

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Trabajo final presentado para optar por el grado de Médico Veterinario

Modalidad: MONOGRAFIA

SALUD MAMARIA: BUENAS PRÁCTICAS Y MONITOREO

Nombre del estudiante: Juárez Bellavilla, Lourdes

DNI: 35.869.260

Director: Vissio, Claudina

Co-director: Larriestra, Alejandro

Río Cuarto – Córdoba

Diciembre 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO FACULTAD DE AGRONOMÍA Y
VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Salud mamaria: buenas prácticas y monitoreo.

Autor: Juarez Bellavilla Lourdes.

DNI: 35.869.260.

Director: Vissio Claudina

Co-Director: Larriestra Alejandro.

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pública y a todos los que día a día la hacen posible.

RESUMEN

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria que se produce como respuesta a la agresión por parte de microorganismos, principalmente bacterias. Esta enfermedad es una de las más importantes en los rodeos lecheros a nivel mundial, ya que genera pérdidas a nivel productivo, debidas a los cambios que provoca en la cantidad y calidad de la leche producida. Las mastitis se pueden clasificar según la bacteria actuante en contagiosas y ambientales. También se puede denominar clínica, subclínica y crónica según el curso y la sintomatología.

Hay diversos factores de riesgo que intervienen en la presentación de la mastitis relacionados con las características individuales de la vaca y con los componentes ambientales y de manejo. En todos los establecimientos siempre hay cierto grado de mastitis, no es una enfermedad que pueda erradicarse, pero si puede mantenerse controlada a un nivel aceptable productiva y económicamente. Para esto existen programas de control de la salud mamaria en los que se describen algunas buenas prácticas que se deben tener en cuenta sobre el manejo de los animales para disminuir la incidencia de la enfermedad. Algunos ejemplos pueden ser: realizar una correcta rutina de ordeño, chequear regularmente la máquina de ordeñar, desinfectar los pezones pos-ordeño, mantener limpio y seco el ambiente donde se encuentran los animales, realizar tratamientos de las mastitis clínicas y tratamiento al secado, entre otros.

Al momento de decidir qué medidas tomar para controlar la mastitis en un rodeo, se debe tener en cuenta los costos. El costo total (C) de la enfermedad está determinado por las pérdidas ocasionadas por la misma (P) y las erogaciones debidas al control y prevención (E), es decir que $C=P+E$. Entre estos factores existe una relación de sustitución, si aumenta uno disminuye el otro, pero esa relación no es lineal. Diversos trabajos coinciden en que la mastitis subclínica (MSC) se destaca como el componente principal dentro del costo total de la enfermedad. Este tipo de mastitis es de difícil diagnóstico, ya que no presenta cambios macroscópicos en la leche ni en el cuarto afectado y solo se puede detectar mediante el recuento de células somáticas (RCS). A diferencia de la MSC, la mastitis clínica (MC) se puede detectar fácilmente por cambios en la leche, como grumos o alteraciones del color, y también por cambios en la glándula mamaria.

AVACO (www.avaco.ayv.unrc.edu.ar) es un sistema informático que permite describir la dinámica de la mastitis clínica (MC) y subclínica (MSC) en el tambo valorando de forma simultánea sus consecuencias económicas. Las estimaciones y cálculos realizados por AVACO se basan en publicaciones científicas revisada por pares (Vissio, 2015). Dado que colecta datos de las prácticas de manejo, también permite hacer estimaciones del beneficio de las acciones de control y prevención. Esta herramienta puede ser utilizada por dos tipos de

usuario: asesores veterinarios e instituciones (entidades de control lechero). A partir de la información provista por los usuarios el sistema podrá brindar estadísticas regionales del impacto productivo-económico de la mastitis dado que permite:

- Calcular la frecuencia de la mastitis clínica y subclínica, y su variación de acuerdo a los días en lactación y paridad.
- Estimar el costo total de la mastitis en el día, considerando las pérdidas productivas y las erogaciones por el control.

Se analizaron datos provenientes de controles lecheros mensuales realizados durante el año 2015 en 142 tambos de la provincia de Córdoba y Santa Fe para obtener información acerca de la prevalencia e incidencia de mastitis subclínica y la proporción de vacas crónicas. Los resultados mostraron que el promedio anual de casos de MSC fue 37,9%, el promedio anual de incidencia y de vacas crónicas fue 25% y 24% respectivamente.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	III
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
MATERIALES Y MÉTODOS	3
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
A. Revisión bibliográfica	5
Salud mamaria	5
Factores de riesgo asociados a mastitis	9
Buenas prácticas.....	14
Monitoreo.....	18
Impacto económico	20
B. Estudio de la dinámica de la mastitis subclínica	27
Indicadores de MSC.....	28
Impacto económico	35
CONCLUSION.....	38
BIBLIOGRAFÍA	39

INTRODUCCIÓN

En el año 2016 la producción de leche en el país fue de 9395 millones de litros. El consumo por habitante por año para el mismo año fue de 201 litros (OCLA, <http://www.ocla.org.ar/>). Si bien la producción y el consumo han disminuido en relación con años anteriores, los esfuerzos de los productores se conducen cada vez más a la obtención de leche cruda de mejor calidad composicional e higiénico-sanitaria. Es por esto que se priorizan para el pago de bonificaciones los bajos recuentos microbianos totales y de células somáticas, como así también un adecuado contenido proteico y graso, a fin de garantizar un buen rendimiento industrial de la materia prima y una larga vida útil del lácteo elaborado sin alterar su valor nutritivo.

La glándula mamaria de las vacas lecheras es considerada el elemento más importante dentro de las empresas productoras de leche, y es por ello que los cuidados que se le brindan se correlacionan con la producción y la salud mamaria. El mantenimiento del buen estado sanitario de los rodeos lecheros cumple un rol fundamental como determinante de la calidad láctea y en este sentido el control de la mastitis es muy importante ya que esta enfermedad representa grandes pérdidas para los tambos a nivel mundial. Estas pérdidas son debidas a una menor producción de leche y las erogaciones en prácticas de control y prevención. En este sentido, son varios los factores a tener en cuenta para estimar el costo de la mastitis en los rodeos: disminución en la producción y duración de la lactancia, menor producción de proteína, grasa y lactosa, pérdidas de funcionalidad de cuartos mamarios, gastos en tratamientos, no cobro de bonificaciones o descuentos por castigos comerciales por elevados recuentos de células somáticas (RCS) en el leche de tanque, entre otros. Actualmente, las leches con altos RCS están siendo penalizadas por la industria láctea porque afectan el agradable sabor, aroma, la vida útil de los productos elaborados y ocasiona un menor rendimiento industrial.

Las exigencias del mercado que quiere consumir leche y lácteos de excelente calidad y los altos niveles de producción obligan al productor a implementar planes para la prevención y control de la mastitis bovina. El mismo debe ser monitoreado y evaluado en términos de costo-efectividad, estimando los niveles de salud mamaria y considerando el beneficio neto, comparando la erogación adicional y las pérdidas evitadas cuando se aplica una o más medidas de control.

OBJETIVOS

Generales

- Recopilar información referida a los puntos básicos del control de mastitis en rodeos lecheros.
- Describir la dinámica de las mastitis subclínicas mediante el análisis de la información del RCS provista por el control lechero.

Específicos

A. Revisión bibliográfica

- Describir y ejemplificar la importancia del concepto de salud mamaria.
- Describir los factores que influyen en la presentación de la mastitis clínica y subclínica.
- Analizar los métodos de monitoreo de la eficacia de las buenas prácticas.
- Describir el impacto económico de la enfermedad a nivel del tambo.

B. Estudio de la dinámica de las mastitis subclínicas y evaluación del impacto económico.

- Evaluar la funcionalidad de un programa informático, AVACO, como herramienta para promover las buenas prácticas de control de mastitis en los tambos.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. Revisión bibliográfica

Previamente a la búsqueda bibliográfica se plantearon los siguientes ejes temáticos relacionados a mastitis: concepto de salud mamaria, factores de riesgo asociados a mastitis clínica y subclínica, buenas prácticas de control de mastitis en los tambos e impacto económico de la enfermedad.

Sobre la base de estos aspectos se recopilaron libros, reportes e investigaciones científicas lo más actuales posibles en español e inglés. A los mismos se tuvo acceso a partir de las bibliotecas digitales (www.biblioteca.mincyt.gob.ar), revistas científicas de acceso gratuito (Archivos de Medicina Veterinaria) y con suscripción (Journal of Dairy Science) y sitios web de prestigio relacionados a la lechería (National Mastitis Council). Luego de la lectura crítica de los mismos se cotejó y organizó la información según los ejes temáticos planteados.

B. Estudio de la dinámica de la mastitis subclínica

AVACO fue la herramienta utilizada para analizar la información del recuento de células somáticas (RCS) obtenido a partir de la realización del control lechero en 142 tambos de 5 zonas de la provincia de Córdoba, correspondientes a los departamentos de San Martín, San Justo, Colón, Río Segundo y Roque Sáenz Peña, y el departamento San Cristóbal de la provincia de Santa Fe.

Se utilizó un valor de 200.000 cél./mL como umbral para definir mastitis subclínica. Los indicadores de enfermedad evaluados fueron: prevalencia, incidencia y proporción de vacas crónicas a mastitis subclínica (MSC). La prevalencia fue considerada como la proporción de vacas con $RCS \geq 200.000$ cél/mL del conjunto de vacas analizadas en cada control lechero. La incidencia se consideró como los casos nuevos de mastitis subclínica en cada mes. La proporción de crónicas fue considerada como el porcentaje de vacas con mastitis subclínica en dos controles lecheros consecutivos en relación al total de vacas.

El impacto económico de la enfermedad fue evaluado considerando la pérdida productiva en litros de leche y valorando monetariamente esa pérdida considerando el precio promedio pagado al productor por la industria (\$/lt) reportado por Ministerio de Agroindustria (www.agroindustria.gob.ar) durante el año 2015.

PRECIO PROMEDIO AL PRODUCTOR INFORMADO POR LA INDUSTRIA (\$/LITRO)												
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2015	\$ 3,17	\$ 3,25	\$ 3,23	\$ 3,28	\$ 3,26	\$ 3,19	\$ 3,07	\$ 2,84	\$ 2,68	\$ 2,68	\$ 2,60	\$ 2,58
Fuente: Subsecretaría de Lechería - Ministerio de Agroindustria												
estadisticaslecheria@magyp.gob.ar												

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Revisión bibliográfica

Salud mamaria

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria, responsable del daño en el órgano. Las causas pueden ser diversas: traumatismos o lesiones en la ubre, irritaciones, o infecciones causadas por levaduras, micoplasmas, hongos, algunos virus y bacterias (Bramley, 2003).

La causa más común de mastitis son los microorganismos, y especialmente las bacterias. Dichos agentes infecciosos ingresan a la ubre a través del canal del pezón y desencadenan una compleja interacción entre diferentes tipos de células y sus productos que reducen o anulan al agente extraño o bien culminan con la muerte del animal (Porporatto & Morgante, 2014). Es decir que el propósito de la respuesta inflamatoria es destruir o neutralizar el agente infeccioso o sus toxinas, para que la glándula retome su función normal (Bramley, 2003). Sin embargo, la cura de un cuarto previamente infectado puede ser lenta, y la inflamación puede persistir por un tiempo después de que los microorganismos causantes hayan sido eliminados (Bramley, 2003).

Las bacterias pueden producir mastitis de manera clínica, subclínica o crónica. La forma clínica produce una sintomatología visible en la leche y/o ubre, como ser tumefacción, dolor y enrojecimiento de la mama, aumento de la temperatura rectal, anorexia e incluso la muerte. A su vez la leche se puede observar con grumos, sangre y otras anomalías en su composición química (Porporatto & Morgante, 2014). Según los signos que se observen, la mastitis clínica (MC) se puede presentar de tres formas dependiendo del grado de severidad (Schukken, 2011):

- **Grado 1 o Leve:** Al despunte la secreción está alterada (grumos), pero el cuarto y la vaca están normales.
- **Grado 2 o Moderado:** la secreción está alterada, el cuarto está inflamado y la vaca normal.
- **Grado 3 o Grave:** Presenta secreción alterada, cuarto inflamado y la vaca presenta malestar general, está apática, no come, con fiebre, se aparta, a veces presenta diarrea y deshidratación.

La mastitis subclínica (MSC) es una forma de la enfermedad que no es detectable por cambios en la secreción láctea ni por anomalías en la ubre, pero que puede demostrarse

por métodos analíticos a través del incremento del RCS y la presencia del agente infeccioso. Esta presentación de la mastitis es la más prevalente y la causa de grandes pérdidas por disminución en la producción de leche (Vissio, 2015).

El RCS es una medida de la cantidad de células blancas que llegan desde la sangre a la glándula mamaria en respuesta a la invasión por microorganismos y también tiene en cuenta las células de descamación. En una ubre no infectada el RCS es igual o menor a 200.000 cél/ml (Ruegg, 2001).

Otro tipo de mastitis denominada crónica, es capaz de afectar los cuartos mamarios durante largo tiempo, pudiéndose desencadenar como resultado de infecciones clínicas o subclínicas. La ubre comienza a desarrollar progresivamente tejido cicatrizal y el o los cuartos afectados van cambiando de forma y tamaño con evidentes mermas en la producción de leche (Porporatto & Morgante, 2014).

Asimismo, según el tipo de microorganismo causante de la enfermedad se puede clasificar en 1) mastitis contagiosa, causada por bacterias que están infectando la ubre, como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Mycoplasma spp.*, y 2) mastitis ambiental, causada por patógenos del ambiente que viven alrededor de la vaca. En esta última se incluyen dos grupos de bacterias: las gram negativas coliformes, entre ellas *Escherichia coli*, *Klebsiella spp*, *Enterobacter*, *Pseudomona spp* y *Serratia spp*; y el grupo de especies de estreptococos distintas de *Streptococcus agalactiae*, como son el *Streptococcus uberis* y el *Streptococcus dysgalactiae*.

El reservorio de los microorganismos contagiosos son las ubres infectadas, los mismos están bien adaptados y pueden sobrevivir en la glándula, estableciendo infecciones subclínicas de larga duración. Las bacterias se transfieren de la leche de los cuartos infectados a los cuartos no infectados, principalmente durante el ordeño (Bramley, 2003).

S. agalactiae vive solo en la ubre y por lo tanto puede erradicarse si las vacas infectadas son detectadas y tratadas. *S. aureus* puede sobrevivir y multiplicarse en la piel del pezón y en otros lugares por lo que su eliminación es bastante complicada (Ruegg, 2001). Con las prácticas de control disponibles, *S. agalactiae* puede ser eliminado del rodeo, y *S. aureus* puede ser reducido a niveles bajos en muchos rodeos. Sin embargo, pueden seguir difundiendo si no se realiza desinfección de pezones y terapia antibiótica al secado (Bramley, 2003).

Mycoplasma bovis también se comporta como un patógeno contagioso, pero se asocia más frecuentemente a episodios de mastitis clínica aguda (Ruegg, 2001), esta mastitis no es curable por lo que se indica el descarte de los animales infectados (Nicholas, 2016).

Los microorganismos ambientales, a diferencia de los contagiosos, se encuentran en el ambiente donde permanece la vaca, es decir que son comunes en heces (especialmente *E.coli* y los enterococos), suelo, material vegetal, lo que dificulta su eliminación. Una vez que las infecciones por este tipo de bacterias se establecen, el contagio a otros cuartos y vacas presumiblemente puede ocurrir, pero ésta vía de transmisión no es importante y contribuye poco sobre la tasa de nuevas infecciones ambientales (Bramley, 2003). Una higiene adecuada es de vital importancia en el control de este tipo de microorganismos (Ruegg, 2001).

Una alta proporción de nuevas infecciones por microorganismos ambientales ocurre en el periodo seco y alrededor del momento del parto. La susceptibilidad aumenta en las dos semanas posteriores al secado y durante las dos semanas previas al parto. La tasa de infecciones durante la lactancia tiende a aumentar durante periodos de mucho calor y humedad (Bramley, 2003).

Los estreptococos ambientales pueden causar tanto mastitis clínicas como subclínicas. Sin embargo en general los patógenos ambientales tienden a causar más episodios de MC. Aproximadamente el 40-50% de las infecciones ambientales por estreptococos y el 80% por coliformes que se presenten durante la lactancia, resultarán en mastitis clínicas. Alrededor del 10% de las infecciones por coliformes van a causar una mastitis hiperaguda, requiriendo una terapia sistémica, lo que resulta en un gran daño a la lactancia y puede llevar a la muerte de la vaca (Bramley, 2003).

Los valores de RCS en leche de tanque o los controles mensuales de RCS en leche individual, no siempre reflejan la cantidad de mastitis ambientales en el rodeo, ya que por lo general de las vacas con MC no se toman muestras para el RCS y su leche no es incluida en el tanque (Ruegg, 2001).

En rodeos bien manejados donde se controlan *S. agalactiae* y *S. aureus*, la mastitis por microorganismos ambientales puede continuar siendo un serio problema en la salud del rodeo (Bramley, 2003).

Por último, un grupo de patógenos menores que son capaces de producir un ligero grado de irritación y raramente cuadros de mastitis clínica, y que incluye a los estafilococos

coagulasa negativos (SCN) y *Corynebacterium bovis* (Porporatto & Morgante, 2014); su presencia puede causar incrementos de dos a tres veces en el RCS (Bramley, 2003).

Recientemente, en un estudio realizado en rodeos lecheros de la provincia de Córdoba se determinó que el patógeno más frecuentemente aislado fue SCN (52,1%), seguido por *S. aureus* (21,3%), *Corynebacterium* spp. (5,2%), *S. agalactiae* (4,4%) y *S. dysgalactiae* (4,4%), demostrando que entre los principales patógenos aislados, los microorganismos contagiosos causan la mayoría de las infecciones subclínicas. Asimismo, los SCN son el grupo más relevante dentro de los patógenos menores que causan mastitis subclínica (Dieser, 2013) (Raspanti, 2016).

Tabla 1: Clasificación de los microorganismos asociados a mastitis (Bogni, 2011).

MICROORGANISMOS ASOCIADOS A LA MASTITIS BOVINA		
Patógenos contagiosos	Patógenos ambientales	Patógenos menores
<i>Staphylococcus aureus</i> *	<i>Escherichia coli</i> *	Staphylococcus coagulasa negativos (SCN) **
<i>Streptococcus agalactiae</i> *	<i>Enterobacter</i> spp. *	<i>Corynebacterium bovis</i> **
<i>Streptococcus dysgalactiae</i> *	<i>Klebsiella</i> spp. *	
<i>Mycoplasma</i> spp. *	<i>Citrobacter</i> spp. *	
<i>Corynebacterium</i> spp. **	<i>Serratia</i> spp. *	
	<i>Proteus</i> spp. *	
	<i>Streptococcus uberis</i> *	
	<i>Streptococcus dysgalactiae</i> *	
	<i>Streptococcus</i> spp. *	
	<i>Enterococcus faecalis</i> *	
	<i>Enterococcus faecium</i> *	
	<i>Aerococcus</i> spp. *	
	<i>Pseudomonas</i> spp. *	
	<i>Bacillus</i> spp. *	
	<i>Arcanobacterium pyogenes</i> *	
	<i>Nocardia</i> spp. **	
	<i>Yeast</i> spp. *	
	<i>Prototheca</i> spp. *	
*Clasificados como patógenos mayores. **Clasificados como patógenos menores		

Factores de riesgo asociados a mastitis

La mastitis es una enfermedad multifactorial, donde interviene el hombre, la vaca, el ambiente y los microorganismos. La probabilidad de que una nueva infección ocurra en la glándula mamaria bovina está relacionada con (Bramley, 2003):

- La intensidad de la exposición de los pezones a microorganismos patógenos.
- La probabilidad de que esos microorganismos entren en la glándula mamaria.
- La capacidad de las bacterias para crecer en la glándula mamaria y sobrevivir al sistema de defensa del huésped.

Existen numerosos factores de riesgo asociados a la prevalencia e incidencia de mastitis, como las características individuales de las vacas, los componentes ambientales y de manejo y el rodeo de pertenencia. Es por esto que la mastitis evoluciona con el sistema productivo y de acuerdo con las condiciones de control en el establecimiento (Richardet, 2016). Los factores determinantes más importantes en la exposición de los pezones a los patógenos contagiosos son el equipo de ordeño, las manos de los ordeñadores, las prácticas de higiene y la condición de los pezones. Los principales reservorios de estos patógenos son la glándula mamaria infectada, los orificios de los pezones y las lesiones de los pezones. Estos microorganismos se transmiten de las glándulas infectadas a las no infectadas durante el proceso de ordeño. Las fuentes más comunes de exposición a los patógenos contagiosos son las gotitas de leche en las unidades de ordeño, toallas compartidas o manos de los ordeñadores (Ruegg, 2003).

La humedad, el barro y el estiércol son los principales reservorios de los patógenos ambientales, es decir que la exposición a estos microorganismos ocurre fuera de la sala de ordeño (áreas de alojamiento, pasturas o senderos), cuando los pezones y la ubre están mojados y sucios, un alto número de bacterias tienen la oportunidad de infectar la ubre (Ruegg, 2003).

Características de las vacas

La etapa de la lactancia, edad, nivel de producción, presencia de enfermedades concomitantes, características del pezón y la ubre, raza, entre otras características son factores individuales que pueden estar asociados a la presencia de mastitis.

- Etapa de la lactancia: en vacas no infectadas el RCS al momento del parto suele estar elevado y luego disminuye rápidamente durante las dos primeras semanas de lactancia (Dohoo, 1993), posteriormente tiende a elevarse hacia el secado por un efecto de concentración (Laevens, 1997) (Figura 1).

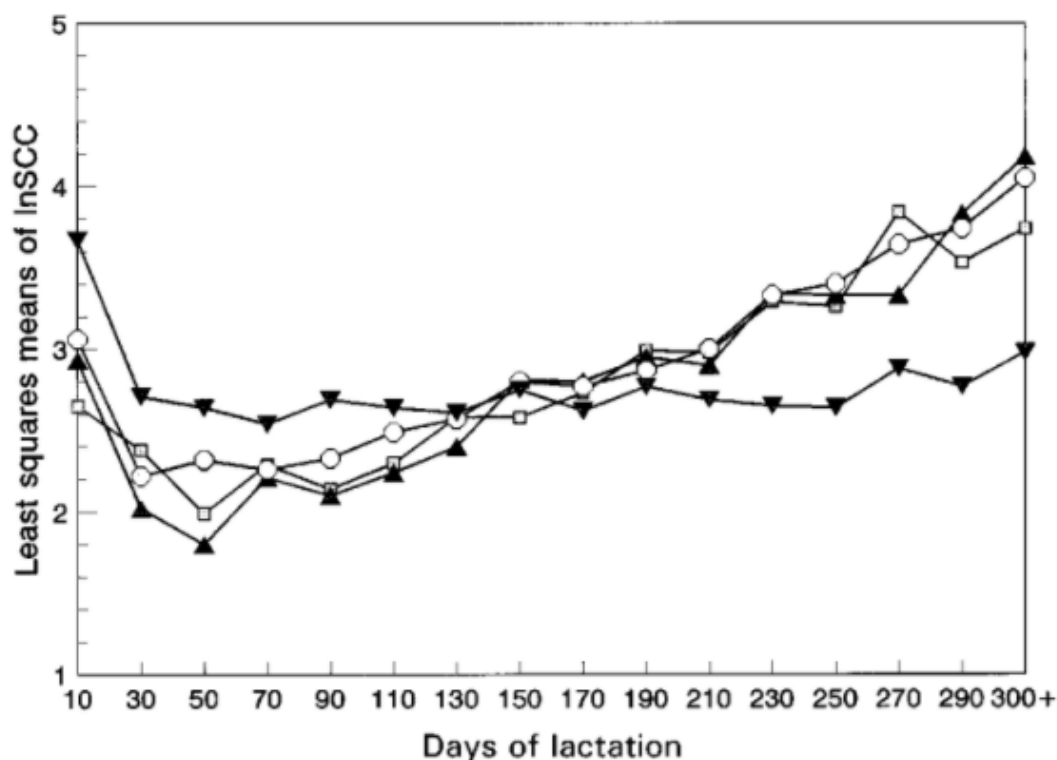


Figura 1: Relación entre los días en leche y el número de partos (triángulo hacia abajo: primer parto; círculo: segundo parto; triángulo hacia arriba: tercer parto; cuadrado: > 3 partos) y el RCS en cuartos no infectados (Schepers, 1997).

En el ciclo productivo de la vaca lechera, el período alrededor del parto está caracterizado por grandes e importantes cambios, con un período crítico que se circunscribe entre las dos semanas previas y posteriores al mismo. Durante dicho tiempo el animal se torna más susceptible a las enfermedades como consecuencia de un estado de supresión inmunológica fisiológica, debido a que se prepara para cubrir la elevada demanda nutritiva del inicio de la lactancia y afecta negativamente la actividad inmunitaria del animal (Porporatto & Morgante, 2014).

Además durante ciertas fases del periodo de seca, la glándula mamaria es altamente susceptible a nuevas infecciones. La frecuencia de nuevas infecciones es alta durante el periodo de seca temprana, disminuye en las etapas medias y vuelve a aumentar cuando se aproxima el parto. Las nuevas infecciones en el periodo de seca pueden persistir en la siguiente lactancia y muchos causan mastitis clínica en el parto o poco después de este (Bramley, 2003).

Los cambios que aumentan la susceptibilidad a las infecciones cuando una vaca se seca son (Bramley, 2003):

- No hay más flujo de leche a través del canal del pezón, el cual elimina los microorganismos que colonizaban en esta zona.

- Hay aumento de la presión dentro de la ubre, lo que provoca la dilatación del orificio del pezón, facilitando la entrada de bacterias.
- Se deja de realizar el lavado y desinfección de los pezones, aumentando el número de patógenos potenciales en la piel de estos.
- La función de los fagocitos está alterada, posiblemente como resultado de la necesidad de desviar la actividad de estas células a la tarea de eliminar la leche residual.

El aumento de la resistencia en la mitad del periodo de seca puede deberse a (Bramley, 2003):

- Disminución de la presión intramamaria.
- Formación del tapón de queratina en el canal del pezón.
- Aumento de la concentración de leucocitos.
- Elevada concentración de factores antimicrobianos no específicos, como la lactoferrina.

La glándula nuevamente se hace susceptible a la infección cuando se aproxima el parto y se produce la formación de calostro, en parte debido a (Bramley, 2003):

- Acumulación de fluidos y fugas que permiten el ingreso de patógenos a la ubre.
- Disminución de la concentración de factores inmunes innatos en las secreciones mamarias.
- Estrés fisiológico debido al inminente parto.
- Acumulación de componentes calostrales que interfieren con la función leucocitaria.

- Edad de la vaca: el canal del pezón se dilata con cada lactancia, lo cual puede ser un factor importante para el aumento de la incidencia de nuevas infecciones en animales de mayor edad (Bramley, 2003).

Se ha registrado que el efecto de la mastitis clínica sobre la producción es más profundo en vacas más viejas que en vaquillonas de primer parto. Las vacas con varios partos muestran hasta el doble de pérdidas que las vacas primíparas (Fetrow, 2000).

El RCS en vacas sin mastitis no necesariamente aumenta con la edad, lo que sugiere que el aumento del RCS no es debido a la edad per-se, si no que se debe a la exposición previa a los patógenos de la ubre (Bramley, 2003).

- Nivel de producción: los rodeos de alta producción tienden a tener RCS más bajos debido al efecto dilución, además el manejo y la capacitación del personal suele ser más alta. Sin embargo, frecuentemente los niveles de mastitis están positivamente relacionada con la producción (Porporatto & Morgante, 2014).

- Enfermedades concomitantes: en enfermedades de compromiso sistémico, como intoxicaciones, meteorismo, piétn se puede observar un aumento del RCS (Porporatto & Morgante, 2014). La influencia de una mastitis clínica sobre la siguiente lactación parece ser muy poca, excepto en los animales con más de dos episodios clínicos en la misma lactancia (Fetrow, 2000).

- Características del pezón y la ubre: la principal vía de acceso de los microorganismos a la glándula mamaria es el canal del pezón. El músculo liso y el tejido elástico que rodea el canal del pezón mantienen un cierre hermético de la abertura del pezón y limitan el ingreso de bacterias. La pérdida de tono muscular o lesiones del pezón, pueden llevar a un aumento en la susceptibilidad a nuevas infecciones (Bramley, 2003). A su vez, las células del interior del canal del pezón producen queratina, una sustancia proteica fibrosa que contiene ácidos grasos de gran poder bactericida, constituyendo así una barrera efectiva sobre la invasión de patógenos en ubre. Es por esto que resulta tan importante cuidar la integridad de los pezones especialmente frente a la acción de las máquinas de ordeño y realizar valoraciones diarias de las glándulas mamarias para preservar su integridad (Porporatto & Morgante, 2014).

La clasificación de los pezones puede utilizarse para evaluar los efectos del manejo del ordeño, el equipo de ordeño o el ambiente y el riesgo de nuevas infecciones intramamarias. Mantener sana la piel de los pezones es una parte clave de cualquier programa eficaz de control de mastitis. Los cambios en el tejido de los pezones, en particular la piel, el orificio y el canal del pezón, aumentan el riesgo de nuevas infecciones (Mein, 2001).

Componentes ambientales y de manejo:

Los factores ambientales y de manejo son los principales responsables de la variación en la frecuencia de infección entre los rodeos, influyendo en la susceptibilidad de las vacas. Así, el clima, la estación, el tamaño del rodeo, el lugar donde están alojadas las vacas, la nutrición y el estrés influyen en la incidencia de mastitis. Además, estos factores interactúan con factores genéticos y fisiológicos como la etapa de lactancia, la producción de leche y la preñez (Bramley, 2003).

Algunos de estos factores influyen de la siguiente manera en la presentación de mastitis:

- Nutrición: durante la etapa de transición la vaca puede entrar en un balance energético negativo, que tiene efectos sobre la respuesta inmune, ya que predispone a padecer una cetosis. La cetosis clínica se asocia con un riesgo de mastitis clínica dos veces mayor, y la alta concentración de beta-hidroxibutirato mostró una fuerte correlación positiva con la severidad

de la mastitis producida por *E. coli* (O'Rourke, 2009). Asimismo, la deficiencia de Selenio y Vitamina D son factores asociados al mayor riesgo de mastitis (Weiss, 1997).

- Higiene de las instalaciones: excelentes estándares de higiene en las áreas de descanso y ordeño deben ser la meta de todos los tambos. Los alojamientos sucios incrementan el riesgo de mastitis y exposición a otros patógenos. La adecuada limpieza y manejo de las instalaciones no solo reducen la presentación de mastitis, sino que inspiran orgullo en los empleados y son evidencia tangible del compromiso con la calidad (Ruegg, 2003).

- Funcionamiento de la máquina de ordeño: la máquina se debe revisar periódicamente para asegurar su correcto funcionamiento. Algunos aspectos a tener en cuenta en esta revisión son:

1. Presión de vacío apropiada.
 2. Adecuado estado de los elementos recambiables, como pezoneras, mangueras, tubos de pulsado, conectores de goma.
 3. Pulsación apropiada.
 4. Capacidad de vacío adecuada.
 5. Líneas de leche con capacidad, dimensión y pendiente adecuadas.
- (O'Rourke, 2009).

- Higiene de la ubre: la calificación de la higiene de la ubre (CHU) puede ser fácilmente obtenida durante el ordeño usando un sistema de evaluación visual. Las vacas se pueden clasificar como “limpias” (CHU de 1 o 2) o “sucias” (CHU de 3 o 4) (Figura 2). Los RCS e infecciones de mastitis subclínica son mayores para los animales clasificados como “sucios”. Se aíslan más patógenos de mastitis ambiental y contagiosa de las muestras de leche de vacas con ubres sucias que de las vacas con ubres limpias. Las vacas sucias reducen la eficiencia en la sala de ordeño e incrementan la exposición a los patógenos de la mastitis. La higiene de la ubre debe ser rutinariamente evaluada como medida de control de calidad (Ruegg, 2003).

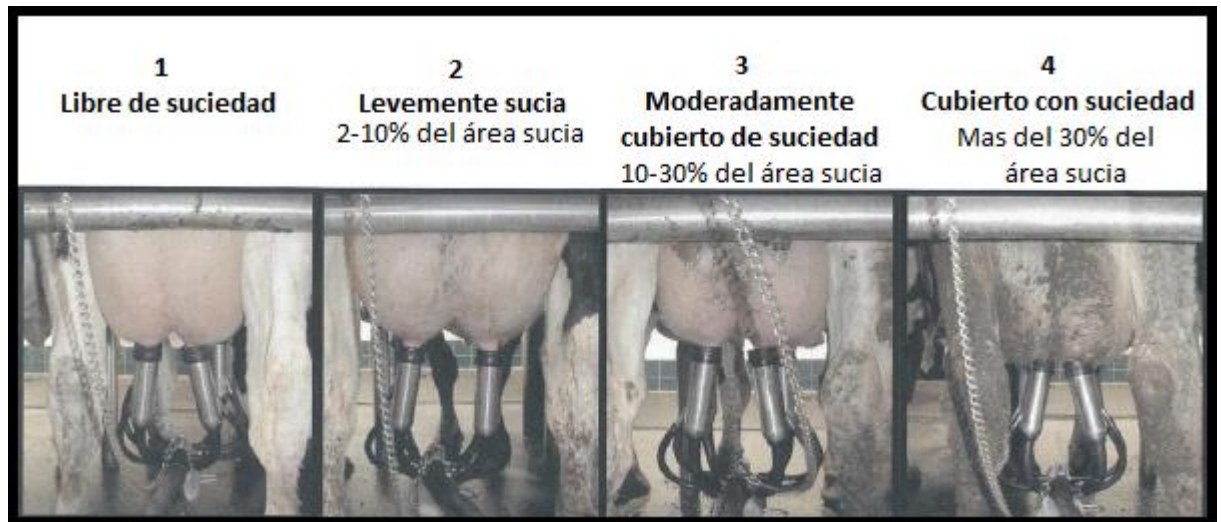


Figura 2: Grado de higiene de la ubre, escala del 1 al 4. Ubre con grados 3 o 4 incrementan el riesgo de presentar mastitis en relación a las ubres con grado 1 y 2 (Ruegg, 2003).

Buenas prácticas

Entre los programas de control de la salud mamaria, el plan de los cinco puntos, se centra principalmente en el control de la mastitis del tipo contagiosa, tanto clínica como subclínica. Estos puntos incluyen (O'Rourke, 2009):

1. Chequeo regular de la máquina de ordeño
2. Desinfección de pezones después del ordeño
3. Terapia al secado en todas las vacas
4. Tratamiento correcto de casos clínicos y mantenimiento de registros
5. Eliminación de vacas infectadas crónicamente.

En este sentido sabemos que según el sistema productivo y las condiciones de control imperantes en el predio, la importancia relativa de las formas clínica y subclínica de esta enfermedad y de los agentes etiológicos involucrados pueden variar. Es así que en rodeos que tienen un plan de salud mamaria establecido y basado en prácticas de reconocida eficacia, según avanza el control, la fisonomía de la mastitis se va modificando. Es por esto que el cambio en los sistemas de producción hacia un modelo con mayor intensificación y la consolidación del plan de salud mamaria conocido como “el plan de los cinco puntos”, contribuye a la emergencia de nuevos patrones de enfermedad con una mayor frecuencia de mastitis clínicas y un predominio de infecciones mamarias producidas por agentes de tipo ambientales (Richardet, 2016).

El plan de los cinco puntos elaborado en la década del '60 se centraba principalmente en el control de las mastitis contagiosas. El plan se amplió a diez puntos, ya que si bien fue

bastante exitoso en el control de mastitis que se transmiten de vaca a vaca, tuvo poco efecto sobre las mastitis producidas por patógenos ambientales. Estos diez puntos, recomendados por el NMC (National Mastitis Council; www.nmconline.org) incluyen, entre otros, la higiene de los lugares de alojamiento de las vacas y la preparación de los pezones antes del ordeño:

1. Establecer metas para la salud de la ubre: deben ser objetivos realistas para el promedio de RCS y la tasa de mastitis clínica en el rodeo. Revisar las metas de manera oportuna y realizar los cambios necesarios para alcanzarlas.

2. Mantener un ambiente limpio, seco y cómodo: tamaño del corral, manejo y limpieza del área donde están los animales, sistemas de ventilación, densidad de animales, influencias ambientales (como estrés térmico) y mantener las vacas de pie luego del ordeño, son cuestiones a tener en cuenta en este punto.

3. Realizar una rutina de ordeño adecuada: examinar el despunte, desinfectar y secar el pezón adecuadamente, ajustar las unidades durante el ordeño según sea necesario, evitar que se salgan las unidades, aplicar desinfectante de eficacia probada en el pezón luego de la extracción de las pezoneras. El personal encargado de esta tarea debería contar con la indumentaria adecuada, principalmente asegurando la utilización de guantes durante el ordeño.

4. Utilizar y mantener el equipo de ordeño adecuadamente: instalación y mantenimiento del equipo según las instrucciones de uso. Las piezas deben usarse el tiempo recomendado y cambiarse si se rompen. Limpiar y desinfectar el equipo correctamente

5. Llevar buenos registros: tener registros completos de los tratamientos y de las mastitis subclínicas.

6. Adecuado manejo de las mastitis clínicas durante la lactancia: establecer un equipo de asesoramiento de salud mamaria y luego desarrollar un protocolo para el tratamiento de los casos de mastitis clínicas (método de tratamiento, fármacos, costos, etc.)

7. Establecer un programa eficaz de manejo de la vaca seca: tener en cuenta una nutrición adecuada, métodos de secado, manejo de las instalaciones y ambiente, uso de vacunas e higiene de los animales.

8. Seguir un programa de bioseguridad contra los patógenos contagiosos: chequear los animales antes de comprarlos y luego aislarlos antes de incorporarlos al rodeo; descartar las vacas que presentan infecciones crónicas y verificar el estado de salud de la ubre de las vaquillonas.

9. Controlar regularmente el estado de salud de la ubre: en el laboratorio o con pruebas al pie de la vaca, para monitorear regularmente la vaca individual y el rodeo en general. Usar estos datos para evaluar los protocolos.

10. Revisar periódicamente el programa de control de la mastitis: tener en el establecimiento un equipo asesor que se reúna regularmente para revisar las ubres y controlar el estado de salud del rodeo, para poder ajustar el programa de control según sea necesario.

La implementación **efectiva de una rutina de ordeño** que incluya despunte, desinfección pre-ordeño (pre-sellado), adecuado secado y efectiva desinfección del pezón post ordeño (sellado) debe ser la meta de todos los tambos (Ruegg, 2003):

- Efectivo pre-sellado: los métodos de preparación del pezón antes del ordeño han sido ampliamente estudiados. No hay duda que el método más efectivo para desinfectar los pezones es el pre-sellado con un desinfectante aprobado. El desinfectante debe cubrir de forma completa el pezón y durante un tiempo suficiente de acción antes de removerlo (30 segundos).

- Despunte: es la práctica que se realiza a cada cuarto antes de colocar la unidad de ordeño, para examinar la presencia de leche anormal debida a mastitis clínica y asegurar que la misma será descartada. La leche de la cisterna del pezón contiene los mayores niveles de bacterias en relación a cualquier otra fracción de la leche.

Un despunte adecuado implica la extracción de 2-3 chorros de leche y observados sobre una superficie oscura, las vacas pueden ser despuntadas en el suelo pero hacerlo sobre una superficie oscura facilita la observación, sobretodo de los casos leves. El uso de guantes es recomendado para evitar la diseminación potencial de patógenos de la mastitis en las manos contaminadas, el operario no debería ensuciarse las manos con leche durante el despunte. Además, esta práctica permite un estímulo efectivo para la bajada de la leche.

- Adecuado secado: el efectivo secado de los pezones es tal vez el más importante paso en la higiene de preparación al ordeño. El mismo se puede realizar con papel descartable o toallas limpias, desinfectadas y secas o escurridas utilizadas de manera individual, es decir una por vaca.

- Efectiva desinfección del pezón post ordeño: la desinfección del pezón post ordeño es una de las prácticas más ampliamente adoptadas por la producción primaria lechera y es la última práctica higiénica contra la infección después del ordeño debido a que impide en alto porcentaje el contagio entre vacas enfermas y vacas sanas.

La educación continua del personal sobre los principios del control de la mastitis es necesaria para mantener excelentes estándares de higiene y minimizar la presentación de la mastitis.

Un ejemplo de rutina de ordeño se muestra en la Figura 3.



Figura 3: 1) Lavado de los pezones evitando el arrastrar de agua desde la ubre hacia abajo. 2) Secado de los pezones con toalla o papel descartable. 3) Despunte, eliminar los primeros chorros de leche para detectar mastitis clínicas y estimular la bajada de la leche 4) Pre-sellado (Predipping) con desinfectante adecuado, dejando actuar durante 30 segundos. 5) Secado de los pezones con toalla o papel descartable. 6) Colocación de la unidad de ordeño. 7) Corte de vacío y retiro de la unidad. 8) Sellado de los pezones con desinfectante del tipo iodado.

Monitoreo

El monitoreo del estado de salud de la glándula mamaria se puede realizar usando varias herramientas diagnósticas: RCS, California Mastitis Test (CMT), conductividad eléctrica, entre muchos otros.

El RCS puede ser medido a nivel de cuarto mamario, a nivel de vaca o a nivel de tanque, está ampliamente difundido y además, es utilizado en los sistemas de pago por calidad de la leche (Schunkken, 2003). El incremento del RCS en la leche es un indicador del estado inflamatorio de la glándula. Asimismo, existen variaciones fisiológicas que lo pueden incrementar como son la edad, la disminución en la producción y el estadio de lactancia, parámetros que deben ser considerados al momento de interpretar un valor alto de RCS (Schunkken, 2003).

Un punto de corte óptimo del valor de RCS, bajo condiciones de campo, para diferenciar glándulas infectadas de no infectadas es 200.000 cél./mL. En una vaca con infección intramamaria se produce una migración masiva de leucocitos desde la sangre hacia la leche, principalmente de polimorfonucleares, estas células son las encargadas de controlar la infección y las principales responsables del incremento en el RCS. Usualmente en pocas semanas el RCS vuelve a su valor normal, pero si el sistema inmune no es capaz de eliminar las bacterias se produce una infección crónica con un incremento sostenido en el tiempo. Si bien el RCS es un indicador de infección, el cultivo bacteriológico es la prueba más válida para definir el diagnóstico (Schunkken, 2003).

El RCS en leche compuesta de los cuatro cuartos nos permite diferenciar vacas infectadas de no infectadas y también es utilizado para inferir acerca de la prevalencia de infección en un rodeo. Esta información para los productores y veterinarios tiene gran valor práctico, dado que puede ser utilizado como una herramienta para la toma de decisiones (Schunkken, 2003).

El RCS también puede ser medido en leche de tanque, monitorear la salud mamaria a través de este parámetro requiere un seguimiento en el tiempo. La prevalencia de infección incrementa con la media del recuento en tanque, pero siempre considerando la variación a lo largo del tiempo (Schunkken, 2003).

A nivel de rodeo la prevalencia de MSC es importante pero no es el único parámetro, el porcentaje de MC es igualmente importante. Ambos, deben ser considerados para evaluar salud mamaria porque una disminución en los niveles de MSC no siempre resulta en una disminución de los niveles de MC (Schunkken, 2003).

Los programas de control y prevención de la mastitis han sido eficientes en reducir la prevalencia de infección y monitorear la calidad de la leche en el tiempo porque proveen una oportunidad para evaluar el progreso, estudiar la relación entre los parámetros de calidad de leche y estimar la eficacia de los programas de control (Schunkken, 2003).

El proceso general del manejo de la salud mamaria se muestra en la Figura 4. Primero se deben definir los objetivos del productor, basados en esos objetivos se evalúan las prácticas que se están llevando a cabo en el establecimiento y se identifican los riesgos en el rodeo. Esto es utilizado por el veterinario para identificar las brechas en el manejo actual, las que se discuten con el productor y se planifican mejoras, posteriormente se discuten nuevos procedimientos y se asigna una persona responsable que asegurará la implementación de los nuevos procedimientos. Regularmente se debe monitorear y evaluar los resultados, y cuando todo va de acuerdo al plan, se pueden establecer nuevas metas y de esta manera la mejora continua es posible (Schunkken, 2003).

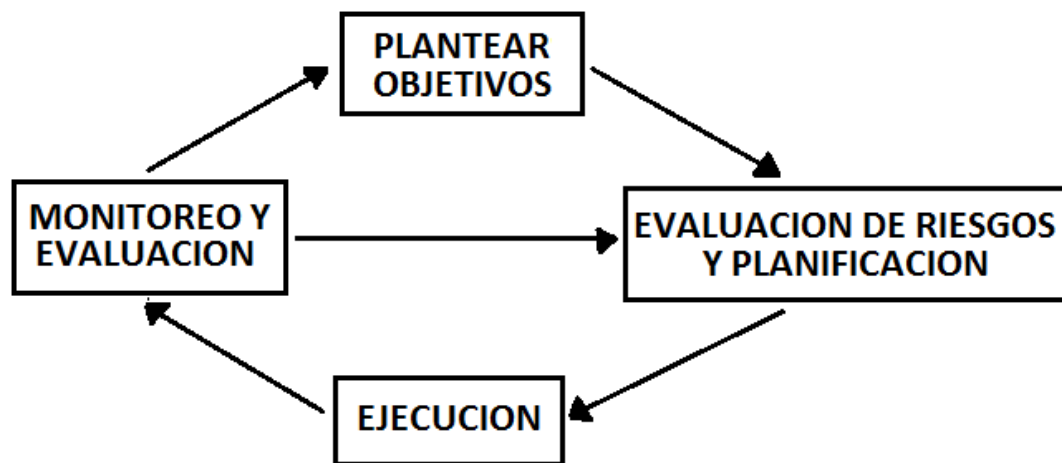


Figura 4: Principio general de los programas de salud del rodeo (Schunkken, 2003).

El RCS es un método valioso en los programas de monitoreo, ya que se ha demostrado que puede utilizarse como una aproximación para medir la infección intramamaria y la calidad de leche a nivel de vaca y rodeo. Sin embargo la salud mamaria no debe apuntar solamente a tener bajos RCS, también se debe incluir una baja incidencia de mastitis clínica, minimizar los potenciales peligros para la salud humana, como la presencia de residuos en la leche, la generación de resistencia antibiótica a patógenos humanos y la transferencia de patógenos y toxinas a través de productos lácteos. En relación a esto último, hay cada vez más demandas

de los consumidores, por lo que es inevitable que se desarrollen e implementen programas más completos de salud de la ubre y sistemas de monitoreo (Schunkken, 2003).

Impacto económico

La mastitis es la enfermedad más costosa del ganado lechero a nivel mundial. Esta enfermedad sigue siendo una de las tres principales que afectan la rentabilidad de los productores lecheros, junto con los problemas podales y de fertilidad (O'Rourke, 2009).

El costo total de la mastitis puede dividirse en pérdidas y erogaciones. Las pérdidas hacen referencia a la leche descartada, disminución en la producción y calidad de leche, descarte y/o muerte de vacas. Las erogaciones son los gastos ocasionados por la enfermedad, tanto para el control como para la prevención, el control para actuar cuando la enfermedad ya se ha presentado y la prevención para evitar nuevos casos, entre los que podemos nombrar: honorarios veterinarios, compra de drogas, trabajo extra (McInerney, 1992). Entonces, el costo total (C) es igual a la suma de pérdidas producidas por la enfermedad (P) más erogaciones de prevención y control (E). Estos factores pueden explicar las variaciones de costos totales de la enfermedad entre predios y regiones e influir en la conveniencia o no del control de la misma (Vissio, 2015).

Entre estos componentes del costo total ($C=P+E$) existe una relación de sustitución. Esto quiere decir que, en iguales condiciones, cuando se aumentan los gastos de control y prevención, se disminuyen las pérdidas por la enfermedad, y viceversa. Pero esta relación no es lineal, es decir que por cada un peso que se gasta de más en prevención no necesariamente se disminuye un peso en las pérdidas. Se puede gastar muy poco en tratamientos y prevención de la enfermedad y tolerar las pérdidas que puedan ocurrir, o bien, tomar todas las medidas disponibles e intentar reducir las pérdidas al mínimo, siempre considerando que las pérdidas por mastitis nunca serán cero. En algún punto de estos dos extremos existe una combinación de pérdidas y gastos de control en el que se minimiza el costo económico total (McInerney, 1992).

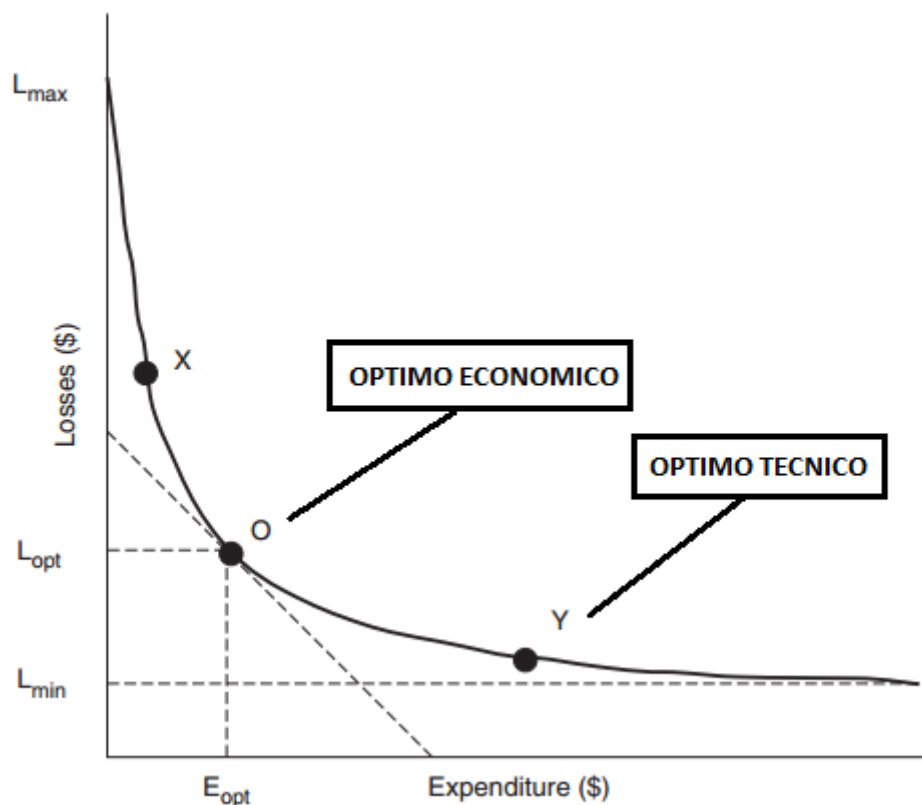


Figura 5: Representación esquemática de la relación entre pérdidas y erogaciones por control de mastitis. A un nivel de gastos de control cero (expenditure), las pérdidas por la enfermedad (losses) son máximas (L_{max}), mientras que a un nivel máximo de gastos en control las pérdidas debidas a mastitis serán mínimas (L_{min}) (McInerney, 1992).

En la figura 5 se puede observar que a medida que se disminuyen las erogaciones por prevención y control aumentan las pérdidas y viceversa. Se establece un *óptimo técnico*, donde las pérdidas se reducen al mínimo posible pero las erogaciones por control son altas. En este caso los gastos generados para controlar la enfermedad son muy altos en relación a lo que se ahorra evitando las pérdidas que la misma produce.

Por otra parte, si gastar un peso más en control y prevención genera más de un peso de ganancias (por reducción de pérdidas), se prefiere hacer ese gasto. En cambio, si gastar un peso más genera menos de un peso de ganancia, se deberían reducir los gastos de control. De esta manera, se incentiva la aplicación de medidas de control solo cuando un peso gastado en prevención genera al menos un peso de ganancia. Este punto es conocido como el *óptimo económico*, a partir de esta situación gastar más en el control de la enfermedad, no generará más ganancias (Hogeveen, 2011).

Además de considerar el efecto productivo de la enfermedad, el análisis económico involucra la valoración de las acciones de control y prevención, donde el óptimo de control de la enfermedad es aquel que minimiza el costo total, esto incluye las pérdidas por producción más las erogaciones de su control y prevención (Hogeveen, 2011).

Las distintas estimaciones hablan de una pérdida debida a la mastitis entre 10 y 30 % de la producción del animal en una lactación. Lógicamente el efecto depende del tipo de agente, de la gravedad y duración del proceso, y de una serie de factores dependientes del animal tales como la edad, la época del año, la alimentación y el potencial genético (Fetrow, 2000).

Las pérdidas en producción atribuidas a la mastitis están relacionadas a sus formas de presentación, clínica y subclínica, las cuales afectan en diferente grado el nivel de producción, el riesgo de descarte o muerte de la vaca y las chances de fallas reproductivas (Vissio, 2015). Las más importantes son las debidas a la infección subclínica, se estima que esta pérdida representa entre el 70 y el 80 % de las pérdidas totales (Fetrow, 2000).

Clasificación de los costos

Los costos atribuidos a la mastitis se pueden clasificar de la siguiente manera.

COSTOS			
DIRECTOS		INDIRECTOS	
Pérdidas visibles	Pérdidas invisibles	Gastos adicionales	Ingresos suprimidos
Descarte de leche por vacas enfermas. Muertes. Descarte de vacas crónicas (mastitis).	Disminución en la producción por mastitis subclínica. Menor fertilidad. Menor tasa de conversión.	Medicamentos para el tratamiento de la mastitis. Vacunas. Medicamentos para el tratamiento al secado. Trabajo extra.	Pérdida de bonificación por el sistema de pago por calidad

Tabla 2: Clasificación de los costos asociados a la mastitis.

Las pérdidas directas visibles ocasionadas por los casos clínicos incluyen las pérdidas de producción a corto (leche descartada) y largo plazo (disminución mantenida de la producción, muertes, descarte y secados prematuros).

Las pérdidas directas invisibles son ocasionadas por la presentación subclínica de la mastitis. En un estudio realizado en Canadá (Dürr, 2008) se evaluó la disminución en la producción de leche a partir del RCS ajustado según el número de partos, la etapa de lactancia y la raza. A partir de una fórmula se estimó la pérdida diaria de leche:

$$DML = (\text{Ln}(\text{RCS}/1000) - 2) * \text{BPS}$$

Dónde: DML es la pérdida esperada de leche por día (en kilos), RCS es el recuento de células somáticas obtenido del control lechero y BPS es un factor de ajuste determinado por los días en leche, el número de partos y la raza.

El factor de corrección se obtiene de la siguiente tabla

Stage of Lactation (days)	Ayrshire		Holstein	
	1st parity	2nd and greater parities	1st parity	2nd and greater parities
1 to 15	0.47	0.75	0.49	0.88
16 to 30	0.49	0.77	0.46	0.84
31 to 45	0.50	0.81	0.43	0.80
46 to 60	0.52	0.84	0.40	0.78
61 to 75	0.53	0.89	0.38	0.76
76 to 90	0.55	0.94	0.36	0.76
91 to 105	0.57	1.01	0.35	0.76
106 to 120	0.58	1.08	0.34	0.78
121 to 135	0.60	1.15	0.34	0.81
136 to 150	0.61	1.24	0.33	0.84
151 to 165	0.63	1.33	0.33	0.89
166 to 180	0.65	1.43	0.34	0.95
181 to 195	0.66	1.54	0.35	1.02
196 to 210	0.68	1.65	0.36	1.10
211 to 225	0.70	1.78	0.38	1.19
226 to 240	0.71	1.91	0.40	1.29
241 to 255	0.73	2.05	0.42	1.40
256 to 270	0.74	2.19	0.45	1.52
271 to 285	0.76	2.35	0.48	1.66
286 to 300	0.78	2.51	0.52	1.80

Tabla 3: Pérdida esperada de leche (en kg) por unidad de incremento en el logaritmo del RCS por vaca, según raza, días en leche y número de partos (Dürr, 2008).

A partir de estos datos, se determinó que el factor más influyente en la disminución de la producción es el RCS, que las vacas de más de un parto pierden más en producción que las vaquillonas y que las pérdidas al final de la lactancia son mayores que al principio. También se indica en este estudio que existe un punto de corte por encima del cual se reciente la producción de leche, estableciendo este valor en 7.400 células/mL ($\text{lnRCS} = 2$) (Dürr, 2008).

Los costos indirectos están compuestos por los gastos adicionales y los ingresos suprimidos. Los primeros están relacionados con el tratamiento e identificación de las vacas enfermas, la capacitación de los operarios, la alteración de la organización de rodeos y la distracción en la atención y manejo en otras labores de la explotación. Entre los segundos, ingresos suprimidos, se encuentra la pérdida de bonificaciones por el sistema de pago por calidad y las penalizaciones que pueden surgir por el envío al tanque de leche con residuos de medicamentos de vacas tratadas, lo que afectará la producción de todo el tanque, toda la carga del camión de recogida y, hasta es posible la contaminación de todo el silo de la industria lechera receptora con sus costos asociados (Fetrow, 2000).

En recientes investigaciones realizadas en Argentina los costos de mastitis para nuestro país fueron estimados. En un trabajo, en el que se estudiaron 48 establecimientos lecheros y cuyo promedio de vacas en ordeño fue de 128 (entre 70 y 212), se cuantificaron los componentes de costo de la mastitis ($C=P+E$), específicamente las pérdidas productivas por MSC, la leche descartada por MC y las erogaciones por tres prácticas de control y prevención, sellado, tratamiento antibiótico de casos y tratamiento al secado (Vissio, 2015). Se muestreó un total de 1.955 vacas con predominio de raza Holstein (un promedio de 41 vacas por tambo, y un $DS = 5.7$), una mediana de 138 días en lactación y un 24% de vacas de primer parto. El 1% (65/6158) de las vacas mostraron evidencias de la forma clínica de la enfermedad y el 97,4% (1904/1955) de las vacas muestreadas evidenciaron RCS superiores al umbral mínimo a partir del cual se pueden deducir pérdidas de producción. En cuanto a las prácticas de control realizadas en los establecimientos (sellado, tratamiento de casos de MC y tratamiento al secado), se observó que:

- 37% (18/48) aplicaban las tres medidas de control relevadas,
- 39% (19/48) trata los casos de MC y las vacas al secado,
- 16% (8/48) solo realiza tratamiento de los casos clínicos de mastitis,
- 4,2% (2/48) no aplica ninguna medida de control de las mencionadas,
- 2,1% (1/48) realiza sellados pos-ordeño y trata los casos clínicos.

La estimación de pérdidas para el conjunto de vacas fue:

- Pérdidas por MC: mediana de 0,12 kg por vaca por día, esto es 4 centavos de dólar por vaca por día.
- Pérdidas por MSC: mediana de 2,8 kg por vaca por día, que son 99 centavos de dólar por vaca por día.

- Erogaciones por el control de la enfermedad: mediana de 6 centavos de dólar por vaca por día.

En este trabajo se concluyó que el costo total de enfermedad experimenta importantes cambios de tambo en tambo, así como la importancia relativa de los costos directos y las erogaciones derivadas del control. Además, y en concordancia con otros trabajos, determinó que la mastitis subclínica se destaca como el componente más importante del costo total.

Recientemente otro trabajo realizado en Argentina (Richardet, 2016) sobre 2535 vacas Holstein en lactancia de 19 rodeos lecheros, cuantifica el costo asociado a la prevalencia, incidencia acumulada y tasa de incidencia de mastitis clínica. En cada tambo la prevalencia se determinó el día de la visita y la incidencia se determinó monitoreando las vacas sin mastitis durante los 15 días siguientes a la visita.

La prevalencia cruda estimada fue de 2,5 casos/100 vacas (IC 95% = 1,9-3,1), la incidencia acumulada de 3,9 casos nuevos/100 vacas (IC 95% = 3,1-4,7) y la tasa de incidencia de 2,7 casos nuevos/1.000 vacas-días a riesgo (IC 95% = 2,2-3,3). La mediana de rodeo fue de 1,69 (q1 = 0; q3 = 4,2), 3,6 (q1 = 2,0; q3 = 4,6) y 0,25 (q1 = 0,14; q3 = 0,42), respectivamente. Los casos fueron más frecuentes en lactancia temprana (OR = 1,69; IC 95% = 1,01-2,85). En vacas, tanto la incidencia acumulada (OR = 3,36; IC 95% = 1,84-6,11) como la tasa de incidencia (HR = 3,83; IC 95% = 2,05-7,15) fueron tres veces mayores. El costo de un caso fue de US\$ 185,01 y US\$ 143,03 para vacas y vaquillonas, respectivamente. La pérdida promedio fue de 4,50 US\$/vaca en ordeña (IC 95% = 3,38-5,61).

Factores	Categorías	% Prevalencia (IC 95%)	% Incidencia Acumulada (IC 95%)
Paridad	Vaca (n = 1.592)	3,14 (2,25-4,02)	5,31 (4,16-6,47)
	Vaquillona (n = 943)	1,59 (0,73-2,44)	1,61 (0,75-2,48)
DEL	≤90 días (n = 650)	4,15 (2,54-5,76)	4,49 (2,78-6,20)
	>90 días (n = 1.885)	2,02 (1,35-2,67)	3,74 (2,84-4,62)

Tabla 4: Prevalencia e incidencia acumulada de mastitis clínica, según el número de partos y los días en leche (Richardet, 2016).

La mastitis es una enfermedad que evoluciona con el sistema productivo y con las condiciones de control imperantes en el tambo (Richardet, 2016), por lo que las pérdidas económicas de la misma devienen tanto de la valoración de la frecuencia, la severidad y la duración de la enfermedad como del nivel productivo del establecimiento. Es por esto que los costos de la mastitis varían sensiblemente entre los productores (Vissio, 2015) (Fetrow, 2000).

Costos asociados a cambios en la composición de la leche relacionados con elevados RCS

Además del efecto productivo de la mastitis subclínica, existe un efecto sobre la calidad composicional de la leche. La leche con RCS elevado tiene un valor reducido para la industria manufacturera de queso, esto se debe a que la leche procedente de vacas con mastitis tiene menos grasa y proteína y, por tanto, menor rendimiento quesero. Por este motivo los sistemas de pago se han diseñado para premiar o penalizar, al ganadero en función de su RCS medio (Fetrow, 2000).

En leches con altos RCS el contenido de grasa, caseína y lactosa se ve disminuido, ya que, debido al daño producido en las células productoras de leche, hay menor síntesis de estos componentes. En cambio, las proteínas del suero, el cloro y el sodio aumentan debido a la mayor permeabilidad de los vasos sanguíneos en la glándula mamaria que permite que estos componentes ingresen a los alvéolos. Lo mismo sucede con el pH que aumenta por una mayor concentración de elementos alcalinos desde la sangre. Debido a estos cambios opuestos en los que disminuye síntesis de caseína pero aumentan la concentración proteínas séricas es que la proteína total se mantiene estable (Hamann & Kromker, 1997).

Además la vida útil de los productos lácteos elaborados (leche fluida, leche en polvo, etc) disminuye sustancialmente cuando están presentes altos RCS, y esto se adjudica a la acción enzimática de lipasas y proteasas de origen celular, por la misma causa la calidad y rendimiento de los quesos disminuye cuando se utilizan leches con altos valores de RCS (Corbellini, 2005).

B. Estudio de la dinámica de la mastitis subclínica

La información de RCS de un promedio mensual de 24.571 vacas (DS=2.578), pertenecientes a 142 tambos de 5 zonas de la provincia de Córdoba, correspondientes a los departamentos de San Martín, San Justo, Colón, Río Segundo y Roque Sáenz Peña, y el departamento San Cristóbal de la provincia de Santa Fe fue analizada con la herramienta AVACO. En total, un promedio de 7,7 controles lecheros por tambo (DS=3,9) durante los 12 meses del año 2015 fueron analizados.

El promedio anual para el conjunto de vacas analizadas de mastitis subclínica fue 37,9%, es decir 37,9 vacas con un RCS mayor a 200.000 cél./mL por cada 100 vacas analizadas. El promedio anual para vacas con dos o más partos fue de 44,1% y considerando los días en lactancia, fue 37,5%, 39,6% y 50,2% para menos de 90, entre 90 y 180 y más de 180 días en leche, respectivamente; para vaquillonas el promedio anual de mastitis subclínica fue de 26,7% y teniendo en cuenta las mismas categorías de días en lactancia el promedio fue 25,5%, 22,6% y 29,5%, respectivamente.

La variación mensual de la mastitis subclínica considerando la categoría de las vacas y los días en lactación se muestra en las figuras 6, 7 y 8.

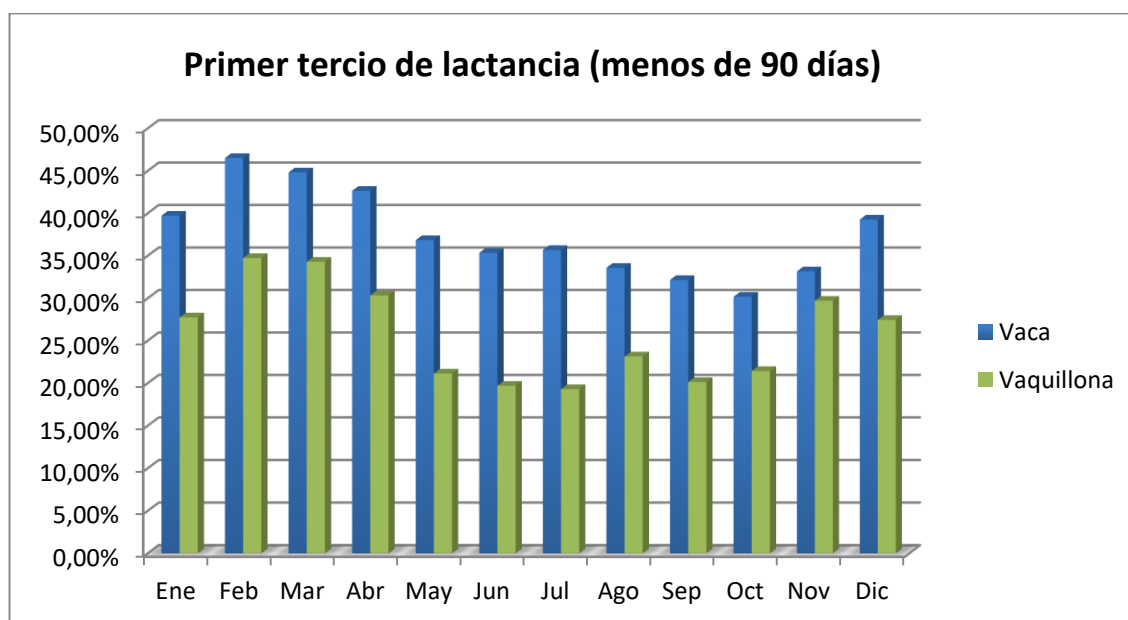


Figura 6: Variación mensual de la proporción de vacas con MSC en lactancias de menos de 90 días en el año 2015.

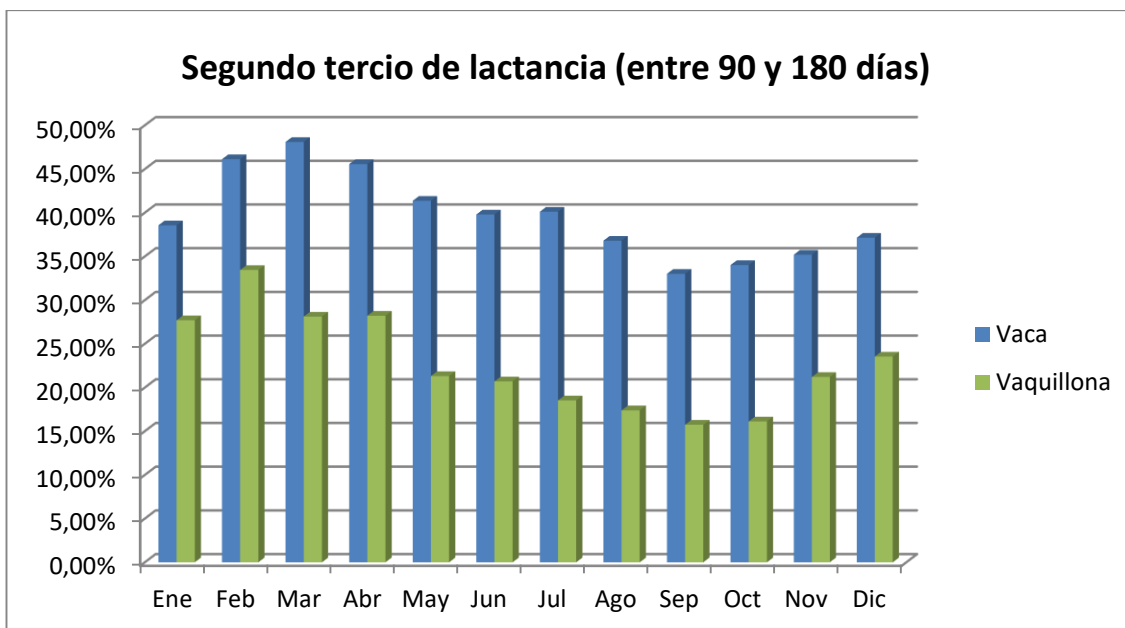


Figura 7: Variación mensual de la proporción de casos de MSC en vacas con lactancias entre 90 y 180 días en el año 2015.

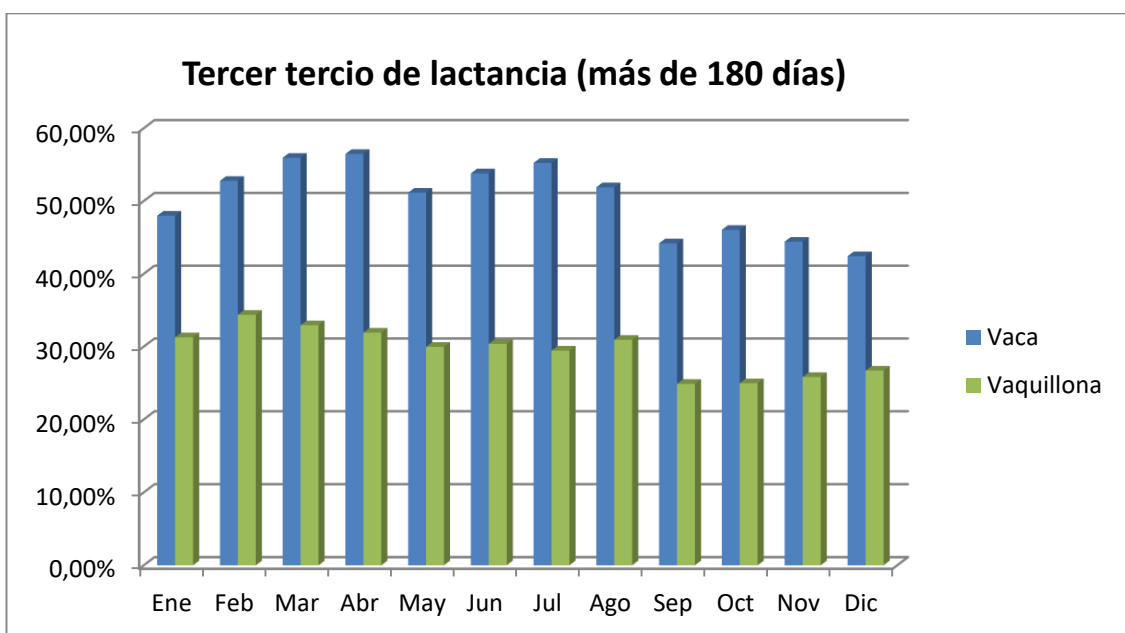


Figura 8: Variación mensual de la proporción de vacas con MSC en lactancias de más de 180 días en el año 2015.

Indicadores de mastitis sub-clínica

El promedio mensual de prevalencia de MSC fue 0,39 (DS=0,10), con un rango de 0,33 a 0,46 correspondiente a los meses de septiembre y marzo, respectivamente (Tabla 5).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Controles Lecheros	88	88	82	87	87	93	102	92	95	97	89	89
Mínimo	0.07	0.14	0.15	0.11	0.06	0.14	0.16	0.11	0.09	0.07	0.11	0.09
Máximo	0.73	0.74	0.88	0.78	0.88	0.75	0.77	0.68	0.72	0.65	0.68	0.62
Promedio	0.38	0.44	0.46	0.43	0.39	0.4	0.39	0.36	0.33	0.34	0.35	0.36
Desviación Estandar	0.15	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.11
Moda	0.39	0.37	0.57	0.39	0.24	0.36	0.33	0.42	0.21	0.32	0.39	0.33
Mediana	0.38	0.43	0.46	0.42	0.37	0.36	0.37	0.33	0.32	0.32	0.32	0.33
Rango	0.66	0.6	0.73	0.67	0.81	0.61	0.61	0.58	0.63	0.58	0.58	0.52
Q1	0.27	0.37	0.35	0.34	0.3	0.28	0.29	0.26	0.24	0.24	0.24	0.28
Q3	0.49	0.54	0.54	0.52	0.48	0.5	0.46	0.46	0.39	0.42	0.45	0.43

Tabla 5: Prevalencia mensual de mastitis subclínica, en el año 2015.

Se observó una variación mensual a lo largo del año con mayores prevalencias en los meses de febrero a abril (Figura 9).

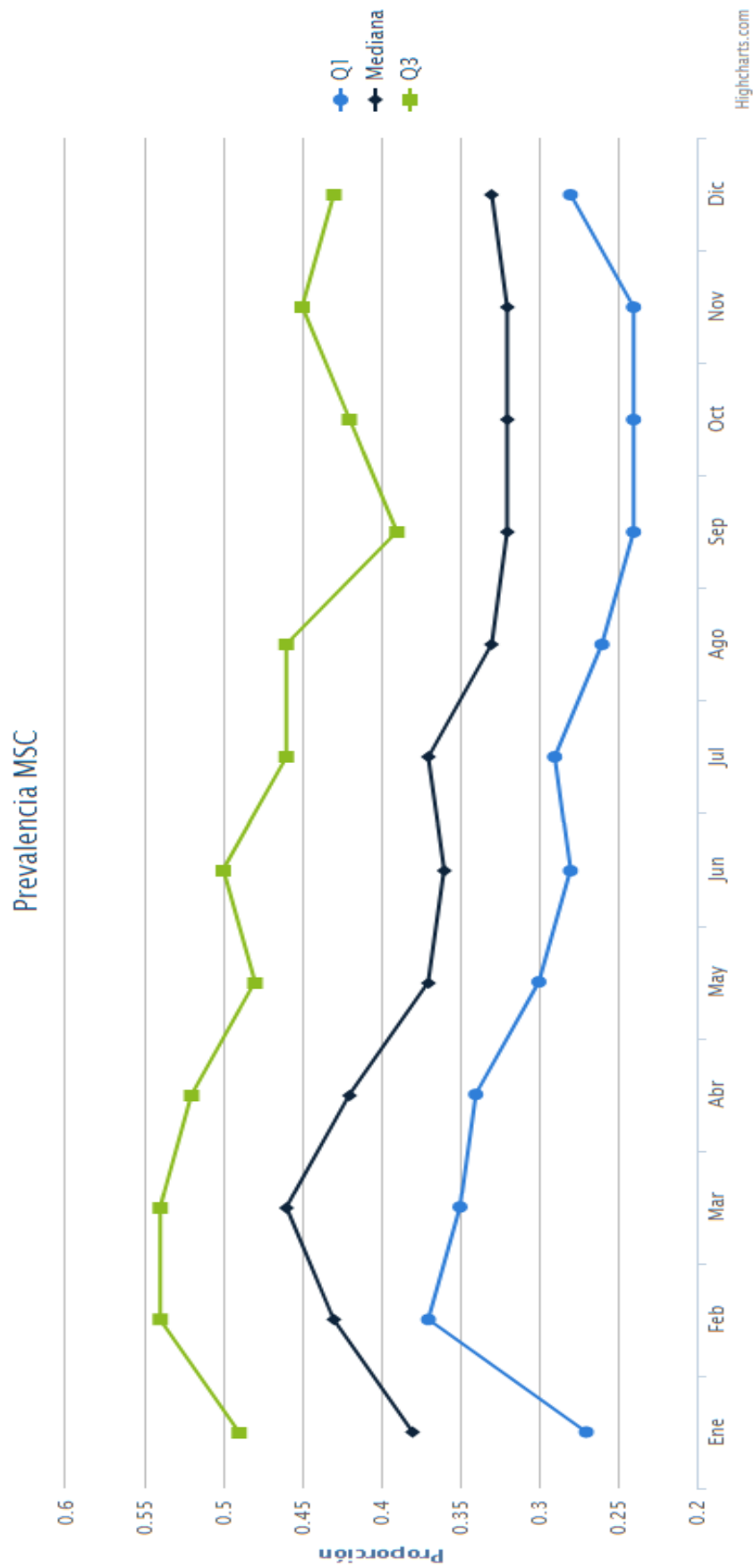


Figura 9: Variación mensual de la prevalencia de MSC en el año 2015.

En el mes de enero el 50% de los tambos analizados mostró una prevalencia de 38% (mediana), en un 25% de los tambos la prevalencia fue 27% o menos (Q1) y en un 25% fue 49% o más (Q3).

El promedio de incidencia mensual fue de 0,25 (DS=0,09), es decir que hubo 25 casos nuevos de MSC por cada 100 vacas sanas en el control lechero del mes previo, con un rango mensual de 0,02 a 0,34 correspondientes a los meses de octubre y marzo, respectivamente.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Controles Lecheros	0	70	58	66	79	74	85	83	75	81	82	73
Mínimo		0.05	0.12	0	0	0	0.05	0	0.03	0.02	0	0.05
Máximo		0.66	0.68	0.7	0.87	0.78	0.74	0.61	0.62	0.45	0.63	0.65
Promedio		0.32	0.34	0.29	0.26	0.27	0.26	0.23	0.2	0.2	0.22	0.25
Desviación Estandar		0.14	0.14	0.15	0.16	0.14	0.14	0.12	0.12	0.1	0.12	0.12
Moda		0.26	0.5	0.5	0.29	0.25	0.45	0	0.14	0.27	0.25	0.27
Mediana		0.3	0.33	0.26	0.23	0.25	0.23	0.2	0.18	0.18	0.19	0.24
Rango		0.61	0.56	0.7	0.87	0.77	0.69	0.61	0.59	0.43	0.63	0.6
Q1		0.22	0.23	0.18	0.14	0.17	0.17	0.14	0.12	0.13	0.13	0.17
Q3		0.42	0.45	0.39	0.3	0.32	0.32	0.29	0.26	0.24	0.28	0.3

Tabla 6: Incidencia mensual de MSC.

En el mes de febrero el 50% de los tambos analizados tuvo una mediana de incidencia de 38%, en un 25% de los tambos la incidencia fue de 22% o menos (Q1) y un 25% fue de 42% o más (Q3) (Figura 10).

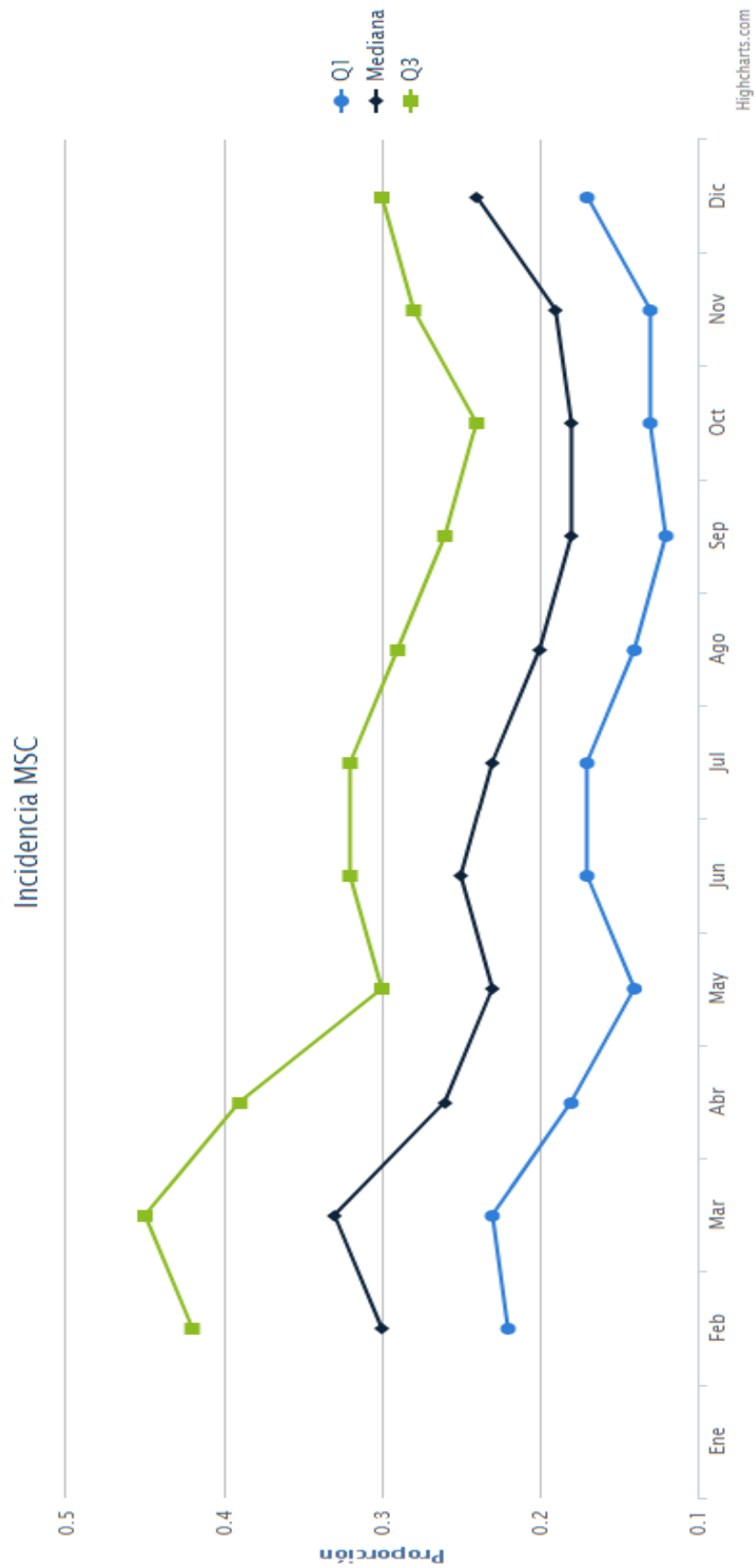


Figura 10: Variación mensual de la incidencia de MSC durante el año 2015

La proporción de vacas crónicas tuvo un promedio anual de 0,24 (DS=0,10), con un rango de 0,19 a 0,27 correspondientes a los meses de diciembre y marzo-abril, respectivamente (Tabla 7).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Controles Lecheros	0	70	58	66	79	74	85	83	75	81	82	73
Mínimo		0	0.03	0.03	0	0	0	0.01	0	0	0.03	0.04
Máximo		0.47	0.49	0.69	0.67	0.56	0.66	0.59	0.49	0.58	0.5	0.42
Promedio		0.24	0.27	0.27	0.24	0.24	0.25	0.23	0.2	0.2	0.21	0.19
Desviación Estandar		0.12	0.09	0.11	0.12	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11	0.1	0.09
Moda		0.27	0.34	0.36	0.2	0.14	0.26	0.25	0.13	0.14	0.22	0.19
Mediana		0.24	0.27	0.27	0.22	0.23	0.23	0.22	0.18	0.18	0.2	0.18
Rango		0.47	0.46	0.66	0.67	0.56	0.66	0.59	0.49	0.58	0.47	0.39
Q1		0.15	0.21	0.21	0.17	0.14	0.16	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13
Q3		0.31	0.32	0.33	0.3	0.31	0.32	0.28	0.26	0.26	0.28	0.25

Tabla 7: Proporción mensual de vacas crónicas en el año 2015.

En el mes de febrero el 50% de los tambos tuvo un 24% o más de vacas crónicas (mediana), un 25% de los tambos tuvo 21% o menos (Q1) y un 25% tuvo 41% o más (Q3) de vacas crónicas (Figura 11).

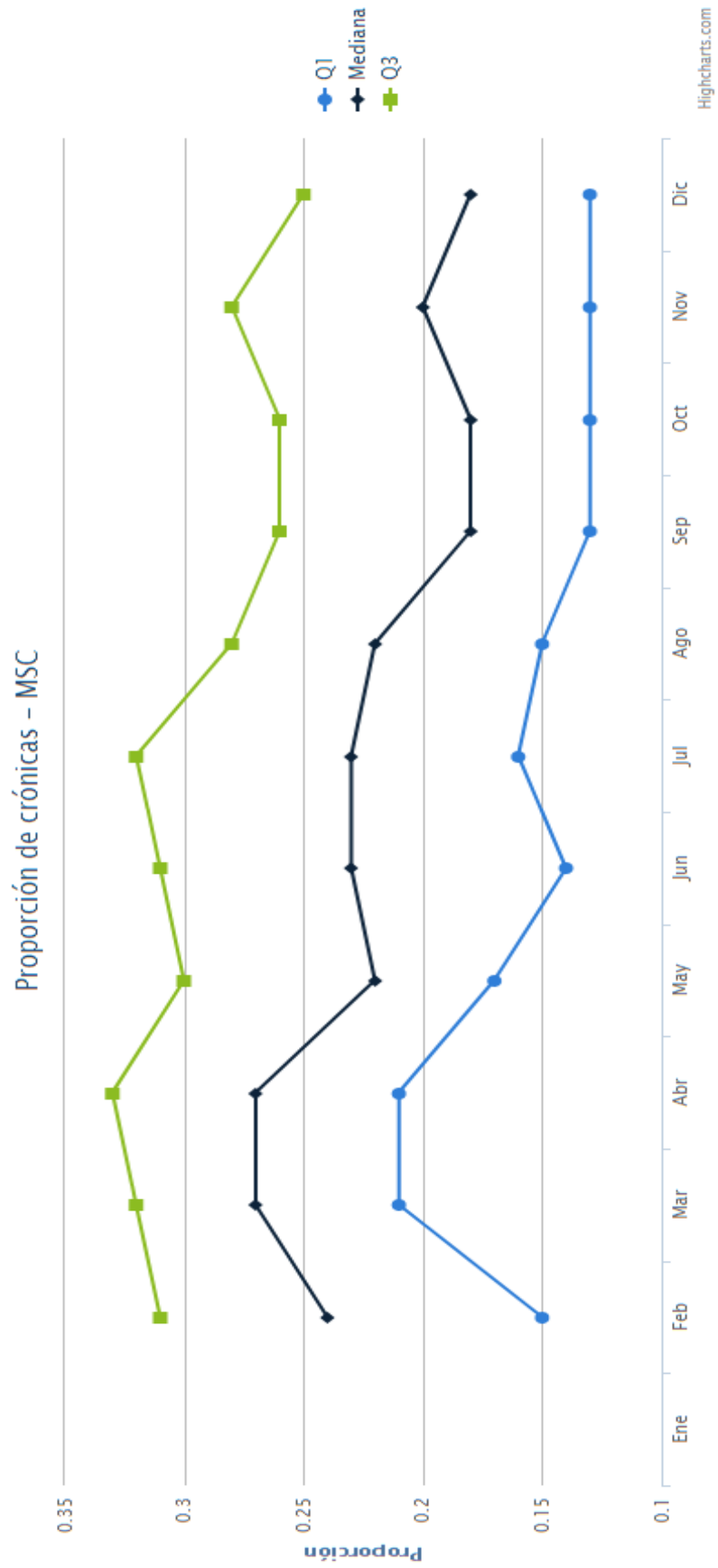


Figura 11: Variación mensual de la proporción de vacas con MSC crónica en el año 2015.

Impacto económico de mastitis subclínica.

El promedio anual de litros perdidos el día de análisis para el conjunto de los tambos fue de 2,9 litros/vaca ($DS=0,26$), con un rango de 1,05 litros/vaca, correspondiente al mes de octubre, y 5,36 litros/vaca en los meses de abril y mayo (Tabla 8). La variación mensual fue importante con los mayores valores en el mes de marzo y una disminución en los meses de septiembre a noviembre (Figura 12).

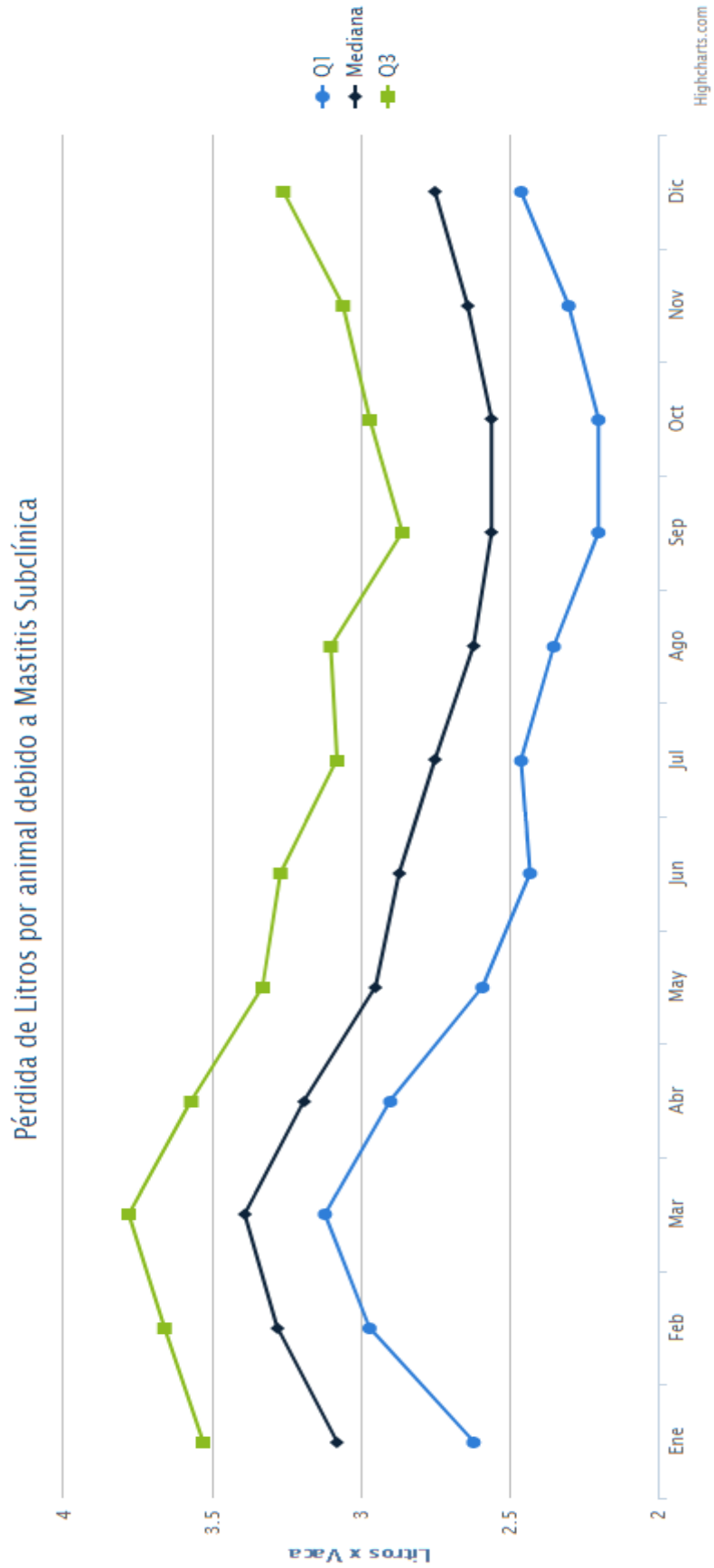


Figura 12: Variación mensual de las pérdidas en producción de leche en el año 2015.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Controles Lecheros	88	88	82	87	87	93	102	92	95	97	89	89
Mínimo	1.14	1.27	1.15	1.19	1.26	1.26	1.22	1.34	1.11	1.05	1.36	1.11
Máximo	4.44	5.28	4.97	5.36	5.36	5.29	4.61	4.56	4.3	4.37	4.51	4.11
Promedio	3.02	3.31	3.34	3.22	2.97	2.87	2.8	2.71	2.59	2.6	2.71	2.86
Desviación Estandar	0.74	0.69	0.76	0.68	0.65	0.67	0.6	0.62	0.59	0.62	0.58	0.58
Moda	3.39	3.51	3.78	3.31	2.6	2.56	2.6	2.56	2.09	2.22	2.55	2.66
Mediana	3.08	3.28	3.39	3.19	2.95	2.87	2.75	2.62	2.56	2.56	2.64	2.75
Rango	3.31	4.01	3.82	4.18	4.1	4.03	3.39	3.22	3.2	3.32	3.14	3
Q1	2.62	2.97	3.12	2.9	2.59	2.43	2.46	2.35	2.2	2.2	2.3	2.46
Q3	3.53	3.66	3.78	3.57	3.33	3.27	3.08	3.1	2.86	2.97	3.06	3.26

Tabla 8: Pérdida estimada en producción por vaca en día del control lechero para cada mes durante el año 2015.

El promedio anual de las pérdidas ocasionadas por MSC en todos los tambos analizados fue de \$8,7 por vaca (DS=1,5) para el día del control lechero, con un rango de \$6,91 en el mes de septiembre y \$10,7 en el mes de marzo (tabla 9).

#	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Controles Lecheros	88	88	82	87	87	93	102	92	95	97	89	89
Mínimo	3.41	4.12	3.56	3.86	4.11	3.98	3.64	3.71	2.89	2.75	3.44	2.79
Máximo	14.08	17.16	16.06	17.6	17.49	16.87	14.14	12.95	11.54	11.72	11.72	10.61
Promedio	9.5	10.68	10.7	10.48	9.6	9.09	8.54	7.65	6.91	6.93	6.99	7.32
Desviación Estandar	2.32	2.23	2.45	2.24	2.12	2.13	1.84	1.74	1.58	1.66	1.49	1.49
Moda	10.67	11.35	12.16	10.83	8.43	8.13	7.94	7.23	5.58	5.92	6.57	6.72
Mediana	9.7	10.53	10.74	10.29	9.54	9.11	8.38	7.43	6.83	6.85	6.86	7.09
Rango	10.67	13.04	12.5	13.74	13.38	12.89	10.5	9.25	8.65	8.97	8.28	7.81
Q1	8.29	9.54	9.93	9.34	8.43	7.73	7.52	6.64	5.85	5.89	5.89	6.3
Q3	11.16	11.71	12.13	11.59	10.81	10.35	9.45	8.56	7.65	7.94	7.88	8.33

Tabla 9: Comparación de las pérdidas económicas en pesos por MSC entre tambos.

Los datos analizados muestran grandes variaciones entre los niveles de MSC y las pérdidas económicas asociadas a la misma, estas variaciones fueron observadas entre predios y entre los meses del año.

CONCLUSION

La mastitis es una enfermedad que está determinada por diversos factores, las características de la vaca, el tipo de micro-organismos y diferentes aspectos del ambiente y manejo que reciben los animales, por todo esto podemos decir que es una problemática multifactorial y como tal para su control debe ser abordada desde un enfoque holístico, que tenga en cuenta tanto aspectos sanitarios (prevención y control), nutricionales (calidad del alimento, vitaminas y minerales), tipo de ordeño e higiene (adecuado uso y funcionamiento de la máquina de ordeñar) y promoviendo el bienestar animal.

La mastitis produce grandes pérdidas económicas y la mayor parte de estas pérdidas son evitables con la implementación de programas de prevención y control de la enfermedad. Esto representa un gran desafío para la cadena de valor láctea Argentina, debido a los importantes niveles de pérdidas productivas y económicas, especialmente atribuidos a la presentación de la forma subclínica de la enfermedad.

En este sentido, AVACO representaría una herramienta útil para la toma de decisiones dado que permite realizar el monitoreo de la enfermedad y evaluar, a partir de la implementación de prácticas de control, la dinámica de la enfermedad en los rodeos y sus principales costos asociados. AVACO es un desarrollo de universidades públicas y del CONICET disponible para todos los productores y veterinarios que deseen realizar evaluación y monitoreo de la mastitis y el impacto productivo-económico de la misma a nivel de tambo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bogni, C. (2011). War against mastitis: Current concepts on controlling bovine mastitis. En Mendez, *Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances* (págs. 483 - 494).
- Bramley, J. y. (2003). *Current Concepts of Bovine Mastitis*. The Nacional Mastitis Council.
- Calvinho, L. (2005). Prevalencia de microorganismos patógenos de mastitis bovina y evolución del estado de salud de la glándula mamaria en argentina en los últimos 25 años. *Sitio Argentino de Producción Animal*.
- Dieser, S. (2013). Prevalence of Pathogens Causing Subclinical Mastitis in Argentinean Dairy Herds. *Pakistan Veterinary Journal*, 124-126.
- Dürr, J. (2007). Milk losses associated with somatic cell counts per breed, parity and stage of lactation in Canadian dairy cattle. *Livestock Science*, 225-232.
- Fetrow, J. (2000). *Aspectos Economicos de la Mastitis*. Universidad de Pennsylvania.
- Hamann, J., & Kromker, V. (1997). *Livestock Production Science*, 201-208.
- Hogeveen, H. (2011). Economic aspects of mastitis: New developments. *New Zealand Veterinary Journal*, 16-23.
- McInerney, J. (1992). A framework for the economic analysis of disease in farm livestock. *Preventive Medicine Veterinary*, 137-154.
- Mein, G. A. (2001). Evaluation of bovine teat condition in commercial dairy herds: Non-infectious factors. *2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality* , 347-351.
- O'Rourke, D. (2009). Nutrition and udder health in dairy cows: a review. *IRISH VETERINARY JOURNAL*, 15-16.
- Porporatto, C., & Morgante, C. (2014). *Buenas prácticas en producción lechera: consideraciones para implementar en el tambo*. Villa María, Córdoba, Argentina: Eduvim.
- Recommended Mastitis Control Program. Obtenido de www.nmconline.org:
<http://www.nmconline.org/wp-content/uploads/2016/08/RECOMMENDED-MASTITIS-CONTROL-PROGRAM-International.pdf>
- Raspanti, C. (2016). Prevalence and antibiotic susceptibility of coagulase-negative Staphylococcus species from bovine subclinical mastitis in dairy herds in the central region of Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 50-56.

- Richardet, M. y. (2016). *Magnitud y variación de la mastitis clínica y sus costos asociados*. Rio Cuarto.
- Ruegg, P. (2001). Mastitis control. *The Babcock Institute*.
- Ruegg, P. (2003). *Manejo hacia la calidad de la leche*. Wisconsin.
- Schuncken, Y. H. (2003). Monitoring udder health and milk quality using somatic cells counts. *EDP Sciences*, 579-596.
- Vissio, C. y. (2013). *Dairy Herd Mastitis Program in Argentina: Farm Clusters and Effects on Bulk Milk Somatic*. Rio Cuarto, Cordoba.
- Vissio, C. y. (2013). Dairy Herd Mastitis Program in Argentina: Farm Clusters and Effects on Bulk Milk Somatic. *Pakistan Veterinary Journal*.
- Vissio, C. y. (2015). *Pérdidas productivas y económicas diarias ocasionadas por la mastitis y erogaciones*. Rio Cuarto.
- Weiss, W. P. (1997). Effect of Vitamin E Supplementation in Diets with a Low Concentration of Selenium on Mammary Gland Health of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 1728-1737.