

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA MASTITIS BOVINA EN
ESTABLECIMIENTOS LECHEROS DEL URUGUAY**

por

**Andrés Leandro AZAMBUYA CARDOSO
Sofía María GIANI GONZÁLEZ
Lucas GONZÁLEZ CHAPPE**

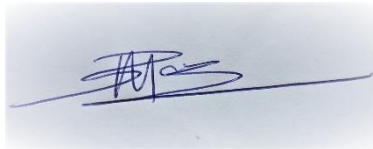
TESIS DE GRADO presentada como
uno de los requisitos para obtener el
título de Doctor en Ciencias
Veterinarias
Orientaciones: Producción Animal y
Medicina Veterinaria

MODALIDAD ESTUDIO
POBLACIONAL

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2022**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:



Presidente de mesa:

Dra. Mette Bouman



Segundo miembro (Tutor):

Dr. Gustavo Benítez



Tercer miembro:

Dra. Elena de Torres

Fecha:

15 de marzo de 2022

Autores:



Br. Lucas GONZÁLEZ CHAPPE



Br. Sofía GIANI GONZÁLEZ



Br. Andrés Leandro AZAMBUYA CARDOSO

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Gustavo Benítez por su paciencia e incentivarnos constantemente a mejorar.

A las personas entrevistadas por su disponibilidad y su tiempo brindado.

A nuestras familias por su apoyo incondicional.

A nuestros amigos de la vida.

A los amigos y compañeros que nos regaló la facultad.

Al personal de biblioteca por su ayuda.

A los profesores que nos acompañaron en el camino.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	5
Resumen	6
Summary	6
1. Introducción	8
2. Revisión bibliográfica.....	8
2.1. Producción lechera en Uruguay	8
2.2. Definición de mastitis.....	9
2.3. Prevención y control de mastitis.....	9
2.4. Diagnóstico de mastitis.....	11
2.5. Registros y objetivos.....	12
2.6. Impacto económico de la mastitis	12
2.6.1. Costos de prevención.....	13
2.6.2. Costos de control (terapia antibiótica de los casos de MC)	14
2.6.3. Costos de pérdidas productivas	14
2.6.3.1. Descarte de leche por MC	14
2.6.3.2. Disminución en la producción por MC.....	14
2.6.3.3. Pérdidas por MSC	14
2.6.3.4. Riesgo de contraer otras enfermedades	14
2.6.3.5. Descarte de animales.....	15
2.6.4. Costo total de la enfermedad	15
2.6.4.1. Concepto de nivel óptimo de control	16
2.7. Ausencia de datos a nivel nacional	17
3. Objetivos.....	17
3.1. Objetivo general:	17
3.2. Objetivos específicos:.....	17
4. Materiales y Métodos	17
4.1. Establecimientos lecheros estudiados:	17
4.2. Fuentes y colecta de datos:.....	18
4.3. Procesamiento de datos:	19
5. Resultados.....	21
5.1. Descripción de los establecimientos lecheros estudiados	21
5.2. Descripción y análisis de los costos de mastitis de cada establecimiento	24
5.2.1. Costos de prevención.....	24

5.2.1.1.	Protocolos de prevención de salud de ubre	24
5.2.1.2.	Costos de prevención totales de cada establecimiento.	26
5.2.2.	Costos de tratamiento	27
5.2.3.	Costos de pérdidas	28
5.2.3.1.	Costos por descarte de leche	28
5.2.3.2.	Costos por disminución en la producción.....	29
5.2.4.	Costos totales	30
5.2.4.1.	Influencia de los componentes del costo sobre el costo total	30
5.2.4.2.	Relación entre los costos totales de mastitis y producto bruto leche de cada establecimiento.....	32
6.	Discusión	32
7.	Conclusiones	37
8.	Bibliografía.....	39
9.	Anexos	46

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1.	Comportamiento esperado entre las pérdidas y los gastos de control para la mayoría de las enfermedades de la producción (incluida la mastitis) (McInerney et al., 1992).	17
Tabla 1.	Descripción de los establecimientos lecheros estudiados.	22
Tabla 2.	Objetivos y registro de los casos clínicos de mastitis en cada establecimiento.	23
Tabla 3.	Protocolos de prevención de salud de ubre en cada establecimiento.	24
Tabla 4.	Costos de las medidas de prevención según los protocolos de salud de ubre de cada establecimiento (U\$/15 días).	25
Tabla 5.	Protocolo de uso de técnicas de diagnóstico en cada establecimiento.	25
Tabla 6.	Costos de las medidas de diagnóstico según los protocolos de diagnóstico de MC de cada establecimiento para el período estudiado (U\$/15 días).	26
Tabla 7.	Costos de prevención por 15 días (U\$) por tambo y por VO.	26
Tabla 8.	Protocolo de tratamientos (principio activo y presentación) de cada establecimiento y costo unitario (U\$) y para el total de casos (U\$/15 d).....	27
Tabla 9.	Tiempo de espera en leche (días) de los productos utilizados según el protocolo de cada establecimiento.....	28
Tabla 10.	Pérdidas económicas (U\$) de leche descartada (no comercializada) según los casos de mastitis clínica en cada tambo.	29
Tabla 11.	Pérdidas físicas (litros y l/VO) y económicas (U\$ y U\$/VO) de la disminución en la producción a lo largo de la lactancia ocasionados por los casos clínicos nuevos en 15 días.....	29
Tabla 12.	Costos totales de la mastitis en 15 días por establecimiento (U\$/15 días, U\$/15 días/VO, l/15días y l/15días/VO).	30
Gráfico 1.	Pérdidas físicas de leche no comercializada ocasionadas por los casos de MC ocurridos durante el período estudiado, según el protocolo utilizado en cada tambo (l/15d).	28
Gráfico 2.	Influencia de los componentes del costo (%) sobre el costo total en cada establecimiento correspondiente con los casos clínicos presentados en los 15 días previos a la encuesta.	31
Gráfico 3.	Relación entre los costos totales de mastitis y producto bruto leche de cada establecimiento en 15 días (U\$).	32

Resumen

La mastitis es una de las enfermedades de la producción que más daño económico causa en los establecimientos lecheros. A pesar de la importancia que tiene la enfermedad a nivel productivo, existe escasa bibliografía de referencia a nivel país sobre el costo de la mastitis. En este trabajo se buscó identificar los protocolos de salud de ubre y se pretendió realizar una aproximación a los costos totales de la mastitis y a la influencia de los diferentes componentes del costo (costos de prevención, control y pérdidas de producción) sobre el costo total. Se analizaron los costos de mastitis en doce establecimientos lecheros de la Cuenca Lechera del país. La obtención de los datos fue realizada a través de la modalidad de encuesta, la cual fue respondida por los productores y/o funcionarios de los establecimientos. Se colectó información sobre la cantidad de casos de mastitis clínica en los 15 días previos a la encuesta, lo que motivó que los costos se expresaran en esa unidad de tiempo. También se colectó información de los protocolos de salud de ubre de cada establecimiento. Se analizaron y valorizaron los costos de prevención, tratamiento y pérdidas (descarte de leche y disminución en la producción por mastitis clínica) de cada establecimiento, lo que permitió realizar una aproximación al costo total de la enfermedad. La mitad de los tambos tuvo un costo de prevención igual o inferior a los U\$S 2,05/vaca en ordeño y en los costos de tratamiento igual o menor a los U\$S 0,16/vaca en ordeño. La mediana de los costos de descarte de leche fue de U\$S 0,88/vaca en ordeño. La disminución en la producción tuvo una mediana de U\$S 1,62/vaca en ordeño. La mediana de los costos totales fue de U\$S 4,72/vaca en ordeño. Existió una gran variabilidad entre los costos de los establecimientos estudiados, dada fundamentalmente por diferencias en las medidas de prevención y por la frecuencia de aparición de casos clínicos. Se observó distinto peso relativo de los componentes del costo total. El componente de mayor influencia fueron las pérdidas, mientras que, los costos de tratamiento tuvieron una influencia mínima. Los tambos que presentaron mayores costos de prevención tuvieron también menores pérdidas, debido a una menor incidencia de mastitis clínica. Se analizó una gran variedad de costos de prevención que no fueron tenidos en cuenta en otros estudios de la región. Conocer la relación entre los costos de prevención y los costos de pérdidas y el impacto de éstos sobre los costos totales permite asesorar a los productores sobre la rentabilidad de la aplicación de las medidas preventivas.

Summary

Mastitis is one of the production diseases that causes the greatest economic losses to dairy farms. Although this disease is very important for dairy production, there is little reference literature on the cost of mastitis in Uruguay. The purpose of this paper is to identify udder health protocols and to estimate the total cost of mastitis and the contribution of different cost components (costs of prevention, control and production loss) to the total cost. The costs of mastitis were analyzed in twelve dairy farms located in the dairy region of Uruguay. The data were obtained through a survey to producers and/or farm employees. Information was collected on the number of cases of clinical mastitis within 15 days prior to the survey, and therefore, costs are expressed in this

unit of time. In addition, information was collected about the udder health protocols of each farm. The costs of prevention, treatment and production loss (i.e., discarded milk and production decrease due to clinical mastitis) of each farm were analyzed and valued in order to estimate the total cost of the disease. Half of the dairy production farms had a mastitis prevention cost equal to/lower than US\$ 2.05 per milking cow, and treatment costs were equal to/lower than US\$ 0.16 per milking cow. Median cost of discarded milk was US\$ 0.88 per milking cow. Median cost of production decrease was US\$ 1.62 per milking cow. Total median costs were US\$ 4.72 per milking cow. There was great cost variability between the different farms in our study, mainly due to differences in prevention measures and in the frequency of clinical cases. A different relative weight of total cost components was observed. The cost of production loss was the component with the highest contribution to the total cost, while treatment costs had a minimal contribution. The dairy farms with higher prevention costs also had lower losses, due to a lower incidence of clinical mastitis. A wide variety of prevention costs, that had not been considered in other studies in the region, were analyzed. Determining the relationship between prevention costs and production loss costs, as well as their impact on total costs, allows advising producers on the cost-effectiveness of implementing preventive measures.

1. Introducción

El uso de evaluaciones económicas para apoyar la toma de decisiones en la salud del predio es una práctica que ha tomado gran importancia. Los estudios de costos de las diferentes enfermedades buscan identificar, cuantificar y valorar todos los recursos asociados a la enfermedad. Sin embargo, las metodologías utilizadas y las unidades monetarias varían, factor que dificulta la comparación para nuestro país. Es importante describir la mastitis en términos monetarios para, al momento de tomar decisiones, tener claro qué pérdidas y costos conlleva la enfermedad y optar por aquellas medidas de mayor rentabilidad. Según nuestro conocimiento, no existen datos nacionales publicados sobre el costo total de la enfermedad.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Producción lechera en Uruguay

Uruguay es un importante país productor de leche y exportador de productos lácteos.

El 73% de la leche producida es remitida a planta, el restante 27% es destinada a la producción de quesos artesanales en el establecimiento. Se producen anualmente 2.200 millones de litros, siendo el 90% de la producción procesada en el país por 10 industrias mayores. Se exporta el 70% de la producción a más de 60 mercados, siendo el séptimo país exportador mundial de leche. En el año 2020 las exportaciones totales del sector superaron los U\$S 690 millones y fueron el 8% de las exportaciones totales del país (incluyendo zonas francas) (Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social, 2021).

La leche que llega al consumidor es una leche fresca pasteurizada, libre de hormonas de crecimiento, antibióticos, metales pesados y contaminación radioactiva (Instituto Nacional de la Leche (Inale), 2014).

Existen 2.700 predios cuya actividad principal es la lechería, 1.900 tienen una superficie de entre 50 y 500 hectáreas, 600 tienen una superficie menor a 50 hectáreas y 200 tienen una extensión mayor a 500 hectáreas. La industria lechera cuenta con 3320 productores, la mayoría son productores familiares vinculando aproximadamente 20.000 personas al sector. Existe lechería comercial en todos los departamentos del país, con un elevado grado de concentración en el suroeste, en la denominada "Cuenca Lechera". Está integrada por los departamentos de Canelones, Colonia, Flores, Florida, San José y Soriano que acumulan el 82% de los tambos del país (2.726 tambos) con una superficie de 552.194 hectáreas (73% de la superficie total destinada a lechería) (Inale, 2014; Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), 2021a).

El tambo promedio uruguayo tiene 95 vaca en ordeño (VO), 228 hectáreas y produce diariamente 19,1 litros por VO. Cuenta con un promedio de 56 vaca masa (VM) cada 100 vacas (incluida la recria), con una relación VO/VM de 0,75. El sistema predominante de producción es el pastoril a cielo abierto con un 61% de pasturas mejoradas. El principal costo de producción es la alimentación de las vacas, abarcando aproximadamente el 50% de los costos totales. Los costos de sanidad e higiene oscilan entre U\$S41 y U\$S 228 por VM por año con un promedio de US\$ 102 por VM, tomando importancia el prevenir y controlar las diferentes enfermedades del tambo para disminuir costos y aumentar la eficiencia en el uso de los insumos (Inale,

2014; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Centros Regionales de Experimentación Agropecuaria y Inale, 2020; MGAPa, 2021).

2.2. Definición de mastitis

La mastitis es la inflamación del parénquima de la glándula mamaria. (Middleton et al., 2014). Es un proceso que se caracteriza por una variedad de cambios físicos y químicos en la leche y por alteraciones en el tejido glandular (Radostits, Gay, Blood y Hinchcliff, 2002). Esta enfermedad puede ser de presentación clínica (MC), con cambios detectables en leche, ubre, y algunas veces en la vaca, o subclínica, es decir, sin presentar signos clínicos (Middleton et al., 2014).

Está causada por diversos agentes infecciosos que, según sus características epidemiológicas, se pueden agrupar en: contagiosos, ambientales, oportunistas y otros (Calvinho y Tarabla, 2007; Philpot y Nickerson, 1991; Saran y Chaffer, 2000).

La mastitis es una enfermedad endémica; en la mayoría de los establecimientos (84 %) del país existe una combinación de microorganismos contagiosos y ambientales causantes de mastitis clínica, es por esto que, en Uruguay los programas de control de mastitis deben ser desarrollados en base a la epidemiología de estos microorganismos (Larumbe y Vidart, 2016).

2.3. Prevención y control de mastitis

La rutina de ordeño consta de diferentes etapas cuyo objetivo no es únicamente la extracción de la leche sino también la prevención y el control de la mastitis.

Un esquema de higiene integral para el control de la mastitis tiene dos objetivos: la prevención de la infección intra mamaria durante el ordeño y la prevención de la infección entre un ordeño y el siguiente (Neave, Dod, Kingwill y Westgarth, 1969). A continuación, se presentan las principales medidas de la rutina de ordeño y manejo de la salud de ubre que pueden ser implementadas en los tambos. Este listado pretende mostrar la gran variedad de medidas que se pueden aplicar en un plan de salud de ubre, que pueden contribuir simultáneamente al incremento del costo y al control de la enfermedad.

Generalmente se comienza la rutina de ordeño con el “despunte” que consiste en extraer y examinar los primeros chorros de leche. Es fundamental para detectar tempranamente los casos de mastitis clínica antes de que la leche sea remitida al tanque para así evitar que suba el Recuento de Células Somáticas (RCS) en tanque, lo que significaría la pérdida de la bonificación. A su vez, esto permite identificar en forma rápida a aquellos animales que requieren una atención especial (Kruze, 1998) evitando así nuevos contagios.

Posteriormente se lavan los pezones y la superficie inferior de la ubre con agua limpia a baja presión, mojando y masajeando preferentemente sólo los pezones (Saran, 1995).

Al finalizar el lavado se realiza el “pre dipping” que implica la desinfección de los pezones, por inmersión o aspersion, en una solución desinfectante con concentraciones menores que las usadas desinfección post ordeño (sellado) (Galton,

Petersson y Merril, 1988; Pankey, Wildman, Dreschler y Hogan, 1987; Rasmussen, Galton y Petersson, 1991; Saran, 1995).

El ordeño de pezones mojados aumenta el riesgo de infección intra mamaria (Kruze, 1998), ya que, con el agua los microorganismos pueden ser arrastrados hacia la punta del pezón, contaminando de esta manera la leche y aumentando el riesgo de infección (Kruze, 1998; Saran, 1995). Idealmente se debería secar los pezones utilizando una toalla de papel desechable para cada pezón. También es aceptado utilizar una toalla por vaca si se tiene la precaución de doblar la toalla para usar una superficie limpia al pasar de un pezón a otro (Philpot y Nickerson, 1991).

Al finalizar el ordeño, se realiza la desinfección post ordeño en que se desinfectan todos los pezones con una solución de eficacia probada, esta práctica es conocida como “dipping” o sellado. El dipping es capaz de reducir las neoinfecciones intra mamarias causadas por patógenos contagiosos entre un 50 a 90%, constituyendo la medida higiénica individual más importante de un programa de control (Bramley y Dodd, 1984; Fang y Pyörälä, 1995; Kingwill, 1981; Pankey et al., 1984; Saran, 1995;). El método convencional de aplicación de la solución desinfectante es la inmersión de los pezones en una copa que contiene el producto (National Mastitis Council (NMC), 2003; Shearn, 1981).

La NMC sistematizó el “Plan de los 5 puntos” agrupando un conjunto de prácticas que apuntan a reducir los efectos de la mastitis contagiosa. Posteriormente este plan fue extendido al “Plan de los 10 puntos” que apunta a controlar también las mastitis ambientales y realizar un abordaje integral de la enfermedad (Middleton et al., 2014). Con respecto a las medidas de control y prevención el Plan aborda los siguientes puntos: mantenimiento de un ambiente limpio, seco y confortable; procedimientos de ordeño adecuados; adecuado mantenimiento y uso del equipo de ordeño; adecuado manejo de la mastitis clínica durante la lactación; efectivo tratamiento de la vaca seca; mantenimiento de la bioseguridad para patógenos contagiosos y comercialización de vacas con mastitis crónicas y monitoreo regular del estado de salud de la ubre (NMC, 2003).

Dado que las medidas higiénicas solo influyen en la tasa de nuevas infecciones, su efecto sobre la incidencia de infecciones es lento y no eliminan las mastitis existentes en un rodeo. La velocidad con la que se eliminan los casos de mastitis es fundamental para un buen control de la enfermedad, para esto, el tratamiento es esencial (Philpot, 1979). A su vez, un tratamiento adecuado permite reducir las pérdidas de producción y evitar que otras vacas se contagien, pero como medida aislada es insuficiente, ya que cualquier éxito es de naturaleza temporal. Por lo tanto, para obtener resultados duraderos, la higiene y la terapia deben combinarse (Neave et al., 1969).

El tratamiento de la mastitis debería estar basado en el diagnóstico bacteriológico (Pyörälä, 2009), para la selección del antimicrobiano adecuado. En nuestro país se ha detectado resistencia antimicrobiana en varios agentes causantes de mastitis, por lo tanto, se debería minimizar el uso de antibióticos (Giannechini et al., 2014). En la mastitis aguda, cuando el diagnóstico bacteriológico no está disponible, se debe iniciar el tratamiento basado en datos del rodeo (Pyörälä, 2009) y que mejor se adapte al funcionamiento del establecimiento.

El uso de protocolos escritos para el tratamiento de MC en el establecimiento promueve un uso juicioso de los antimicrobianos y disminuye su uso (Passantino, 2007; Raymond, Wohlr y Call, 2006). Existe una gran variedad de terapias antimicrobianas para el tratamiento de MC que varían en el principio activo, vía de administración, duración del efecto, tiempo de espera en leche y costo. La MC debe ser tratada por al menos 3 días. La vía de administración más común de los antimicrobianos para esta enfermedad es la vía intra-mamaria (IM) (Pyörälä, 2009)., también es de utilización frecuente la vía sistémica. En algunos casos se combina la terapia antimicrobiana con el uso de antiinflamatorios no esteroideos. Existen controversias sobre la mejor forma de administración (IM o sistémica) y sobre el uso asociado de antiinflamatorios, ya que, todas ellas presentan ventajas y desventajas (Ehinger y Kietzmann, 2000a; 2000b; Erskine, 2003; McDougall, Bryan y Tiddy, 2009; Pyörälä, 2009; Ullberg, Hansson, y Funke, 1958; Ziv, 1980).

El período seco y el período fresco temprano representan la mayor oportunidad para realizar intervenciones de manejo para mejorar la salud de la ubre y su capacidad para producir leche de calidad durante la lactancia, ya que una gran proporción de casos se observan o pueden ser atribuidos a este período de tiempo (Natzke, 1981).

Una correcta terapia de secado permite evitar el desarrollo de MC en el parto y es el método más económico y efectivo para reducir la incidencia de mastitis subclínica cuando es aplicada a todos los animales al final de la lactación (Smith et al., 1967).

2.4. Diagnóstico de mastitis

Mediante un examen clínico se puede constatar que una vaca presenta mastitis si se observa la inflamación de la glándula mamaria, a su vez se puede evidenciar edema, aumento de temperatura y en ocasiones dolor a la palpación, fiebre y/o claudicación.

A través del despunte, ya descrito en la rutina de ordeño, se pueden observar alteraciones en leche que indican la presencia de mastitis. También existen técnicas como el California Mastitis Test (CMT) y el Recuento de Células Somáticas RCS que permiten diagnosticar la mastitis subclínica.

El CMT es un método rápido y simple que predice con precisión el recuento de células somáticas de cuartos individuales o en muestras compuestas de leche (Mellenberg, 2001).

Con respecto al RCS, la mayoría de las células en este análisis son leucocitos (glóbulos blancos) y en menor cantidad células provenientes del tejido secretor mamario (células epiteliales). Los porcentajes entre los distintos grupos de glóbulos blancos cambian a medida que avanza la infección (Delucci, Cabrera y Cartaya, 2008). El RCS se puede realizar como método diagnóstico individual (muestra por cuarto o compuesta por vaca) o colectivo (de tanque).

Al realizar un RCS individual, se considera que hay un proceso inflamatorio en la glándula mamaria cuando por vaca o cuarto el RCS supera las 200.000 células somáticas (CS)/ml en vacas multíparas y 100.000 CS/ml en primíparas. La principal e importante causa de inflamación es la infección de la glándula, por lo que se considera que RCS superiores a los antes mencionados son indicativos de animales enfermos (Harmon, 1994).

Cuando se busca conocer o controlar el estado de salud de ubre de las vacas en un rodeo se puede realizar el RCS en tanque. Esta es una herramienta fundamental para el monitoreo de mastitis subclínica, pero no es de mucha utilidad para el monitoreo de mastitis clínica. Es importante destacar que cuando el despunte no se realiza correctamente o las vacas con signos de mastitis clínica no son apartadas inmediatamente del rodeo general, el recuento se ve seriamente afectado (Lucas y Lucas, 2011).

Según Larumbe y Vidart (2016), la industria lechera bonificaba con hasta un 19% a aquellos tambos que remitían leche a planta con menos de 300.000 CS/ml de RCS de media geométrica mensual en tanque, esta bonificación se mantuvo hasta mediados del año 2021.

2.5. Registros y objetivos

El Plan Recomendado para el Control de Mastitis indica que para cada caso de MC se debe registrar la vaca afectada, la fecha de detección del caso, los días de lactancia en que se encuentra la vaca, el o los cuartos afectados, la cantidad y tipo de tratamientos realizados, los resultados de estos tratamientos y el agente causal de la MC en caso de que haya sido realizado el cultivo bacteriológico (NMC, 2003). A su vez, recomienda utilizar un sistema de registros computarizado o manual para almacenar la información.

Con respecto a los objetivos para el control de mastitis, la NMC sugiere fijar objetivos realistas con respecto al RCS y a la incidencia de MC. Recomendamos revisar los objetivos de manera rutinaria, bajo el asesoramiento de veterinarios, productores, tamberos y/o otros asesores. El Plan Recomendado para el Control de Mastitis indica que es necesario priorizar cambios en las medidas de manejo para lograr los objetivos planteados (NMC, 2003).

2.6. Impacto económico de la mastitis

El nivel óptimo de producción con y sin enfermedad varía entre los establecimientos y depende de circunstancias económicas cambiantes. Debido a estas dificultades, realizar una estimación precisa del impacto económico de las enfermedades endémicas es desafiante (Hogeveen y van der Voort, 2017).

Los efectos económicos de una enfermedad de producción deben estudiarse basados en los procesos de producción del tambo. Se debe evaluar la relación entre los recursos utilizados y los productos que se obtienen (Hogeveen y van der Voort, 2017). Las consideraciones económicas son una importante razón para que los productores realicen cambios en sus tambos.

La mastitis se considera una de las enfermedades más frecuentes de la industria láctea a nivel mundial (Halasa, Huijps, Østerås y Hogeveen, 2007) y es la que ocasiona mayores pérdidas a los productores lecheros en todo el mundo (Medina, 2002). Dado el impacto económico sustancial de la mastitis, al tomar conocimiento de los diferentes costos, se genera información útil para productores y técnicos (van Soest, Santman-Berendse, Lam y Hogeveen, 2016).

Los costos asociados a la mastitis clínica se pueden dividir en costos de prevención, control y pérdidas. Los costos de la mastitis más comúnmente abordados son los

referidos a la disminución de la producción, costos de servicios veterinarios, diagnósticos, drogas utilizadas, leche descartada, mano de obra, disminución de la calidad del producto, aumento de riesgo de casos nuevos de mastitis o de otras enfermedades, materiales para la prevención de la enfermedad y descarte temprano de animales (Hogeveen y Østerås, 2005). Las pérdidas de producción son el factor de costos más importante (McInerney, Howe y Schepers, 1992), pero los costos asociados con el tratamiento, diagnóstico y aranceles veterinarios son los más visibles para el productor en el día a día (Hogeveen, Huijps y Lam, 2011).

Aunque la mastitis subclínica (MSC) es más prevalente que la mastitis clínica, el impacto económico de la MSC es más difícil de cuantificar y predecir debido a la variabilidad que existe entre rodeos en lo que refiere a la realización de test diagnósticos y la definición de casos (Rollin, Dhuyvetter y Overton, 2015).

De la siguiente revisión bibliográfica se desprenden costos de cada componente que permiten tener un panorama amplio del impacto de la enfermedad. Sin embargo, la literatura es particularmente escasa para los rodeos uruguayos y por ello se presentan principalmente datos internacionales.

2.6.1. Costos de prevención

En el estudio realizado por van Soest et al. (2016) se estimaron los costos de prevención en €120/VO/año como media, variando entre €48 y €180/VO/año.

Las pérdidas económicas debidas al asesoramiento veterinario varían mucho entre países ya que dependen de los honorarios correspondientes a cada uno (Fetrow, Stewart, Eicker, Farnsworth, y Bey, 2000). No se encontró bibliografía nacional con respecto a los costos del asesoramiento veterinario en la prevención de la mastitis.

La NMC (2003) recomienda hacer un chequeo anual de la máquina de ordeño. En Uruguay, Vissio, Bouman y Larriestra (2018) encontraron que el 72,7% de los tambos estudiados tenían al menos una falla en sus máquinas de ordeño. Anteriormente, en otro trabajo, se había constatado que de 217 máquinas de ordeño revisadas, el 88% presentaban defectos que podían afectar la salud mamaria y solo un 3% no tenían ningún tipo de defecto (Bouman, 2003). Es importante destacar que un mal funcionamiento de la máquina condiciona la salud de la ubre (Vissio et al., 2018), por lo tanto, los costos de chequeo y mantenimiento de la máquina de ordeño forman parte de los costos de prevención de la mastitis. En Argentina, se estimó el costo promedio anual del chequeo de máquina de ordeño en US\$ 281,25 (Larriestra, Vissio y Richardet, 2019).

Los costos de mano de obra son los que más influyen en los costos de prevención, representando hasta un 68% de éstos (€4/VO/año) (van Soest et al., 2016). En Estados Unidos, estimaron un costo de mano de obra de US\$ 19 por caso de MC (Rollin et al., 2015), por otra parte, Larriestra et al. (2019) presentaron en su estudio, en Argentina, un costo de mano de obra de US\$ 3,9/hora.

Con respecto al costo de la terapia de secado, en un estudio realizado en Argentina, se estimó un costo de US\$ 0,047/VO/d (Vissio, Agüero, Raspanti, Odierno, y Larriestra, 2015).

Existen otros costos de prevención (costos de RCS, CMT, recambio de pezoneras, desinfección pre ordeño y desinfección post ordeño) que no se encuentran aquí detallados pero que serán tenidos en cuenta en este trabajo.

2.6.2. Costos de control (terapia antibiótica de los casos de MC)

En Holanda, van Soest et al. (2016) constataron que los costos de tratamiento eran de €6/VO/año, mientras que, en Estados Unidos, estos tuvieron un valor de U\$S 30 por caso de mastitis clínica (Rollin et al., 2015). En Argentina, Vissio et al. (2015), estimaron los costos de tratamiento en U\$S 0,006/VO/d.

2.6.3. Costos de pérdidas productivas

Las pérdidas ocasionadas por la mastitis se pueden dividir en pérdidas por descarte de leche y disminución en la producción en el resto de la lactancia para MC; pérdidas de producción ocasionadas por MSC, muerte y descarte de animales y el incremento en el riesgo de contraer otras enfermedades. En Holanda, se estimaron los costos de pérdidas en €120/VO/año, con un mínimo de €34/VO/año y un máximo de €290/VO/año. La media de los costos de pérdidas productivas por caso de MC fue estimada en €301. También, se observó que la MC tenía mayor influencia sobre los costos de pérdidas productivas que la MSC (van Soest et al., 2016).

2.6.3.1. Descarte de leche por MC

Cuando se está realizando un tratamiento antimicrobiano, la leche no se puede comercializar y por lo tanto se descarta, provocando una disminución en la ganancia del productor. Algunos establecimientos utilizan esta leche de descarte para alimentar a los terneros, disminuyendo así el uso de sustituto lácteo, permitiendo de esta manera, amortiguar los costos. En el año 2015, se obtuvo un costo de descarte de leche de U\$S 18 por caso de mastitis clínica Rollin et al. (2015). En el trabajo realizado por van Soest et al. (2016) se estimó que los costos por descarte de leche representaban un 17% (€20/VO/año) de los costos de pérdidas.

2.6.3.2. Disminución en la producción por MC

Luego de un caso de mastitis clínica la disminución en la producción se da en toda la lactancia (Hagnestam, Emanuelson y Berglund, 2007). Por lo tanto, los casos clínicos ocurridos en etapas tempranas de la lactancia, que suelen ser los más frecuentes, tienen un mayor impacto sobre el total de leche producida que los casos ocurridos en lactancias más avanzadas (Hortet y Seegers, 1998).

Rollin et al. (2015), estimaron un costo por disminución en la producción futura de U\$S 149 por caso de mastitis clínica. En el trabajo realizado por van Soest et al. (2016) observaron que los costos por disminución en la producción representaban un 27% (€32/VO/año) de los costos de pérdidas. En este sentido, Vissio et al. (2015), estimaron los costos por disminución en la producción en U\$S 0,04/VO/d.

2.6.3.3. Pérdidas por MSC

En el estudio realizado por Vissio et al. (2015), las pérdidas de leche asociadas a MSC constituyeron el concepto más importante dentro del costo total de la enfermedad en todos los establecimientos estudiados. Estos autores estimaron el costo de MSC en U\$S 0,99/VO/d.

2.6.3.4. Riesgo de contraer otras enfermedades

La prevención de las mastitis en lactancias tempranas mejora la eficiencia reproductiva de los animales en términos de días al primer servicio postparto, días

para la concepción, servicios por concepción y días de intervalo entre partos (Schrick, Saxton, Lewis, Dowlen y Oliver, 1999 citado por Córdova-Izquierdo et al., 2008). Las mastitis declaradas antes del servicio ya sean subclínicas o clínicas, pueden reducir el porcentaje de concepción hasta alrededor del 50%. Es por esto que se puede aseverar que existe una correlación negativa entre la presencia de mastitis y el desempeño reproductivo, fundamentalmente en vacas de alta producción (Moore, Cullor, BonDurant y Sischo, 1991). Rollin et al. (2015) estimaron las pérdidas de reproducción futuras en U\$S 9 por caso de mastitis clínica.

2.6.3.5. Descarte de animales

La mastitis clínica aumenta significativamente la tasa de descarte o refugo (Kirk, 1988 citado por Fetrow, 2000). Heikkilä, Nousiainen y Pyörälä (2012), observaron que el costo relacionado con la eliminación temprana de los animales a causa de MC aumentaba un 28% los costos totales de la enfermedad. van Soest et al. (2016), constataron datos similares (27%) y obtuvieron un costo de descarte de animales de €20/VO/año. En este sentido, Rollin et al. (2015), estimaron que el costo de descarte de animales era de U\$S 176 por caso de MC. La forma de cálculo del incremento del riesgo de descarte también es controvertida, lo que deriva en grandes variaciones del costo estimado.

2.6.4. Costo total de la enfermedad

Para una adecuada evaluación del impacto de la mastitis bovina es necesario considerar tanto las pérdidas económicas como los costos asociados para la prevención y control, en lo que se denomina costo total de la enfermedad (Hogeveen et al., 2011). Los costos varían de un sistema a otro.

El impacto económico de la mastitis ha sido motivo de estudio de varios trabajos a nivel mundial. En una investigación se estimaron los costos de mastitis clínica en vacas de primera parición en €31, con una incidencia de mastitis correspondiente a 0,15 casos por vaca por año (Huijps, De Vliegher, Lam y Hogeveen, 2009). Otros autores encontraron variaciones en los costos de las mastitis de €149 a €570 por caso, con una incidencia de 3 a 5% por lactancia, dependiendo del patógeno involucrado (Sørensen, L.P., Mark, Sørensen, M.K., y Østergaard, 2010). En Finlandia, Heikkilä et al. (2012) estimaron el costo de un caso de MC en €458.

A nivel regional, en Argentina, se estimó el costo de cada caso de mastitis clínica, resultando en US\$ 185,01 para vacas y US\$ 143,03 para vaquillonas (Richardet, Castro, Tirante, Vissio y Larriestra, 2016). En el mismo país, el costo total de la mastitis representó en promedio el 16% del producto bruto diario en al menos la mitad de los establecimientos lecheros de Córdoba (Vissio et al., 2015).

En Uruguay, en un estudio realizado en el año 2002, (Gianneechini et al. (2002) encontraron variaciones de las pérdidas por mastitis entre U\$S 2.747 y U\$S 3.047 al año. Estos autores evaluaron únicamente las pérdidas productivas ocasionadas por mastitis, utilizando modelos con tambos de 100 vacas promedio en el año y una producción diaria de 15 litros por VO,

Según Hogeveen et al. (2011) las medidas de prevención con mayor eficiencia fueron la terapia de secado y la desinfección post ordeño. A su vez, la terapia de secado fue la que presentó mayor beneficio neto (€ 27/VO/año) dentro de las medidas preventivas.

Las medidas de manejo con la eficacia más alta no son necesariamente las que presentan mayor relación costo-eficacia, ya que, muchas veces tienen altos costos asociados. Las medidas de manejo con menor eficacia y menores costos asociados muchas veces tienen una mejor relación costo-eficacia. Entre las medidas con mejor relación costo-eficacia se encuentran el uso de toallas individuales para el secado de los pezones y la utilización de guantes por los tamberos (Huijps, Hogeveen, Lam y Oude Lansink, 2010).

Vissio et al. (2015), al expresar los costos totales de la mastitis como una proporción de los ingresos brutos, observaron que en el 50% de los establecimientos estos representaban al menos el 16,2% de los ingresos brutos.

2.6.4.1. Concepto de nivel óptimo de control.

Independientemente del sistema de producción, existe una relación de sustitución entre los costos de prevención-control y las pérdidas, dado que, las prácticas de manejo (prevención y control) se adoptan para reducir las pérdidas. La eficacia de las medidas determinará esta tasa de sustitución (Hogeveen y van der Voort, 2017).

En la figura 1 se muestra la relación entre las pérdidas y los gastos de control. Se observa como a medida que aumentan los gastos de control, disminuyen las pérdidas. Si no se realizan medidas de prevención los costos asociados a las pérdidas son máximas (Hogeveen y van der Voort, 2017). Por debajo del punto L, el aumento de los gastos en tratamiento y prevención reduce progresivamente estas pérdidas. Se constata que la curva tiene una pendiente descendente a una tasa decreciente, lo que implica que a medida que aumentan los gastos se vuelve cada vez más difícil asegurar una mayor reducción de las pérdidas. Esto significa que hay rendimientos decrecientes de los gastos, por cada dólar adicional gastado en el control de la enfermedad, el rendimiento adicional en pérdidas reducidas se vuelve progresivamente menor. A la derecha de las coordenadas LA, EA se observa como la gráfica se vuelve horizontal, esto es lo que ocurre en la mayoría de las enfermedades, para las cuáles existe un límite en las pérdidas que se pueden evitar. Si las pérdidas nunca pueden reducirse por debajo del nivel mínimo LA, entonces, cualquier gasto adicional más allá de EA sería irracional, ya que se pagaría más sin ningún beneficio adicional (McInerney et al., 1992).

El punto A en la curva podría considerarse que representa el "nivel óptimo" en el control de la enfermedad, donde se ubica la combinación de pérdidas por enfermedades y gastos a los que debería apuntar el control de enfermedades (McInerney et al., 1992). En este punto una cantidad extra de dinero gastada para el control iguala la cantidad de dinero que se gana por reducir costos de perdidas (Hogeveen y van der Voort, 2017). por lo tanto, no existe un incentivo para cambiar las medidas de control (McInerney et al., 1992).

Pérdidas

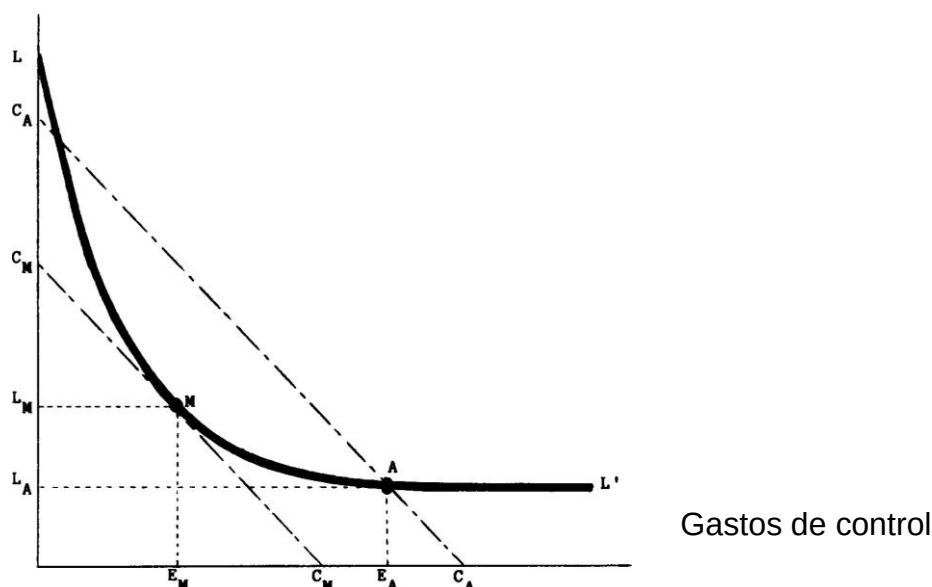


Figura 1. Comportamiento esperado entre las pérdidas y los gastos de control para la mayoría de las enfermedades de la producción (incluida la mastitis) (McInerney et al., 1992).

2.7. Ausencia de datos a nivel nacional

Si bien en la región, fundamentalmente en Argentina, existen diversos estudios sobre los costos de la mastitis, a nivel nacional, existen escasos trabajos que abordan solo parcialmente el impacto económico de la enfermedad. No se encontraron estudios, en nuestro país, que consideren componentes del costo de mastitis (prevención y/o tratamiento de MC) ni que se aproximen a los costos totales de la enfermedad.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general:

Contribuir al estudio de la mastitis bovina y su impacto productivo y económico en los rodeos lecheros de Uruguay.

3.2. Objetivos específicos:

- Identificar los protocolos de salud de ubre aplicados en doce rodeos lecheros de la cuenca sur del Uruguay.
- Determinar los costos de prevención y control de mastitis en dichos predios.
- Estimar las pérdidas de producción ocasionadas por casos de mastitis clínica.
- Realizar una estimación y análisis del costo total de la enfermedad.

4. Materiales y Métodos

4.1. Establecimientos lecheros estudiados:

Se utilizó una muestra de conveniencia de 12 tambos ubicados en la cuenca lechera del sur del país. Los predios seleccionados habían colaborado con diferentes trabajos de la Facultad de Veterinaria, Universidad de la República y aceptaron participar en la presente investigación brindando información sobre sus prácticas y resultados.

Los establecimientos lecheros estudiados se encuentran en los departamentos de Florida (n=10), Canelones (n=1) y San José (n=1).

4.2. Fuentes y colecta de datos:

Se diseñó una encuesta (Anexo 1) para la colecta de información de forma ordenada y estandarizada de datos generales de los establecimientos y su situación particular en relación con la mastitis. Se utilizó el Plan Recomendado para el Control de Mastitis (NMC, 2003) para definir la información a recolectar en relación a la mastitis y su gestión. Para obtener la cantidad de casos clínicos ocurridos en los diferentes establecimientos, considerando que los productores no necesariamente llevaban registros o no los consultaron para la encuesta, se tomó el supuesto de que una quincena era un período donde la frecuencia de mastitis clínica que ellos indicaron era bastante confiable. Se recabaron datos descriptivos del sistema productivo (incluyendo número de vacas en ordeño, producción individual y características del tambo), datos correspondientes a la epidemiología de la enfermedad, detección, frecuencia, manejo y tratamiento de las mastitis, prácticas de la rutina de ordeño, gestión de la vaca seca, objetivos y sistema de registros. La encuesta se aplicó por vía telefónica o plataformas de video llamada, en agosto de 2020.

Los resultados económicos fueron expresados en dólares americanos constantes de setiembre 2021, se utilizó como cotización del dólar, la cotización del Banco Central del Uruguay, correspondiente a 44 pesos uruguayos (Instituto Nacional de Estadística, 2021).

A partir de datos pertenecientes al Inale, se utilizó para la leche el valor de mercado, correspondiente a U\$S 0,36 por litro, en setiembre de 2021 (MGAPb, 2021).

A través de información de mercado, de empresas en plaza y consultas a profesionales veterinarios, se obtuvieron los costos de los productos comerciales utilizados para la prevención y tratamiento de mastitis (pomo de antibiótico, antibiótico inyectable, desinfectante pre y post-ordeño, reactivo de CMT, antibiótico de secado, guantes, toallas de papel y análisis de laboratorio). Cuando correspondía, se colectaron datos de los prospectos de los productos aplicados, para obtener la cantidad de producto utilizado por vaca.

Se utilizaron los aranceles oficiales de la Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay para el costo del asesoramiento veterinario en salud de ubre y calidad de la leche. Para los procedimientos de desinfección pre ordeño, despunte y realización del CMT se calculó el costo del tiempo de trabajo extra de cada tambero, a partir del sueldo mínimo nominal de los tamberos en Uruguay del Banco de Previsión Social para el año 2021 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2020). Se tomó como supuesto que todos los establecimientos contaban con dos tamberos trabajando en todos los ordeños.

Para obtener el costo del chequeo de la máquina de ordeño se utilizaron los presupuestos realizados por diferentes empresas que brindan este servicio.

Otros datos complementarios se obtuvieron de consultas a profesionales veterinarios y de referencias bibliográficas.

4.3. Procesamiento de datos:

Luego de aplicada la encuesta, se realizó un informe descriptivo de cada tambo caracterizando el plan de salud de ubre aplicado. De esta forma se identificaron los protocolos de prevención y control que realizaba cada establecimiento.

La frecuencia de MC se refiere a la cantidad de casos clínicos nuevos en 15d que presentaba cada establecimiento, este dato se obtuvo directamente de las respuestas de la encuesta. Para determinar la incidencia de MC, se expresó la frecuencia cada 100 VO.

Costos de prevención

Los costos de prevención se estimaron en función de su ocurrencia (anual, mensual, diaria) y se expresaron en períodos de quince días, para mantener la coherencia de tiempos con los casos de mastitis clínica indagados en la encuesta.

Para los costos de prevención se analizaron las prácticas relacionadas al asesoramiento veterinario, mantenimiento de la máquina de ordeño, rutina de ordeño y utilización de métodos diagnósticos.

El uso de guantes durante todo el ordeño es una práctica fundamental para limitar la diseminación de agentes patógenos (NMC, 2003). Para calcular el costo del uso de guantes: se asumió que por día cada tambo utilizaba 4 guantes. A cada guante se le asignó un precio de U\$S 0,13. Se consideró como “uso ocasional” de guantes a aquellos establecimientos que los utilizaban durante 4 meses al año (120 días). Se obtuvo el costo del uso de guantes por quincena, para los establecimientos que realizaban un “uso ocasional”, a través de la siguiente fórmula:

$$((4 \times \text{U\$S } 0,13 \times 2 \times 120) / 365) \times 15$$

para los establecimientos que los utilizaban regularmente Se obtuvo el costo del uso de guantes por quincena, a través de la siguiente fórmula:

$$(4 \times \text{U\$S } 0,13 \times 2) \times 15$$

El lavado y desinfección de pezones pre ordeño se tomó en cuenta en los predios que realizaban un lavado previo como rutina normal; no se tuvo en cuenta en establecimientos que lo realizaban de forma eventual, por ejemplo, en los días de lluvia. Para este procedimiento se consideró el precio de la desinfección pre ordeño, la cantidad utilizada por vaca (22,2 mililitros), el costo del trabajo extra de los tamberos (U\$S 5,28 por hora), el tiempo destinado por vaca (15 segundos) (Solomamitis, 2008), a su vez, se obtuvo el costo de las toallas de secado considerando una toalla por VO por ordeño y un costo de U\$S 0,44 por cada 100 toallas. Se obtuvo el costo de lavado y desinfección pre ordeño por VO por ordeño.

El costo de despunte se obtuvo a partir del costo de trabajo extra de los tamberos (U\$S 5,28 por hora). Se utilizó como supuesto un tiempo requerido por vaca de 15 segundos, a partir de esto se calculó el costo de despunte por VO por quincena.

El costo asociado a la desinfección post ordeño se obtuvo a partir del costo del desinfectante y la cantidad utilizada por VO (22,2 mililitros) por ordeño.

Para calcular el costo de un análisis de CMT se utilizó la siguiente fórmula:

*Cantidad de reactivo utilizado por VO x cantidad de VO x costo del producto x
frecuencia de realización del test*

Se consideró que los establecimientos realizaban el CMT de forma “frecuente” cuando lo realizaban una vez al mes a todas sus vacas. Para los casos donde se realizaba de forma esporádica, no rutinaria y/o cuando se incrementaban las células somáticas en tanque, se asumieron 2 testeos masivos por año. Lo más frecuente sería hacer un testeo durante la estación de invierno donde ocurre la mayor cantidad de casos y el otro durante el verano cuando los animales se enfrentan al estrés calórico y a las condiciones ambientales que pueden predisponer a la suba de células somáticas. Se asignó un valor de U\$S 12,23 por litro de reactivo y la cantidad de producto utilizado por animal se obtuvo del prospecto del producto comercial (8ml/vaca).

Con respecto al secado, se asumió una lactancia de 305 días (Pereira, Laborde, Carriquiry, Lopez-Villalobos y Meikle, 2010) y 60 días de secado (Kok, Chen, Kemp, y van Knegsel, 2019), una distribución uniforme de los secados y una relación VO/VM=0,8. Se calculó el costo de secado a partir de la siguiente fórmula:

$$(costo\ del\ pomo\ de\ secado \times 4 \times VM) / 365 \times 15$$

De esta manera se obtuvo el costo de secado por quincena.

Para los establecimientos que recibían asesoramiento veterinario especializado en salud de ubre y/o calidad de leche, se calculó el costo del asesoramiento por quincena. No fueron consideradas las diferencias de precio que cada veterinario pueda haber negociado con los productores.

Referente a la máquina de ordeño, para obtener el costo del recambio de pezoneras se analizó el tipo, la cantidad de órganos, la frecuencia de su recambio y su costo de mercado. Se obtuvo el costo por año del recambio de pezoneras y a partir de este dato se obtuvo el costo por quincena. Para obtener el costo del asesoramiento técnico para el control de máquina de ordeño, se consideró la frecuencia de chequeo de la máquina.

Costos de control (tratamiento de MC)

A partir de los protocolos de tratamiento de mastitis de cada establecimiento, se obtuvieron los costos de tratamiento. En el caso de los pomos IM se consideró el costo unitario por cantidad de pomos por vaca. Se asumió que todos los casos clínicos representaban mastitis con afectación de leche en solo un cuarto. Para los tratamientos donde el producto fue un antibiótico sistémico, considerando la dosis recomendada por el laboratorio y asumiendo un peso vivo de 600kg, se calculó el costo de cada tratamiento con los respectivos medicamentos.

Pérdidas productivas ocasionadas por MC

Las pérdidas productivas tomadas en cuenta se vincularon a los casos clínicos ocurridos en los últimos 15 días previo a la encuesta: descarte de leche a partir del caso clínico y período de tiempo de espera por el uso de antibióticos y la de disminución de producción posterior a la remisión de los síntomas. No se consideraron pérdidas por mastitis subclínica, descarte o muerte de animales ni por el incremento en el riesgo de otras enfermedades.

El desvío de leche fue estimado en función del protocolo de tratamiento utilizado en cada establecimiento. Para los establecimientos en que no se pudo determinar el protocolo (o no era fijo) se consideró un tratamiento estándar de 3 días de duración y 4 días de tiempo de espera en leche. Se estimaron las pérdidas solamente para el primer caso y el tratamiento correspondiente realizado por el productor, asumiendo que el 100% de los casos se recuperó con un primer tratamiento. Las pérdidas económicas de cada tratamiento fueron calculadas a partir de los litros de descarte (correspondientes a los días de tratamiento y al tiempo de espera en leche) y el valor de mercado de la leche, de esta manera se obtuvo el costo de descarte de leche por tratamiento. Se consideraron pérdidas totales a la leche no comercializada, sin considerar un posible uso para la alimentación de terneros/as. Considerando la cantidad de casos clínicos en 15 días por establecimiento se obtuvo el costo de descarte total por quincena.

Luego de un caso de mastitis clínica la disminución en la producción se da en toda la lactancia (Hagnestam et al., 2007), por tanto, se calculó la disminución de la producción hasta el secado. La disminución en la producción se estimó a partir del trabajo de Detilleux (2018), en el cual la disminución en la producción fue de 0,49 litros/VO/día en vacas de primera lactancia y una media de 1,07 litros/VO/día en vacas multíparas. Se asumió una lactancia de 305 días (Pereira et al., 2010) y una tasa de reposición de 25%. Para el presente estudio se asumió que los casos clínicos correspondían a los primeros 30 días de lactancia ya que los casos clínicos ocurridos en etapas tempranas de la lactancia tienen un mayor impacto sobre el total de leche producida que lo ocurrido en casos en lactancias más avanzadas (Cruz, 2019; Hortet y Seegers, 1998). A su vez, los casos clínicos ocurren más frecuencia en la lactancia temprana (Richardet et al., 2016).

Costo total

El costo total resulta de la sumatoria entre las pérdidas (por disminución en la producción y descarte de leche) más los costos de prevención y control (tratamiento) de la enfermedad. Se analizó la influencia de los diferentes componentes del costo (pérdidas productivas, pérdidas por descarte de leche, tratamientos y costos de prevención de la enfermedad) sobre el costo total de la mastitis en cada establecimiento.

Los datos finales fueron expresados como el valor del costo total, presentados sobre una unidad de tiempo y en función de las VO de cada establecimiento (U\$S por VO por 15 días). Los precios relativos se expresaron como proporción (%) del producto bruto leche y en litros de leche.

El producto bruto leche se estimó a partir de la producción individual, la cantidad de VO y el precio de la leche.

5. Resultados

5.1. Descripción de los establecimientos lecheros estudiados

Los tambos estudiados presentaron una media de 310 VO con un mínimo de 86 VO y un máximo de 950 VO. El sistema predominante de producción es el pastoril a cielo abierto con suplementación, ya sea en sala o en playa de alimentación. La media de

la producción de los establecimientos fue de 20,45 l/VO/día. La media de vacas por órgano de ordeño fue de 18 VO/órgano.

En la Tabla 1 se presentan los datos descriptivos de cada establecimiento incluyendo: departamento, cantidad de VO, número de órganos en el tambo, media de producción por VO por día, frecuencia de casos de MC en 15 días e incidencia de casos de MC cada cien VO en 15 días.

Tabla 1. Descripción de los establecimientos lecheros estudiados.

Tambo	Departamento	VO	Órganos en tambo	Producción (l/VO/d)	Frecuencia de MC en 15 días	Incidencia de MC en 15 d (%)
1	Florida	114	9	21	2	1,8
2	Florida	86	6	17,3	0	0
3	Florida	108	6	21,5	10	9,3
4	Florida	200	10	21	3	1,5
5	Canelones	115	8	21,3	2	1,7
6	San José	120	10	11,8	3	2,5
7	Florida	224	10	28,9	3	1,3
8	Florida	700	24	21,4	24	3,4
9	Florida	250	20	17,8	7	2,8
10	Florida	500	24	22,6	8	1,6
11	Florida	950	30	22,6	29	3,0
12	Florida	357	18	18,3	4	1,1

La mediana de la incidencia de casos nuevos de MC en 15 días fue de 1,7 casos cada 100 VO para los establecimientos estudiados.

En la Tabla 2 se presentan los datos de los tambos en relación a si tenían objetivos claros y definidos para el control de la mastitis en sus establecimientos y si llevaban un sistema de registros estable y completo (en papel y/o sistemas informáticos).

Tabla 2. Objetivos y registro de los casos clínicos de mastitis en cada establecimiento.

Tambo	Objetivo			
	Límite máximo de RCS en tanque	Límite máximo de casos MC mensual	Límite máximo de vacas descartadas por mastitis crónica	Registro de todos los casos y tratamientos de mastitis clínica
1	SÍ	SÍ	NO	SÍ
2	SÍ	NO	NO	SÍ
3	SÍ	NO	NO	SÍ
4	SÍ	NO	SÍ	NO
5	NO	NO	NO	SÍ
6	SÍ	NO	SÍ	SÍ
7	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
8	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
9	NO	NO	NO	SÍ
10	SÍ	NO	NO	SÍ
11	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
12	SÍ	NO	NO	SÍ

La mayoría de los tambos tenía claros sus objetivos en al menos uno de estos puntos: límite máximo de casos de mastitis clínica mensual, límite máximo de recuento de células somáticas en tanque y/o límite máximo de vacas descartadas por mastitis crónica. Todos los tambos que tenían objetivos para el control de mastitis tenían definido un límite máximo para el RCS en tanque: el tambo 11 fue el que tenía un límite menor (menos de 100.000 CS/ml), los tambos 1, 3, 8 y 12 tenían un límite de 200.000 CS/ml, el tambo 7 tenía como objetivo menos de 250.000 CS/ml y los tambos 2, 4, 6 y 10 tenían el límite mayor (menos de 300.000 CS/ml).

Con respecto a aquellos que tenían objetivos definidos en referencia a la cantidad de casos de MC mensual: los tambos 8 y 11 tenían como objetivo un máximo del 5% de las VO con MC, el tambo 1 presentaba un límite máximo del 7% de las VO afectadas por MC y el tambo 7 tenía el límite más alto, aceptando un máximo del 10% de sus VO con MC.

5.2. Descripción y análisis de los costos de mastitis de cada establecimiento

5.2.1. Costos de prevención

5.2.1.1. Protocolos de prevención de salud de ubre

Tabla 3. Protocolos de prevención de salud de ubre en cada establecimiento.

Tambo	Veterinario	Frecuencia anual de chequeo de la máquina de ordeño	Frecuencia anual de cambio de pezoneras	Uso de guantes*	Pre dipping	Desinfección post ordeño	Secado
1	SÍ	2 veces	4 veces	Siempre	NO	SÍ	POMO IM, SELLADOR INTERNO
2	SÍ	2 veces	1 vez	Siempre	NO	SÍ	POMO IM
3	NO	2 veces	3 veces	Ocasional	NO	SÍ	POMO IM
4	NO	2 veces	4 veces	Siempre	NO	SÍ	POMO IM
5	NO	2 veces	1 vez	Nunca	SÍ	SÍ	POMO IM
6	NO	2 veces	2 veces	Nunca	NO	SÍ	POMO IM
7	SÍ	2 veces	2 veces	Nunca	NO	SÍ	POMO IM
8	SÍ	2 veces	3 veces	Siempre	SÍ	SÍ	POMO IM, SELLADOR INTERNO
9	SÍ	2 veces	4 veces	Ocasional	NO	SÍ	POMO IM
10	SÍ	6 veces	6 veces	Siempre	NO	SÍ	POMO IM, SELLADOR INTERNO
11	SÍ	12 veces	4 veces	Siempre	NO	SÍ	POMO IM, SELLADOR INTERNO
12	NO	2 veces	2 veces	Ocasional	NO	SÍ	POMO IM, SELLADOR INTERNO

* Se consideró que el uso de guantes se realizaba de forma ocasional cuando ocurría durante 4 meses en el año.

Presentaron asesoramiento veterinario permanente en calidad de leche 7 de los 12 tambos estudiados. Únicamente 2 tambos (17%) realizaban pre dipping de forma rutinaria, mientras que la desinfección post ordeño y el secado masivo con pomo son medidas implementadas por todos los tambos. Con respecto a los tambos que utilizaban sellador interno: los tambos 8, 11, 12 lo utilizaban en todas sus vacas. Mientras que los tambos 1 y 10 lo realizaban en situaciones especiales.

Tabla 4. Costos de las medidas de prevención según los protocolos de salud de ubre de cada establecimiento (U\$S/15 días).

Tambo	Veterinario	Chequeo de máquina de ordeño	Cambio de pezoneras	Uso de guantes	Pre dipping	Sellado	Secado
1	124	9	33	63	0	73	32
2	124	9	7	63	0	55	24
3	0	9	15	21	0	69	30
4	0	9	37	63	0	127	56
5	0	4	12	0	124	73	32
6	0	9	24	0	0	76	34
7	124	9	24	0	0	143	63
8	124	9	113	63	777	445	431
9	124	9	113	21	0	159	70
10	124	26	176	63	0	318	140
11	124	52	110	63	0	605	584
12	0	9	44	20	0	227	220

Los costos relacionados con la desinfección post ordeño y el despunte variaron en función de la cantidad de vacas en ordeño de cada tambo, los costos de despunte también variaron según la frecuencia de uso de cada tambo. Con respecto al recambio de pezoneras, los tambos 5, 8 y 9 utilizaban pezoneras de siliconas, las cuales, presentaron un precio mayor de mercado. Los restantes establecimientos utilizaban pezoneras de goma. La utilización del sellador interno implicó que los tambos 8, 11 y 12 presentaran los mayores costos de secado.

En la Tabla 5 se presentan los protocolos de uso de técnicas de diagnóstico de cada establecimiento (despunte, CMT y RCS).

Tabla 5. Protocolos de uso de técnicas de diagnóstico de cada establecimiento.

Tambo	Frecuencia de realización del despunte	Frecuencia anual de uso de CMT	Frecuencia anual de muestreo para RCS
1	2 veces/día	0	0
2	2 veces/día	2 veces	2 veces
3	2 veces/día	0	2 veces
4	2 veces/d	0	0
5	1 vez/ d	2 veces	2 veces
6	2 veces/d	2 veces	0
7	1 vez/ d	2 veces	0
8	3 veces/Semana	2 veces	12 veces
9	2 veces/d	2 veces	12 veces
10	2 veces/d	6 veces	2 veces
11	1 vez/ d	2 veces	12 veces
12	1 vez/ d	2 veces	0

Todos los tambos realizan consistentemente la práctica de despunte. El 25 % de los establecimientos no realiza CMT y el 8% lo realiza cada dos meses. El 42% de los establecimientos estudiados no realiza RCS individual, mientras que, el 25% lo realizaba todos los meses.

En la Tabla 6 se presentan los costos de las medidas de diagnóstico según los protocolos de diagnóstico de MC de cada establecimiento. El costo medio de las medidas de diagnóstico (despunte, CMT y RCS) realizadas por los establecimientos fue de U\$S 127. El despunte representó el 48% de estos costos, el CMT representó el 3% y el RCS el 49%.

Tabla 6. Costos de las medidas de diagnóstico según los protocolos de diagnóstico de MC de cada establecimiento para el período estudiado (U\$S/15 días).

Tambo	Despunte	CMT	Muestreo para RCS
1	35	0	0
2	27	4	4
3	33	0	5
4	62	0	0
5	18	1	5
6	37	5	0
7	35	2	0
8	46	6	173
9	77	2	62
10	154	12	21
11	146	8	234
12	55	3	0

5.2.1.2. Costos de prevención totales de cada establecimiento.

Tabla 7. Costos de prevención por 15 días (U\$S) por tambo y por VO.

Tambo	U\$S	U\$S/VO
1	369	3,23
2	316	3,67
3	182	1,69
4	354	1,77
5	269	2,34
6	185	1,54
7	398	1,78
8	2.186	3,12
9	636	2,54
10	1.034	2,07
11	1.925	2,03
12	577	1,62

La mitad de los tambos incurrió en menos de U\$S 2,05/VO/15d de costos de prevención, el máximo estuvo dado por el tambo 2 que presentó U\$S 3,67/VO/15d de costos de prevención y el mínimo estuvo dado por el tambo 6 que tuvo invirtió U\$S 1,54/VO/15d en costos de prevención.

5.2.2. Costos de tratamiento

Tabla 8. Protocolo de tratamientos (principio activo y presentación) de cada establecimiento y costo unitario (U\$S) y para el total de casos (U\$S/15 d).

Tambo	Principio Activo	Presentación	Costo unitario (U\$S)	Costo / 15d (U\$S)
1	Espiramicina + Neomicina	Pomo IM	6,94	13,9
2	Bencilpenicilina	Inyectable	15,89	0
3	Espiramicina + Neomicina	Pomo IM	6,94	69,4
4	Amoxicilina + Tilosina	Pomo IM + Inyectable	12,30	36,9
5	Espiramicina + Neomicina	Pomo IM	6,94	13,9
6	Espiramicina + Neomicina	Pomo IM	6,68	20,1
7	Tetraciclina + Neomicina	Pomo IM	6,76	20,3
8	Cefalexina + Kanamicina	Pomo IM	6,68	160,4
9	Pirlimicina	Pomo IM	11,05	77,3
10	Penicilina	Inyectable	8,90	71,2
11	Lincomicina	Pomo IM	6,07	176
12	Espiramicina + Neomicina + Tilosina	Pomo IM + Inyectable	14,01	56

Para calcular los costos de tratamiento de los tambos 1 y 3, cuyos protocolos empleados no se pudieron determinar, se utilizó un tratamiento estándar correspondiente a Espiramicina y Neomicina por vía IM. 8 establecimientos utilizaron como tratamiento únicamente el pomo IM, 2 establecimientos utilizaron antibiótico inyectable, mientras que los 2 restantes utilizaron la combinación de pomo IM y antibiótico inyectable. El costo unitario mayor fue el del tambo 2 que utilizó Bencilpenicilina por vía inyectable, a este lo siguieron los tambos 4 y 12 que utilizaron la combinación de antibiótico IM e inyectable.

La mitad de los tambos incurrió en menos de U\$S 0,16/VO para el tratamiento de los casos clínicos ocurridos en los 15 días previos.

Los tambos 5, 6 y 11 no presentaban un protocolo escrito para el tratamiento de MC.

5.2.3. Costos de pérdidas

5.2.3.1. Costos por descarte de leche

Tabla 9. Tiempo de espera en leche (días) de los productos utilizados según el protocolo de cada establecimiento.

Tambo	Tiempo de espera en leche (d)
1	4
2	4
3	4
4	4
5	4
6	4
7	3
8	5
9	5
10	2
11	2
12	4

A continuación, se presentan las pérdidas físicas y económicas de la leche no comercializada ocasionadas por los casos clínicos ocurridos durante el período estudiado (15 días), según el protocolo utilizado en cada tambo.

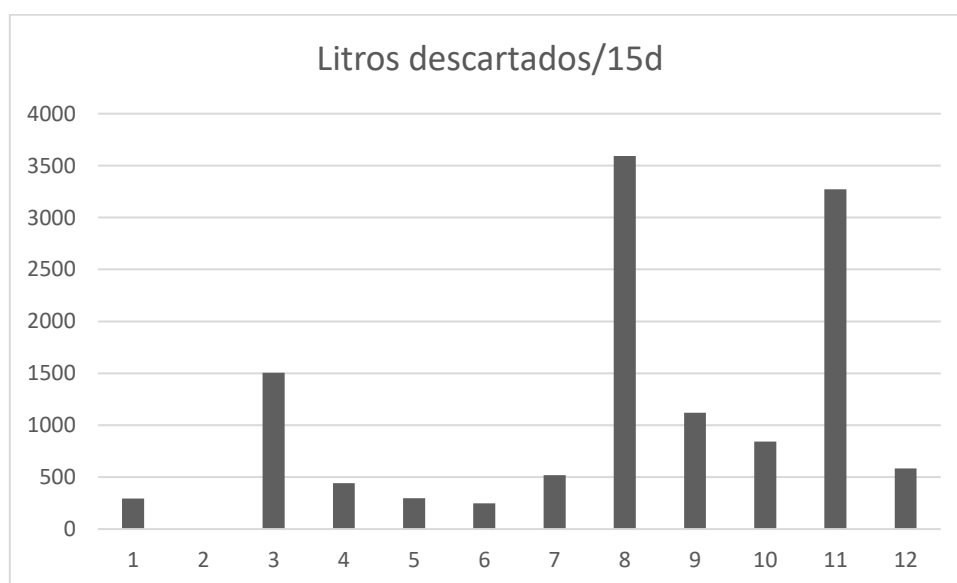


Gráfico 1. Pérdidas físicas de leche no comercializada ocasionadas por los casos de MC ocurridos durante el período estudiado, según el protocolo utilizado en cada tambo (l/15d).

El tambo 2 no presentó costos de descarte de leche (U\$S o litros) ya que no presentó casos de MC en el período de tiempo estudiado.

La media de los litros de leche descartados por cada caso clínico según los protocolos de cada establecimiento fue de 138,48 l.

Con los casos de los 15 días, la mitad de los tambos tuvo una pérdida superior a los 551,94 litros de leche. El tambo 2 no presentó pérdidas por descarte de leche en 15d. El tambo 8 fue el que tuvo mayores pérdidas ya que descartó 3593l/15d.

Tabla 10. Pérdidas económicas (U\$S) de leche descartada (no comercializada) según los casos de mastitis clínica en cada tambo.

Tambo	Casos de MC/15d	U\$S/15d	U\$S/VO/15d
1	2	106	0,93
2	0	0	0
3	10	542	5,02
4	3	159	0,80
5	2	107	0,93
6	3	89	0,74
7	3	187	0,83
8	24	1.294	1,85
9	7	403	1,61
10	8	303	0,61
11	29	1.178	1,24
12	4	210	0,59

La mediana de los costos de descarte de leche según la cantidad de casos clínicos en el período estudiado y el protocolo de cada establecimiento fue de U\$S 0,88 por VO por 15 días. Los costos de descarte para el conjunto de establecimientos oscilaron entre U\$S 0,59 (mín) y U\$S 5,02 (máx) por VO por 15 días.

5.2.3.2. Costos por disminución en la producción

Tabla 11. Pérdidas físicas (litros y l/VO) y económicas (U\$S y U\$S/VO) de la disminución en la producción a lo largo de la lactancia ocasionados por los casos clínicos nuevos en 15 días.

Tambo	Pérdidas físicas (l)	Pérdidas físicas (l/VO)	Pérdidas económicas (U\$S)	Pérdidas económicas (U\$S/VO)
1	517	4,54	186	1,63
2	0	0	0	0
3	2.583	23,92	930	8,61
4	745	3,73	279	1,40
5	518	4,50	186	1,62
6	777	6,48	280	2,33
7	777	3,47	280	1,25
8	6.216	8,88	2.238	3,20
9	1.813	7,25	653	2,61
10	2.072	4,14	746	1,49
11	7.511	7,91	2.704	2,85
12	1.036	2,90	373	1,04

El costo corresponde a la reducción de la producción de leche que se ocasiona luego de remitir el caso clínico dado que la producción se ve resentida desde el comienzo del caso hasta el final de la lactancia (Hagnestam et al., 2007),

Las pérdidas físicas presentaron como mediana 906 l/15 días, y oscilaron entre 0 (Tambo 2) y 7511 l/15d (Tambo 11). Las pérdidas económicas presentaron una mediana de U\$S 326/15d que variaron entre 0 (tambo 2) y U\$S 2704/15d (tambo 11). La mitad de los tambos tuvo pérdidas por disminución en la producción menores a U\$S 1,62/VO/15d.

5.2.4. Costos totales

En la Tabla 11 se presentan los costos totales de la mastitis en los establecimientos durante el período de tiempo estudiado. Se muestran los costos totales de cada establecimiento y los costos totales / VO.

Tabla 12. Costos totales de la mastitis en 15 días por establecimiento (U\$S/15 días, U\$S/15 días/VO, l/15días y l/15días/VO).

Tambo	Costo total (U\$S/15 d)	Costo total por VO (U\$S/VO/15 d)	Costo total (l/ 15 d)	Costo total por VO (l/VO/15 d)
1	674	5,91	1.872	16
2	316	3,68	878	10
3	1725	15,95	4.792	44
4	828	4,14	2.300	12
5	577	5,02	1.603	14
6	574	4,79	1.595	13
7	886	3,95	2.460	11
8	5878	8,40	16.328	23
9	1769	7,07	4.913	20
10	2154	4,31	5.983	12
11	5984	6,30	16.621	17
12	1216	3,41	3.378	9

Los costos totales (U\$S/VO) oscilaron entre 3,41 (tambo 12) y 15,95 (tambo 3). La mitad de los tambos se ubicó por debajo de los U\$S 4,72 /VO/15 d, la mediana de los costos totales se obtuvo mediante la suma de las medianas de los componentes de este costo.

Expresados en litros de leche, la mastitis costó una media de 16,89 litros por cada VO en el período de 15 d. Para el tambo 11, el impacto de la mastitis representó la pérdida equivalente a 16.6 litros cada 15 días, sin embargo, el tambo 3 fue el que tuvo mayores costos totales por VO con U\$S 44,37/VO/15d.

5.2.4.1. Influencia de los componentes del costo sobre el costo total

La mediana de los costos de prevención fue de U\$S 2,05/VO/15d, representando un 43,4% del costo total de la enfermedad. La mediana de los costos de tratamiento representó un 3,4% (U\$S 0,16/VO/15d) del costo total. La mitad de los tambos tuvo costos de descarte menores a U\$S 0,88/VO/15d, estos costos representaron un 18,7% del costo total. La mediana de pérdidas por disminución en la producción fue de U\$S1,72/VO/15d, es decir un 34,5% del costo total. A continuación, se presenta la influencia de los componentes del costo (%) sobre el costo total en los establecimientos estudiados, correspondiente a los casos clínicos presentados en el período estudiado (15d).

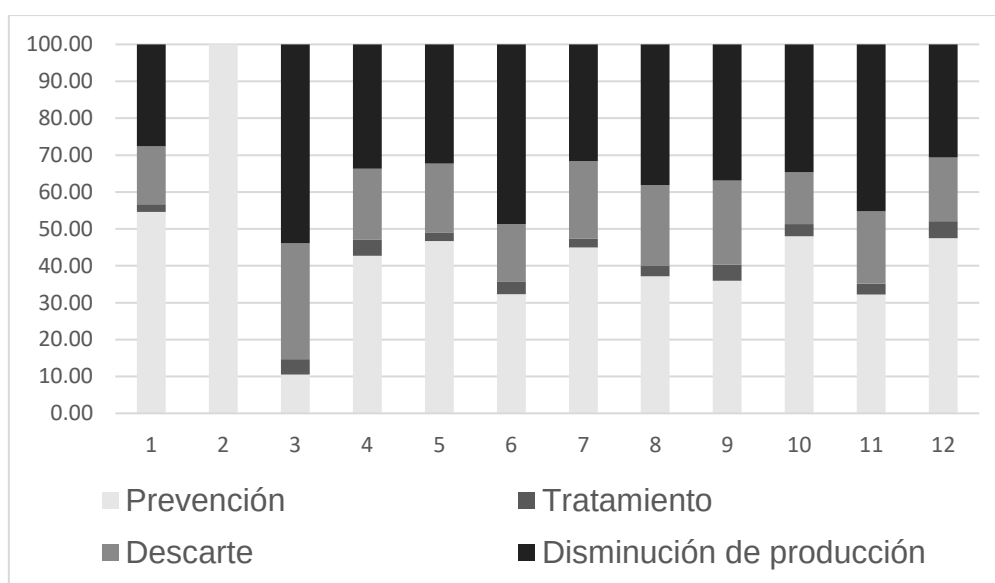


Gráfico 2. Influencia de los componentes del costo (%) sobre el costo total en cada establecimiento correspondiente con los casos clínicos presentados en los 15 días previos a la encuesta.

El tambo 2 no presentó costos de tratamiento, descarte ni disminución de producción ya que no presentó casos de MC en el período de tiempo estudiado.

Los costos de prevención se ubicaron entre el 10,54% y el 100% de los costos totales. Los costos de descarte de leche oscilaron entre el 0% y el 4,6% de los costos totales. Los costos de tratamiento variaron entre 0% y 31,4%. La disminución en la producción osciló entre el 0% y el 53,89%.

5.2.4.2. Relación entre los costos totales de mastitis y producto bruto leche de cada establecimiento

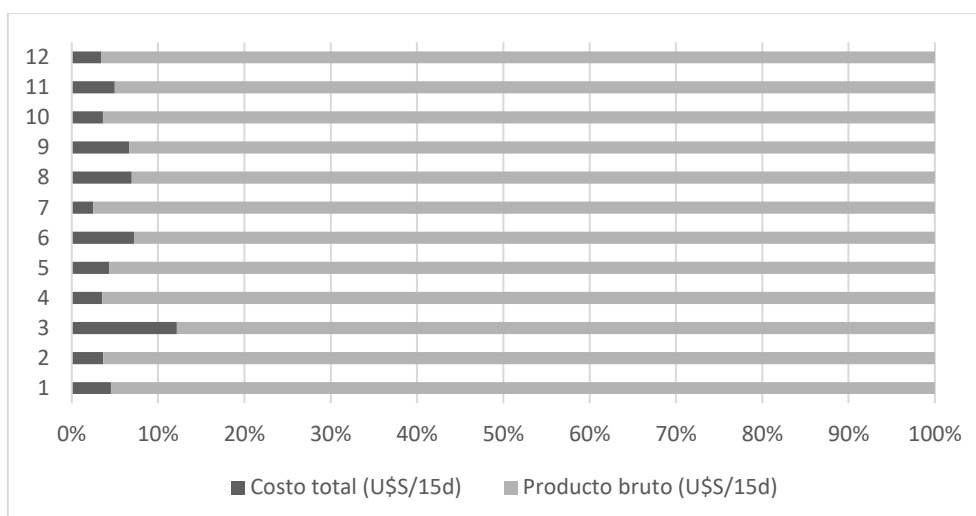


Gráfico 3. Relación entre los costos totales de mastitis y producto bruto leche de cada establecimiento en 15 días (U\$S).

Los costos totales representaron en media un 5,4% de la producción total de los establecimientos, variando entre un mínimo de 2,6% y un máximo de 13,9%.

6. Discusión

Las enfermedades de la producción son responsables de causar un daño económico considerable, llevando a un uso ineficiente de los recursos para producir productos de origen animal (Hogeveen y van der Voort, 2017). La toma de decisiones precisas con respecto al control de la mastitis depende de la comprensión de los impactos económicos de la mastitis clínica.

Existen escasos estudios en nuestro país sobre los costos económicos de la mastitis. En la región, Argentina cuenta con una realidad de la producción lechera muy similar a la de Uruguay, por lo tanto, se utilizaron estudios realizados en este país para tomar como referencia y comparar con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Protocolos de salud

Los protocolos de salud de ubre mostraron una gran variabilidad entre los doce establecimientos estudiados, lo que se traduce en una gran variación de los costos de prevención.

Para poder identificar los problemas en un establecimiento lechero es esencial llevar registros como indica el Plan Recomendado para el Control de Mastitis (NMC, 2003), todos los establecimientos estudiados llevaban un registro de los casos de mastitis clínica en un cuaderno y/o herramienta informática (computadora, tablet y/o celular). El uso de estas herramientas es fundamental, ya que permite llevar un registro a lo largo de los años y las bases de datos digitalizadas permiten tener indicadores en tiempo real; pudiendo evaluar la situación del tambo en la frecuencia deseada.

El Plan Recomendado para el Control de Mastitis (NMC, 2003) establece que se deben fijar objetivos referentes a un máximo de RCS en tanque y/o incidencia de MC. Los tambos 5 y 9 no tenían objetivos marcados. Los tambos restantes tenían objetivos para el RCS, pero no todos tomaban en cuenta la incidencia de MC. Los establecimientos 1 y 7 cumplían con sus objetivos en referencia a la cantidad de casos de MC mensual, por otra parte, los tambos 8 y 11 no cumplían con sus objetivos ya que sobrepasaban el 5% de casos de MC mensuales.

El Plan Recomendado para el Control de Mastitis (NMC, 2003) establece que los objetivos deben ser revisados de manera rutinaria, bajo el asesoramiento de profesionales, para que se adapten mejor a la realidad del tambo. Los tambos 1 y 7, en el período estudiado, cumplían sus objetivos con un amplio margen, se podría considerar que estos podrían ser re-analizados ya que los tambos presentarían las condiciones de fijar objetivos más exigentes. Tener objetivos definidos permite evaluar las prácticas realizadas y priorizar cambios en el manejo para lograrlos (NMC, 2003). De esta manera, se lograría trabajar de forma más eficiente, maximizando el uso de los recursos.

Prevención y control

En el presente trabajo, todos los tambos realizaban un chequeo de la máquina de ordeño al menos dos veces por año, lo que se adapta a la recomendación de la NMC que sugiere realizar por lo menos un chequeo anual.

Con respecto a la rutina de ordeño, los tambos variaron en los pasos que realizaban.

En el presente estudio todos los tambos realizaban la práctica de despunte. Mientras que, también a nivel nacional, en un estudio realizado por Vissio et al. (2018) en que se realizaron visitas a 1223 tambos ubicados en 17 departamentos del país, se constató que esta práctica era realizada por el 57.3% de los tambos. Estos autores también encontraron que, en aproximadamente un tercio (32,3%) de los tambos, los pezones estaban secos al momento de colocar las pezoneras, por otro lado, en nuestro trabajo solamente un 17% de los tambos utilizaban toallas para secar los pezones previo al ordeño.

Vissio et al. (2015), en Argentina, encontraron que casi un 20% de los productores solo utilizaba como medida de control el tratamiento de casos de MC y alrededor del 60% no contemplaba la aplicación de la desinfección post ordeño. En Uruguay, Vissio et al. (2018) constataron que la desinfección post ordeño (75.7%) y la terapia de secado (89.3%) eran medidas de control ampliamente aplicadas, solamente un 5% de los tambos no aplicaba la terapia de secado y otro 5% solo lo aplicaba en algunas vacas. En comparación con estas investigaciones, en nuestro trabajo el 100% de los establecimientos utilizaba la desinfección post ordeño y realizaba terapia de secado en todas sus vacas.

A su vez, se observó que, dentro de las medidas de prevención, la que presentó mayores costos fue la terapia de sellado. Contrariamente a esto, Vissio et al. (2015) observaron que la erogación más importante fue por la terapia al secado.

En el presente estudio se encontró que el costo medio de las medidas de diagnóstico (despunte, CMT y RCS) realizadas por los establecimientos fue de U\$S 127. El despunte representó el 48% de estos costos y fue una medida realizada por todos los productores. Esta es una práctica recomendada para la temprana detección de

alteraciones en leche (NMC, 2003), siendo una práctica simple a realizar. La cantidad de casos de MC detectada por quincena estuvo sujeta al nivel de detección que presentaba cada establecimiento. Esto varió según las medidas implementadas por el productor. Es razonable pensar que los tambos que tenían mayores costos de prevención asociados a un diagnóstico temprano de la enfermedad tuvieran datos de nuevos casos más confiables. Los tambos con menores costos de diagnóstico posiblemente presentarían casos de MC no detectados y, por lo tanto, las pérdidas podrían estar subestimadas en estos establecimientos.

El Plan Recomendado para el Control de Mastitis (NMC, 2003) propone realizar RCS individuales y monitorear a las vacas con RCS elevados. El RCS individual correspondió al 49% de los costos de diagnóstico y fue realizado por siete productores, de los cuales solamente tres lo realizaban de forma rutinaria. El restante 3 % de los costos de diagnóstico estuvo dado por la realización del CMT donde solo un productor lo utilizaba de forma rutinaria, cabe destacar que el CMT es un método rápido y sencillo que permite detectar tempranamente vacas con RCS altos y realizar un manejo diferenciado de los animales afectados, evitando así la propagación de la enfermedad al rodeo.

La incorporación del RCS y el CMT de forma alternada para el monitoreo del rodeo permitiría tener un alto impacto en la prevención y control de la enfermedad, dado que el RCS es una medida más cara, combinar estas prácticas podría ser efectivo y permitiría no elevar sustancialmente los costos de diagnóstico.

Pérdidas

Los costos asociados a la leche no comercializable dependen de cómo el establecimiento utilizaba este posible alimento. Los costos de descarte de leche en este trabajo pueden estar sobreestimados, ya que en muchos establecimientos la leche de desvío era destinada para la alimentación de los terneros. Con este método, el productor disminuye el uso del sustituto lácteo que sería un gasto extra necesario para la crianza de los terneros, aunque no es una práctica recomendable debido a su impacto negativo a nivel ambiental y en la resistencia antimicrobiana.

Si bien la producción media de cada tambo y la forma comercial de los productos utilizados para el tratamiento de mastitis influyeron en los litros totales descartados y por lo tanto en los costos de descarte, la cantidad de casos clínicos por establecimiento parecería tener una influencia sustancialmente mayor en los costos de descarte.

Los tambos que tuvieron mayores costos de descarte de leche por VO fueron los tambos 3 y 8 (13,9l y 5,1l respectivamente (dato no presentado en los resultados)), a su vez, presentaban el mayor número de casos cada 100 VO (9,3 y 3,4, respectivamente). Por otra parte, dichos tambos no tenían la mayor producción individual (21,5 l/VO/d y 21,39 l/VO/d, respectivamente). El tambo 7 fue el que presentó mayor producción individual (28,9l/VO/d), pero no fue el tambo que tuvo mayores costos de descarte.

La duración de los días de descarte de leche por tratamiento fue similar entre los establecimientos (entre 5 y 9 días). Aumentar en un día el tiempo de espera aumentaría los costos de descarte en 20,32 litros (U\$S 7,32) como media. Cada caso clínico equivalió a 138,48 litros de descarte (U\$S 49,85) como media, esto recalca la

importancia de elegir el tratamiento para lograr una remisión completa de la enfermedad y no en función del tiempo de espera de la forma comercial.

Costos totales

El tambo 12 fue el que presentó menor costo total (U\$S 3,41/VO/15d), tuvo un costo de prevención (U\$S 1,62/VO/15d) por encima de la mediana (U\$S 2,05/VO/15d), presentó costos de tratamiento iguales a la mediana (U\$S 0,16/VO/15d) y costos de descarte (U\$S 0,59/VO/15d) y disminución en la producción (U\$S 1,04/VO/15d) por debajo de la mediana (U\$S 0,88/VO/15d y U\$S 1,62/VO/15d, respectivamente). Aunque el costo de prevención de este tambo fue mayor que la mediana, se podría suponer que el tambo utilizó las medidas de prevención de manera eficiente ya que logró minimizar el costo total de la enfermedad. El tambo 2 no tuvo costos de pérdidas ya que no presentó casos de MC en el período estudiado, no se descarta que existieran casos clínicos si el período de tiempo de estudio hubiese sido mayor. Por lo tanto, se supone que los costos totales de este tambo podrían estar subestimados.

En Argentina, en un estudio realizado por Richardet et al. (2016), donde se consideraron para el cálculo del costo total: los costos de tratamiento, descarte de leche y pérdidas productivas durante el resto de la lactancia, pero no se tuvieron en cuenta los costos de prevención, los costos totales fueron de U\$S 4,50/VO/15d. Estos autores utilizaron una cotización de la leche de U\$S 0,37/l, similar a la de nuestro trabajo (U\$S 0,36/l). En nuestro trabajo, sin considerar los costos de prevención, el costo total tuvo un valor de U\$S 2,66/VO/15d. Richardet et al. (2016) consideraron una producción diaria promedio de 30,83l/VO para vacas y 25l/VO para vaquillonas, en el presente trabajo solamente un tambo (tambo 7) superaba los 25l/VO/d. Si bien existió una diferencia en la producción diaria entre ambos trabajos, la variación observada en la frecuencia de MC de ambos trabajos parecería ser la razón por la cual el costo total determinado por Richardet et al. (2016) fue mayor. Cabe destacar que en el estudio de Richardet et al. (2016) la MC era diagnosticada por veterinarios durante el período de estudio correspondiente, sin embargo, en nuestro trabajo la frecuencia de MC/15d fue un dato obtenido a través de la encuesta, por lo tanto, no se descarta que esta frecuencia pudiera estar subestimada en algunos establecimientos.

En Argentina, Vissio et al. (2015) estimaron un costo asociado a la mastitis de 0,99 US\$/vaca/día el cual fue mayor al estimado en nuestro trabajo (U\$S 4,90/VO/15d, es decir, U\$S 0,35/VO/d). Esta diferencia podría estar dada ya que a pesar de que en nuestro trabajo se valorizó una mayor cantidad de medidas de prevención, Vissio et al. (2015) consideraron las pérdidas asociadas a la mastitis subclínica. Esto reafirma el peso relativo que tienen las pérdidas productivas sobre el costo total.

Resulta difícil comparar los costos de mastitis en diferentes trabajos ya que generalmente las metodologías de cálculo difieren (Seegers, Fourichon y Beaudeau, 2003).

Influencia de los componentes del costo

El tambo 3 fue el que presentó mayores costos totales/VO (U\$S 16), a su vez fue el que tuvo mayor cantidad de casos cada 100 VO en 15 días y presentó costos de prevención totales por VO (U\$S1,7) por debajo de la mediana. En este tambo, las

pérdidas fueron las que tuvieron mayor influencia sobre el costo total. Es de esperar que los mayores costos asociados a la mastitis estén dados por un alto número de casos y no por altos costos de prevención. Esto concuerda con Aghamohammadi et al. 2018, que observaron que los costos de mastitis eran influenciados en un 34% debido a los costos asociados al caso clínico y un 15% debido a las medidas de prevención utilizadas. Estos autores constataron que la influencia mayor estaba dada por la mastitis subclínica (48%).

Existe una relación de sustitución entre los costos preventivos y los costos por pérdidas, si no se realizan medidas de prevención los costos asociados a las pérdidas son máximos. A mayores costos de prevención de la enfermedad, se presentan menores costos de tratamientos y pérdidas productivas a causa de la misma (Hogeveen y van der Voort, 2017). En este trabajo se observó la misma variabilidad en los costos de prevención y pérdidas. Los tambos 2, 5 y 10 presentaron costos de prevención (U\$S 3,68, U\$S 2,34 y U\$S 2,07, respectivamente) por encima de la mediana (U\$S 2,05) y tuvieron menor o igual incidencia de MC/100 VO (0; 1,7 y 1,6, respectivamente) que la mediana de los establecimientos (1,7MC/100VO). Los tambos 1, 4, 7, 8, 9 y 12, no cumplían con esta relación de sustitución, esto podría estar explicado por diferencias en la dinámica de la enfermedad, en la forma de aplicación de las medidas de prevención y en datos no relevados por la encuesta.

Al analizar los costos implicados en la mastitis en tambos de Uruguay, se podría considerar que aumentar los costos de prevención sería una estrategia razonable a implementar, ya que esto reduce los otros costos, permitiendo aproximarse al nivel óptimo de control (Hogeveen y van der Voort, 2017). La decisión de aumentar los costos preventivos es una inversión que no todos los productores están dispuestos a realizar. Para la mayoría de las medidas preventivas, el gasto adicional es claro y es menor a las pérdidas que evita. Los productores pueden percibir el efecto esperado de manera diferente al veterinario asesor y, por lo tanto, pueden dudar de la rentabilidad de la medida preventiva recomendada. A su vez, incluso si los productores son maximizadores de ganancias, su comportamiento económico puede diferir de lo esperado (Hogeveen y van der Voort, 2017). Frecuentemente los productores responden más a las pérdidas que lo que responden a las ganancias (Valeeva, Lam y Hogeveen, 2007). Esto puede ser importante para el asesor veterinario a la hora de motivar a los productores, anticipando las posibles pérdidas (Hogeveen et al., 2011).

Con respecto a los costos de tratamiento, que suelen ser los costos más visibles para los productores (Rollin et al., 2015), la media de estos representa solo un 3% del costo total. Si bien este costo varía según la forma comercial, en este trabajo no tuvo una influencia mayor al 5% del costo total. Este resultado es menor al constatado por Rollin et al. (2015), que observaron que el costo de tratamiento representaba el 8% del costo total. De cualquier forma, en ambos estudios se observa que la influencia de los tratamientos sobre el costo total es bajo, por lo tanto, la elección del tratamiento no debería basarse en el costo del producto. El tratamiento de la mastitis debería estar basado en el diagnóstico bacteriológico (Pyörälä, 2009) y en el antibiograma para poder elegir el principio activo que permita una remisión total de la enfermedad y evitar las recidivas. Un análisis de cultivo y antibiograma tiene un costo de U\$S 16, la utilización del mismo de forma estratégica en determinadas ocasiones permite conocer los microorganismos actuantes en las mastitis del rodeo y determinar su

sensibilidad antimicrobiana, aumentando considerablemente la eficiencia de las medidas de prevención y tratamiento.

Los costos de descarte representaron un 18% del costo total, variando desde 14% hasta 31%. Esto coincide con un estudio realizado por Heikkilä et al. (2012) donde los costos de descarte representaron el 18% del costo total, estos autores no consideraron en su estudio los costos por prevención de la enfermedad, pero sí tuvieron en cuenta los costos relacionados con el descarte de los animales.

En este trabajo la disminución en la producción de leche a lo largo de la lactancia significó como mínimo un 30% del costo total de la enfermedad (Gráfico 2), lo que se aproxima a otros estudios donde se constató que la pérdida futura de producción de leche representaba el 28 % del costo total (Rollin et al., 2015). Esto remarca la importancia de investigar los daños asociados a las enfermedades de la producción, ya que esta disminución en la producción muchas veces es subestimada por el productor (Huijps, Lam y Hogeveen, 2008). Un productor que sepa que las mastitis causan ineficiencias en la producción y costos extras puede ser motivado a actuar en la prevención de esta (Valeeva et al., 2007).

Heikkilä et al. (2012), observaron que el costo relacionado con la eliminación temprana de los animales a causa de la de mastitis clínica aumentaba un 28% los costos totales de la enfermedad. A su vez, Huijps et al. (2008) identificaron como los componentes del costo más importantes las pérdidas por el descarte de vacas y por mastitis subclínica. En el presente trabajo no se tuvieron en cuenta los costos dados por el riesgo de eliminación de las vacas ni las pérdidas asociadas a MSC, por ende, se podría considerar que los costos de pérdidas están subestimados. En este sentido, para profundizar en los costos de la mastitis sería necesario en nuevos estudios incluir estas dos variables en el costo total de la enfermedad.

Relación costo total – producto bruto

En el presente trabajo los costos totales representaron en media un 5,4% de la producción total de los establecimientos, variando entre un mínimo de 2,6% y un máximo de 13,9%. Costos superiores son presentados por Vissio et al. (2015) quienes encontraron que el costo de la mastitis correspondía al 16% del producto bruto leche. Esta diferencia se ve explicada fundamentalmente porque Vissio et al. (2015) consideraron las pérdidas por mastitis subclínica, sin descartar que puedan existir otros parámetros que aporten a esta diferencia observada.

7. Conclusiones

Existió una gran variabilidad entre los costos de los establecimientos estudiados, esta estuvo dada fundamentalmente por diferencias en las medidas de prevención y por la frecuencia de aparición de casos clínicos.

Las cuantiosas pérdidas económicas por mastitis (no solo las evaluadas aquí, sino las pérdidas por mastitis subclínicas, descartes de animales y riesgo de enfermedades reproductivas) y el bajo peso relativo del costo de las medidas de prevención y control, en los rebaños lecheros justifican la implementación de mejores planes de salud de ubre, siempre y cuando se considere el óptimo económico que minimice el costo total

En los tambos con mayores costos de prevención, la incidencia de casos es menor por lo tanto el costo total también es menor.

A pesar de que los costos de tratamiento generalmente son los más visibles para los productores, se observó que la influencia de los mismos sobre el costo total es mínima en comparación con los otros costos.

Es necesario tener un sistema de gestión integral, fijar objetivos, llevar registros y realizar revisiones periódicas para que los planes de control sean efectivos, y de esta manera, minimizar el costo total de la enfermedad.

Para profundizar en el costo total de la enfermedad se debería obtener mayor calidad y cantidad de información. Una de las limitantes de esta investigación es el bajo número de rodeos estudiados y un diseño no probabilístico, razón por la cual, los resultados no pueden ser extrapolados mecánicamente al sector lechero uruguayo. Es una realidad nacional que, la información sobre los costos de las enfermedades endémicas y particularmente de la mastitis es muy limitada. Esta investigación, si bien cuenta con limitantes, permite ampliar los conocimientos sobre el tema y tener una mejor percepción sobre el impacto de la enfermedad. En este trabajo se analizaron una gran variedad de costos de prevención que no fueron tenidos en cuenta en otros estudios de la región, conocer la relación entre los costos de prevención y los costos de pérdidas y el impacto de los mismos sobre los costos totales permite asesorar a los productores sobre la rentabilidad de la aplicación de las medidas preventivas. Este trabajo pretende ser una base de la cual partir en futuras investigaciones.

Gran parte de las personas entrevistadas estuvieron dispuestas a participar en un futuro de otros trabajos en esta línea de investigación y todas desearon recibir un reporte comparativo con los tambos de sus respectivos departamentos (datos no presentados en resultados). Esta demostración de interés sobre los costos de mastitis y de aportar para generar este conocimiento indica que es necesario seguir trabajando para generar más información sobre el tema.

8. Bibliografía

- Aghamohammadi, M., Haine, D., Kelton, D.F., Barkema, H.W., Hogeveen, H., Keefe, G.P., y Dufour, S. (2018). Herd-Level Mastitis-Associated Costs on Canadian Dairy Farms. *Veterinary Science*, 5 (100), 1-12.
- Bouman, M. (2003). Analysis of the findings of 217 milking machine tests carried out in 2000 and 2001 in high cell count herds in Uruguay. *Bulletin of the International Dairy Federation*, 388, 107.
- Bramley, A.J., y Dodd, F.H. (1984). Reviews of the progress of Dairy Science: Mastitis Control - progress and prospects. *Journal of Dairy Research*, 51, 481-512.
- Calvinho L.F., y Tarabla, H.D. (2007). *Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad* (3ª ed). Buenos Aires: INTA.
- Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social. (2021). *El sector lácteo como motor del desarrollo económico y social del Uruguay*. Recuperado de <https://www.ceres-uy.org/wp-content/uploads/2021/11/CERES-Informe-Especial-Sector-Lacteo.pdf>.
- Córdova-Izquierdo, A., Córdova-Jiménez, C. A., Córdova-Jiménez, M. S., Saltijeral-Oaxaca, J. A., Ruiz-Lang, C. G., Xolalpa-Campos, V. M., ... Guerra-Liera, J. E. (2008). Efecto de la mastitis y el estrés sobre la reproducción de la vaca. *Revista Veterinaria*, 19(2), 161.
- Cruz, I. (2019). *Incidencia de enfermedades durante la lactancia temprana y su asociación con paridad y tamaño de rodeo en predios comerciales* (Tesis de maestría). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Delucci, I., Cabrera, J.M., y Cartaya, A. (agosto, 2008). Calidad de la leche: Resultados de análisis de muestras durante el periodo Julio 2006 – Julio 2008. En *Jornada de Actualización Técnica en lechería, para una lechería eficiente*, INIA La Estanzuela, Intendencia Municipal de Florida, Florida.
- Detilleux, J. (2018). Tolerance to bovine clinical mastitis: Total, direct, and indirect milk losses. *Journal of Dairy Science*, 101 (4), 3334–3343.
- Ehinger, A.M., y Kietzmann, M. (2000a). Tissue distribution of benzylpenicillin after intramammary administration in the isolated perfused bovine udder. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 23, 303-310.
- Ehinger, A.M., y Kietzmann, M. (2000b). Tissue distribution of oxacillin and ampicillin in the isolated perfused bovine udder. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 47, 157-168.
- Erskine, R.J. (2003). Antibacterial therapy of clinical mastitis – part I. Drug selection. Part II Administration. En *Proceedings of the North American Veterinary Conference* (Vol.17, pp.13-16). Gainesville: ESVA.

- Fang, W., y Pyörälä, S. (1995). Teat "dipping" in mastitis control. En M. Sandholm, T.Honkanen-Busalski, L.Kaartinen y S.Pyörälä (Eds.), *The Bovine Udder and Mastitis* (pp. 246-260). Helsinki: University of Helsinki.
- Fetrow, J. (2000). *Aspectos económicos de la mastitis*. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/06-mastitis_aspectos_economicos.pdf.
- Fetrow, J., Stewart, S., Eicker, S., Farnsworth, R., y Bey, R. (2000). Mastitis: an economic con-sideration. En Annual Meeting, National Mastitis Council (Vol. 39, pp. 3-47). Madison: National Mastitis Council.
- Galton, D.M., Petersson, L.G. y Merrill, W.G. (1988). Evaluation of udder preparation on intramammary infection. *Journal of Dairy Science*, 71, 1417-1421.
- Gianneechini, R., Concha, C., Delucci, I., Gil, J., Salvarrey, L., y Rivero, R. (2014). Mastitis bovina, reconocimiento de los patógenos y su resistencia antimicrobiana en la Cuenca Lechera del Sur de Uruguay. *Veterinaria*, 50(196), 4–32.
- Gianneechini, R.E., Parietti, I., y De María, P. (2002). Evaluación de pérdidas económicas relacionadas a mastitis para establecimientos lecheros en Uruguay. En INIA La Estanzuela (Ed.), *Jornada de Lechería: 10 años de actividades del Laboratorio de Calidad de Leche* (pp. 35-39). La Estanzuela: INIA.
- Hagnestam, C., Emanuelson, U., y Berglund, B. (2007). Yield Losses Associated with Clinical Mastitis Occurring in Different Weeks of Lactation. *Journal of Dairy Science*, 90, 2260–2270.
- Halasa, T., Huijps, K., Østerås, O., y Hogeveen, H. (2007). Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Veterinary Quarterly*, 29 (1), 18-31.
- Harmon, R.J. (1994). Physiology of Mastitis and Factors Affecting Somatic Cell Counts. *Journal of Dairy Science*, 77, 2103-2112.
- Heikkilä, A.-M., Nousiainen, J.I., y Pyörälä, S. (2012). Costs of clinical mastitis with special reference to premature culling. *Journal of Dairy Science*, 95, 139–150.
- Hogeveen, H., Huijps, K., y Lam, T.J.G.M. (2011). Economic aspects of mastitis: new developments. *New Zealand Veterinary Journal*, 59 (1), 16–23.
- Hogeveen, H., y van der Voort, M. (2017). Assessing the economic impact of an endemic disease: the case of mastitis. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 36(1), 217–226.

- Hortet, P., y Seegers, H. (1998). Loss in milk yield and related composition change resulting from clinical mastitis in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 37, 1-20.
- Huijps, K., De Vliegher, S., Lam, T., y Hogeveen, H. (2009). Cost estimation of heifer mastitis in early lactation by stochastic modelling. *Veterinary Microbiology*, 134, 121–127.
- Huijps, K., Hogeveen, H., Lam, T., y Oude Lansink, A. (2010). Costs and efficacy of management measures to improve udder health on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 93(1), 115–124.
- Huijps, K., Lam, T., y Hogeveen, H. (2008). Costs of mastitis: facts and perception. *Journal of Dairy Research*, 75, 113–20.
- Instituto Nacional de Estadística. (2021). Histórico de cotización de monedas. Recuperado de https://www.ine.gub.uy/web/guest/cotizacion-de-monedas?p_auth=vjyC6EvK&p_p_id=listarcotizacionesdemonedasjsf_WAR_cotizaciondemonedasportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=2&p_p_col_pos=1&_listarcotizacionesdemonedasjsf_WAR_cotizaciondemonedasportlet_facesViewIdRender=%2Fviews%2Flistarcotizaciones-de-monedas-jsf%2Fview.xhtml
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Centros Regionales de Experimentación Agropecuaria y Instituto Nacional de la Leche. (2020). Bajar costos y producir con mayor eficiencia. En *Jornada Técnica Lechera. Costos de Producción*. Recuperado de https://www.inale.org/wp-content/uploads/2019/01/Bajar_costos_y_mejorar_eficiencia_2019.pdf
- Instituto Nacional de la Leche. (2014). Encuesta lechera 2014. Recuperado de <https://www.inale.org/estadisticas/encuesta-2014-produccion-de-leche/>
- Kingwill, R.G. (1981). The NIRD-CVL mastitis control method. En A.J. Bramley, F.H. Dodd y T.K. Griffin (Eds.), *Mastitis Control and Herd Management* (pp. 24-39). Shinfield: NIRD.
- Kok, A., Chen, J., Kemp, B., y van Knegsel, A. (2019). Review: Dry period length in dairy cows and consequences for metabolism and welfare and customised management strategies. *Animal*, 13, s42-s51.
- Kruze, J. (1998). La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 30(2), 07-16
- Larriestra, A., Vissio, C., y Richardet, M. (2019). Mastitis e impacto económico. Recuperado de <https://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/2019/07/Perdidas-Economicas-por-Mastitis.pdf>

- Larumbe, R., y Vidart, M.I. (2016). *Agentes patógenos causantes de mastitis clínica en vacas lecheras en Uruguay, años 2014 y 2015* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Lucas, V., y Lucas, M. (2011). Análisis de tanque, una herramienta útil para el monitoreo de mastitis y calidad de leche. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/67-analisis_tanque.pdf
- McDougall, S., Bryan, M. A., y Tiddy, R. M. (2009). Effect of treatment with the nonsteroidal antiinflammatory meloxicam on milk production, somatic cell count, probability of re-treatment, and culling of dairy cows with mild clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 92, 4421–4431.
- McInerney, J.P., Howe, K. S., y Schepers, J.A. (1992). A framework for the economic analysis of disease in farm livestock. *Preventive Veterinary Medicine*, 13, 137-154.
- Medina, R.J.J. (2002). *Prevalencia e identificación de agentes etiológicos causantes de mastitis en el Municipio de Vista Hermosa, Michoacán* (Tesis de grado). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia.
- Mellenberg, R (2001). California Mastitis Test (CMT): An Invaluable Tool for Managing Mastitis. Recuperado de <https://immucell.com/wp-content/uploads/2017/05/An-Invaluable-Tool.pdf>
- Middleton, J.R., Saeman, A., Fox, L.K., Lombard, J., Hogan, J.S., y Smith, K.L. (2014). The National Mastitis Council: a global organization for mastitis control and milk quality, 50 years and beyond. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 19(3), 241-251.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2021 a). *Estadísticas del Sector Lácteo 2020*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/estadisticas-del-sector-lacteo-2020>
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (2021 b). *Precio promedio de la leche al productor*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/precio-promedio-leche-productor-ffdsal>
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2020). *Correctivo final. Grupo 22*. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-trabajo-seguridad-social/politicas-y-gestion/correctivo-final-julio-2020-6>
- Moore, D.A., Cullor, J.S., BonDurant, R.H., y Sisco, W.M. (1991). Preliminary field evidence for the association of clinical mastitis with altered interestrus intervals in dairy cattle. *Theriogenology*, 36, 257–265.

- National Mastitis Council. (2003). *Current concepts of bovine mastitis* (4a ed.). Wisconsin: WD Hoard and Sons Co.
- Natzke, R.P. (1981). Elements of mastitis control. *Journal of Dairy Science*, 64, 1431–1442.
- Neave, F.K., Dod, F. H., Kingwill, R. G., y Westgarth, D. R. (1969). Control of Mastitis in the Dairy Herd by Hygiene and Management. *Journal of Dairy Science*, 52 (5), 696-707.
- Pankey, J.W., Eberhart, R.J., Cumming, A.L., Daggett, R.D., Farnsworth, R.J., y McDuff, C.K. (1984). Update on post-milking teat antisepsis. *Journal of Dairy Science*, 67, 1336-1353.
- Pankey, J.W., Wildman, E.E., Dreschler, P.A., y Hogan., J.S. (1987). Field trial evaluation of pre-milking teat disinfection. *Journal of Dairy Science*, 70, 867-872.
- Passantino, A. (2007). Ethical aspects for veterinarians regarding antimicrobial drug use in Italy. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 29, 240-244.
- Pereira, I., Laborde, D., Carriquiry, M., Lopez-Villalobos, N., y Meikle, A. (2010). Productive and reproductive performance of Uruguayan Holstein and Uruguayan Holstein x New Zealand Holstein Friesian cows in a predominantly pasture-based system. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 70, 306-310.
- Philpot, W.N. (1979). Control of Mastitis by Hygiene and Therapy. *Journal of Dairy Science*, 62, 168-176.
- Philpot, W.N, y Nickerson, S. (1991). *Mastitis: counter attack*. Naperville: Ed. Surge International Babson.
- Pyörälä, S. (2009). Treatment of Mastitis during Lactation. *Irish Veterinary Journal*, 62, 40-44.
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C. y Hinchcliff, K. W. (2002). *Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino* (9ª ed). Madrid: McGraw-Hill-Interamericana.
- Rasmussen, M.D., Galton, D.M., y Petersson, L.G. (1991). Effects of pre-milking on spores of anaerobes, bacteria and iodine residues in milk. *Journal of Dairy Science*, 74, 2472-2478.
- Raymond, M.J., Wohlr, R.D., y Call, D.R. (2006). Assessment and Promotion of Judicious Antibiotic Use on Dairy Farms in Washington State. *Journal of Dairy Science*, 89, 3228-3240.

- Richardet, M., Castro, S., Tirante, L., Vissio, C., y Larriestra, A. J. (2016). Magnitud y variación de la mastitis clínica y sus costos asociados en rodeos lecheros de Argentina. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 48, 153-158.
- Rollin, E., Dhuyvetter, K.C., y Overton, M.W. (2015). The cost of clinical mastitis in the first 30 days of lactation: An economic modeling tool. *Preventive Veterinary Medicine*, 122, 257–264
- Saran, A. (1995). Disinfection in the dairy parlour. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 14(1), 207–224.
- Saran, A. y Chaffer, M. (2000). *Mastitis y calidad de leche*. Buenos Aires: Ed. Intermédica.
- Seegers, H., Fourichon, C., y Beaudeau, F. (2003). Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research*, 34, 475-491.
- Shearn, M.F.H. (1981). Methods of teat disinfection after milking. En A.J. Bramley, F.H. Dodd y T.K. Griffin (Eds.), *Mastitis Control and Herd Management* (pp. 67-69). Shinfield: NIRD.
- Smith, A., Westgarth, D.R., Jones, M.R., Neave, F.K., Dodd, F.H., y Brander, G.C. (1967). Methods of reducing the incidence of udder infections in dry cows. *Veterinary Record*, 81, 504-510.
- Solomamitis. (2008). Dossier rutina de ordeño. Recuperado de https://www.solomamitis.com/sites/default/files/images/pdf/rutina_a_ordeno/02_rutina.pdf
- Sørensen, L.P., Mark, T., Sørensen, M. K., y Østergaard, S. (2010). Economic values and expected effect of selection index for pathogen-specific mastitis under Danish conditions. *Journal of Dairy Science*, 93, 358–369.
- Ullberg, S., Hansson, E., y Funke, H. (1958). Distribution of penicillin in mastitic udders following intramammary injection - an autoradiographic study. *American Journal of Veterinary Research*, 19, 84-92.
- Valeeva, N.I., Lam, T.J.G.M., y Hogeveen, H. (2007). Motivation of dairy farmers to improve mastitis management. *Journal of Dairy Science*, 90, 4466–4477.
- van Soest, F. J., Santman-Berends, I. M., Lam, T. J., y Hogeveen, H. (2016). Failure and preventive costs of mastitis on Dutch dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 8365–8374.
- Vissio, C., Agüero, D.D., Raspanti, C.G., Odierno, L.M., y Larriestra, A.J. (2015). Pérdidas productivas y económicas diarias ocasionadas por la mastitis y erogaciones derivadas de su control en establecimientos lecheros de Córdoba, Argentina. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 47, 7-14.

- Vissio, C., Bouman, M., y Larriestra, A.J. (2018). Milking machine and udder health management factors associated with bulk milk somatic cell count in Uruguayan herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 150, 110-116.
- Ziv, G. (1980). Drug selection and use in mastitis: systemic vs local therapy. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 176, 1109-1115.

9. Anexos

Anexo 1: ENCUESTA

1. Fecha en que se realiza la encuesta:

2.1 Nombre y apellido del encuestado:

2.2 ¿Qué rol ocupa el encuestado en el tambo?

2.3 Teléfono del encuestado:

2.4 Departamento en que se ubica el tambo:

2.5 Indique el principal sistema utilizado en su tambo:

a) pasturas.

b) pasturas con suplementación a campo.

c) pasturas con suplementación en playa de alimentación.

d) pasturas con suplementación en sala.

e) otros.

2.6 ¿Realiza encierros estratégicos para las vacas en ordeño?

2.7 En el último mes, ¿cuál fue la cantidad de vacas en ordeño?

2.8 ¿Cuántos órganos tiene la máquina de ordeño?

2.9 ¿Recibió asesoramiento veterinario en los últimos tres meses?

2.10 Si su respuesta fue “Sí”, indique si fue:

a) al menos una vez al mes.

b) una vez cada dos meses.

c) una vez por trimestre.

3.1 ¿Se realiza el despunte (prueba del chorro) antes del ordeño?

3.2 ¿Cómo lo realiza?

a) en fondo negro.

b) otros: en el piso, en la mano, etc.

- 3.3 ¿Hace cuánto tiempo que realiza el despunte?
- 3.4 ¿Cómo se da cuenta que una vaca tiene mastitis clínica?
- 3.5 ¿Existe un protocolo escrito para tratar los casos de mastitis clínica?
- 3.6 ¿Cómo procede cuando identifica una vaca con mastitis clínica?
- 3.7 ¿Qué tratamiento se aplica ante un primer caso de mastitis clínica en una vaca? Teniendo la vaca alteraciones en leche en un solo cuarto.
- 3.8 ¿Qué tratamiento se aplica ante un primer caso de mastitis clínica en una vaca? Teniendo la vaca alteraciones en leche de más de un cuarto]
- 3.9 ¿Qué tratamiento se aplica ante un primer caso de mastitis clínica en una vaca? Teniendo la vaca alteraciones en leche y en la ubre.
- 3.10 ¿Qué tratamiento se aplica ante un primer caso de mastitis clínica en una vaca? Teniendo la vaca alteraciones en leche, ubre y repercusión sistémica.
- 3.11 ¿Cómo trata a una vaca que no se cura al terminar el tratamiento?
- 3.12 ¿Cómo trata a una vaca que repite mastitis durante la lactancia?
- 3.13 ¿Cuándo se da de alta una vaca que tuvo mastitis clínica?
- 4.1 ¿Cuántos casos de mastitis clínica tuvo en la última semana?
- 4.2 ¿Cuántos casos de mastitis clínica tuvo en las últimas dos semanas?
- 4.3 ¿Cuántos casos de mastitis clínica tuvo en los últimos 30 días?
- 4.4 ¿Cuántos casos de mastitis clínica tuvo en el último año?
- 4.5 ¿Cuántos tratamientos con pomo o antibiótico ha utilizado para mastitis clínica en la última semana?
- 4.6 ¿Cuántos tratamientos con pomo o antibiótico ha utilizado para mastitis clínica en los últimos 15 días?
- 4.7 ¿Se realizan tratamientos a las vacas con elevados recuentos de células somáticas (mastitis subclínicas)?
- 4.8 ¿Desvía leche afuera del tanque?
- 4.9 Si desvía leche afuera del tanque:
- a) ¿cuál es el destino de la leche de vacas con mastitis clínica?
- b) ¿cuál es el destino de la leche con antibióticos?

c) ¿cuál es el destino de la leche con alto recuento de células somáticas?

4.10 ¿Cuántas vacas han sido ordeñadas fuera del tanque debido a elevados recuentos de células somáticas en los últimos 15 días?

4.11 ¿Cuántas vacas han sido ordeñadas fuera del tanque debido a elevados recuentos de células somáticas en la última semana?

4.12 De los siguientes tipos:

a) Sustituto lácteo.

b) Leche sana.

c) Leche de descarte.

d) Otros.

¿Qué cantidad diaria les administra a los terneros?

5.1 ¿Se anotan o se registran los casos de mastitis clínica? ¿Dónde (pizarra, cuaderno, computadora, tablet o celular u otros)?

5.2 ¿Hace cuánto tiempo llevan registros de los casos de mastitis clínica en el tambo?

5.3 ¿Se anotan o se registran los tratamientos para mastitis clínica? ¿Dónde (pizarra, cuaderno, computadora, tablet o celular u otros)?

5.4 ¿Hace cuánto tiempo lleva registros de los tratamientos para mastitis clínica?

5.5 ¿Realiza muestreos individuales para recuento de células somáticas en el control lechero?

5.6 ¿Con qué frecuencia realiza monitoreo con test de California (CMT)?

5.7 ¿Tienen objetivos definidos para el control de la mastitis en su tambo?

5.8 Si tiene objetivo de un máximo de recuento de células somáticas en el tanque, indique cuántas son:

5.9 Si tiene objetivo de un máximo de casos de mastitis clínica mensual, indique cuántos son:

5.10 Si tiene objetivo de un máximo vacas refugadas por mastitis crónica, indique cuántas son:

6.1 ¿Cuándo considera que una vaca tiene mastitis crónica?

6.2 ¿Cómo procede con las vacas que repiten varias veces mastitis clínica durante la lactancia?

- 7.1 ¿Se utilizan guantes durante la preparación de las vacas?
- 7.2 ¿Hace cuánto se utilizan guantes para ordeñar?
- 7.3 ¿Se lavan los pezones antes del ordeño?
- 7.4 En caso de lavar los pezones, ¿se secan antes del ordeño?
- 7.5 Si secan con papel individual ¿hace cuánto que realiza esta práctica?
- 7.6 ¿Desinfectan los pezones antes del ordeño (pre-sellado)?
- 7.7 ¿Qué desinfectante usa?
- 7.8 ¿Cómo realiza el pre-sellado?
- 7.9 ¿Hace cuánto realiza esta práctica?
- 7.10 ¿Se desinfectan los pezones al finalizar el ordeño (sellado post-ordeño)?
- 7.11 ¿Cuál sellador usa?
- 7.12 ¿Cómo aplica el sellador post-ordeño?
- 7.13 ¿Hace cuánto realiza esta práctica?
- 8.1 ¿Controla el nivel de vacío durante el ordeño?
- 8.2 ¿Cómo controla el nivel de vacío durante el ordeño?
- 8.3 ¿Se controlan otros aspectos del funcionamiento de la máquina durante el ordeño?
- 8.4 Si contestó "Sí", indique cuáles:
- 8.5 ¿Se utilizan retiradores automáticos de pezoneras?
- 8.6 ¿Lo visita un técnico especializado para realizar el chequeo de máquina de ordeñar?
- 8.7 ¿Qué tipo de pezoneras se usan en el tambo?
- 8.8 ¿Cada cuánto se realiza el cambio de las pezoneras?
- 9.1 ¿Se realiza mantenimiento (limpieza de bosta) de los encierros (nocheros)?
- 9.2 ¿Se provee de sombra a las vacas en épocas de calor?
- 10.1 ¿Se administra pomo intramamario para el secado de las vacas?
- 10.2 ¿Hace cuánto que aplica pomo intramamario al secado?

- 10.3 ¿Se administra otro tratamiento para el secado? [Sellador interno]
- 10.4 Si contestó “Sí”, indique cuál: antibiótico inyectable, vacuna contra mastitis, otros.
- 10.5 Si aplica antibiótico inyectable: ¿Hace cuánto lo aplica?
- 10.6 ¿Dónde se encuentran las vacas en el parto?
- 10.7 Si el parto es en galpón, indique cómo es la cama.
- 10.8 ¿Se realiza limpieza y mantenimiento del lugar de partos?
- 10.8 ¿Se provee de sombra a las vacas en parto (en épocas de calor)?
- 11.1 ¿Le interesaría recibir un reporte comparativo con los tambos del departamento?
- 11.2 ¿Estaría dispuesto a participar en otras instancias de la investigación, brindando información sobre el tema?