de vacas, el número o la proporción de vacas que están por encima de un punto de corte establecido (Tabla 1) y los índices secundarios previamente descritos (Tabla 1) (Brand et al., 1996; Dohoo, 2001; Rhoda & Pantoja, 2012). Asimismo, el RCS puede ser utilizado para seleccionar vacas para cultivo microbiológico (Schepers, Lam, Schukken, Wilmink & Hanekamp, 1997), decidir tratamientos al secado, segregar vacas con alto RCS y, potencialmente, elegir vacas para el descarte. Por esta razón, es importante tener un umbral a partir del cual se decida la presencia o ausencia de las IIM. El umbral se ha establecido en 200.000 células por mililitro, valor que ofrece la mayor sensibilidad y especificidad

Tabla 3.

 Evolución mensual del recuento de células somáticas (RCS en células μ / L) en 10 vacas.

Vaca	No. partos	Producción leche (kg/d)	RCS (mensual)						Cultivo	Interpretación
			1	2	3	4	5	6		
1	6	18	100	80	35	50	180	160	-	Sana
2	3	25	380	290	1000	500	120	250	SAU	Crónica
3	2	20	80	10	35	20	25	40	-	Sana
4	2	30	100	120	60	100	190	180	-	Sana
5	1	20	40	280	100	30	75	90	SCN	Nueva Infección, mes 2
6	1	22	25	35	50	50	75	60	-	Sana
7	3	18	1.000	1.200	800	950	800	720	SAG	Crónica
8	2	20	85	100	35	20	55	65	-	Sana
9	4	15	1.100	750	860	950	2.500	740	SAG	Crónica
10	1	18	40	70	100	30	65	90	-	Sana

SAU = *Staphylococcus aureus*
 SAG = *Streptococcus agalactiae*
 SCN = *Staphylococcus Coagulasa Negativa*

diagnóstica (Brand et al., 1996; Dohoo & Leslie, 1991; Dohoo, Meek, Martin & Barnum, 1981; Schukken et al., 2003).

Al igual que en el análisis hecho de los índices primarios, considérese el caso descrito en la Tabla 3 que contiene la información mensual de 10 vacas con respecto a su RCS.

Con la información obtenida en este cuadro, en seis meses de recolección de datos, se pueden obtener los índices secundarios para cada mes empezando en el mes 2 y, así, hacer un análisis de la dinámica del RCS en el hato. Lo importante es considerar las definiciones de riesgo de nuevas infecciones, prevalencia de infecciones crónicas y riesgo de curaciones, con el objetivo de

calcular los índices descritos en la Tabla 1.

Para el mes 6 se tiene un 70% (7/10) de vacas con un RCS menor a 200.000 células por mililitro, valor inferior a la meta de tener más del 80% de las vacas con un recuento inferior al umbral seleccionado.

Por otra parte, las vacas que de un mes a otro presentan una elevación del RCS corresponderían a los casos nuevos, mientras que las vacas crónicas son aquellas que en dos meses consecutivos muestran valores para el RCS superiores a 200.000 células por mililitro. En el caso de la obtención del riesgo de nuevas infecciones, este cociente se calcula con el número de nuevas infecciones en el numerador con el número

de vacas en riesgo de infectarse en el mes inmediatamente anterior en el denominador. Para el ejemplo, el riesgo de nuevas infecciones para el mes 2 sería 1/7 que corresponde a un riesgo de 14,3%.

La prevalencia de infecciones crónicas para el mismo mes, se obtiene dividiendo el número de vacas con infecciones crónicas por el número de vacas analizadas en el mes 2, cifra que corresponde a 3/10 o 30%.

El riesgo de curación para el mes 2 se obtiene dividiendo el número de vacas que teniendo un RCS elevado en el mes 1, redujeron este valor a menos de 200.000 células por mililitro en el mes 2 por el número total de vacas que estaban infectadas

en el mes 1. En este caso el riesgo de curación es 0, ya que no hay vacas infectadas en el mes 1 que hayan disminuido su RCS para el mes 2.

Como se observa en este ejemplo, hay una alta prevalencia de infecciones crónicas acompañada de un riesgo moderado para nuevas infecciones. El riesgo de curación es 0, lo que significa que es altamente probable que las infecciones nuevas se transformen en crónicas. Cabe señalar que la prevalencia (número de casos presentes en el hato) de infección intramamaria es una función de la incidencia (nuevos casos) multiplicado por la duración de las infecciones (Brand et al., 1996). Esto significa que, con las condiciones indicadas, en el ejemplo es de esperar que se mantenga un alto nivel de infección en estas vacas.

Un problema al que debe buscársele pronta solución es al de las infecciones causadas por *Strep. agalactiae*. Dos de las vacas infectadas (7 y 9) fueron positivas para esta bacteria, presentan mastitis crónica y tienen un elevado RCS que hace que contribuyan significativamente a elevar el RCS en el tanque de enfriamiento. Además, como una de las características propias de esta bacteria es la baja posibilidad de autocuración del animal infectado por ella,

hay un alto riesgo de perpetuar la infección en el hato, lo que producirá más vacas infectadas en la medida que son más expuestas por el aumento del número de ordeños con el avance de la lactancia.

Bajo estas condiciones, en el hato del ejemplo se debe revisar en profundidad la rutina y los procedimientos de ordeño, para implementar medidas de intervención en estos aspectos, ya que las infecciones por *Strep. agalactiae* y *Staph. aureus* ocurren de vaca a vaca en este momento. Son esencialmente importantes el uso de guantes para manipular las ubres, la desinfección de pezones posterior al ordeño, la identificación y la segregación de las vacas infectadas, el tratamiento de las vacas al secado y el descarte de las vacas crónicas una vez sean analizados otros aspectos de la vida productiva del animal (Brand et al., 1996; Dufour, Frechette, Barkema, Mussell & Scholl, 2011; G. Keefe, 2012).

Las medidas de control que se implementen no solamente están encaminadas a introducir cambios en la rutina y los procedimientos de ordeño, porque hay otros patógenos que requieren análisis diferentes y el establecimiento de planes ajustados a los patrones de infección propios de ellos. Por ejemplo, las infecciones causadas por patógenos

oportunistas o ambientales requieren que se haga un detallado análisis de las condiciones del ambiente en el cual se encuentran las vacas y la identificación de los factores de riesgo asociados con este tipo de mastitis. La humedad, el barro, la materia fecal, los caminos, la calidad del agua, la nutrición y la limpieza general de la ubre y otras zonas anatómicas, entre otros factores, son particularmente importantes en la evaluación del riesgo para mastitis ambientales.

El análisis de los datos conduce a la toma de decisiones y al establecimiento de medidas para prevenir y controlar la mastitis. Unido a ello es importante también definir claramente los aspectos económicos del problema, con el objetivo de comparar la inversión del establecimiento de las medidas de control y las pérdidas de dinero ocasionadas por la mastitis o la elevación del RCS producto de las infecciones subclínicas.

Seguimiento del programa

Finalmente, pero no menos importante, es el seguimiento del progreso que se tiene en el programa de control de la mastitis. Este seguimiento permitirá evaluar las intervenciones y los cambios que se hayan introducido en el

manejo de la salud de la ubre. Los mismos índices que fueron usados para establecer la necesidad de introducir cambios en el programa de salud de la ubre son los que pueden usarse para hacer el seguimiento del mismo.

Este seguimiento se hace a través de las visitas que se programan con regularidad, en las que también se hace la recolección de nuevos datos e información para analizar. Al iniciar el programa, se tendrá un impacto sustancial sobre las nuevas infecciones, pese a ello la prevalencia disminuirá más lentamente (Brand et al., 1996), por lo que es necesario evaluar cuidadosamente los índices disponibles para definir el grado de progreso del programa. Es de particular importancia la evaluación de la incidencia de mastitis y el patrón del RCS.

Conclusiones

La salud de la ubre se mantiene dentro de un delicado equilibrio entre los diversos factores que intervienen como son el medioambiente, el agente causal y el huésped. Lo anterior significa que el abordaje de un problema de mastitis debe hacerse desde una visión integral del sistema de producción y no enfocándose en aspectos específicos aislados entre sí.

La visión integral de la sanidad mamaria requiere no solo de la exploración clínica de los casos y la evaluación de las condiciones de hato, sino también el análisis de la información disponible que, en la mayoría de los casos, ha sido recolectada por el propietario del predio o por los operarios que están en contacto permanente con las vacas. La aplicación de conceptos básicos de epidemiología así como la determinación de algunos índices serán determinantes para tomar decisiones y establecer las intervenciones necesarias con miras a prevenir y controlar la mastitis.

Una parte esencial del manejo de la salud de la ubre, al abordarlo con un enfoque sistemático, es la evaluación y el seguimiento del mismo. La recolección y el análisis de los datos, con el objetivo de evaluar el progreso del programa, pueden hacerse de una manera similar al levantamiento de la información de base. Así será posible el cálculo y la obtención de los mismos índices. No obstante, es el cambio en estos últimos lo que determinará el progreso y el grado de avance alcanzado, una vez las intervenciones se hayan puesto en marcha.

Referencias

Barkema, H.W., Schukken, Y.H. & Zadoks, R.N. (2006). Invited Review: The

role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine *Staphylococcus aureus* mastitis. *Journal of Dairy Science*, 89 (6), 1877-1895. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72256-1

Brand, A., Noordhuizen, J.P.T.M. & Schukken, Y.H. (1996). *Herd Health and Production Management in Dairy Practice*. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Pers.

Cha, E., Bar, D., Hertl, J.A., Tauer, L.W., Bennett, G., Gonzalez, R. N., Schukken, Y.H., Welcome, F.L. & Grohn, Y.T. (2011). The cost and management of different types of clinical mastitis in dairy cows estimated by dynamic programming. *Journal of Dairy Science*, 94 (9), 4476-4487. doi: 10.3168/jds.2010-4123

De Haas, Y., Veerkamp, R.F., Barkema, H.W., Grohn, Y.T. & Schukken, Y.H. (2004). Associations between pathogen-specific cases of clinical mastitis and somatic cell count patterns. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 95-105. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73146-X

Dohoo, I.R. (2001). *Setting SCC cutpoints for cow and herd interpretation*. Ponencia presentada en the 40th Annual Meeting of the National Mastitis Council, Reno, NV, USA.

Dohoo, I.R., Martin, W. & Stryhn, H. (2009). *Veterinary Epidemiologic Research* (2nd ed.). Charlottetown: AVC Inc.

Dohoo, I.R., Meek, A.H., Martin, S.W. & Barnum, D.A. (1981). Use of total and differential somatic cell counts from composite milk samples to detect mastitis

in individual cows. *Can J Comp Med*, 45 (1), 8-14.

Dohoo, I.R. & Leslie, K.E. (1991). Evaluation of changes in somatic cell counts as indicators of new intramammary infections. *Prev Vet Med*, 10, 225-237.

Dufour, S., Frechette, A., Barkema, H.W., Mussell, A. & Scholl, D.T. (2011). Invited review: Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *Journal of Dairy Science*, 94 (2), 563-579. doi: 10.3168/jds.2010-3715

Keefe, G. (2012). Update on control of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* for management of mastitis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 28 (2), 203-216. doi: 10.1016/j.cvfa.2012.03.010

Keefe, G.P. (1997). *Streptococcus agalactiae* mastitis: A review. *Can Vet J*, 38 (7), 429-437.

NMC (2013). What is the difference between clinical and subclinical mastitis? *The Dairyman*. Recuperado de: <https://nmconline.org/trans/elLecheroClinicalSubcl.pdf>

Noordhuizen, J.P.T.M. & Hogeveen, H. (2005). The systems approach to udder health control. In H. Hogeveen (Ed.), *Mastitis in Dairy Production* (pp. 744). Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

Rhoda, D.A. & Pantoja, J.C. (2012). Using mastitis records and somatic cell count data. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 28 (2), 347-361. doi: 10.1016/j.cvfa.2012.03.012

Ruegg, P.L. (2003). Investigation of mastitis problems on farms. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 19 (1), 47-73.

Schepers, A.J., Lam, T.J., Schukken, Y.H., Wilmink, J.B. & Hanekamp, W.J. (1997). Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. *Journal of Dairy Science*, 80 (8), 1833-1840. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76118-6

Schukken, Y.H., Wilson, D.J., Welcome, F., Garrison-Tikofsky, L. & Gonzalez, R.N. (2003). Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Vet Res*, 34 (5), 579-596. doi: 10.1051/vetres:2003028 ■