

Universidad Nacional  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Escuela de Medicina Veterinaria

Pasantía en la Unidad de Calidad de Leche de la Cooperativa  
de Productores de Leche Dos Pinos R.L.

Modalidad: Pasantía

Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado  
Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria

Gilberto Herrera Araya

Tutor: Gabriel Alonso Rodríguez Fernández, Lic

Lector: Carlos Alpízar Solís, M.Sc.

Lector: Carlos Luna Tortós, Ph.D

Campus Benjamín Núñez, Heredia

2021

## APROBACIÓN DEL COMITÉ EXAMINADOR

Laura Sofía Bouza Mora, M.Sc.

Vicedecana, Facultad de Ciencias de la Salud \_\_\_\_\_

Julia Rodríguez Barahona, Ph.D.

Subdirectora, Escuela de Medicina Veterinaria \_\_\_\_\_

.

Gabriel Alonso Rodríguez Fernández, Lic.

Lector \_\_\_\_\_

Carlos Alpízar Solís, M.Sc.

Lector \_\_\_\_\_

Carlos Luna Tortós, Ph.D.

Lector \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

## DEDICATORIA

Primeramente a Dios.

A toda mi familia le dedico mi esfuerzo. Mamá y papá, gracias por darme la oportunidad de salir adelante y por apoyarme en todo momento y circunstancia.

Para mis hijos y Daniela.

Esto es por y para ustedes.

Gracias.

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco profundamente a mis compañeros y a mis profesores, por colocar su grano de arena en mi formación profesional y personal. Mil gracias por dedicar su tiempo y sabiduría para construir mi conocimiento.

Al Dr. Gabriel Rodríguez por el apoyo que ha brindado en todo este proceso. Gracias por esa guía y seguimiento durante estos meses de trabajo, de igual manera por todas las enseñanzas y conocimiento que me ha facilitado, para aplicar en el desarrollo profesional.

Al Dr. Carlos Alpízar, por ser un amigo, un guía y apoyo desde el inicio de la carrera, gracias por el tiempo, por el conocimiento y la dedicación con la que me ayudado en todo este camino. Mil gracias.

Al Dr. Carlos Luna, por compartir su tiempo y conocimiento para corregirme y ayudarme. Gracias por todo lo compartido durante este proceso, he aprendido mucho al compartir con usted.

A Henry, Jesús y Esteban, por la ayuda e incondicionalidad durante todos estos años. Gracias hermanos.

A mis compañeros de clase, mil gracias por todo lo vivido. Todos y cada uno, me han enseñado y acompañado durante esta estancia. Gracias por todo.

A Jason, Charlie y Juan, por toda la ayuda durante el internado y fuera de este, por todas las tazas de café.

A la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto, que me permitió crecer en el ámbito profesional y personal.

A los productores de Aguas Zarcas por abrir las puertas de sus unidades productivas. Mil gracias.

## INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL COMITÉ EXAMINADOR.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
INDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE CUADROS .....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	ix
ABREVIATURAS Y SIMBOLOS.....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Justificación.....	13
1.2.1 Importancia .....	13
1.3. Objetivos .....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
2. MATERIALES Y METODOS .....	16
2.1. Área de trabajo .....	16

2.2.	Abordaje en finca.....	16
2.3.	Animales.....	18
2.4.	Criterios de inclusión .....	18
2.3.	Análisis de datos.....	19
2.4.	Bitácora .....	19
2.5.	Horario de trabajo .....	19
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
3.1.	Distribución geográfica de las fincas .....	20
3.2.	Resultados CCS individuales del hato .....	22
3.3.	Resultados de análisis CCS Módulo de agrupación VAMPP 3.0© .....	26
3.4.	Resultados de reportes de mastitis clínica .....	43
3.5.	Análisis agrupados de mastitis clínica.....	52
3.6.	Actividades fuera del proyecto .....	59
4.	CONCLUSIONES .....	60
5.	RECOMENDACIONES .....	62
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	66

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de vacas y porcentaje de vacas con CCS $\geq$ 200.000 detectados en fincas muestreadas entre los meses de marzo a mayo del 2020.....	22
Cuadro 2. Promedios de porcentajes de vacas con CCS $\geq$ 200.000 cels/mL y vacas sanas en las unidades productivas visitadas en los 3 meses de pasantía.....	26
Cuadro 3. Estructura del hato promedio según el número de lactancia de las vacas muestreada .....	27
Cuadro 4. Distribución de los CCS según los días de lactancia.....	30
Cuadro 5 Número de lactancias con sus respectivos promedios del CCS, número de muestras en cada lactancia y porcentaje de vacas con CCS $>$ 200.00 cels/ mL .....	31
Cuadro 6. Agrupación de los valores registrados de la producción láctea diaria, CCS y porcentaje de vacas con valores $>$ 200.00 cels/mL.....	35
Cuadro 7. Distribución de casos nuevos por lactancia durante el periodo 01/03/20 al 31/05/20 y su valor porcentual, del total de muestras evaluadas .....	38



Cuadro 8. Reporte de casos de mastitis clínica en 10 fincas, registrados entre los meses de marzo a mayo del 2020, su representación porcentual en el hato y los diagnósticos bacteriológicos.....	44
Cuadro 9. Bacterias aisladas mediante cultivo bacteriológico, de muestras de leche de vacas afectadas con mastitis clínica, no todos los eventos fueron digitados en el sistema de información VAMPP 3.0© .....	48
Cuadro 10. Distribución de las 50 vacas que sufrieron mastitis clínica y el número de lactancia que cursaban durante el evento.....	55

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de las fincas vistas desde una imagen satelital.

Tomado de Map Marker© \_\_\_\_\_ 20

Figura 2 Gráfica de los porcentajes promedios de vacas con CCS  $\geq 200.000$  cels/mL y vacas sanas en las unidades productivas visitadas en los 3 meses de pasantía. \_ 25

Figura 3 Gráfico de los rangos de distribución de los conteos de células somáticas.

Tomado del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0© \_\_\_\_\_ 28

Figura 4 Gráfico de la distribución de los CCS según los días de lactancia. Tomado

del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0© \_\_\_\_\_ 29

Figura 5 Gráfico de la distribución de promedios de CCS según el número de

lactancias. Tomado del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0© \_\_\_\_\_ 32

Figura 6 Gráfico de la distribución de promedios de CCS según la cantidad de kilos de leche producidos por vaca al día. Tomado del módulo de agrupación del VAMPP

Bovino 3.0© \_\_\_\_\_ 33

Figura 7 Gráfico de la distribución de casos nuevos según el número de lactancia.

Tomado del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0© \_\_\_\_\_ 35

Figura 8 Gráfico de la distribución de casos nuevos, según los días de lactancia

donde se presentaron. Tomado del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0©40

Figura 9 Gráfico de los porcentajes de bacterias aisladas mediante cultivo

bacteriológico de muestras de leche de vacas con mastitis clínica \_\_\_\_\_ 47

Figura 10. Casos de mastitis clínica distribuidos según los días de lactancia que la vaca cursaba en el momento de su reporte. Tomado del módulo de agrupación de

Salud de la Ubre VAMPP Bovino 3.0® \_\_\_\_\_ 53

Figura 11. Gráfico de los cuartos afectados por mastitis clínica en el periodo del

estudio \_\_\_\_\_ 54

Figura 12 Gráfico de vacas reportadas con mastitis clínica la lactancia que cursaban

al momento del evento \_\_\_\_\_ 57

Figura 13 Gráfico de la distribución de los casos de mastitis clínica en los tres meses

de pasantía \_\_\_\_\_ 58

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

CCS: Conteo de Células Somáticas

VAMPP Bovino®: Programa de control y manejo veterinario automatizado Bovino.

%: Porcentaje

©: Derechos de autor

®: Marca registrada

## RESUMEN

Se realizó una pasantía en la Unidad de Calidad de Leche de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., la cual tuvo como premisa, velar por que la leche producida en cada una de las unidades de la cooperativa sea de calidad e inocua para el consumidor final, esto mediante la vigilancia y asesoría continua de los productores y personal encargado del proceso.

La pasantía se desarrolló en el distrito de Aguas Zarcas del cantón de San Carlos, en donde se trabajó con los propietarios y el personal de 16 unidades productivas, para un total de 2587 vacas lecheras, durante los meses de marzo, abril y mayo del 2020. Se les brindó asesoría integral de todos los aspectos relacionados con la mejora de la salud de la ubre y de manera paralela, se realizaron muestreos de leche mensuales, de cada uno de los hatos para realizar el conteo individual de células somáticas en leche. A través de los muestreos de células somáticas se logró evidenciar que un 34% del hato estudiado estaba por arriba de las 200.000 cels/mL, de igual manera se relacionaron con número de lactancia, días en lactancia y producción láctea de las vacas muestreadas.

Además de los esfuerzos por mejorar los conteos de células somáticas, de cada una de las unidades productivas, se incentivó el uso del programa VAMPP Bovino®, específicamente del módulo de salud de la ubre, como herramienta facilitadora para el registro y análisis de la información recopilada, con el fin de ubicar de forma certera los problemas de cada finca y dar una solución integral.

**Palabras clave:** mastitis, conteo de células somáticas, prevención, manejo

## **ABSTRACT**

An internship was carried out in the Milk Quality Unit of the Dos Pinos RL Milk Producers Cooperative, whose premise is to ensure that the milk produced in each of the cooperative's productive units is of quality and safe for the final consumer, this through continuous monitoring and advice from producers and personnel in charge of the process.

The internship took place in the Aguas Zarcas district of the San Carlos canton, where it worked with the owners and staff of 16 productive units, with a total of 2,587 dairy cows, during the months of March, April and May 2020. They were given comprehensive advice on all aspects related to the improvement of the health of the udder and in a parallel way, monthly samplings were carried out of each of the herds to perform the individual count of somatic cells in milk. Analyzing the somatic cell samples, it was possible to show that 34% of the herd studied was above 200,000 cels/mL, in the same way they were related to the number of lactation, days in lactation and milk production of the sampled cows.

In addition to the efforts to monitor and improve somatic cell counts, both individual and in the tank of each of the productive units, the use of the VAMPP Bovino® program was encouraged, specifically the udder health module, as a facilitating tool. for the registration and analysis of the information collected, in order to accurately locate the individual problems of each farm and provide a personalized and comprehensive solution.

**Key words:** mastitis, somatic cells count, prevention, management

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

La leche, se define como la secreción de la glándula mamaria normal de animales lecheros, obtenida de uno o más ordeños, sin ningún tipo de adición o extracción. Esta se compone aproximadamente de un 3 a 4% de grasa, 3,5% de proteína y un 5% de lactosa, agregando también la amplia gama de minerales y ácidos grasos esenciales que esta aporta (Paixão et al. 2017). La composición y las características organolépticas de la leche pueden variar por factores propios del animal como, su raza, edad, número de pariciones, duración de la lactancia; como también por factores externos como la alimentación, el clima, sistema de explotación y su entorno físico (Martínez et al. 2011; Mercado et al. 2014; Paixão et al. 2017).

Este alimento tan completo nutre a 6000 millones de personas a nivel mundial, y a su vez, llevarla a la mesa emplea aproximadamente a 750 millones de estas, 838 millones de toneladas de leche se produjeron a nivel mundial en el 2018, en donde el 81% se obtuvo de bovinos, y la cual proyecta un crecimiento del 1,7% anual, para alcanzar en el año 2028 una producción mundial de 928 millones de toneladas (OECD 2019).

El consumo per-cápita promedio mundial de leche y sus subproductos en lo transcurrido del año 2019, se encontró en 101,3 kilogramos, valor en el que se espera una alza del 1% anual durante el transcurso de la década (OECD 2019). En

el panorama nacional, resaltan datos importantes, como el consumo per-cápita anual, el cual rondó los 212 Kg para el año 2017, consumo que supera por mucho el promedio centroamericano de 108 Kg, así también el promedio mundial, ubicando al país como uno de los que más leche y subproductos lácteos consume (CNPL 2017; OECD 2019). La producción láctea nacional reportó un aumento del 20% del 2010 al 2016, pasando de 953,000,000 Kg a 1,151,721,581.30 Kg, lo que significa aproximadamente un crecimiento anual del 3% durante seis años, sobre la producción reportada a inicios de la década, junto a un incremento del consumo (dado por el crecimiento poblacional), incrementos en las exportaciones y cambios dietarios del consumidor. Se espera que en Costa Rica el consumo siga incrementando de la mano a la diversificación de los subproductos tal como en países europeos (CNPL 2017; Barquero 2018; FAO 2019).

Dentro del complejo y multifactorial proceso, que implica llevar leche inocua y nutritiva a la mesa del consumidor, sin dejar de lado la rentabilidad del sistema de producción lechera, se recalca la vital importancia de la palabra “calidad”, que engloba múltiples puntos clave, como lo son el control higiénico-sanitario a todo lo largo de la cadena productiva, el monitoreo de la composición química de la leche, el bienestar y salud animal junto con el manejo zootécnico y técnico del hato, que al final culminan con productos inocuos, libres de antibióticos, toxinas y agentes biológicos patógenos, de alta calidad nutricional, de alto rendimiento para la elaboración de sub-productos, que retribuyen así directamente la rentabilidad económica del sistema productivo (Zambrano y Grass 2008; Martínez et al. 2011; Alothman et al. 2019).



Dentro de los aspectos más importantes y que comúnmente afectan la calidad láctea, se encuentra la mastitis, que se define como la inflamación de la glándula mamaria en respuesta a la infección intramamaria con agentes de etiología variable, pero mayoritariamente bacterianos (Constable y Morin 2003; Ruegg 2018). Esta puede tener una forma clínica o bien subclínica, siendo la presentación subclínica de la enfermedad, la que más frecuentemente encontramos en hatos lecheros, la que más costos conlleva, y por su ausencia de alteraciones visibles en leche y en la salud del animal, la que menos se diagnostica (Du Preez 2000; Andersen 2001; Gussmann et al. 2019; Leitner et al. 2019).

La enfermedad resulta costosa por una serie de pérdidas directas (costo del tratamiento, leche descartada que no se puede utilizar para consumo humano ni animal, atención médica veterinaria y mano de obra adicional, muerte de animales, entre otros) e indirectas (disminución en la producción, disminución en la calidad físico-química de la leche y su rendimiento, descarte prematuro de animales, entre otros) (Hortet et al. 1999; Halasa y Nielsen et al. 2009; Huijps et al. 2010; Martínez et al. 2011; Romero et al. 2018; Gussmann et al. 2019), catalogándose así como la enfermedad más costosa de la industria láctea, que reporta en estudios realizados en los Estados Unidos de América un gasto promedio de \$400 por vaca afectada durante los primeros 30 días de lactancia (Rollin et al. 2015), principalmente asociado al descarte prematuro de los animales y la leche descartada (DeGraves y Fetrow 1993).

Para un mejor estudio y control de la enfermedad se han dividido los agentes causales según su procedencia y su forma de infectar la ubre sana, en agentes contagiosos y ambientales. Los agentes infecciosos, usualmente se encuentran en el canal del pezón y la piel circundante, estos se transmiten de una vaca con mastitis a otra vaca sana, por medio de fómites, leche contaminada, equipo de ordeño contaminado, las manos de los operadores, es decir durante los ordeños, mientras tanto los agentes ambientales son oportunistas y estos logran colonizar el ubre sano desde el ambiente donde están las vacas. Dentro de los agentes infecciosos se encuentra *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Corynebacterium bovis*. En el grupo de agentes ambientales se ubican los coliformes, estafilococos coagulasa negativos, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae* y otros cocos Gram positivos (Dufour et al. 2019).

La mitigación de la mastitis requiere de un plan con abordaje integral, tomando en cuenta los factores ambientales, propios del animal y de manejo para así reducir al máximo nuevas infecciones, y las ya existentes manejarlas de la manera óptima. Uno de los puntos clave radica en el diagnóstico temprano y certero de la enfermedad: en el caso de las mastitis clínicas se puede realizar por observación directa de los cambios organolépticos de la ubre como también de la leche, en donde según su gravedad se divide en: leve (cambios únicamente en la leche secretada del cuarto afectado, flóculos, grumos, cambios de coloración y olor), moderada (cambios en la leche y además cambios notorios en el cuarto afectado, rubor, dolor, inflamación), y grave (cambios notorios en la leche, el cuarto y además hay un compromiso

sistémico del animal, que se expresa por fiebre, depresión, inapetencia entre otros) (Deb R et al. 2013; Ruegg 2017; Adkins y Middleton 2018).

### *Diagnóstico y evaluación de la mastitis*

La prueba de fondo oscuro, es una prueba fácil de realizar y de bajo costo, en la cual se vierten dos a tres chorros de cada pezón en un recipiente agujerado de fondo negro, que facilite la visualización tanto de grumos como del color de la leche, para de esta manera diagnosticar las mastitis clínicas en sus primeras etapas (Barrena Baeza 2015).

En cuanto, a las mastitis subclínicas, al haber ausencia de cualquier anomalía visible en la leche y en la ubre, el diagnóstico se vuelve más complejo, por lo que se tienen que utilizar distintas técnicas diagnósticas. La técnica más utilizada en nuestro país es el conteo de células somáticas en leche, ya que es una técnica barata y efectiva, y que además se utiliza como un parámetro en la determinación de la calidad de la leche, de la sanidad de la ubre y de igual manera del manejo integral del hato (Sargeant et al. 2001; Deb R et al. 2013). Se ha determinado que un 75% de las células somáticas de la ubre sana corresponden a leucocitos, y cuando esta sufre algún proceso inflamatorio, estas se elevan al 90%, por migración de neutrófilos a este órgano. Se ha establecido que un cuarto sano ronda las 70000 cels/ml, mientras que valores mayores a 200.000 cs/ml pueden ser presuntivos de un proceso inflamatorio (Chacón et al. 2006; Deb R et al. 2013; Adkins y Middleton 2018).

Esta se puede realizar por microscopía directa o bien, en los laboratorios que tienen un flujo alto de muestras, estas se analizan mediante sistemas electrónicos

automatizados, basados en citometría de flujo (Deb R et al. 2013; Ruegg 2017; Adkins y Middleton 2018). Esta metodología reporta sensibilidades en la literatura que van desde el 30% a 89%, y especificidades que van desde el 60% al 90%, de las cuales se han reportado cambios según la naturaleza de los agentes que provocan la mastitis. La mejor correlación del conteo de células somáticas y las infecciones intramamarias se denota a nivel de cuarto individual, y se considera una prueba buena y funcional para valorar la salud de la ubre, y para la segregación en finca de vacas infectadas de las sanas, sin embargo se debe tomar en cuenta que no es una prueba perfecta y esta puede arrojar falsos positivos aún después de eliminado los microorganismos ya que indica inflamación de la ubre pero no así la presencia del organismo causal (J.M. Sargeant et al. [sin fecha]; Sargeant et al. 2001; Chacón et al. 2006; Dohoo et al. 2011; Barrena Baeza 2015; Ruiz-García y Sandoval-Monzón [updated 2018]).

Los valores obtenidos de igual manera se pueden ver alterados por otros factores como: edad estrés, clima, estadio de la lactancia, época del año del muestreo, entre otros (J.M. Sargeant et al., 2001; Sargeant et al. 2001; Chacón et al. 2006; Dohoo et al. 2011; Barrena Baeza 2015; Adkins y Middleton 2018; Alhussien y Dang 2018; Ruiz-García y Sandoval-Monzón [updated 2018]).

Existen pruebas cualitativas que nos permiten evaluar la cantidad de células somáticas en la leche de un cuarto sin necesidad de recurrir a un equipo laboratorial; en la literatura destacan, California Mastitis Test (CMT), Wisconsin Mastitis Test (WMT) y el Test de Esterasa Positiva (Deb R et al. 2013; Adkins y Middleton 2018).

La prueba que más se utiliza, por su bajo costo, facilidad de aplicación e interpretación, es la California Mastitis Test.

En esta prueba se mezcla la leche con una solución detergente (alquiril aril sulfato de amonio) la cual lisa las células blancas presentes en la leche y posteriormente reacciona con el ADN y se gelifica, permitiendo el operador ver distintos grados de formación de gel que se correlacionan directamente con la cantidad de células somáticas presentes y por ende con una infección intramamaria (Deb R et al. 2013; Adkins y Middleton 2018; Moroni et al. 2018; Peek y Divers 2018). La sensibilidad y la especificidad de la prueba para detectar infecciones intramamarias causadas por distintos patógenos incluyendo patógenos menores, después de cuarto día de parición es de 61% y 80% respectivamente (Adkins y Middleton 2018).

El estándar dorado para el diagnóstico de las infecciones intramamarias es el cultivo y aislamiento bacteriano; sin embargo, por su costo y tiempo para emitir un resultado, este no se utiliza rutinariamente en las unidades productivas. No obstante, en la actualidad la necesidad de conocer la naturaleza de los agentes causales, así como establecer un tratamiento eficaz, y planes de control, han llevado a un uso cada vez mayor, acompañado con las nuevas tecnologías de PCR que ha permitido un diagnóstico más rápido y brindar una opción más viable y accesible (Andersen 2001; Dohoo et al. 2011; Deb R et al. 2013; Ruegg 2017; Adkins y Middleton 2018; Ruiz-García y Sandoval-Monzón [updated 2018]).

Es de importancia recalcar que se han estudiado otros marcadores para la detección de mastitis tales como la medición de lactosa, Lactato Deshidrogenasa (LDH), N-acetyl-b-D-glucosaminidasa (NAGase), proteínas de fase aguada (Haptoglobina y Amiloide A), y conductividad eléctrica, muchos de los cuales se han utilizado en mayor medida a nivel laboratorial, debido a su complejidad metodológica, mientras otros se han adaptado o bien a la rutina diaria de ordeño, o bien siguen en fase de estudio para facilitar y adaptar su uso en protocolos de uso cotidiano para el diagnóstico de mastitis (Deb R et al. 2013; Adkins y Middleton 2018).

#### *Manejo de ordeño y control preventivo de la mastitis*

Cada finca tiene sus características individuales e irrepetibles, por lo que, al establecer un plan de mejora de calidad de leche, disminución del CCS en tanque, y optimizar la salud de la ubre, se tiene que analizar integralmente múltiples puntos de especial atención, en donde resalta la importancia del manejo zootécnico del hato, el ambiente e instalaciones, factores propios del hospedador y la naturaleza de los individuos que provocan la mastitis. Todos estos puntos, reforzados con una observación y análisis riguroso de la rutina diaria de los hatos pueden ayudar a establecer puntos concretos donde se debe mejorar (Andersen 2001; Martínez et al. 2011; Vlieghe et al. 2012; Ruegg 2017).

La prevención y control de las infecciones intramamarias toman un rol de protagonismo, ya que la prevención de nuevos casos, y el control de los ya existentes, es mucho más barato que tratar las vacas una vez que adquieren la

enfermedad. La higiene antes, durante y después del ordeño, el correcto estado de la totalidad del equipo de ordeño, adecuadas rutinas de ordeño, higiene de instalaciones, correcto manejo del periodo de la vaca seca, descarte de vacas crónicamente afectadas, y elección de los tratamientos correctos para los casos nuevos, resaltan en la literatura como los puntos críticos de mayor atención para el control y prevención de esta enfermedad multifactorial (Andersen 2001; Martínez et al. 2011; Vlieghe et al. 2012; Ruegg 2017).

La higiene antes, del ordeño se basa en la desinfección y limpieza de los pezones con soluciones desinfectantes formuladas para tal fin, esto disminuye considerablemente el número de bacterias en la piel del pezón y disminuye las probabilidades del ingreso de estas al canal del pezón durante el ordeño, se recomienda no utilizar agua en este proceso y además utilizar toallas de papel individuales para cada uno de los pezones. Durante el ordeño se enfatiza en la necesidad de tener ordeños rápidos (tres a cinco minutos), sin estrés para el animal y además aprovechando el pico de secreción de oxitocina (un minuto a minuto y medio después de la estimulación), para lograr una extracción de la leche rápida y eficiente, evitando el sobre ordeño y daños a la integridad del esfínter del pezón.

Posteriormente al terminar el ordeño, se requiere utilizar selladores que permitan proteger el esfínter del pezón, el cual queda susceptible a la entrada de bacterias ambientales y propias de la piel por al menos 30 minutos, este se ha denotado por muchos expertos como el punto más importante para disminuir la

infecciones intramamarias durante la lactancia (Andersen 2001; Ruegg 2017; Jara-Blanco y Molina- Montero 2018).

El aseo y limpieza de instalaciones, sala de espera, sala de ordeño, camas y cepos de alimentación resulta indispensable para evitar nuevas infecciones con agentes ambientales, siendo uno de los puntos más importantes en el control de nuevos casos de infecciones intramamarias. De igual forma la desinfección de las máquinas de ordeño entre vacas resulta de importancia en el control de microorganismos contagiosos (Andersen 2001; Martínez et al. 2011; Ruegg 2017).

El equipo de ordeño en general debe de estar en óptimas condiciones, permitiendo una extracción eficiente de la leche sin dañar los pezones de los animales. Las presiones de vacío indicadas para cada una de las líneas (baja 40-42 kPa, media 44- 46kPa y 40 kPa en el colector) nos aseguran la mínima lesión del pezón, siempre y cuando se evite el sobre-ordeño. Periódicamente el equipo se debe someter a un chequeo técnico, para controlar estos factores para asegurar la integridad de la ubre durante el ordeño (Guarín y Ruegg 2016; Boehringer Ingelheim [updated 2020]).

#### *Importancia del secado y periodo seco*

El periodo de la vaca seca es el periodo de inactividad productiva de la vaca para que esta tenga un periodo de descanso, preparación y regeneración glandular, para dar inicio al nuevo periodo productivo, este tiene una duración de 60 días antes del parto, y no debe de durar menos de 40 días (Halasa y Osterås et al. 2009; Ruegg 2017; Boehringer Ingelheim [updated 2020]). Este se vuelve crítico en el control y



prevención de nuevas infecciones intramamarias, ya que en este proceso, aunque la vaca no sea lactante, puede adquirir patógenos ambientales que podrán causar mastitis hasta en los 100 primeros días de lactancia o bien pueden proseguir latentes hasta en la lactancia posterior (Boehringer Ingelheim [updated 2020]).

Se conoce que la mayoría de las vacas duran alrededor de 15 días para formar un sello de queratina que sea protector ante el ingreso de bacterias por el canal del pezón, otras duran más tiempo e incluso hay aquellas que no lo forman durante los 60 días que componen este periodo. Se sabe en la actualidad que el uso de antibióticos de larga acción durante el periodo seco reduce entre un 43% a un 80% la aparición de nuevas infecciones intramamarias, siendo efectivo para combatir mayoritariamente *Streptococcus* spp, *Staphylococcus* spp. e ineficaz para los coliformes (Andersen 2001; Halasa y Osterås et al. 2009; Guarín y Ruegg 2016; Ruegg 2017). Hoy en día se refuerza la aplicación de antibiótico intramamario con un producto no antibiótico (subnitrato de bismuto) el cual tiene la función de sellar el canal del pezón para así evitar la entrada de microorganismos. Estudios han revelado la disminución de infecciones intramamarias en este periodo cuando se utilizan selladores internos de pezón, de manera conjunta con antibióticos (Rabiee y Lean 2013; Ruegg 2017). Las nuevas tendencias de no uso de antibióticos han llevado a generar un término conocido como el secado selectivo, el cual consta de solo aplicar antibiótico intramamario a las vacas con recuentos de células somáticas altos, y a las que tienen recuentos bajos solamente colocar el sellador interno. Esto favorece el uso racional de los antibióticos, sin embargo estudios siempre colocan la intervención conjunta de antibiótico y sellador interno de pezones dentro del primer

lugar en protección (Andersen 2001; Halasa y Osterås et al. 2009; Rabiee y Lean 2013; Ruegg 2017; Timonen et al. 2018).

*Registro y análisis de datos relativos a sanidad de la ubre*

Dentro de un programa de control de mastitis y mejora de la sanidad de la ubre, la observación, registro y análisis de la información resulta necesaria, para detectar los puntos específicos, en donde se tiene que centrar los esfuerzos para prevenir los riesgos de nuevas infecciones intramamarias, o bien para controlarlas, de la misma forma para facilitar la toma de decisiones dirigidas al manejo zootécnico del hato y cuantificar pérdidas y gastos derivados. El VAMPP Bovino 3.0© (Veterinary Automated Management and Production control Programme) es un sistema de registro y análisis de información, el cual fue modificado, adaptado y optimizado por el equipo del CRIPAS, en la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional. Este sistema es versátil y permite el registro y análisis del conteo de células somáticas de cada individuo del hato lactante y registro de casos de mastitis clínica con su respectivo diagnóstico bacteriano y tratamiento, esto permite dar un seguimiento durante los días de lactancia y durante las diferentes lactancias, para analizar el estatus general de la salud de la ubre de cada vaca y de esta manera tomar decisiones acertadas en pro del mejoramiento de la calidad de la leche y en general de la salud de los animales lactantes (Romero et al. 2010).

## **1.2. Justificación**

### 1.2.1 Importancia

Costa Rica se caracteriza por ser un país en donde gran parte de su población tiene como medio para subsistir las actividades agropecuarias, dentro de las cuales la ganadería, y específicamente los sistemas de producción de leche bovina, ocupan un campo bastante amplio y estable dentro de este sector, los cuales con el paso de los años, la globalización, la facilidad de acceso a información, tecnología y la asesoría profesional, han abierto una ventana a la tecnificación de los sistemas de explotación lechera, optimizando así los parámetros productivos (calidad y producción), reproductivos, sanitarios y zootécnicos, logrando empresas cada vez más rentables, auto-sostenibles y eficientes.

Los médicos veterinarios, han tomado un rol de vital importancia en estos sistemas ya que además de velar por la parte de bienestar animal y médico-sanitaria de los individuos que conforman el hato productivo, se han involucrado de lleno en la parte que respecta a la salud pública y rentabilidad de la producción, siendo los garantes de la seguridad, inocuidad y calidad alimentaria, así como los encargados de que con su conocimiento médico y zootécnico proporcionen un mejor desempeño productivo y por ende económico.

Por lo tanto, el médico veterinario de hoy debe desarrollar habilidades y adquirir conocimientos teóricos, que fortalecidos con práctica de campo y roce con la realidad nacional e internacional, le permitan abordar cada caso, cada finca, cada sistema

productivo de manera integral y dar un aporte importante al desarrollo y crecimiento nacional.

Una pasantía brinda la oportunidad para integrar todo lo aprendido a lo largo de seis años de carrera universitaria, en el campo, donde hay que exponerse a problemas reales y buscar soluciones reales. La oportunidad de realizar una pasantía en una cooperativa tan dinámica, grande y organizada como lo es la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., permitiría obtener una casuística bastante alta, que facilite observar gran diversidad de casos. Esto fortalecerá habilidades clínicas y diagnósticas, dirigidas a reconocer alteraciones en la integridad de la ubre y su debido tratamiento, como también a familiarizarse con la diversidad de patologías metabólicas, infecciosas, nutricionales o de cualquier otra etiología, a las que se ven expuestas los individuos de una explotación lechera intensiva, con énfasis a asegurar y propiciar de manera integral, la sanidad y el manejo de los animales de un hato, para de manera concomitante, obtener leche de la mejor calidad, logrando así una retribución económica mayor al productor y un producto nutritivo, inocuo y accesible al consumidor final.

La experiencia multidisciplinaria obtenida de los profesionales que laboran en esta cooperativa se vuelve sumamente valiosa para enfrentar los retos que se avecinan en la vida profesional futura, y más aún, en el abordaje de enfermedades tan comunes, prevalentes y tan costosas como lo son las mastitis. La salud de la ubre es un tema que pocos veterinarios han internalizado en el país, sumado a esto, los puntos actuales de resistencia antibacteriana, seguridad alimentaria para una

población creciente, tecnificación de las lecherías, exigen actualización y especialización para tener siempre disponible una solución rentable, eficiente e integral.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

**1.3.1.1.** Obtener y fortalecer conocimientos y habilidades en el planeamiento y ejecución de programas de mejora de calidad de leche en hatos bovinos mediante el abordaje de casos reales en Costa Rica, y proponer mejoras integrales que tengan impacto positivo en la salud animal y rentabilidad de la producción.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

**1.3.2.1.** Adquirir habilidades para recolectar y analizar información que respecta a la evaluación de la calidad de la leche y a su vez desarrollar pericias en la asesoría y comunicación a los administradores y trabajadores de finca.

**1.3.2.2.** Familiarizarse con las técnicas laboratoriales, las cuales proporcionan información sobre la calidad sanitaria y composicional de la leche, especialmente el conteo de células somáticas, para lograr una correcta obtención e interpretación de los resultados, asociándolos de igual manera al diagnóstico de mastitis clínica y subclínica, ligado a su respectivo plan terapéutico y zootécnico para fomentar un manejo integral.

- 1.3.2.3.** Obtener competencias para diseñar planes de mejora de calidad de leche en finca, los cuales se adapten de manera individualizada a cada una de las explotaciones, para proponer soluciones integrales y rentables.

## **2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1. Área de trabajo**

El trabajo constó de una pasantía durante los meses de marzo, abril y mayo del año 2020 en la Unidad de Calidad de Leche de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., la cual es el ente responsable de asesorar en temas relacionados a la calidad de la leche que se produce en las fincas de los asociados a la cooperativa, además de atender casos en donde se necesita asesoría para implementar planes de mejora de la misma. Durante este periodo se realizó el seguimiento mensual a 17 fincas ubicadas en la zona del distrito de Aguas Zarcas del cantón de San Carlos, en compañía del Médico Veterinario Gabriel Alonso Rodríguez Fernández, quien es funcionario de la Cooperativa Dos Pinos y como parte de sus responsabilidades, asesora dichas fincas.

### **2.2. Abordaje en finca**

El abordaje de cada una de las fincas se dividió en dos focos de acción. El primero consistió en una capacitación presencial a los dueños y al personal de la finca, encargados del manejo y ordeño de las vacas lecheras, en donde se refrescaban y explicaban de forma sencilla puntos críticos en el manejo y prevención

de las infecciones intramamarias, tales como, correcta rutina de ordeño, uso adecuado de los productos del pre y post-sellado, higiene de instalaciones, correcta aplicación de productos intramamarios, pruebas diagnósticas para la detección de mastitis clínica y subclínica, tratamientos para la mastitis, uso racional de los antibióticos, costos de la mastitis en las fincas, correcta toma de muestras (conteo de células somáticas y cultivo bacteriano), uso del VAMPP Bovino como plataforma de registro y análisis de datos.

La segunda parte fue dar seguimiento a estas fincas mediante el muestreo mensual del hato, para realizar el recuento de células somáticas en leche. Las muestras se obtuvieron al momento del pesaje mensual de la leche, gracias a la facilidad que los pesadores proporcionales de leche brindan para recolección fácil y rápida de una muestra homogénea de cada una de las vacas.

Estas muestras se analizaron con el sistema de citometría de flujo FOSSOMATIC®, además de esto se proporcionó una bitácora a los productores, para facilitar la recopilación de los datos de vacas con episodios de mastitis clínica, su duración y tratamiento proporcionado. Seguido a esto se procedió a digitar y analizar los datos, en el módulo de salud de la ubre que ofrece el VAMPP Bovino 3.0®. Una vez analizado junto al productor, se daban las recomendaciones terapéuticas y de manejo correspondientes para mejorar así la sanidad de la ubre y mejorar los conteos celulares en los individuos y finalmente en tanque. Se recolectaron muestras de leche, de casos de vacas con mastitis clínica en este lapso

y se enviaron a cultivar al laboratorio de la cooperativa para realizar aislamiento bacteriano y antibiograma.

El proyecto inicial estaba programado con 50 fincas; sin embargo, la situación de la COVID-19, obligó al cierre total de las pasantías y visitas a finca, por lo que se trabajó con las fincas que se habían capacitado los días hábiles de las tres primeras semanas del mes de marzo del año 2020.

### 2.3. Animales

Las fincas a visitadas promedian hatos de 64 animales, lo que permitió trabajar con un total de 2587 vacas lactantes durante los tres meses a las cuales se realizó muestreo de leche para obtener recuento de células somáticas. Para el análisis en conjunto de todas las unidades productivas se utilizó el Módulo de Agrupación del VAMPP Bovino 3.0®, este permitió el uso de los datos de 1823 animales.

### 2.4. Criterios de inclusión

Se seleccionaron fincas ubicadas en el distrito de Aguas Zarcas, las cuales utilizaran VAMPP Bovino® y lo actualizaran regularmente, tanto con el funcionario encargado de digitar los datos en el VAMPP de la zona o el productor propiamente. Se tomaron en cuenta solo aquellas fincas que realizaran un pesaje mensual y regular de la leche y además que utilizaran los medidores proporcionales de leche,



ya que estos brindan la facilidad de la recolección de una muestra homogénea mezclando la leche de todos los cuartos funcionales de la vaca.

### 2.3. Análisis de datos

La totalidad de los datos se registraron y se analizaron en VAMPP Bovino 3.0®, específicamente en el módulo de salud de la ubre, el cual proporciona la posibilidad de analizar periódicamente las células somáticas de cada vaca e integrarlo con todos sus variables productivas, tales como, días de lactancia, cantidad de lactancias, producción de leche, entre otros. Todos los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva, mayoritariamente promedios.

### 2.4. Bitácora

En el transcurso de la pasantía, se plasmaron los acontecimientos diarios en una bitácora, durante las primeras tres semanas del mes de marzo. Durante los dos meses restantes, se realizó el seguimiento cercano con las fincas que se asesoraron mediante vías que no requirieran presencialidad. Adicionalmente se estuvo a disposición de los productores para atender cualquier consulta o duda y además se discutieron y analizaron los resultados de manera conjunta y se dieron las recomendaciones individualizadas en cada uno de los casos

### 2.5. Horario de trabajo

El horario de trabajo fue de lunes a viernes de 7:30 a.m.a 4:30 p.m.. De igual manera hubo momentos en los que se amplió el horario a los horarios de ordeño de las fincas o bien a la disponibilidad de los vaqueros, tanto para la toma de muestras como para las capacitaciones.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Distribución geográfica de las fincas

Se trabajó con 16 fincas distribuidas a lo largo del distrito de Aguas Zarcas. San Carlos, Alajuela. Este distrito tiene la peculiaridad de que su geografía es muy variada, muestra de esto son los cambios en altitudes desde los 100 msnm en sus llanuras a los 2100 msnm en la parte montañosa, de esto deriva una gran diversidad de climas (Alvarado et al. 2010). La distribución geográfica de las fincas vista desde una imagen satelital se muestra en la Figura 1.

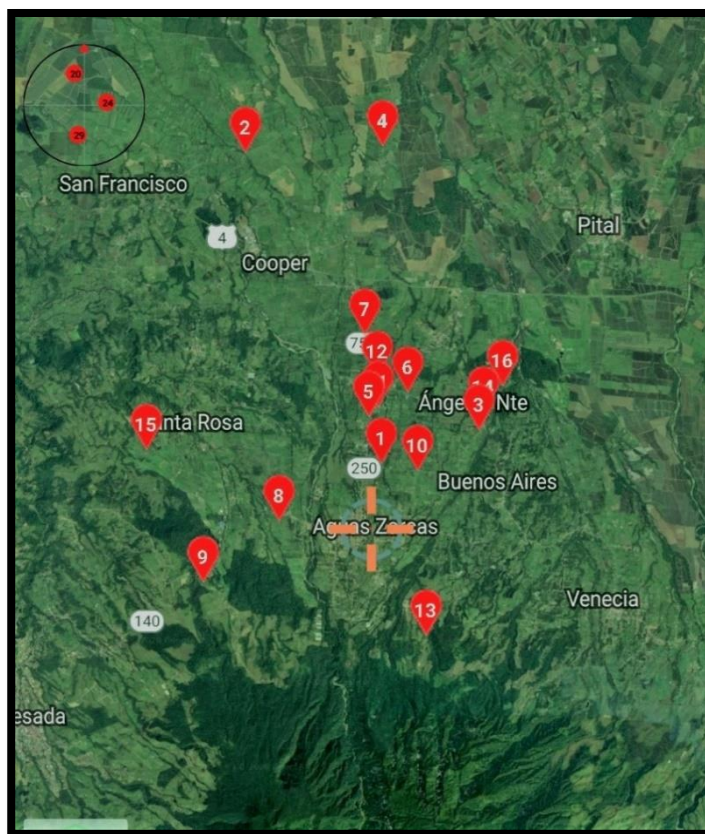


Figura 1 Ubicación geográfica de las fincas vistas desde una imagen satelital. Tomado de Map Marker©

En el primer mes de pasantía, correspondiente al mes de marzo se muestrearon 16 fincas, sumando un total de 1034 vacas lactantes muestreadas, adicionalmente se capacitó el personal que trabaja diariamente con el ordeño y con todo el manejo zootécnico de las vacas lactantes, para fortalecer sus conocimientos y optimizar todas aquellas prácticas que se relacionen con la prevención y control de las infecciones intramamarias, sumado a esto se incentivó el registro de los datos en el VAMPP Bovino 3.0 y su funcionalidad para posteriores análisis y tomas de decisiones. Para finales de marzo e inicios del mes de abril, la COVID-19 obligó al mundo y al país a tomar medidas de distanciamiento y aislamiento físico por lo que a partir del 20 de marzo, acatando los protocolos establecidos por el Ministerio de Salud y La Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L., no se realizaron más visitas a finca, por lo que se siguió trabajando por vías que no requerían presencialidad, organizando la recolección de muestras, su análisis laboratorial y su posterior análisis junto al productor todo por vía telefónica o bien por cualquier otra vía a la que el productor tuviera acceso. Para el mes de abril se recolectaron 802 muestras de diez unidades productivas. Para el mes de finalización de la pasantía, correspondiente al mes de mayo se recolectaron 474 muestras de nueve fincas. La salida de las fincas del proyecto se debió inicialmente a todos los cambios nacionales derivados del control del SARS-CoV-2, ya que a muchos productores tuvieron dificultades para seguir apoyando el proyecto e hicieron saber las razones de su salida, otros productores tuvieron un cambio en la logística de sus fincas, acomodando los horarios del personal o bien disminuyendo el número de

trabajadores en las unidades productivas, lo que dificultó la toma de muestras y recopilación de datos en finca.

### 3.2. Resultados CCS individuales del hato

Finalmente, durante los tres meses se realizaron 33 muestreos, logrando recopilar un total de 2587 muestras de leche a las que se les realizó el conteo de células somáticas. Se utilizó un umbral de 200.000 cels/mL para identificar las ubres sanas (<200.000 cels/mL) y las ubres con procesos inflamatorios (>200.000 cels/mL). Se observó un 34% de todas las ubres muestreadas con conteos por encima del umbral. Los valores fluctúan desde hatos con solamente el 4% de las vacas con conteos superiores a los establecidos como sanos, hasta hatos con el 58% de sus vacas con conteos superiores a las 200.000 cels/mL. Todos los datos se desglosan en el Cuadro1.

*Cuadro 1. Número de vacas y porcentaje de vacas con CCS  $\geq$  200.000 detectados en fincas muestreadas entre los meses de marzo a mayo del 2020*

# DE FINCA	MARZO		ABRIL		MAYO		PROMEDIOS	
	# DE VACAS MUESTREADAS	% > 200.000 CELS /mL	# DE VACAS MUESTREADAS	% > 200.000 CELS /mL	# DE VACAS MUESTREADAS	% > 200.000 CELS /mL	# VACAS	% > 200.000 CELS /mL
1	20	30%	19	26%			20	28%
2	71	34%					71	34%
3	46	35%	43	28%	45	18%	45	27%
4	92	32%	92	47%	97	43%	94	40.60%
5	44	50%					44	50%
6	88	31%	87	46%	89	35%	88	37.30%
7	57	58%					57	58%
8	78	44%	80	31%	83	36%	80	37%
9	24	8%	25	4%	27	4%	25	5.30%
10	58	33%			57	28%	57.5	30.50%
11	69	32%	78	28%			74	30%
12	239	26%	261	23%	274	39%	258	29.30%
13	39	33%	42	19%			41	26%
14	35	23%					35	23%
15	74	58%	79	52%	75	57%	76	55.60%
<b>PROMEDIOS</b>	<b>1034</b>	<b>35.13%</b>	<b>806</b>	<b>30.40%</b>	<b>747</b>	<b>32.50%</b>	<b>2587</b>	<b>34% <math>\pm</math> 13.37%</b>

Para nuestro país no se han reportado en los años recientes un estudio de la prevalencia de mastitis subclínica; sin embargo, en 1994 se reportó una prevalencia de un 28% en hatos de la zona de San Carlos (Mora et al. 2015) , que es similar al promedio encontrado en las 16 fincas evaluadas. Hay unidades productivas con excelentes prácticas de higiene tanto en las instalaciones, como del equipo de ordeño, así como una rutina de ordeño en donde se realiza un buen manejo de la vaca pre y post ordeño con una correcta desinfección inicial de los pezones, un ordeño rápido y eficaz, y finalmente un sellado adecuado, lo que conlleva a ver hatos saludables con porcentajes bastante bajos de mastitis subclínica, por el contrario, documentamos fincas con altos porcentajes de vacas con conteos de células somáticas superiores a 200.000 cels/mL, en las que se denotaron alteraciones en la rutina de ordeño, así como también deficiente limpieza de las instalaciones, carencia diagnóstica y segregación de vacas afectadas, entre otros factores que influyen en el control y prevención de infecciones intramamarias.

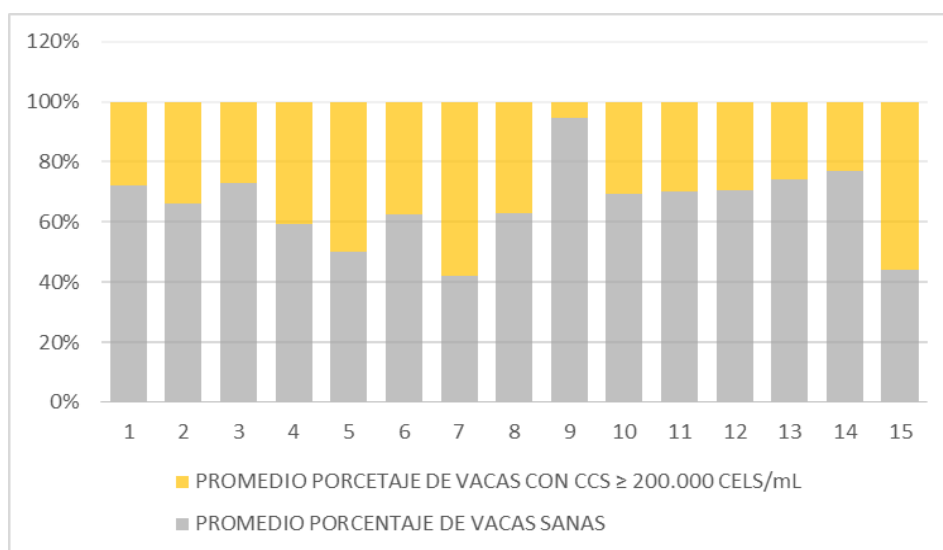
La literatura cita valores meta bastante exigentes, en donde se debería tener menos del 15% del hato como máximo, afectado con conteos de células somáticas (CCS) superiores a 200.000 cels/mL, y los casos nuevos al mes no pueden superar el 5% (Ruegg 2003). De igual forma se cita que hatos con más de un 15% con mastitis subclínica sería un hato que necesita supervisión del plan de control y prevención de infecciones intramamarias tanto durante la lactancia como en el periodo seco. Para las vacas de primer parto no se debería tener conteos de células somáticas superiores a 150.000 cels/mL, en instancias del postparto temprano (Vlieghe et al. 2012).

En países cercanos al nuestro se han reportado prevalencias de mastitis subclínicas: Estado de Guerrero México (clima tropical) 20.50% (Olivares-Pérez et al. 2015), Brasil 46.40% (Busanello et al. 2017), Guatemala 35.50% (Jiménez y Vielman 2017), Colombia 34.40% (Calderón y Rodríguez 2008), Ecuador 57.70% (Amer et al. 2018).

La monitorización constante del hato lactante en cuanto a CCS, es una herramienta bastante útil para detectar vacas con mastitis subclínicas. Estas vacas con mastitis subclínicas aumentan los conteos de CCS en tanque y a su vez disminuyen la calidad de la leche así como también el precio que pagan al productor, incluso si son conteos por encima de las 500.000 cels/mL conllevan desde una pérdida de la bonificación, hasta castigos económicos que el productor debe pagar. Por lo tanto, si la unidad productiva cuenta con un plan funcional de control y prevención de las infecciones intramamarias, reforzado con un análisis periódico de los CCS individuales del hato, el beneficio se verá reflejado en el aumento de la producción láctea aumento del precio de la leche, así como detección tratamiento y segregación temprana de casos de infecciones intramamarias, análisis más precisos de los momentos y las condiciones en donde aumenta la incidencia de nuevas infecciones intramamarias, control y descarte temprano de vacas crónicamente infectadas, entre otros (Ruegg 2017).

En la Figura2 se puede apreciar gráficamente el porcentaje de vacas en cada una de las unidades productivas que tienen CCS mayores a 200.000 cels/mL. Es importante evidenciar que hay unidades productivas que hacen un muy buen trabajo

en el control y prevención de las nuevas infecciones intramamarias, en estas se denotó un interés tanto del dueño como de los trabajadores por mejorar en este punto, siendo este interés y disposición el primer paso para mejorar la salud de la ubre en cualquier unidad productiva. He aquí la vital importancia de una comunicación cercana, clara y efectiva de parte de los encargados de la parte técnica con los propietarios y las personas en contacto con los animales.



*Figura 2 Gráfica de los porcentajes promedios de vacas con CCS  $\geq$  200.000 cels/mL y vacas sanas en las unidades productivas visitadas en los 3 meses de pasantía.*

En el Cuadro2 se logra evidenciar los promedios porcentuales individuales y generales de vacas sanas y vacas con conteos superiores a 200.000 cels/mL en las unidades productivas en estudio.

*Cuadro 2. Promedios de porcentajes de vacas con CCS  $\geq$  200.000 cels/mL y vacas sanas en las unidades productivas visitadas en los 3 meses de pasantía.*

# DE FINCA	PROMEDIO VACAS MUESTREADAS	PROMEDIO PORCETUAL DE VACAS CON CCS $\geq$ 200.000 CELS/mL	PROMEDIO PORCETUAL DE VACAS SANAS
1	20	28%	72%
2	71	34%	66%
3	45	27%	73%
4	94	40.60%	59.40%
5	44	50%	50%
6	88	37.30%	62.7%
7	57	58%	42%
8	80	37%	63%
9	25	5.30%	94.7%
10	58	30.50%	69.5%
11	74	30%	70%
12	258	29.30%	70.7%
13	41	26%	74%
14	35	23%	77%
15	76	56%	44%
<b>PROMEDIOS GENERALES</b>	<b>71</b>	<b>34.1% <math>\pm</math>13.42%</b>	<b>66%<math>\pm</math> 13.42%</b>

### 3.3. Resultados de análisis CCS Módulo de agrupación VAMPP 3.0©

El análisis agrupado de todas las unidades productivas se realizó con un total de 1823 muestras, esto debido a que múltiples vacas reportaban inconsistencias a la hora de analizar de forma comparada el CCS con los parámetros zootécnicos como número de partos, lactancia, días de lactancia, producción de leche entre otros. Este análisis agrupado de todas las unidades productivas se realizó con el módulo de agrupamiento del VAMPP Bovino 3.0© el cual facilita el análisis de los datos en conjunto de todas las fincas seleccionadas.



En el Cuadro.3 se expone la cantidad de vacas muestreadas y la lactancia que transcurrían, a la vez el porcentaje que cada grupo representaba en el total del hato muestreado.

*Cuadro 3. Estructura del hato promedio según el número de lactancia de las vacas muestreada*

<b>LACTANCIA</b>	<b># DE ANIMALES</b>	<b>PORCENTAJE DEL HATO</b>
<b>0</b>	47	5.60%
<b>1</b>	271	32.10%
<b>2</b>	144	17.10%
<b>3</b>	142	16.80%
<b>4</b>	96	11.40%
<b>5</b>	47	5.60%
<b>6</b>	36	4.30%
<b>&gt;6</b>	60	7.11%

Los rangos en los que se distribuyeron los CCS de las 1823 muestras se denotan en la Figura.3. Con el CCS  $\leq$  a 200.000 cels/mL se encontraron el 69% de las vacas lactantes, equivalente a 1259 muestras, con un promedio de 72.119 cels/mL. El 18% de las vacas que responde a la cantidad de 331 muestras, se posicionaron entre los rangos  $>200.000$  y  $\leq 500.000$  cels/mL, con un promedio de 319.740 cels/mL. 84 animales se encontraban con CCS entre los rangos  $>500.000$  y  $\leq 750.000$  cels/mL, representando el 5% de las muestras, con un CCS promedio de 608.155 cels/mL. El 2% de los animales, correspondiente a 35 muestras, se encontraban entre los rangos  $>750.000$  y  $\leq 1.000.000$  cels/mL, con un promedio de 855.051 cel/mL. Finalmente 110 muestras, que representan el 6%, se encuentran con conteos  $>1.000.000$  cels/ mL con un promedio de 2.223.882 cels/mL.

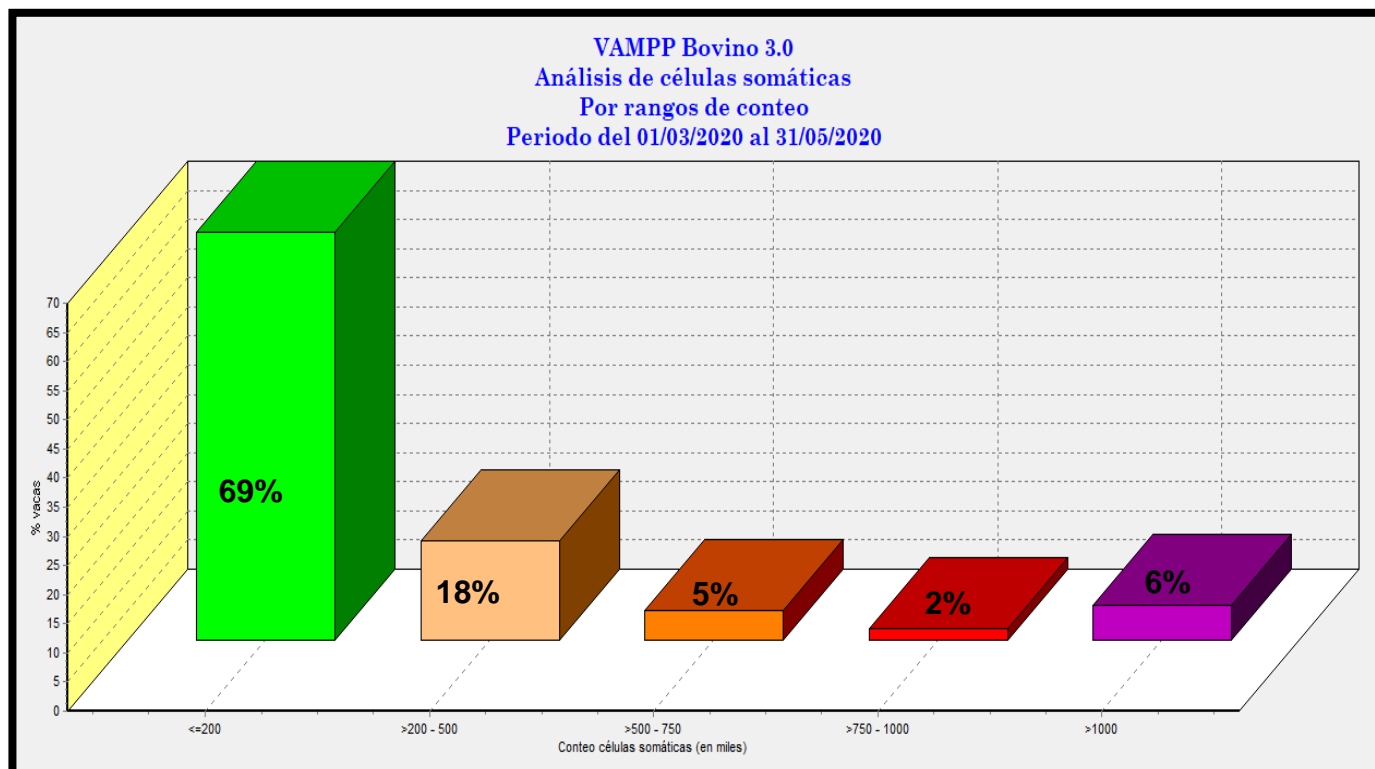


Figura 3 Gráfico de los rangos de distribución de los conteos de células somáticas. Tomado del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0©

El 69% del hato se encontraba con CCS óptimos para la producción de calidad y cantidad de leche; sin embargo, se encontró un 31% de las vacas con un CCS superior a 200.00 cels/mL y un 13% del hato con CCS por encima de las 500.000 cels/mL, la literatura cita que ya por encima de estos valores se puede evidenciar una pérdida de producción del 18% y llegar hasta valores del 30% en vacas que se encuentren por arriba del 1.500.000 cels/mL (Ruegg 2003; Chacón et al. 2006) De igual manera, se reporta que incluso a partir de CCS de 150.00 cels/mL la cantidad de caseína y lactosa empiezan a disminuir reduciendo el rendimiento de la misma, aunque muchas veces estos cambios pasan inadvertidos por la dilución de la leche en el tanque (Forsbäck et al. 2009).

La distribución de promedios de células somáticas, divididas por días de lactancia respeta un patrón que va a la alza conforme aumentan los días tal y como se observa en la Figura 4.

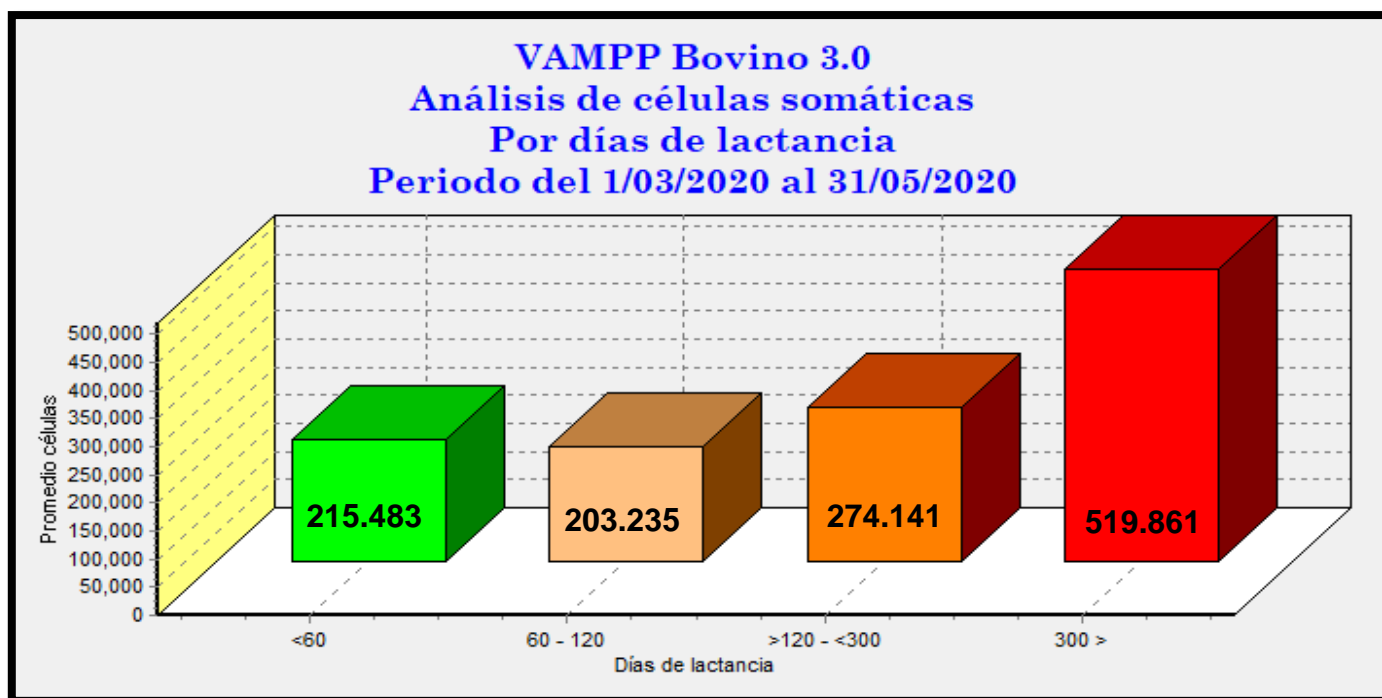


Figura 4 Gráfico de la distribución de los CCS según los días de lactancia. Tomado del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0©

Se cumple en regla lo que cita la literatura, en la cual se ha estudiado en vacas sanas los niveles de células somáticas en tres etapas de la lactancia, temprana, media y tardía. Se describe que en las etapas tempranas del postparto hasta el primer mes suelen observarse altos CCS, posteriormente en la lactancia media se denota una disminución, mientras que en el último tercio se da un incremento hasta llegar a los 300 o más días de lactancia (Alhussien y Dang 2018),

la cantidad y porcentaje de vacas con CCS superiores a 200.000 cels/mL se expresan detalladamente en el Cuadro.4 .

*Cuadro 4. Distribución de los CCS según los días de lactancia*

<b>DIAS DE LACTANCIA</b>	<b>PROMEDIO CCS</b>	<b># MUESTRAS</b>	<b>% DE VACAS &gt;200.000 CELS/mL</b>
<b>&lt;60</b>	215.483	298	21%
<b>60 - 120</b>	203.235	336	21%
<b>&gt;120 - &lt;300</b>	274.141	915	32%
<b>&gt;300</b>	519.861	274	51%

El efecto dilución también se ha descrito, el cual consta en una disminución en el CCS conforme aumenta la producción de leche durante el transcurso de la lactancia y un incremento del mismo conforme disminuye la cantidad de leche producida, esto por la dilución o concentración de las células somáticas según la cantidad del leche (Alhussien y Dang 2018). Los promedios de células somáticas altos al final de la lactancia se explican también por el aumento del riesgo que tiene una vaca en este punto de contraer o haber contraído una infección intramamaria durante el transcurso de la lactancia, el cual en las vacas recién paridas ese riesgo por tiempo en lactancia es nulo. También se ha descrito que las vacas en las etapas tempranas y tardías de la lactancia tienen sistemas inmunológicos más debilitados lo que promueve que en estas etapas aparezcan más casos de infecciones intramamarias (Alhussien y Dang 2018).

Tal y como se aprecia en la Figura 5, se encontró una tendencia ascendente del CCS conforme aumenta el número de lactancia, evidenciado aún mejor con los datos de la Cuadro.5, en donde se denota que conforme aumenta el número de

lactancia, el porcentaje de vacas con conteos superiores a 200.000 cels/mL incrementa también. La literatura cita varios factores que se asocian con este incremento: se ha estudiado que la respuesta inmune en vacas primíparas es superior y más efectiva, conforme aumentan las lactancias se ha visualizado que las vacas son más reactivas pero menos eficientes en eliminar el patógeno causal, por lo que conlleva a infecciones más prolongadas, más tejido dañado y por ende mayores conteos de leucocitos en leche (Ruegg 2017; Alhussien y Dang 2018). Además, se ha indicado que vacas de más de cuatro lactancias empiezan a tener variaciones diurnas en el CCS que se ha asociado con un aumento de la susceptibilidad a contraer nuevas infecciones intramamarias (Alhussien y Dang 2018).

*Cuadro 5 Número de lactancias con sus respectivos promedios del CCS, número de muestras en cada lactancia y porcentaje de vacas con CCS >200.00 cels/ mL*

<b># LACTANCIA</b>	<b>PROMEDIO CCS (cels/mL)</b>	<b># DE MUESTRAS</b>	<b>% DE VACAS &gt;200.00 CELS/ML</b>
<b>1</b>	194.439	708	20%
<b>2</b>	340.901	323	30%
<b>3</b>	322.223	314	37%
<b>4</b>	307.224	201	38%
<b>5</b>	364.895	105	49%
<b>6</b>	435.870	69	41%
<b>&gt;6</b>	453.291	103	50%

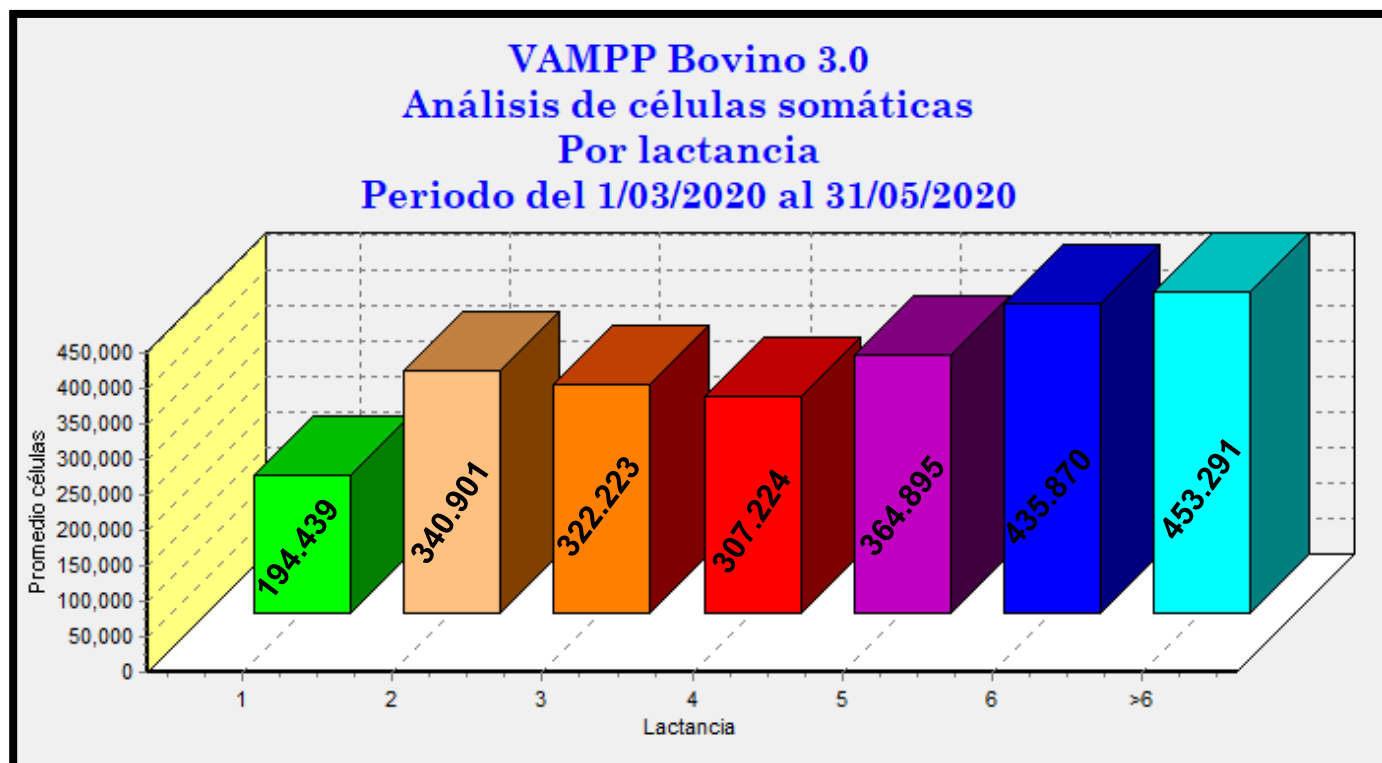


Figura 5 Gráfico de la distribución de promedios de CCS según el número de lactancias. Tomado del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0©

Cabe recalcar que los promedios de CCS detectados en las vacas de primer parto, aunque se mantienen en un conteo inferior a las 200.00 cel/mL, sigue siendo un conteo alto para estar en primera lactancia, la literatura cita que se deben mantener conteos ojala menores a 150.000 cels/mL (Vlieghe et al. 2012), por lo que al someter las unidades productivas a análisis, este grupo también sería un grupo importante de profundizar y estudiar para determinar correcciones.

En la Figura 6 se muestra como disminuye el conteo de células somáticas conforme aumenta la producción de leche. Se ha correlacionado la alta producción láctea con una mayor probabilidad de contraer infecciones intramamarias y por ende

el aumento en los CCS, esto asociado a mayor estrés metabólico en las vacas que producen más leche. (Alhussien y Dang 2018). En este caso se denota claramente el efecto que tienen los altos CCS derivados de infecciones intramamarias, en la disminución de la cantidad de leche producida. Las vacas ubicadas en la primera columna de la Figura 6 son las vacas que menos leche producen y a su vez las que tienen un CCS más alto, muchas de estas vacas pueden estar sufriendo un evento inflamatorio de la glándula mamaria lo que conlleva a una disminución en la producción láctea, en su contraparte, se evidencia que las vacas sanas son las que reportan una mayor producción (Andersen 2001; Ruegg 2017; Alhussien y Dang 2018). También, tal y como se mencionó anteriormente, se debe considerar el efecto

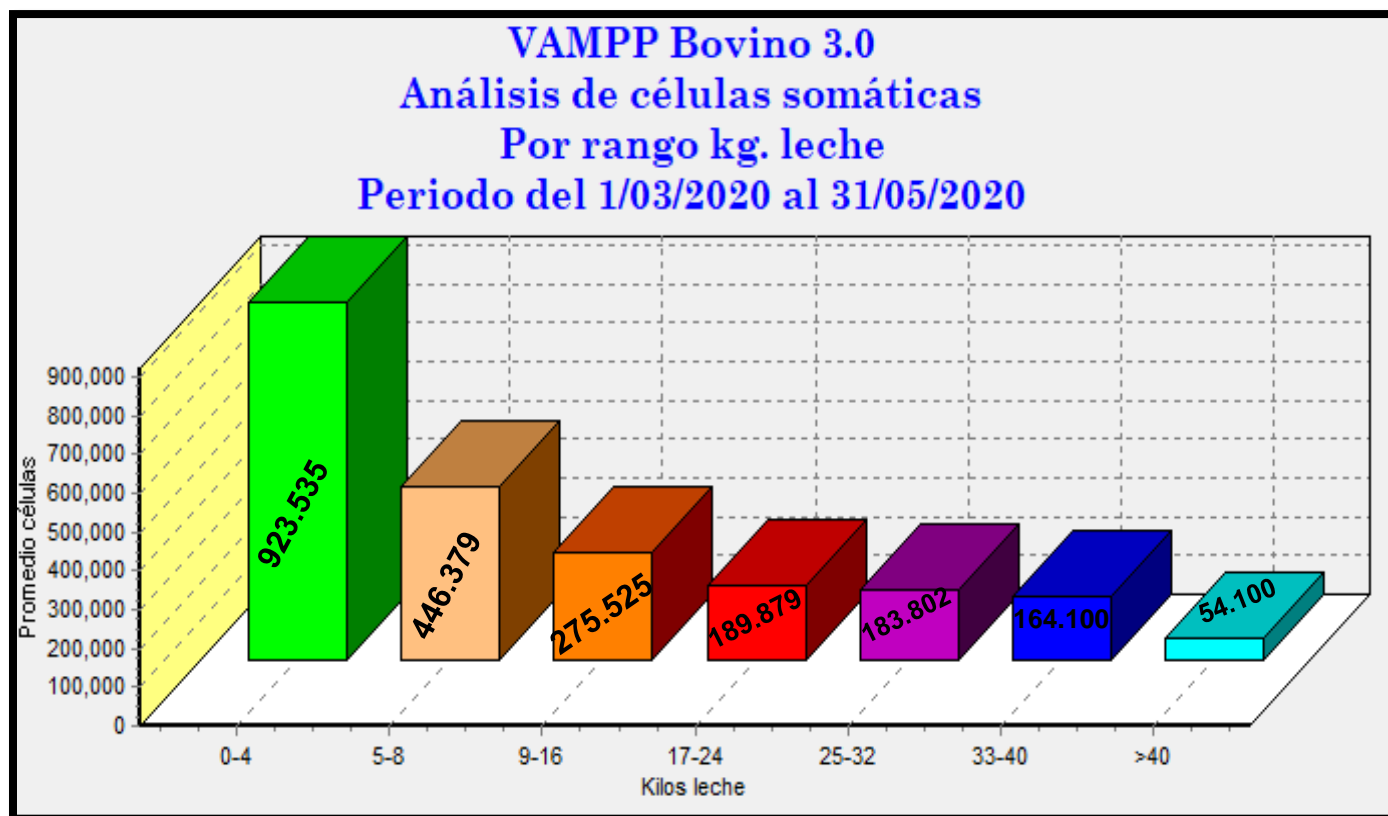


Figura 6 Gráfico de la distribución de promedios de CCS según la cantidad de kilos de leche producidos por vaca al día. Tomado del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0©

dilución, ya que el CCS en vacas que producen más se puede denotar levemente disminuido por dilución de las mismas.

Por otra parte, el sobreordeño es un factor que impacta directamente la salud de la ubre, ya que la exposición sostenida a presiones de vacío, provocan daño al esfínter del pezón disminuyendo así la capacidad de proteger el canal del pezón de la entrada de agentes infecciosos (Ruegg 2003, 2017; Boehringer Ingelheim [updated 2020]). El sobreordeño en vacas con baja producción se da más rápidamente lo que podría estar influyendo directamente en la aparición de nuevas infecciones intramamarias, ya que la exposición sostenida a presiones de vacío, una vez que la vaca finalizó de eyectar leche, provocan daño del esfínter del pezón el cual es una de las principales barreras innatas en la defensa contra infecciones intramamarias, este daño se puede evidenciar visualmente como una hiperqueratosis del esfínter del pezón, la cual se cuantifica en los hatos para valorar y corregirlas presiones de vacío. La vigilancia del funcionamiento correcto del equipo de ordeño así como la revisión técnica periódica, son normas necesarias para controlar las presiones de vacío, las pulsaciones por minuto y la funcionalidad integral de todo el sistema. He aquí una de las múltiples razones de mantener una buena salud de la ubre, para lograr una producción rentable, tal como se observa en los datos del Cuadro.6.



Cuadro 6. Agrupación de los valores registrados de la producción láctea diaria, CCS y porcentaje de vacas con valores >200.00 cels/mL

PRODUCCIÓN LACTEA kg	PROMEDIO CCS CELS/ML	# DE MUESTRAS	% DE VACAS >200.000 cels/mL
0 - 4	923.535	43	56%
5 - 8	469.281	242	57%
9 - 16	289.073	804	33%
17 - 24	194.806	530	19%
25 - 32	183.802	182	17%
33 - 40	164.100	20	20%
>40	54000	2	0%

Durante los tres meses de pasantía se reportaron 328 casos nuevos de vacas que aumentaron su CCS por arriba de las 200.000 cel/mL, y ya al inicio de pasantía había 237 vacas con esta condición alcanzando en total un 31% de las 1823 vacas de las que se tuvo acceso completo a sus datos zootécnicos para ser sometidas al análisis grupal. La distribución de los casos nuevos según su número de lactancia se puede apreciar en la Figura 7.

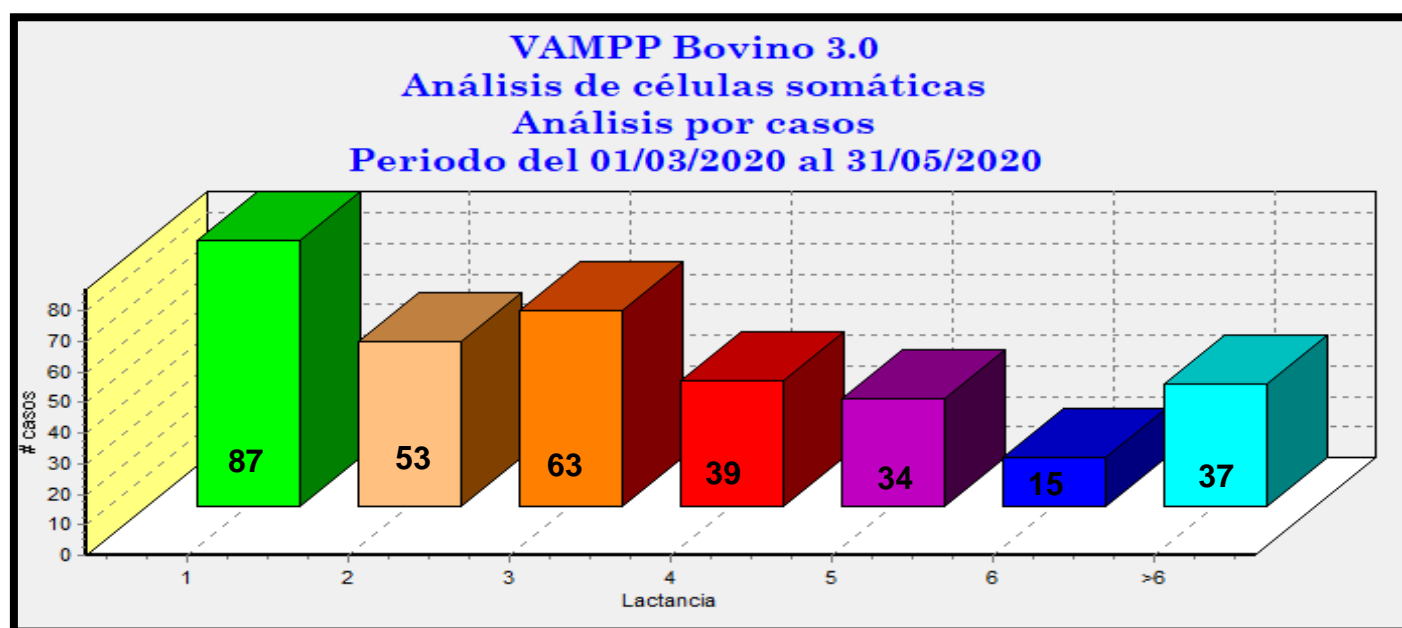


Figura 7 Gráfico de la distribución de casos nuevos según el número de lactancia. Tomado del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0©

La mayor cantidad de casos nuevos se reportó en la primera lactancia, con un total de 87 casos, esto representa un 12% del total de vacas primerizas. Como se pudo observar anteriormente el 38.8% de vacas que se agruparon para el estudio, están cursando la primera lactancia, y es necesario señalar que es de suma importancia el cuidado de las vacas primerizas ya que se ha estudiado el impacto de las infecciones intramamarias en la primera lactancia y así mismo en las primeras semanas, en donde según el agente que infecte la glándula mamaria podría tener repercusiones en la producción del resto de la lactancia o bien para el resto de la vida productiva del animal, gracias a la formación de cicatrices en el tejido mamario y sustitución de tejido productivo por tejido fibroso (Ruegg 2003; Vlieghe et al. 2012; Alhussien y Dang 2018).

La tercera y segunda lactancia reportan 63 y 53 casos nuevos respectivamente, 39 nuevos casos en la cuarta lactancia, 34 nuevos casos en la quinta lactancia, 15 en la sexta, y finalmente vacas con seis o más lactancias se reportan con 37 casos nuevos. Es de importancia tener en cuenta que conforme aumentan las lactancias más vacas se descartan y los grupos disminuyen su cantidad de individuos, al respecto en el Cuadro 7, se pueden apreciar la cantidad de casos nuevos que hay en cada lactancia y así valorar lo que porcentualmente significan. Ejemplificando lo anterior, se puede observar como en primera lactancia hay 87 casos nuevos sin embargo por la cantidad de individuos, esto solo representa el 12.2% de individuos cursando esta lactancia.

Si nos enfocamos en el porcentaje que representan estas vacas que se catalogan como casos nuevos, dentro de la totalidad de animales cursando la misma lactancia, se denota un crecimiento sostenido de casos nuevos conforme aumentan la lactancias, ya que conforme aumentan las lactancias se descartan más animales y a su vez estos son cada vez más susceptibles a padecer de infecciones intramamarias.

Aunque porcentualmente en la aparición de nuevos casos de infecciones intramamarias sean el grupo más bajo, las vacas primerizas reportan la mayor cantidad de casos. Estas vacas sufrieron de infecciones intramamarias que obtuvieron una vez que ingresaron a la rutina diaria de ordeño o incluso pueden estar acarreando infecciones que tienen un origen en el periodo preparto. En el cuidado de la ubre en novillas, hay que evitar el amamantamiento entre estas en edades tempranas, mantenerlas en lugares limpios, y proporcionar dietas balanceadas que aporten los nutrientes necesarios para mantener un sistema inmune competente y además que llene los requerimientos nutricionales para el desarrollo corporal y mamario. Asegurar novillas que lleguen al parto con ubre sanos y funcionales, es de vital importancia para desarrollar vacas sanas, que alcancen un buen nivel productivo de cantidad y calidad láctea y además asegurar persistencia y longevidad. Vacas que se infectan en primera lactancia, lactancia temprana o bien en etapas pre-parto son vacas que se descartan más rápido y además producen menos leche durante la lactancia actual y las consiguientes. El parto, primeros ordeños y etapa de transición pre y postparto son periodos críticos que hay que vigilar para evitar enfermedades propias de este periodo y en este caso en específico las infecciones intramamarias,

mantener la higiene, control de moscas, así como una correcta limpieza y sellado post-ordeño de la ubre son imprescindibles para mantenerla sana tanto en primera lactancia como en las subsiguientes ( Andersen 2001; Ruegg 2003; Vlieghe et al. 2012; Ruegg 2017; Alhussien y Dang 2018).

Se puede observar cómo hay más casos nuevos porcentualmente (Cuadro7) conforme las lactancias aumentan, teniendo un repunte en los porcentajes de vacas cursando la quinta lactancia y en aquellas con más de 6 lactancias. Vacas de más de cinco partos se deben tener en vigilancia cercana ya que la mayoría de estas pueden ser vacas con infecciones crónicas las cuales no se resuelven a lo largo de las lactancias y los periodos secos anexos, por lo que pueden funcionar como reservorios de bacterias de carácter infeccioso y de esta manera infectar a las vacas con las que comparte sala de ordeño, siendo el equipo de ordeño o las manos del ordeñador posibles vías por las que se propagan de una vaca a otra.

*Cuadro 7. Distribución de casos nuevos por lactancia durante el periodo 01/03/20 al 31/05/20 y su valor porcentual, del total de muestras evaluadas*

# LACTANCIA	# DE MUESTRAS	CASOS NUEVOS	% CASOS NUEVOS
1	708	87	12.2 %
2	323	53	16.4 %
3	314	63	20 %
4	201	39	19.4 %
5	105	34	32.3 %
6	69	15	21.7 %
>6	103	37	35.9 %

Unas de las bacterias que muestra este comportamiento es *Staphylococcus aureus* pues, en múltiples estudios, se ha evidenciado que en los hatos donde hay

vacas infectadas crónicamente con *Staphylococcus aureus*, se reportan más casos nuevos provocados por este agente. También se sabe que la piel de la vaca no es el único sitio donde se encuentra esta bacteria, sino que también la podemos encontrar en el ambiente, mayormente en hatos con prevalencias altas. Por lo tanto se recomienda el descarte de estas vacas crónicamente infectadas, incluso desde la segunda vez que se le aplique un antibiótico al que sea sensible y no haya cura, esto para evitar nuevos contagios con la bacteria y a la vez disminuir los CCS del tanque (Ruegg 2003; Pyörälä 2009; Ruegg 2017, 2018; Timonen et al. 2018).

En la Figura 8 se aprecia la distribución que tuvieron los casos nuevos reportados, según los días de lactancia en los que se encontraban las vacas, y se denotó un incremento de los casos nuevos en las vacas con un rango entre los 120 y 300 días de lactancia. Esto dirige la atención y los esfuerzos de control y prevención al manejo diario de las vacas tomando en cuenta, las instalaciones donde se manejan los animales, el entorno donde estos se desenvuelvan y la rutina de ordeño, dado que la mayor cantidad de animales están presentando las infecciones intramamarias en un periodo lejos del postparto. No obstante, aunque pareciera poco probable que estas infecciones se den en el periodo seco, también se han reportado infecciones intramamarias que se acarrean desde el periodo seco hasta estas etapas tardías de la lactancia o bien hasta las lactancias siguientes (Ruegg 2003; Boehringer Ingelheim [updated 2020])

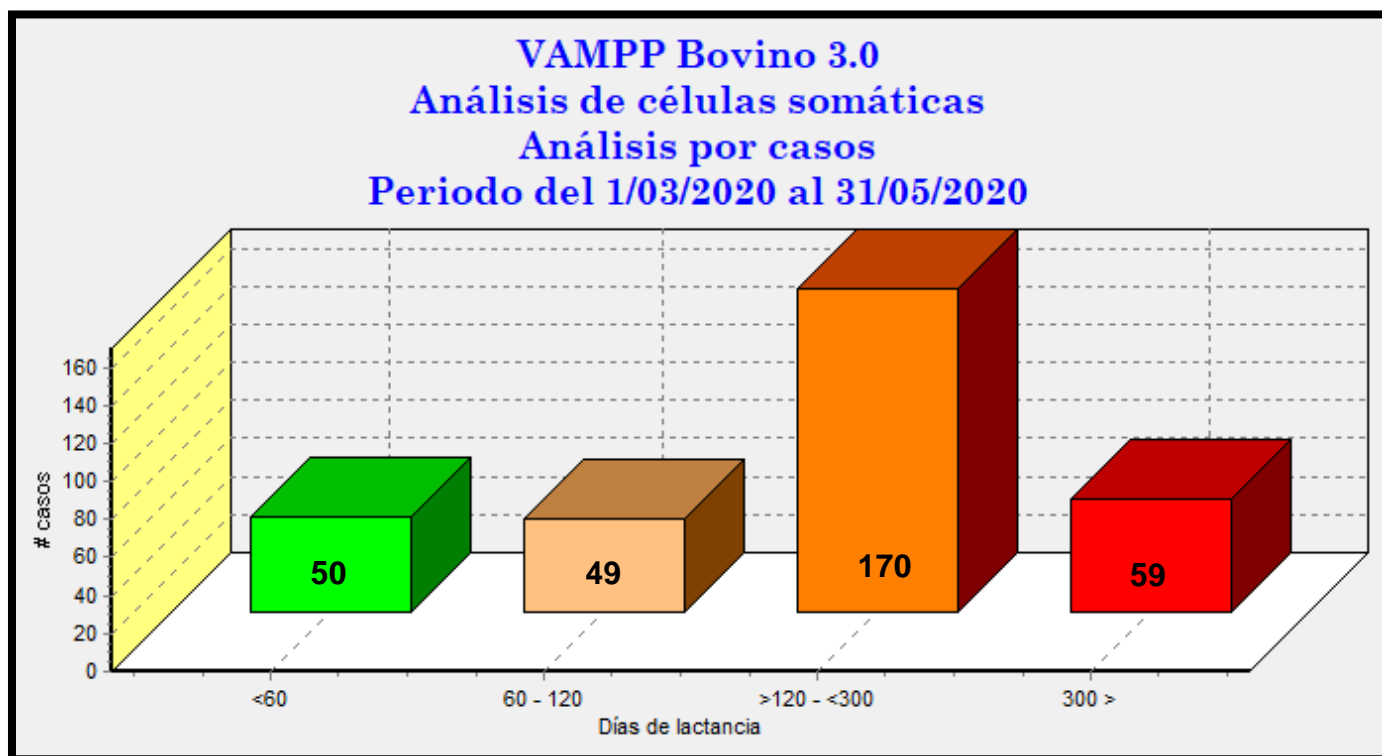


Figura 8 Gráfico de la distribución de casos nuevos, según los días de lactancia donde se presentaron.  
 Tomado del módulo de agrupación del VAMPP Bovino 3.0©

El diagnóstico de los agentes causales es importante una vez que se determina la etapa de la lactancia donde se encuentra la mayor cantidad de infecciones intramamarias, ya que esto permite centralizar esfuerzos de control en prevención en puntos de importancia según los problemas de la finca y la naturaleza del agente. En caso de agentes contagiosos, se plantean puntos como mejorar la desinfección de chuponeras entre vaca y vaca, utilizar guantes al ordeñar, segregación de vacas infectadas y ordeñarlas al final, desinfección de instalaciones entre otros. En el caso de los agentes ambientales hay que controlar los puntos anteriormente citados y también verificar que la desinfección y limpieza del pezón se

está realizando correctamente, prestando especial atención a la limpieza de la punta del pezón, verificar que se esté aplicando el sellado de forma correcta y que los productos que se estén utilizando para tal fin tengan eficacia comprobada. Estos siempre se aplican de manera conjunta, ya que esto nos permite tener un control global de los diversos agentes tanto ambientales como contagiosos y así lograr una menor cantidad de casos incipientes, un mejor control de la vacas infectadas y finalmente la producción de leche de mejor calidad favoreciendo la rentabilidad del sistema (Ruegg 2003, 2017; Adkins y Middleton 2018; Alhussien y Dang 2018; Ruegg 2018).

En cuanto a los casos en los primeros 60 días de lactancia, son los casos que más impactan la futura producción de leche de estas vacas que adquieren nuevas infecciones intramamarias, y adicionalmente, se debe tener en cuenta que de estos 50 casos nuevos antes de los 60 días de lactancia, 22 se reportan en el postparto temprano, etapa crítica y la más desafiante para la vaca y para nosotros los encargados de mantener la productividad y la salud animal, ya que se adjunta un balance energético negativo aunado, muchas veces enfermedades metabólicas subclínicas como hipocalcemia, entre otros. La etapa pre-parto también se debe controlar, específicamente la terapia de secado que se incorpora y el ambiente donde se mantienen las vacas secas. En esta etapa, las bacterias ambientales pueden ingresar por el canal del pezón y establecer una infección intramamaria; el uso de antibióticos de larga acción a la hora de secar la vaca ha ayudado a disminuir sustancialmente la adquisición de estos agentes durante este periodo y a su vez a eliminar agentes susceptibles previamente establecidos. En la actualidad se cuenta

con selladores internos de pezones, en donde se incorpora una sustancia inerte en este caso subnitrato de bismuto, el cual genera una barrera física que impide el ascenso y establecimiento de bacterias a la glándula mamaria o conductos anexos. Estos selladores se combinan con la terapia antibiótica de larga acción y generan una protección aún mayor. Hay unidades productivas en las que se realiza tratamiento de secado selectivo, en donde solamente a vacas con CCS altos o bien con factores predisponentes conocidos se les aplica antibiótico, mientras al secado únicamente se aplica el sellador interno de pezones. Este manejo conjugado con un ambiente limpio y normas de higiene rigurosas durante el pre-parto, parto y post-parto temprano van a promover que la vaca entre a la etapa de lactancia con una ubre más sana y más productiva. (Halasa y Osterås et al. 2009).

Como experiencia, en esta pasantía, algo que se observó fue la costumbre de muchos productores de estabular las vacas durante distintos momentos al día, usualmente desde la mañana, hasta llegar el momento del ordeño de la tarde. En algunos de los casos la limpieza de estas instalaciones se hacía una vez al día, conforme el día avanzaba las instalaciones se ensuciaban con las heces de los animales y estas posteriormente se echaban en estas instalaciones sucias, ya que en muchos casos no se contaba con una zona de camas limpia, o bien el mal diseño de estas no propiciaba el confort y la limpieza que los animales requerían. Adicionalmente a esto, la mano de obra y el trabajo que se requiere para llevar la cantidad de pasto que la vaca requiere a la canoa es bastante alto, y más cuando se manejan hatos grandes, lo cual en algunas de las fincas las vacas no conseguían llenar todos sus requerimientos con la comida ofrecida, lo que posiblemente genera



también un aumento en la susceptibilidad de adquirir nuevas infecciones intramamarias. Esto sumado a ciertos errores durante la rutina de ordeño, podrían constituirse en factores de riesgo muy importantes en la aparición de la mayoría de las infecciones intramamarias estudiadas, basadas en las observaciones y experiencia personal.

### **3.4. Resultados de reportes de mastitis clínica**

Dentro del proyecto se planteó desarrollar un plan para favorecer e incentivar el registro y la digitación de los casos de mastitis clínica en las unidades productivas. Para ello se inició con un fortalecimiento de los conocimientos de los encargados de realizar los ordeños, para que tuvieran las herramientas teóricas básicas necesarias, del diagnóstico de los casos de mastitis clínica, categorizarlos según su severidad en leve, moderada y grave, y finalmente la toma adecuada de las muestras para obtener un cultivo y antibiograma verdaderamente representativo del agente causal de la infección intramamaria; sin embargo, muchas de las unidades productivas no registraron los casos de mastitis clínica, por lo tanto se aprovecharon los datos recopilados por seis unidades productivas durante los tres meses los cuales se aprecian en el Cuadro.8.

Cuadro 8. Reporte de casos de mastitis clínica en 10 fincas, registrados entre los meses de marzo a mayo del 2020, su representación porcentual en el hato y los diagnósticos bacteriológicos.

# DE FINCA	MARZO				ABRIL				MAYO				TOTAL DE CASOS REPORTADOS	PATÓGENOS AISLADOS
	VL	VMC	%VMC	CMC	VL	VMC	%VMC	CMC	VL	VMC	%VMC	CMC		
1	24	1	4.10%	1									1	SIN DIAGNOSTICO
2	71	3	4.22	3					93	3	3.12%	3	6	<i>Staphylococcus haemolyticus</i> <i>Pantoea spp.</i> 3 <i>Streptococcus agalactiae</i> 2 <i>Staphylococcus saprophyticus</i> 2 <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus sciuri</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Enterobacter aerogenes</i>
3	43	4	9.30%	5	44	4	9%	6	42	3	7.14%	4	15	SIN DIAGNOSTICO
4	97	8	8.20%	11	101	13	12.80%	18	99	1	1%	1	30	SIN DIAGNOSTICO
6									88	1	1.13%	1	1	<i>Streptococcus agalactiae</i>
8					79	1	1.26%	1					1	<i>Enterococcus faecalis</i>
9					24	1	4.10%	1	26	1	3.80%	1	2	<i>Streptococcus uberis</i> SIN DIAGNOSTICO 2 Estafilococos Coagulasa Negativa
10	61	1	1%	1	60	4	6.70%	5	59	7	11.80%	8	14	SIN DIAGNOSTICO
12	260	2	0.70%	2	272	1	0.30%	1					3	SIN DIAGNOSTICO
13					39	1	2.56%	1					1	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>
	VMC: 19				VMC: 25				VMC: 16				50 VACAS AFECTADAS	
	CASOS DE MC: 23				CASOS DE MC: 33				CASOS DE MC: 18				74 CASOS TOTALES	

VL: Vacas Lactantes VMC: Vacas con Mastitis Clínica %VMC: Porcentaje de Vacas con Mastitis Clínica CMC: Casos de Mastitis Clínica

Durante los tres meses de pasantía se registraron y digitaron en el sistema VAMPP 50 vacas afectadas, las cuales sufrieron 74 eventos de mastitis clínica. Las vacas que se trataron y volvieron a tener sintomatología en un lapso de cinco días son clasificadas como un caso nuevo por el sistema; este caso nuevo puede darse por reinfección o bien por la no resolución del evento por la que se trató. Sin duda alguna el registro de los eventos de mastitis clínica son datos que tienen un peso bastante importante a la hora de tomar decisiones en el control y prevención de las infecciones intramamarias en las unidades productivas, que llevan a la mejora de la calidad de la leche. Descarte de vacas crónicamente afectadas, no responsivas a tratamiento, efectividad de los tratamientos, análisis del costo de tratamiento,

estudios de los agentes causales y su control, entre otros, son puntos que se tienen trabajar en conjunto con una base sólida de registros de información, la cual, aún hoy día, pocas unidades productivas generan.

En el Cuadro.8 también se puede observar la cantidad de casos que se registraron durante los tres meses de pasantía. Abril fue el mes con más vacas afectadas, llegando a 25 vacas diagnosticadas con mastitis clínica y que sumaron 33 eventos. Mayo, en su contraparte, registra los números más bajos, con 16 vacas afectadas y 18 eventos de mastitis clínica. Si se estudian los números generales de los tres meses, se encuentran 50 vacas afectadas con 74 eventos de mastitis clínica, lo cual respondería a que cada vaca tuvo 1,48 eventos de mastitis clínica durante ese periodo, es decir, que la mayoría de las vacas que se trataron volvieron a presentar nuevamente la enfermedad o bien no resolvieron la infección. En los reportes de las unidades productivas se pudo observar que algunos animales presentaron hasta 8 eventos de mastitis clínica durante la lactancia, los cuales fueron tratados con múltiples antibióticos intramamarios y en días posteriores presentaban nuevamente el cuadro de mastitis. El descarte de las vacas afectadas crónicamente, o que no responde al tratamiento, se vuelve de suma importancia, y junto a un diagnóstico certero del agente causal podría ayudar a explicar el porqué de la baja efectividad del tratamiento (Du Preez 2000; Ruegg 2017, 2018).

Se ha visto que frecuentemente persisten los cambios clínicos en leche y ubre de vacas con mastitis, sin embargo, ya no se encuentra el agente bacteriano, sino lo que persiste es el proceso inflamatorio el cual no es bien regulado por los

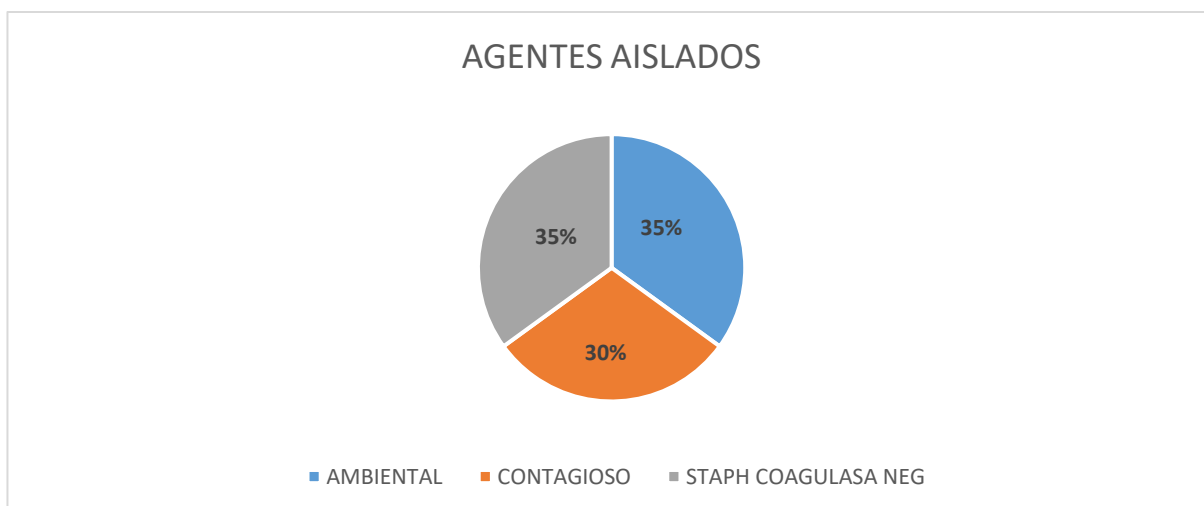
mecanismos homeostáticos de la vaca, aunque también pueden haber agentes que no son sensibles a la terapia antibiótica instaurada, o han desarrollado técnicas adaptativas para protegerse de estos, tal como el *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* spp., entre otros (Du Preez 2000; Ruegg 2018). La falta de protocolos terapéuticos sólidos, tratamientos incompletos o de corta duración, los tratamientos sin cultivos bacterianos actuales, o bien anteriores, que den pista de los agentes que se encuentran causando infecciones, son eventos comunes en algunas de las unidades productivas que se convierten en factores de riesgo que dan paso a que los casos de mastitis tratados no obtengan una resolución. La falta de diagnóstico para determinar el agente causal fomenta la falla terapéutica, uno de los tantos casos son las mastitis provocadas por bacterias Gram negativas, ya que provocan la aparición y persistencia de la inflamación por componentes estructurales de sus membranas celulares, los cuales tienen cualidades proinflamatorias. En estos casos se ha reportado porcentajes de cura espontánea bastante altos, tal es el caso para mastitis causadas por *E.coli*, con un 90% de cura espontánea después de los diez días de iniciado la aparición de síntomas.

En muchas fincas la cantidad de casos de mastitis clínica están por arriba de los valores meta que la literatura cita como adecuados, o sea un 2% de la totalidad el hato infectado al mes (Ruegg 2003). Se hace énfasis en que todo plan de control y prevención de mastitis, sea clínica como subclínica, debe coordinar un plan terapéutico de manera conjunta con una reducción de los factores que están provocando las infecciones intramamarias en la unidad productiva, de manera contraria seguirán infectándose vacas y recibiendo tratamiento, lo que eleva los

gastos por tratamiento, el uso de mayor cantidad y más diversos antibióticos, el descarte de vacas y disminuyendo la producción, sin cortar desde raíz los problemas desencadenantes relativos al manejo, ambiente e higiene (Wilson et al. 1997; Du Preez 2000; Andersen 2001; Ruegg 2003; Guarín y Ruegg 2016; Ruegg 2017; van den Borne et al. 2019).

En cuanto a los patógenos aislados de estos casos de mastitis clínica, de 74 casos totales, solamente se diagnosticaron 18, mediante cultivo e identificación de la bacteria causal, mientras que a 56 eventos de mastitis clínica, no se les realizó cultivo ni antibiograma. Los costos actuales del cultivo bacteriológico, y la duración de emisión de resultados, son algunos de los factores que no incentivan a realizar el cultivo bacteriológico en los casos de mastitis clínica; sin embargo, todo tratamiento, plan de control y prevención debe contemplar un historial de aislamientos bacteriológicos que muestren la naturaleza de los agentes que afectan mayoritariamente la unidad productiva. En la Cuadro. 9 se pueden observar los cultivos bacteriológicos realizados y en la Figura. 9 se aprecian gráficamente la naturaleza de los agentes aislados mediante cultivo bacteriológico.

*Figura 9 Gráfico de los porcentajes de bacterias aisladas mediante cultivo bacteriológico de muestras de leche de vacas con mastitis clínica*



En los aislamientos mostrados en el Cuadro.9 se catalogan los patógenos encontrados de la siguiente manera: seis aislamientos de patógenos categorizados como ambientales, ya que sus reservorios se encuentran en el ambiente donde

*Cuadro 9. Bacterias aisladas mediante cultivo bacteriológico, de muestras de leche de vacas afectadas con mastitis clínica, no todos los eventos fueron digitados en el sistema de información VAMPP 3.0©*

# DE FINCA	BACTERIA(S) AISLADAS	Número de asilamientos
<b>FINCA X</b>	<i>Ralstonia pickettii</i>	1
<b>FINCA Z</b>	<i>Serratia marcescens</i>	1
	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1
<b>2</b>	<i>Streptococcus agalactiae</i>	3
	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1
	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	1
	<i>Pantoea spp.</i>	1
	<i>Staphylococcus aureus</i>	2
	<i>Staphylococcus sciuri</i>	1
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	1
<b>8</b>	<i>Enterococcus faecalis</i>	1
<b>6</b>	<i>Streptococcus agalactiae</i>	1
<b>9</b>	<i>Streptococcus uberis</i>	1
	Estafilococos coagulasa negativa	2
<b>13</b>	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1

\*: Las fincas solo fueron tomadas en cuenta para el análisis de cultivos, no en los demás análisis descriptivos

permanecen las vacas, por ejemplo heces, instalaciones, suelos, pasturas, entre otros (Klaas y Zadoks 2018), siete aislamientos de estafilococos coagulasa negativos, los cuales habitan la piel como biota normal, conocidos como agentes oportunistas los que han sido categorizados como mastitis emergentes, siendo el

grupo mas frecuentemente aislado en ubres con mastitis alrededor del planeta (Pyörälä y Taponen 2009), y finalmente seis casos de *Streptococcus agalactiae* y *Staphylococcus aureus*, bacterias categorizadas como infecciosas, por su forma de contagio, ya que la leche producida por la glándula mamaria infectada es la principal forma de contagio a individuos susceptibles a través de la rutina de ordeño (máquinas sin desinfectar, manos del ordeñador entre otros.), aunque también se han descubierto reservorios ambientales que mantienen el agente (Keefe 2012; Ruegg 2017; Cobo-Ángel et al. 2018).

Dentro de los agentes ambientales aislados, encontramos cinco bacterias Gram-negativas, dos de éstas son coliformes (*Enterobacter aerogenes* y *Klebsiella pneumoniae*) es decir, su principal reservorio son las heces de las vacas sin embargo también se pueden encontrar en materia orgánica, en materiales que se utilizan para las camas entre otros (Klaas y Zadoks 2018). Las otras tres bacterias Gramnegativas (*Ralstonia pickettii*, *Serratia marcescens* y *Pantoea* spp.) se encuentran de igual manera en el entorno, agua, materia orgánica del suelo. *Enterococcus faecalis* se incorpora en el grupo de microorganismos ambientales conocido como cocos Grampositivos catalasa negativos, donde pertenecen también los estreptococos ambientales, como el *Streptococcus uberis* aislado en un caso de las unidades productivas estudiadas, y el *Streptococcus dysgalactie*, de bastante impacto en la industria lechera (Klaas y Zadoks 2018). Estas dos últimas bacterias se pueden transmitir entre vaca y vaca, tal como las bacterias catalogadas como contagiosas, una vez que logran colonizar la glándula mamaria (Klaas y Zadoks 2018).

Mantener una correcta higiene y desinfección constante de las instalaciones, camas, galiones de alimentación, salas de espera, mantener caminos en buen estado así como también una correcta limpieza de los pezones antes del ordeño con una solución desinfectante, y la aplicación de selladores postordeño, son prácticas que reducen ampliamente las posibilidades de que uno de estos microorganismos logren infectar la glándula mamaria; sin embargo, sus reservorios se encuentran en el ambiente (Andersen 2001; Amer et al. 2018; Klaas y Zadoks 2018).

Dentro del grupo de los estafilococos coagulasa negativos aislados en casos de mastitis clínica se encontró en tres cultivos la presencia de *Staphylococcus saprophyticus*, un aislamiento de *Staphylococcus sciuri*, un aislamiento de *Staphylococcus haemolyticus* y un aislamiento con dos especies que no fueron descritas. Los aislamientos de estos agentes como causa de mastitis alrededor del planeta se ha visto incrementada, conforme los casos por agentes contagiosos han declinado, ya que el manejo y esfuerzos de todos estos años anteriores se han centrado en el combate de estos agentes, por tanto, ahora los estafilococos coagulasa negativos y los agentes ambientales han sumado un reto más para los productores, veterinarios y la industria lechera (Pyörälä y Taponen 2009; Klaas y Zadoks 2018). Estos agentes causan mayoritariamente casos de mastitis subclínica y casos leves a moderados de mastitis clínica, sin llegar en su mayoría de casos, al compromiso sistémico del animal (Pyörälä y Taponen 2009). Con la aplicación de antibióticos intramamarios se ha reportado un porcentaje de cura que llega hasta el 60%, pero sin duda alguna para controlar estos agentes de la manera más efectiva se debe echar mano a la prevención, mejorando la limpieza preordeño para disminuir



el número de bacterias de la piel del pezón, empleando selladores postordeño, controlando el cuidado y confort, de novillas en el periodo preparto tardío y postparto temprano, acentuando la higiene de la ubre y disminuyendo las infecciones por estos agentes. Se ha denotado también una disminución en la aparición de estos agentes causantes de mastitis al utilizar el sellador interno de pezones en novillas preparto y al secado de vacas (Pyörälä y Taponen 2009).

Finalmente se aislaron seis casos de mastitis contagiosas, dos de los cuales resultaron positivos *Staphylococcus aureus* y cuatro a *Streptococcus agalactiae*. cinco de los aislamientos se realizaron en una sola unidad productiva, la cual reportó problemas de mastitis clínica en vacas crónicamente afectadas. Los agentes contagiosos siguen siendo un reto en muchas unidades productivas de nuestro país provocando serias pérdidas económicas, por eso, el papel del veterinario como el impulsor de acciones correctivas es de vital importancia en situaciones como estas. El *Streptococcus agalactiae* es un patógeno el cual se ha descrito como obligado de la glándula mamaria, sin embargo, últimamente se ha descubierto su presencia en muestras ambientales y en las heces de las vacas logrando una persistencia en los hatos mediante la vía fecal-oral. Este provoca casos de mastitis mayoritariamente clínica pero en estos el tratamiento antibiótico durante la lactancia es bastante efectivo (Keefe 2012; Cobo-Ángel et al. 2018). Por otro lado, *Staphylococcus aureus* se ha aislado tanto de la glándula mamaria de vacas infectadas y de muestras ambientales, así como también de múltiples sitios de la piel de la vaca, vulva, fosas nasales, piel del corvejón, entre otros. La efectividad del tratamiento antibiótico contra esta bacteria refiere resultados muy variables, desde un 60% en vacas

tempranamente tratadas hasta un 1% en vacas afectadas crónicamente. Para controlar y prevenir infecciones intramamarias causadas por estos dos agentes es necesario implementar una rutina de ordeño higiénica y con tiempos cortos , uso de guantes, así como la segregación de vacas infectadas, descarte de vacas afectadas crónicamente y uso de soluciones desinfectante pre-ordeño y sellador post-ordeño (Ruegg 2003; Keefe 2012; Ruegg 2017, 2018).

### **3.5. Análisis agrupados de mastitis clínica**

Para los análisis agrupados de mastitis clínica se utilizó la información de 27 vacas afectadas con 43 casos de mastitis clínica, registrados con la información completa en los tres meses de pasantía. El restante de casos no contaba con todos los datos zootécnicos necesarios registrados para ser sometidos a análisis, por lo que no fueron agregadas por el sistema VAMPP Bovino 3.0® en el grupo de animales a estudiar. Es importante recalcar que se trabajó con los datos que los productores lograron registrar.

En la Figura 10 se pueden apreciar los días de lactancia que tenían 21 de las vacas afectadas por mastitis clínica, cuando fueron diagnosticadas, las restantes seis vacas ya estaban cursando un evento de mastitis clínica una vez que se inició el estudio. El mayor número de vacas se infectaron en lactancia media y tardía, y solo tres animales tuvieron un evento de mastitis clínica durante la lactancia temprana. Estos resultados están en concordancia con los reportados en la Figura 8 y Cuadro 4 en donde la mayoría de los casos se encontraron desde el día 120 al 300 (o más)

días de lactancia. Esto indica que, a más días de lactancia, la probabilidad de entrar en contacto con algún agente de cualquier naturaleza aumenta, por lo tanto,

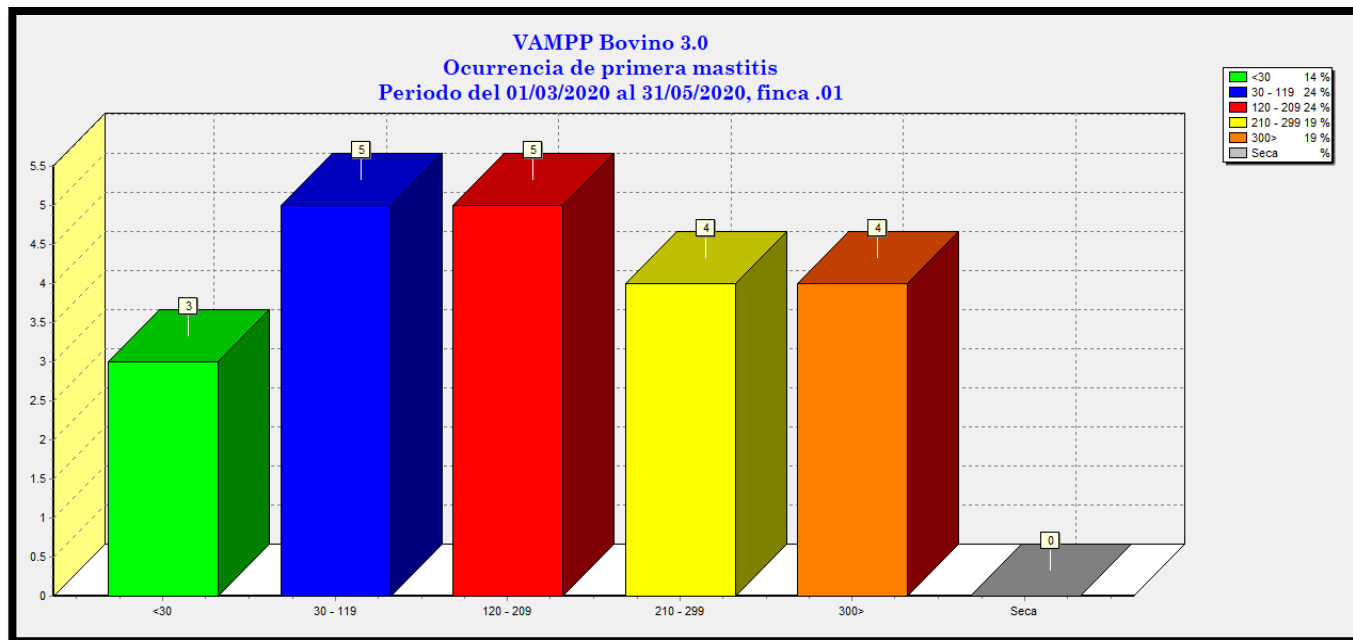


Figura 10. Casos de mastitis clínica distribuidos según los días de lactancia que la vaca cursaba en el momento de su reporte. Tomado del módulo de agrupación de Salud de la Ubre VAMPP Bovino 3.0®

aumentan

los casos de infecciones intramamarias. La estandarización de protocolos de limpieza y sellado de la ubre, la higiene y limpieza de instalaciones, así como la desinfección y revisión del equipo de ordeño, son acciones que se deben controlar y coordinar con las personas encargadas de cada proceso, para que a través del tiempo se sigan realizando de manera óptima y no decaiga la calidad y efectividad en los procesos ya que aquí es donde la diversidad de agentes encuentra la oportunidad de infectar animales susceptibles.

De las vacas registradas con casos de mastitis clínica, los cuartos más afectados son los anteriores con 12 casos en cada uno de los cuartos tal como se observa en la Figura 11. Los cuartos posteriores también se denotaron afectados con cinco casos el posterior izquierdo y cuatro el posterior derecho. La literatura cita que los cuartos posteriores son más susceptibles a padecer mastitis clínica, ya que son los cuartos más productivos (60% de la leche total) y los más propensos a sufrir traumatismos. Sin embargo se ha visto en estudios que los cuartos anteriores se ven más afectados por mastitis leves que los posteriores, lo cual se puede deber a que al ser los cuartos con menos leche se exponen más a sobreordeño y las máquinas de ordeño ejercen más peso sobre estos, exponiéndolos más a lesiones del esfínter y canal del pezón (Chaves Velásquez et al. 2016).

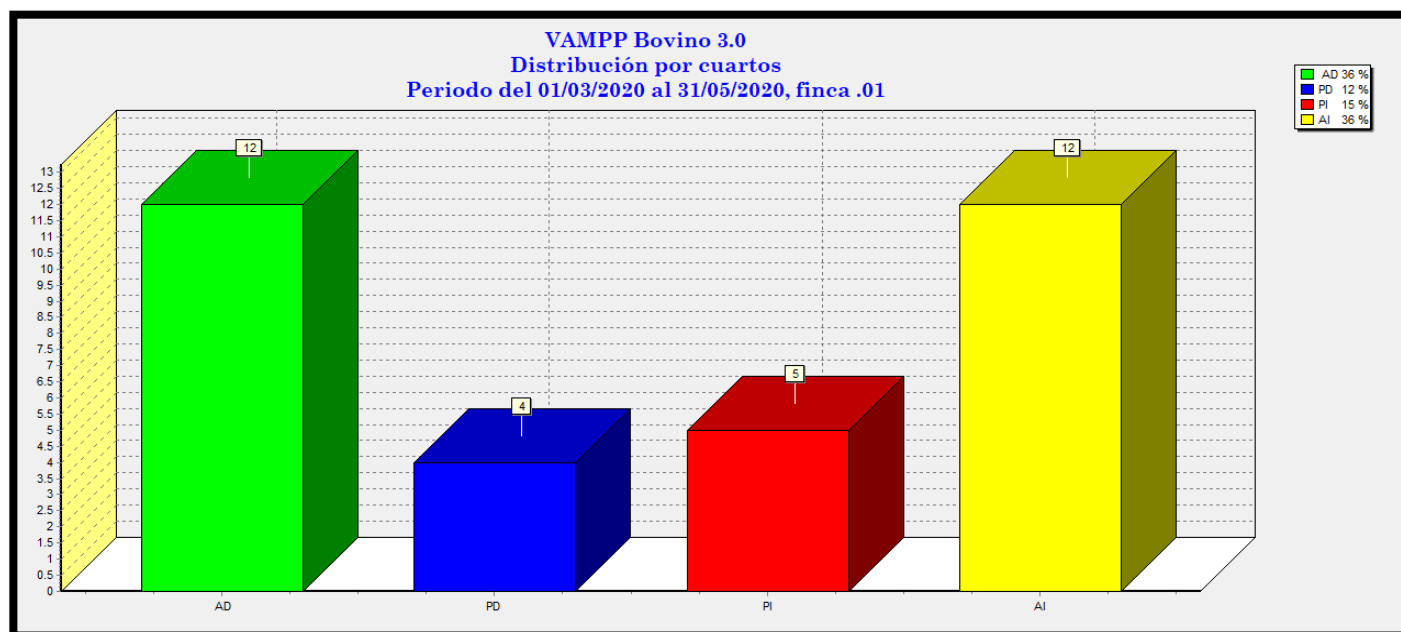


Figura 11. Gráfico de los cuartos afectados por mastitis clínica en el periodo del estudio

El análisis agrupado de mastitis clínica específicamente de los casos por lactancia y los casos según los meses se realizó con las 50 vacas afectadas durante los tres meses de trabajo.

En el Cuadro 10 se desglosa la información de los casos de mastitis clínica, agrupados según la lactancia que cursaban las vacas al momento del evento de mastitis

*Cuadro 10. Distribución de las 50 vacas que sufrieron mastitis clínica y el número de lactancia que cursaban durante el evento*

<b>LACTANCIA</b>	<b>VACAS REPORTADAS</b>	<b>% DE VACAS REPORTADAS</b>
<b>1</b>	7	14%
<b>2</b>	5	10%
<b>3</b>	10	20%
<b>4</b>	10	20%
<b>5</b>	5	10%
<b>6</b>	4	8%
<b>&gt;6</b>	9	18%

Se registraron diez vacas con casos de mastitis clínica cursando la tercera lactancia y diez vacas en la cuarta lactancia, seguido de nueve vacas cursando más de seis lactancias. En vacas de primera lactancia se registraron siete casos mientras en la segunda y quinta lactancia se registraron cinco vacas en cada una. Finalmente, la sexta lactancia fue la que menos agrupó registros de vacas con mastitis clínica con cuatro casos totales. La tercera y cuarta lactancia son las que más casos engloban, a su vez la mayoría de las vacas con más casos y tratamientos seguidos reportados cursan estas lactancias. Una de las interrogantes que trajo a flote este estudio, es si los casos de mastitis son causa importante de descarte en estos hatos en estudio: si

se relacionan los hallazgos con la información de la Cuadro 5 que engloba la cantidad de muestras que se recopilaron en cada una de las lactancias o bien la Cuadro 3 que desglosa la estructura del hato estudiado, se denota una disminución importante del hato entre lactancias, es decir se descartan bastantes vacas en lactancias tempranas, lo que promueve la duda y la inquietud de la razón del descarte de estas vacas y si la mastitis tienen un impacto importante sobre esta tasa de descarte.

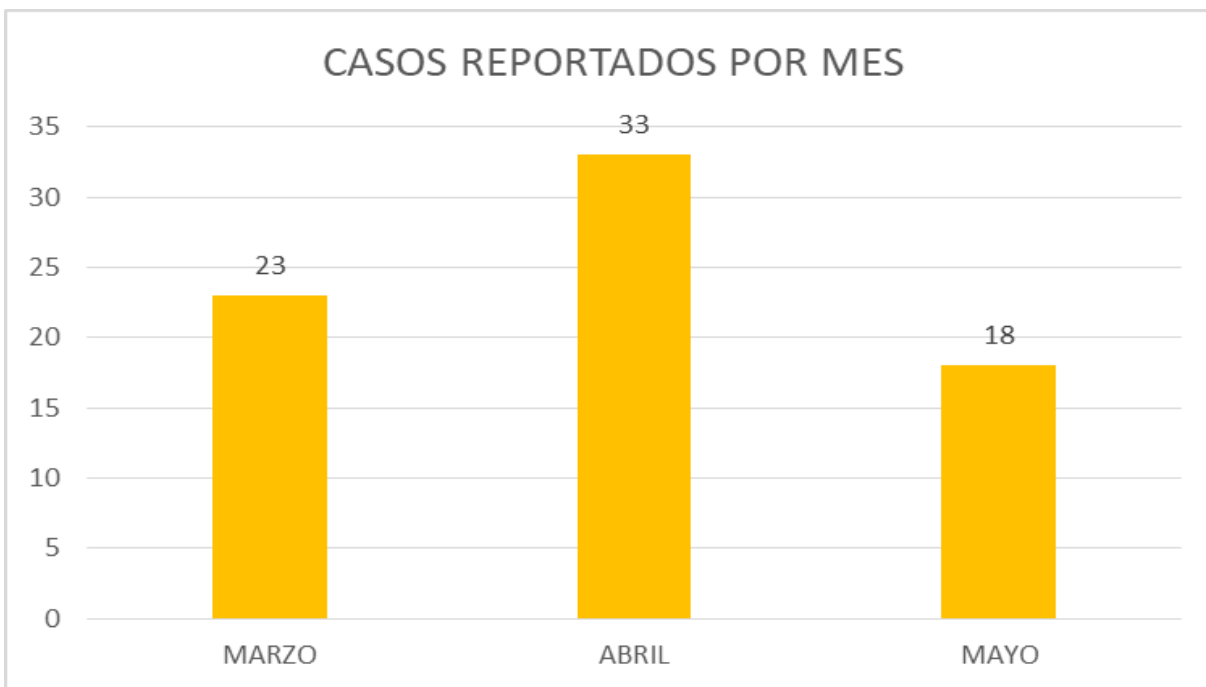
Vacas con seis o más lactancias, también como se ha observado en los datos anteriormente mostrados, son un grupo bastante susceptible a las infecciones intramamarias. Sistemas inmunes menos eficientes así como también una respuesta inmune más exageradas, son unas de las muchas características que hacen a este grupo de vacas un grupo de riesgo que se transforma en un grupo problema (Amer et al. 2018). Por otra parte, las vacas primerizas son parte importante de toda unidad productiva ya que serán las que en un futuro mantendrán la producción láctea y suplantarán las vacas que año tras año se descartan. Se reporta en la literatura que procesos severos de mastitis en la primera lactancia podrían disminuir la cantidad de leche que la vaca produce en la lactancia actual como en la totalidad de la vida productiva (Bludau et al. 2014; Ruegg 2017). Adicionalmente si estas vacas contraen una infección intramamaria provocada por una bacteria con tasas de curación bajas, podría ser desde su primera lactancia una vaca que se infectará crónicamente, con un descarte temprano, por lo tanto controlar y prevenir infecciones intramamarias en este periodo es de importancia para asegurar un desempeño futuro óptimo del hato (Ruegg 2003; Vlieghe et al. 2012; Ruegg 2017, 2018).

En la Figura 12. Se puede apreciar gráficamente la distribución de las vacas reportadas con mastitis clínica según su número de lactancia



Figura 12 Gráfico de vacas reportadas con mastitis clínica la lactancia que cursaban al momento del evento

En la Figura 13. se denota como durante el mes de abril hay un incremento de los casos de mastitis clínica, el cual se puede justificar por el aumento del registro de datos en las lecherías y la digitación de estos.



*Figura 13 Gráfico de la distribución de los casos de mastitis clínica en los tres meses de pasantía*

En el mes de mayo hay una disminución bastante marcada de los casos comparado con los dos meses anteriores. Parte de la finalidad del proyecto desarrollado fue incentivar primeramente el registro de los datos asociados a la salud de la ubre y de forma seguida la digitación y análisis en un sistema de información como en este caso el VAMPP Bovino 3.0®. Sin duda alguna la mayoría de los productores a los que se les incorporó en el proyecto lograron evidenciar las facilidades y utilidades de esta práctica en la toma de decisiones para lograr un sistema productivo más rentable.



### **3.6. Actividades fuera del proyecto**

Durante el poco tiempo libre con el que se contaba durante el transcurso de los días que se laboró en la zona de Aguas Zarcas, se logró asistir a visitas en dos fincas en las que el equipo multidisciplinario del Almacén Agroveterinario de la Dos Pinos, trabajaba, conformado por el médico veterinario José Segura, el Ingeniero zootecnista Esteban Gonzáles y el ingeniero agrónomo Emilio Álvarez, los cuales brindaban una asesoría integral enfocándose en la salud animal, nutrición y pasturas para incrementar la productividad y rentabilidad de las fincas de la zona.

#### 4. CONCLUSIONES

1. Se logró cumplir el objetivo principal del trabajo de graduación, en el que se obtuvieron y fortalecieron conocimientos y habilidades en el planeamiento y ejecución de programas de mejora de calidad de leche en hatos bovinos mediante el abordaje de casos reales en Costa Rica, uniendo los conocimientos aprendidos en la academia y en el campo, para generar propuestas integrales en pro de la salud animal y la rentabilidad de las unidades productivas. Esto genera un aprendizaje invaluable para el desarrollo de la carrera profesional que se avecina.
2. Se adquirieron habilidades para recolectar y analizar la información referente a la salud de la ubre, pero más importante aún, se aprendieron y fortalecieron aquellas que respectan a la transmisión de la información analizada a los trabajadores y dueños de las unidades productivas, para de esta manera lograr las metas y los resultados que cada unidad productiva busca. Es de suma importancia transmitir toda la información de manera fácil, precisa y concisa para aclarar los puntos de mejora en todo plan de control y prevención de infecciones intramamarias, y esta pasantía abrió las puertas para practicar y optimizar estas habilidades que serán de valor en la futura carrera profesional.

3. Se logró familiarizarse a las técnicas laboratoriales diagnosticas con las que se puede trabajar en nuestros medios, al igual que adaptarse a las que cada unidad productiva puede acceder, con las que se obtuvo información valiosa, la cual después de analizarse se utilizó para diagnosticar problemas de mastitis clínica y subclínica a los que se les trató de proponer una solución integral
4. Se ampliaron los conocimientos sobre los planes terapéuticos, principios activos disponibles y se desarrollaron habilidades clínicas para tratar los casos de mastitis según su agente causal, optando siempre por el uso responsable de los antibióticos y disminuyendo su uso. Estas habilidades y conocimientos fortalecen y dan seguridad a las recomendaciones terapéuticas que se brinden en la carrera profesional venidera, y refuerzan un área en la cual hay mucho por mejorar y aprender.
5. Se evidenció en esta pasantía la amplia diversidad de factores que cambian en cada una de las unidades productivas, haciendo de cada una de ellas un caso único, que requiere planes de mejora individuales y apegados a la realidad de cada una de estas. Gracias a las múltiples experiencias que se obtuvieron en una amplia lista de fincas productivas, con diferentes formas de hacer las cosas, se culmina esta pasantía con un aprendizaje variado, diverso, que permite hacerle frente a las situaciones reales que esperan en la vida profesional

## 5. RECOMENDACIONES

1. Es indispensable para formular planes de mejora, prevención y control de infecciones intramamaria en las unidades productivas, contar con información de calidad, la cual se debe registrar y digitar de manera completa. Esto facilita el análisis de la información y consecuentemente fortalecen las decisiones tomadas con base en estos. Los sistemas de análisis de información como el VAMPP Bovino®, ofrecen diversidad de módulos de análisis los cuales hoy día en muchas unidades productivas están subutilizados o sin utilizar del todo, tal como el caso del módulo de Salud de la Ubre.
2. Los análisis individuales mensuales de células somáticas son una herramienta diagnóstica de suma importancia, la cual permite valorar el estado actual de las vacas del hato productivo, localizar las vacas con mastitis subclínica y de esta forma proponer planes terapéuticos y de manejo sobre estas para mejorar la productividad de la finca y calidad de la leche entregada.
3. El estabulado en la zona de Aguas Zarcas está muy difundido en las unidades productivas, sería importante evaluar los beneficios y los contras, si esta medida es necesaria durante todo el año o bien se puede implementar durante ciertas épocas, para favorecer el pastoreo. Esto podría traer consigo un incremento en la producción asociado al mayor consumo de materia seca en pastoreo (algunas

unidades), disminución en el trabajo de llevar comida a la canoa y disminuir las infecciones intramamarias ya que los animales no pasarían estabulados tanto tiempo. Cabe decir que el estabulado no es perjudicial, sino que este conlleva a mayor trabajo y exigencia laboral, en mantener las instalaciones limpias durante el transcurso del día, velar por que las camas estén limpias y confortables, la alimentación en canoa, y el estrés calórico en las instalaciones son factores que se deben tomar en cuenta antes de pensar en utilizar esta medida.

4. Las mejoras en la salud de la ubre de cualquier unidad productiva se deben basar en esfuerzos preventivos, para posteriormente hacer más sencillo y rentable los procesos de control de la mastitis. Dentro de los esfuerzos preventivos se debe integrar todos los puntos antes vistos, de manejo zootécnico, salud animal, instalaciones, características propias de la finca, zona climática, nutrición entre otros.
5. Los protocolos de limpieza de la ubre durante la rutina de ordeño, al igual que la higiene de las chuponeras y equipo que estén en contacto con los pezones de las vacas son puntos que se deben monitorear constantemente para optimizar y hacer correcciones necesarias para disminuir la incidencia de casos de mastitis clínica y subclínica en hatos lecheros. El tiempo de contacto del desinfectante con la piel del pezón, la concentración de los productos desinfectantes, la correcta aplicación del sellador post ordeño, la calidad de limpieza que reciben los pezones de las vacas, entre otros, son pequeños detalles que, si se controlan y

se realizan bien durante el tiempo, los casos de infecciones intramamarias se controlan de manera importante.

6. El personal que realiza el ordeño de las vacas lactantes y el manejo zootécnico de las vacas secas y remplazos, deben de tener conocimientos básicos sobre los procesos y protocolos necesarios para asegurar la salud de la ubre. Capacitar el personal y educarlo continuamente en ámbitos relacionados con la salud de la ubre es un pilar de vital importancia, antes de iniciar un proceso de prevención y control de infecciones intramamarias. Por lo tanto, una de las inversiones más importantes en cualquier unidad productiva es la capacitación del personal, personal bien capacitado realiza eficientemente sus tareas, ya que conoce las repercusiones e importancia de su trabajo.
  
7. La resistencia bacteriana a los antibióticos es un tema que merece atención y cuidado, y día a día adquiere más importancia, por lo tanto, los veterinarios, son la primera línea de acción ante este problema que desde hace tiempo provoca la muerte de muchas personas a nivel mundial y que se presenta como uno de los mayores problemas de salud a futuro. Estudiar a profundidad el tema, conocer la farmacodinámica y farmacocinética de los antibióticos que el mercado ofrece para tratar infecciones intramamarias y además entender, cuáles moléculas se pueden usar en primera instancia y cuales se deben de resguardar para casos que lo ameriten, en conjunto con la valoración de la naturaleza del agente causal, son puntos a los que hoy día no se presta la atención correspondiente. Como médicos

veterinarios se debe ser mediadores para que en las unidades productivas se utilice cada vez menos antibióticos, para que cada unidad productiva elabore protocolos terapéuticos funcionales, con sustento técnico. Un protocolo terapéutico para los casos de mastitis no solo puede tener antibióticos en su arsenal, sino también el uso de desinflamatorios no esteroideos, suplementos de vitamina E y selenio, inmuno-reguladores entre otros. Estos son fármacos que se tienen a disposición para establecer protocolos integrales y eficientes contra bacterias o agentes de cualquier naturaleza que afecten la integridad de la ubre.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Adkins PRF, Middleton JR. 2018. Methods for Diagnosing Mastitis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 34(3):479–491. eng. doi:10.1016/j.cvfa.2018.07.003.
- Alhussien MN, Dang AK. 2018. Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview. *Vet World.* 11(5):562–577. eng. doi:10.14202/vetworld.2018.562-577.
- Alothman M, Hogan SA, Hennessy D, Dillon P, Kilcawley KN, O'Donovan M, Tobin J, Fenelon MA, O'Callaghan TF. 2019. The "Grass-Fed" milk story: understanding the impact of pasture feeding on the composition and quality of bovine milk foods. 8(8). eng. doi:10.3390/foods8080350.
- Alvarado S, Benavides J, Calvo J, Carrizales A, Espinoza U, Hernández S, Ortega R, Murillo D. 2010. Diagnóstico situacional del Cantón de San Carlos. Universidad Nacional de Costa Rica. <https://www.munisc.go.cr//documentos/Secciones/20/Diagn%C3%B3stico%20situacional%20del%0Cant%C3%B3n%20de%20San%20Carlos.pdf>.
- Amer S, Gálvez FLA, Fukuda Y, Tada C, Jimenez IL, Valle WFM, Nakai Y. 2018. Prevalence and etiology of mastitis in dairy cattle in El Oro Province, Ecuador. *J Vet Med Sci.* 80(6):861–868. eng. doi:10.1292/jvms.17-0504.
- Andersen S. 2001. Mastitis: Prevención y Control. *Revista de investigaciones pecuarias de Perú.* 12:55–64.



- Barquero M. 2018 jul 28. Consumo de leche por persona en Costa Rica supera en 52 litros el promedio mínimo recomendado: La demanda nacional es de 212 litros por persona al año; la FAO recomienda 160 litros por persona al año. La Nación. <https://www.nacion.com/economia/agro/consumo-de-leche-por-persona-en-costa-rica-supera/5IOWM2CSU5BCRNK5KQVEXAP6VE/story/>.
- Barrena Baeza MM. 2015. Evaluación de marcadores inflamatorios sistémicos y locales en vacas lecheras con infección intramamaria experimentalmente inducida. [consultado el 22 de sep. de 2020]. 1–39. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/fvb272e/doc/fvb272e.pdf>.
- Bludau MJ, Maeschli A, Leiber F, Steiner A, Klocke P. 2014. Mastitis in dairy heifers: prevalence and risk factors. *Vet J.* 202(3):566–572. eng. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023314003906>. doi:10.1016/j.tvjl.2014.09.021.
- Boehringer Ingelheim. 2020. Máquina de ordeño: Solomamitis. [sin lugar]: Boehringer Ingelheim; [consultado el 26 de sep. de 2020]. <https://www.solomamitis.com/page/maquina-de-ordeno>.
- Busanello M, Rossi RS, Cassoli LD, Pantoja JCF, Machado PF. 2017. Estimation of prevalence and incidence of subclinical mastitis in a large population of Brazilian dairy herds. *J Dairy Sci.* 100(8):6545–6553. eng. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28624278/>. doi:10.3168/jds.2016-12042.
- Calderón A, Rodríguez V. 2008. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano

- cundiboyacense (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. (21):582–589. Colombia.
- Chacón A, Vargas CF, Jiménez, María de la Paz. 2006. Incidencia en el conteo de células somáticas de un sellador de barrera (yodo-povidona 0,26%) y un sellador convencional (yoduro 0,44%). *Agronomía Mesoamericana*. 17(2):207–212.
- Chaves Velásquez CA, Vallejo Timarán DA, Astaíza Martínez JM, Benavides Melo CJ, Chaves Chunata FE. 2016. Hallazgos histopatológicos en la glándula mamaria de bovinos diagnosticados con mastitis clínica en la planta de beneficio del municipio de Ipiales, Colombia. *Rev. Med. Vet.* (33):43–50. doi:10.19052/mv.4050.
- [CNPL] Camara Nacional de Productores de Leche. 2017. Consumo de productos lácteos. Costa Rica: Camara Nacional de Productores de Leche. <http://proleche.com/consumo-de-productos-lacteos/>.
- Cobo-Ángel C, Jaramillo-Jaramillo AS, Lasso-Rojas LM, Aguilar-Marin SB, Sanchez J, Rodriguez-Lecompte JC, Ceballos-Márquez A, Zadoks RN. 2018. *Streptococcus agalactiae* is not always an obligate intramammary pathogen: Molecular epidemiology of GBS from milk, feces and environment in Colombian dairy herds. *PLoS ONE*. 13(12):e0208990. eng. doi:10.1371/journal.pone.0208990.
- Constable PD, Morin DE. 2003. Treatment of clinical mastitis. Using antimicrobial susceptibility profiles for treatment decisions. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 19(1):139–155. eng.

- Deb R, Kumar A, Chakraborty S, Verma AK, Tiwari R, Dhama K, Singh U, Kumar S. 2013. Trends in diagnosis and control of bovine mastitis: a review. *Pak J Biol Sci.* 16(23):1653–1661. eng. doi:10.3923/pjbs.2013.1653.1661.
- DeGraves FJ, Fetrow J. 1993. Economics of mastitis and mastitis control. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice.* 9(3):421–434. doi:10.1016/S0749-0720(15)30611-3.
- Dohoo I, Andersen S, Dingwell R, Hand K, Kelton D, Leslie K, Schukken Y, Godden S. 2011. Diagnosing intramammary infections: comparison of multiple versus single quarter milk samples for the identification of intramammary infections in lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 94(11):5515–5522. eng. doi:10.3168/jds.2011-4486.
- Du Preez JH. 2000. Bovine mastitis therapy and why it fails. *J S Afr Vet Assoc.* 71(3):201–208. eng. doi:10.4102/jsava.v71i3.714.
- Dufour S, Labrie J, Jacques M. 2019. The mastitis pathogens culture collection. *Microbiol Resour Announc.* 8(15). eng. doi:10.1128/MRA.00133-19.
- FAO. 2019. Food outlook: Biannual report on global food markets, May 2019. Rome, Italy: FAO Trade and Markets Division. 155 p. ISBN: 978-92-5-131448-7.
- Forsbäck L, Lindmark-Månsson H, Andrén A, Akerstedt M, Svennersten-Sjaunja K. 2009. Udder quarter milk composition at different levels of somatic cell count in cow composite milk. *Animal.* 3(5):710–717. eng. doi:10.1017/S1751731109004042.

- Guarín JF, Ruegg PL. 2016. Short communication: Pre- and postmilking anatomical characteristics of teats and their associations with risk of clinical mastitis in dairy cows. *J Dairy Sci.* 99(10):8323–8329. eng. doi:10.3168/jds.2015-10093.
- Gussmann M, Steeneveld W, Kirkeby C, Hogeveen H, Farre M, Halasa T. 2019. Economic and epidemiological impact of different intervention strategies for subclinical and clinical mastitis. *Prev Vet Med.* 166:78–85. eng. doi:10.1016/j.prevetmed.2019.03.001.
- Halasa T, Nielen M, Roos APW de, van Hoorne R, Jong G de, Lam TJGM, van Werven T, Hogeveen H. 2009. Production loss due to new subclinical mastitis in Dutch dairy cows estimated with a test-day model. *J Dairy Sci.* 92(2):599–606. eng. doi:10.3168/jds.2008-1564.
- Halasa T, Osterås O, Hogeveen H, van Werven T, Nielen M. 2009. Meta-analysis of dry cow management for dairy cattle. Part 1. Protection against new intramammary infections. *J Dairy Sci.* 92(7):3134–3149. eng. doi:10.3168/jds.2008-1740.
- Hortet P, Beaudeau F, Seegers H, Fourichon C. 1999. Reduction in milk yield associated with somatic cell counts up to 600 000 cells/ml in French Holstein cows without clinical mastitis. *Livestock Production Science.* 61(1):33–42. doi:10.1016/S0301-6226(99)00051-2.
- Huijps K, Hogeveen H, Lam TJGM, Oude Lansink AGJM. 2010. Costs and efficacy of management measures to improve udder health on Dutch dairy farms. *J Dairy Sci.* 93(1):115–124. eng. doi:10.3168/jds.2009-2412.

- Sargeant J.M., Leslie K.E., Shirley J.E., Pulkrabek B.J., Lim G.H. Sensitivity and specificity of somatic cell count and California mastitis test for identifying intramammary infection in early lactation<sup>1</sup>; [consultado el 22 de sep. de 2020]. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(01\)74645-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(01)74645-0/pdf).
- Jara- Blanco A, Molina- Montero R. 2018. Evaluación de tres selladores de pezones para la prevención de casos nuevos de mastitis en ganado lechero (*Bos taurus*) en San Carlos, Costa Rica. *AgroInnovación en el Trópico Húmedo*. 1(1):72–77. doi:10.18860/rath.v1i1.3931.
- Jiménez J, Vielman C. 2017. Epidemiología de la mastitis subclínica de la vaca lechera en el departamento de Chiquimula, Guatemala. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal*. (10):229–239.
- Keefe G. 2012. Update on control of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* for management of mastitis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 28(2):203–216. eng. doi:10.1016/j.cvfa.2012.03.010.
- Klaas IC, Zadoks RN. 2018. An update on environmental mastitis: Challenging perceptions. *Transbound Emerg Dis*. 65 Suppl 1:166–185. eng. doi:10.1111/tbed.12704.
- Leitner G, Lavon Y, Merin U, Jacoby S, Blum SE, Krifucks O, Silanikove N. 2019. Milk quality and milk transformation parameters from infected mammary glands depends on the infecting bacteria species. *PLoS ONE*. 14(7):1-12. eng. doi:10.1371/journal.pone.0213817.

- Martínez R, Tepal JA, Hernández L, Escobar MC, Amaro R, Blanco MÁ. 2011. Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca: Manual de capacitación. México D.F.: [sin editorial]. ISBN: 978-607-425-560-7.
- Mercado M, González V, Rodríguez D, Casrascal AK. 2014. Perfil-sanitario-nacional-leche-cruda. Colombia: Ministerio de Salud y Seguridad Social. 146 p. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Perfil-sanitario-nacional-leche-cruda.pdf>.
- Mora MG, Vargas B, Romero JJ, Camacho J. 2015. Factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 2(39):77–89.
- Moroni P, Nydam DV, Ospina PA, Scillieri-Smith JC, Virkler PD, Watters RD, Welcome FL, Zurakowski MJ, Ducharme NG, Yeager AE. 2018. Diseases of the teats and udder. En: Peek SF, Divers TJ, editores. *Rebhun's diseases of dairy cattle*. Third edition. St. Louis Missouri: Elsevier. p. 389–465.
- OECD. 2019. OECD-FAO agricultural outlook 2019-2028. [S.l.]: OECD. ISBN: 9789264312456.
- Olivares-Pérez J, Kholif AE, Rojas-Hernández S, Elghandour MMY, Salem AZM, Bastida AZ, Velázquez-Reynoso D, Cipriano-Salazar M, Camacho-Díaz LM, Alonso-Fresán MU, et al. 2015. Prevalence of bovine subclinical mastitis, its etiology and diagnosis of antibiotic resistance of dairy farms in four municipalities of a tropical region of Mexico. *Tropical animal health and production*. 47(8):1497–1504. eng. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26255183/>. doi:10.1007/s11250-015-0890-8.

- Paixão MG, Abreu LR, Richert R, Ruegg PL. 2017. Milk composition and health status from mammary gland quarters adjacent to glands affected with naturally occurring clinical mastitis. *J Dairy Sci.* 100(9):7522–7533. eng. doi:10.3168/jds.2017-12547.
- Peek SF, Divers TJ, eds. 2018. *Rebhun's diseases of dairy cattle*. Third edition. St. Louis Missouri: Elsevier. viii, 837 pages. ISBN: 9780323390552.
- Pyörälä S. 2009. Treatment of mastitis during lactation. *Ir Vet J.* 62 Suppl 4:S40-44. eng. doi:10.1186/2046-0481-62-S4-S40.
- Pyörälä S, Taponen S. 2009. Coagulase-negative staphylococci-emerging mastitis pathogens. *Vet Microbiol.* 134(1-2):3–8. eng. doi:10.1016/j.vetmic.2008.09.015.
- Rabiee AR, Lean IJ. 2013. The effect of internal teat sealant products (Teatseal and Orbeseal) on intramammary infection, clinical mastitis, and somatic cell counts in lactating dairy cows: a meta-analysis. *J Dairy Sci.* 96(11):6915–6931. eng. doi:10.3168/jds.2013-6544.
- Rollin E, Dhuyvetter KC, Overton MW. 2015. The cost of clinical mastitis in the first 30 days of lactation: An economic modeling tool. *Prev Vet Med.* 122(3):257–264. eng. doi:10.1016/j.prevetmed.2015.11.006.
- Romero J, Benavides E, Meza C. 2018. Assessing financial impacts of subclinical mastitis on Colombian dairy farms. *Front Vet Sci.* 5:273. eng. doi:10.3389/fvets.2018.00273.
- Romero JJ, Rojas J, Estrada S. 2010. El programa VAMPP Bovino como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en los sistemas de producción bovinos. Heredia: [sin editorial].

- Ruegg PL. 2003. Investigation of mastitis problems on farms. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 19(1):47–73. eng. doi:10.1016/s0749-0720(02)00078-6.
- Ruegg PL. 2017. A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *J Dairy Sci*. 100(12):10381–10397. eng. doi:10.3168/jds.2017-13023.
- Ruegg PL. 2018. Making antibiotic treatment decisions for clinical mastitis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 34(3):413–425. eng. doi:10.1016/j.cvfa.2018.06.002.
- Ruiz-García LF, Sandoval-Monzón RS. 2018. Diagnóstico de mastitis subclínica de vacunos lecheros mediante el conteo de células somáticas empleando dos métodos diagnósticos. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 22 de sep. de 2020]. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/959/95955158006/html/index.html>.
- Sargeant JM, Leslie KE, Shirley JE, Pulkrabek BJ, Lim GH. 2001. Sensitivity and specificity of somatic cell count and California mastitis test for identifying intramammary infection in early lactation. *J Dairy Sci*. 84(9):2018–2024. doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)74645-0.
- Timonen AAE, Katholm J, Petersen A, Orro T, Mõtus K, Kalmus P. 2018. Elimination of selected mastitis pathogens during the dry period. *J Dairy Sci*. 101(10):9332–9338. eng. doi:10.3168/jds.2018-14759.
- van den Borne BHP, van Schaik G, Lam TJGM, Nielen M, Frankena K. 2019. Intramammary antimicrobial treatment of subclinical mastitis and cow performance later in lactation. *J Dairy Sci*. 102(5):4441–4451. eng. doi:10.3168/jds.2019-16254.



- Vlieghe S de, Fox LK, Piepers S, McDougall S, Barkema HW. 2012. Invited review: Mastitis in dairy heifers: nature of the disease, potential impact, prevention, and control. *J Dairy Sci.* 95(3):1025–1040. eng. doi:10.3168/jds.2010-4074.
- Wilson DJ, Das HH, Gonzalez RN, Sears PM. 1997. Association between management practices, dairy herd characteristics, and somatic cell count of bulk tank milk. *Journal of the American Veterinary Medical Association.* 210(10):1499–1502. eng.
- Zambrano JJ, Grass JF. 2008. Valoración de la calidad higiénica de la leche cruda en la asociación de productores de leche de sotará – asproleso, mediante las pruebas indirectas de resazurina y azul de metileno. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.* 6(2):56–66.