

**EVALUACIÓN DE TRES SELLADORES DE BARRERA PARA EL  
CONTROL DE CÉLULAS SOMÁTICAS E INCIDENCIA DE MASTITIS  
EN BOVINOS DE LECHE EN SAN RAFAEL DE VARA BLANCA,  
HEREDIA.**

**EFRÉN VALVERDE RODRÍGUEZ**

**TEC** | Tecnológico  
de Costa Rica



Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía  
como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura  
en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

**2016**

**EVALUACIÓN DE TRES SELLADORES DE BARRERA PARA EL  
CONTROL DE CÉLULAS SOMÁTICAS E INCIDENCIA DE MASTITIS  
EN BOVINOS DE LECHE EN SAN RAFAEL DE VARA BLANCA,  
HEREDIA.**

**EFRÉN VALVERDE RODRÍGUEZ**

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía  
como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura  
en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

**2016**

**EVALUACIÓN DE TRES SELLADORES DE BARRERA SOBRE EL  
CONTROL DE CÉLULAS SOMÁTICAS E INCIDENCIA DE MASTITIS  
EN BOVINOS DE LECHE EN SAN RAFAEL DE VARA BLANCA,  
HEREDIA.**

**EFRÉN VALVERDE RODRÍGUEZ**

**Aprobado por los miembros del tribunal evaluador:**

Ing. Agr. Mónica Madrigal Valverde, Lic.



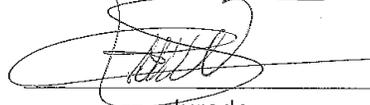
Asesora principal

Marta Mora Mora, Lic.



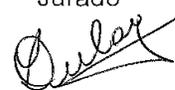
Asesora externa

Ing. Agr. Juan Carlos Cardona, Lic.



Jurado

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA.



Coordinadora  
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Luis Alberto Camero Rey, MSc.



Director  
Escuela de Agronomía

2016

## DEDICATORIA

Primeramente agradecerle a Dios porque sin la ayuda de Él nada de esto hubiera sido posible.

A mis padres y hermanos que fueron un gran apoyo durante todos estos años y siempre estuvieron para ayudarme a seguir adelante.

A un compañero muy especial que ahora nos acompaña desde el cielo pero que siempre estará en mi corazón y en el de cada uno de mis compañeros.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecerle a Dios por la oportunidad de permitirme estudiar, porque nunca me ha dejado solo durante este largo camino y por poner a mi lado una gran familia que ha sido fundamental para alcanzar una meta más en mi vida.

Al señor Jaime Harrington Solórzano por permitir realizar el trabajo en su finca y facilitar los animales, y a todo el personal colaborador de la finca ya que ellos fueron parte importante en el desarrollo del trabajo y siempre estuvieron pendientes de realizarlo.

Al Tecnológico de Costa Rica porque aquí es donde he vivido una de las mejores etapas de mi vida, conocer gente que realmente es un ejemplo y de la cual he aprendido mucho y que lo alientan a seguir adelante.

A mis amigos Mauricio, Melissa y Krystel porque con ellos he compartido muchos buenos y malos momentos, pero siempre están ahí cuando más se necesitan, igualmente a una gran generación de compañeros Charlatanes con los que compartí momentos de estudio, trabajo y diversión.

Agradecerle al grupo SOLQUISA S.A, a la Lic. Marta Mora y el Ing. Juan Carlos Solano, por la oportunidad de desarrollar esta idea y por toda la ayuda brindada.

Finalmente un agradecimiento muy especial para la Ing. Mónica Madrigal y la Ing. Marlen Camacho por ser parte fundamental en la guía y desarrollo del trabajo.

## TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
TABLA DE CONTENIDOS .....	iii
LISTA DE CUADROS .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	vi
LISTA DE ANEXOS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivo General .....	3
1.4. Objetivos Específicos .....	3
1.5. Hipótesis e Investigación.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Calidad higiénica de la leche.....	5
2.2. Microorganismos en la leche.....	5
2.2.1. Bacterias gram positivas .....	5
2.2.2. Bacterias gram negativas .....	6
2.3. Afectación de calidad.....	7
2.4. Reducción de la producción de leche .....	7
2.5. Anatomía de la glándula mamaria .....	8
2.5.1. Barreras del pezón .....	8
2.6. Células somáticas.....	8
2.6.1. Función de las células somáticas .....	9
2.6.2. Prevención .....	9
2.6.3. Efecto de la fase de lactación en el CCS .....	10
2.7. Mastitis bovina .....	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Localización .....	13
3.2. Condiciones Climáticas .....	13

3.3.	Periodo de estudio .....	14
3.4.	Descripción de finca y hato .....	14
3.5.	Material experimental .....	14
3.6.	Tratamientos .....	16
3.7.	Diseño Experimental y modelo estadístico .....	18
3.8.	Unidad experimental .....	19
3.9.	Análisis de Datos .....	20
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
4.1.	Efecto de la composición del sellador de barrera sobre el control de células somáticas según el número de partos .....	22
4.2.	Efecto de la composición del sellador de barrera sobre el control de células somáticas según los días de lactancia .....	26
4.3.	Efecto de la composición del sellador de barrera sobre la incidencia de mastitis según el número de partos .....	29
4.4.	Efecto de la composición del sellador de barrera sobre la incidencia de mastitis según los días de lactancia .....	31
5.	CONCLUSIONES .....	34
6.	RECOMENDACIONES .....	35
7.	BIBLIOGRAFÍA .....	36

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Descripción de los tratamientos y los respectivos anillos de identificación para cada sellador de barrera en la prueba con vacas lecheras en Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, Costa Rica, 2016.....	17
2	Medias $\pm$ error estándar para la variable conteo de células somáticas según los tratamientos, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016. ....	25
3	Frecuencia relativa y frecuencia acumulada para la incidencia de mastitis según el número de parto para cada tratamiento durante el período de estudio, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016. ....	29
4	Frecuencia relativa y frecuencia acumulada para la incidencia de mastitis según los días de lactancia para cada tratamiento durante el período de estudio, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016. ....	32

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Condiciones de precipitación y temperatura anuales en Vara Blanca, Heredia, Costa Rica (Tomado de Poás-Volcano 2008). .....	14
2	Recipientes con los tratamientos de pre-sello (A) y sellador Oxiclor-Gel® (B) listos para usar durante la evaluación en vacas lecheras, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016. ....	17
3	Recipientes aplicadores de pre-sello y sellador para el tratamiento de Oxiclor-Gel® durante la evaluación en vacas lecheras, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016. ....	18
4	Brazalete de identificación color verde correspondiente al tratamiento de Oxiclor-Gel® durante la evaluación en vacas lecheras, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016. ....	20
5	Efecto de la composición del sellador de barrera sobre el conteo de células somáticas según el número de partos, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016. ....	22
6	Efecto de la composición del sellador de barrera sobre el conteo de células somáticas según los días de lactancia, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016. ....	27

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Reporte Semanal de Laboratorio para CCS Finca Agropecuaria Vara Blanca, durante los meses de abril-mayo 2016.. .....	41
2	Hoja de captura de datos en campo durante el periodo de estudio para el control de células somáticas e incidencia de mastitis. ....	47
3	Control semanal de datos durante el periodo de estudio para el conteo de células somáticas e incidencia de mastitis.....	48
4	ANOVA para CCS interacción parto-tratamiento .....	51
5	ANOVA para CCS interacción días de lactancia-tratamiento.....	53
6	ANOVA para efecto de los tratamientos sobre la incidencia de mastitis en relación al número de partos .....	55
7	ANOVA para efecto de tratamientos sobre la incidencia de mastitis según los días de lactancia .....	56

## RESUMEN

El presente estudio evaluó la eficacia de tres selladores de barrera para el control del conteo de células somáticas (CCS) y la incidencia de mastitis en bovinos de leche. El estudio se llevó a cabo en la Finca Agropecuaria Vara Blanca ubicada en la localidad de San Rafael de Vara Blanca, Heredia, Costa Rica. El periodo de evaluación comprendió del 8 de marzo de 2016 al 27 de mayo de 2016, con una duración aproximada de 60 días. El trabajo tuvo como objetivos comprobar el efecto de la composición del sellador de barrera sobre el control de células somáticas según el número de partos y días de lactancia, así como determinar el efecto de la composición del sellador de barrera sobre la incidencia de mastitis según el número de partos y días de lactancia. Se utilizó un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial y desigual número de repeticiones para el análisis de los datos. Se efectuaron ocho muestreos con intervalos de siete días. En cada muestra fue realizada una prueba cuantitativa para determinar el número de células somáticas (CCS) haciendo uso de un contador Fossomatic 400 y a su vez se aplicó el ensayo CMT (California Mastitis Test) para determinar la incidencia de mastitis (IM). Se encontró que al evaluar el CCS, no hubo efecto de tratamientos según el número de partos ( $P=0,0510$ ), no obstante se encontraron diferencias según los días de lactancia ( $P=0,001$ ). Para la variable de IM, se hallaron diferencias significativas entre tratamientos asociado al número de partos ( $P=0,0036$ ), pero no así para días de lactancia ( $P=0,1161$ ). El menor promedio de CCS durante el período de estudio se obtuvo para el tratamiento Oxiclор-Gel<sup>®</sup> (91.833 células/ml de leche). El estudio concluyó que el tratamiento más eficiente para el control de células somáticas y la IM es Oxiclор-Gel<sup>®</sup>.

Palabras clave: Células somáticas, mastitis, número de parto, días de lactancia, CMT

## ABSTRACT

The study evaluated the effectiveness of three barrier sealants for the somatic cell count (SCC) and the incidence of mastitis in dairy cattle. The study took place in Vara Blanca Agricultural Farm located in San Rafael, Vara Blanca, Heredia, Costa Rica. The evaluation period was from March 8 to May 27 2016, during 60 days approximately. The objectives of this research were to check the barrier sealant's composition effect over the somatic cell control according to the number of births and the breastfeeding period as well as the effect of the composition of the barrier sealant over the incidence of mastitis according to the number of births and the breastfeeding period. A total random design was used with factorial arrangement and an odd number of repetitions for the data analysis. There were 8 samplings done with 7-day intervals. The samples were tested to determine quantitatively the somatic cell count (SCC) using a Fossomatic 400 counter; the California Mastitis Test (CMT) was applied to determine the incidence of mastitis (IM). It was found that once the SCC was assessed, there was no treatment effect, according to the number of births ( $P=0,0510$ ); however, differences were found according to the breastfeeding period ( $P=0,001$ ). For the IM variable significant differences were found between the treatment and the number of births ( $P=0,0036$ ) but it was not the case of the breastfeeding period ( $P=0,1161$ ). The lowest average of SCC during the study period was the Oxiclor-Gel<sup>®</sup> treatment (91 833 cell/ml of milk). The study concluded that the most efficient somatic cell control and IM treatment is the Oxiclor-Gel<sup>®</sup>.

Keywords: Somatic cells, mastitis, parity, days of lactation, CMT

# 1. INTRODUCCION

## 1.1. Antecedentes

Según la FAO (2012), durante los últimos 24 años la producción mundial total de leche se ha incrementado en un 32%, debido al crecimiento de la población y la gran necesidad de alimentos que existe a nivel mundial. Esta situación ha traído consigo una nueva tendencia hacia la intensificación de los sistemas de producción lecheros, principalmente en los países en desarrollo, donde se ha multiplicado el número de granjas y animales por área. En cuanto al consumo de leche, se dice que para estos mismos territorios, se ha mantenido constante durante los últimos 20 años.

De acuerdo con lo mencionado por la Secretaria de Economía de México (2012), en un análisis sobre el sector lácteo a nivel mundial, los países mayores productores de leche están en la Unión Europea (134.000 toneladas), seguidos de Estados Unidos (86.000 t.) y la India (48.000 t.), mientras que para las exportaciones de leche a nivel mundial figura nuevamente la Unión Europea como uno de los mayores exportadores, en segundo lugar Oceanía y de tercero Nueva Zelanda.

Según Barrientos y Villegas (2010), la actividad ganadera lechera representa un 1,3% del Producto Interno Bruto (PIB) en Costa Rica y se estima que aporta aproximadamente el 17,6% del valor agregado de la producción agropecuaria, lo que le permite alcanzar el tercer rubro de mayor importancia en la generación de productos con valor agregado. Además, se dice que en el país existen aproximadamente 40.000 fincas ganaderas, siendo la mayoría pequeñas y medianas, de las cuales dependen aproximadamente unas 36.000 personas directamente, más la generación indirecta de miles de trabajos.

Estos mismos autores mencionan que Costa Rica se encuentra dentro de los países con mayor consumo de leche per cápita a nivel latinoamericano, alcanzando un promedio de 188,51 kg por año. Esto gracias a que en Costa Rica la producción de leche es autosuficiente, lo que permite mantener un consumo sostenible, además de tener una buena red de agroindustria y comercio. Dentro de las principales zonas

productoras se encuentra la región Huetar Norte con un 43% del total de la producción de leche, seguido de la región Central con un 41%, convirtiéndose en las de mayor importancia para el sector lechero (Barrientos y Villegas 2010).

Según Vilaboa *et al.* (2011), durante los últimos 20 años la producción de leche a nivel nacional ha mantenido una tasa de crecimiento anual promedio del 2,5%, muy por encima del sector cárnico, se estimó que durante los periodos comprendidos entre el 2005 al 2009 esta producción aumentó 1,15 veces, pasando de 774 millones de kg de leche al año a 891 millones de kg, lo que representa aproximadamente una producción de 2,4 millones de litros de leche por día.

## **1.2. Justificación**

En Costa Rica el sistema de pago de leche al productor se encuentra fundamentado de acuerdo a su calidad higiénica, principalmente mediante un bajo conteo bacteriano y según su calidad nutricional, relacionada con el porcentaje de grasa, proteína y contenidos de lactosa y minerales en la leche; es por esto que los productores deben trabajar diariamente para mantener buenos niveles de calidad e inocuidad.

Sumado a lo anterior, los productores son bonificados en el pago económico de la leche cuando logran hacer entregas con bajos recuentos bacteriales o bien pueden ser castigados en la retribución cuando la entrega supera los niveles permitidos; es por esto que la higiene y adecuados procesos de manejo pre y post ordeño son fundamentales en los sistemas de producción lecheros de nuestro país (Vargas 2008).

Según lo mencionado por Chacón *et al.* (2006), el conteo de células somáticas es un parámetro muy importante en el pago al productor pero además, es un indicador de la presencia de enfermedades en el animal, como por ejemplo, la mastitis clínica y subclínica. Estas afecciones presentan una estrecha relación con las pérdidas en los volúmenes de producción, ya que se ha estimado que recuentos de 500.000 células/ml pueden representar una pérdida para el productor de hasta un 18% en la producción final de cada animal por lactancia y esta puede

llegar hasta el 30% en aquellos animales que presenten recuentos superiores a 500.000 células/ml.

De igual manera, cuando los animales se encuentran en lugares antihigiénicos son susceptibles al ataque de un gran número de microorganismos infecciosos que son causantes de una importante variedad de enfermedades y trastornos que afectan la fisiología del animal (Chacón *et al.* 2006).

A nivel mundial una de las principales enfermedades que aqueja a los sistemas de producción lecheros es la mastitis bovina, por el alto costo económico que representa para los productores, al ser difícil su control y a las considerables pérdidas en la producción de leche, aunado a la reducción en la calidad de la misma, y en casos muy severos, se considera una causa de descarte para aquellos animales que se vuelven reincidentes en la enfermedad (Fernández *et al.* 2008).

Este trabajo surge por la necesidad de evaluar nuevas alternativas para los productores de leche que les permita hacer más eficientes sus sistemas de producción, además de reducir los costos de operación y tratamientos de enfermedades. Se evaluó la eficiencia de un sellador de barrera a base de Yodo, así como dos selladores de barrera con generación de dióxido de cloro, de los cuales uno es una fórmula que ya se encuentra en el mercado y el otro es un producto nuevo que se desea comercializar.

### **1.3. Objetivo General**

Determinar el conteo de células somáticas y la incidencia de mastitis en bovinos de leche según el número de partos y los días de lactancia mediante el uso de selladores de barrera.

### **1.4. Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de la composición del sellador de barrera para el control de células somáticas según el número de partos.
- Determinar el efecto de la composición del sellador de barrera para el control de células somáticas según los días de lactancia.

- Determinar el efecto de la composición del sellador de barrera para la incidencia de mastitis según el número de partos.
- Determinar el efecto de la composición del sellador de barrera para la incidencia de mastitis según los días de lactancia.

### **1.5. Hipótesis e Investigación**

Existe una composición de sellador de barrera que presenta mayor eficacia para el control de células somáticas y reducción de la incidencia de mastitis en relación al número de partos y la época de lactancia.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Calidad higiénica de la leche**

Según Méndez y Osuna (2007), se entiende por leche de calidad aquella que proviene de animales sanos, alimentados adecuadamente y que se encuentre libre de malos olores, sedimentos y sustancias extrañas, además de características como alta cantidad y calidad de componentes sólidos (grasa, proteína, lactosa y minerales), una baja carga microbiana y libre de patógenos causantes de enfermedades.

La calidad higiénica de la leche se valora de acuerdo al Recuento Total de Bacterias RTB del tipo mesófilas aerobios totales, que se expresan como unidades formadoras de colonias. Un RTB para leche entera se considera como normal cuando este presenta valores inferiores a las 100.000 UFC/ml (Unidades Formadoras de Colonia) y entre los 40.000 a 80.000 UFC/ml para leche pasteurizada. Méndez y Osuna (2007), mencionan valores de 300000 UFC/ml como un buen indicador de calidad higiénica de la leche. Dentro de los principales factores que deben manejarse para obtener bajos recuentos de bacterias se menciona principalmente la higiene, así como la reducción el tiempo de almacenamiento y una adecuada temperatura de refrigeración, además de evitar el uso de sustancias químicas adulterantes (Echevarría y Rodríguez 2009).

### **2.2. Microorganismos en la leche**

#### **2.2.1. Bacterias gram positivas**

Este tipo de bacterias se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza con diferentes géneros; se pueden localizar tanto en suelo como en lugares donde se presentan altas concentraciones de carbohidratos, proteínas, vitaminas y poco oxígeno. En leche, son capaces de soportar un pH de 4, y pueden ser anaeróbicas facultativas, mesófilas y termófilas. De acuerdo al proceso que estas realizan se pueden clasificar en dos grupos que son homofermentativas (el 90% de su metabolismo resulta en ácido láctico) o heterofermentativas (además de

ácido láctico pueden producir otros ácidos y gases). Según Rodríguez y Echevarría (2009), las bacterias se dividen en cuatro grandes grupos a saber:

- ✓ Bacterias ácido lácticas: Este grupo es de gran importancia ya que ayudan a la textura y establecimiento de ciertas condiciones para la elaboración de algunos productos lácteos gracias al efecto de la acidez producida por la fermentación de lactosa. Se encuentran géneros como *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Vagococcus*, *Aerococcus*, *Tetragonococcus*, *Alloiococcus*, *Bifidobacterium*.
- ✓ *Micrococco*: Este grupo es de baja actividad enzimática por lo que son débiles fermentadores, sin embargo forman parte de la flora inocua que contamina la leche cruda. En leche pasteurizada estas pueden producir importantes alteraciones cuando es mal almacenada, por tener cierta capacidad proteolítica.
- ✓ *Estafilococcus*: Estos se clasifican como aerobios facultativos, con gran poder fermentativo por lo que son de gran importancia desde el punto de vista sanitario tanto para los animales por ser las bacterias que causan mastitis, como para los humanos porque provocan enfermedades e intoxicaciones.
- ✓ Bacterias Esporuladas: También conocidas como bacilos, son bacterias de tipo aeróbicas de importancia en la actividad enzimática por la alta producción de acidificación, coagulación y proteólisis de la leche.

### **2.2.2. Bacterias gram negativas**

A este grupo de bacterias se les conoce como patógenos ambientales, ya que se encuentran principalmente en el entorno donde se mantienen los animales; estas pueden estar alojadas en los comederos, el agua o bien en los alimentos, por lo que su exposición ocurre durante los intervalos entre ordeños (Solís 2007).

Normalmente se localizan en el intestino de los mamíferos, por lo que su presencia en la leche se relaciona con contaminación de origen fecal y son de gran importancia en la calidad higiénica de la leche ya que tienen poder patógeno, como por ejemplo la *Salmonella*, *Yersinia*, *E coli*, *Shigella* que causan principalmente trastornos gastrointestinales. Desde el punto de vista tecnológico son significativas porque se trata de bacterias heterofermentativas productoras de gran cantidad de gases, además de sustancias viscosas y de sabor desagradable que producen la alteración de la leche; dentro de las más comunes se encuentran *E. coli*, *Enterobacter Aerogenes*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Salmonella*, entre otras (Rodríguez y Echevarría 2009).

### **2.3. Afectación de calidad**

El desarrollo microbiano de los diferentes agentes bacteriales en la leche es de gran importancia, ya que se producen modificaciones químicas que provocan alteraciones en los procesos de la misma. Se degradan directamente tres de los principales componentes, a saber: la lactosa, proteínas y la grasa (Rodríguez y Echevarría 2009; Velásquez y Vega 2012).

Cuando se presenta una infección por una mastitis subclínica, la leche proveniente de los cuartos infectados, además de reducir el porcentaje de sólidos totales, grasa, proteínas y calcio, experimenta un incremento en el conteo total de bacterias y el riesgo de encontrar residuos de antibióticos, lo que constituye un potencial peligro para la salud de las personas (Velásquez y Vega 2012).

### **2.4. Reducción de la producción de leche**

Según Hernández y Bedolla (2008), cuando el recuento de células del hato aumenta, hay una disminución en la producción de leche y esto se da como consecuencia del daño causado sobre el tejido, producido por las toxinas de las bacterias que causan la mastitis. Se ha demostrado que la producción de leche disminuye aproximadamente un 2,5% por cada aumento de 100,000 células a partir de las 200,000, cifra normal en un animal sin presencia de la enfermedad de la mastitis.

## **2.5. Anatomía de la glándula mamaria**

### **2.5.1. Barreras del pezón**

El canal del pezón es considerado como la principal puerta de entrada para los patógenos, por lo que se convierte en la más importante y primera barrera de defensa de la ubre contra el ataque de microorganismos causantes de infecciones por mastitis. Gracias a la elasticidad de los tejidos y el músculo liso, que se encuentra alrededor del conducto del pezón, hacen que este permanezca cerrado y se evite la entrada de patógenos bacterianos (Escobar y Mercado 2008).

Otro mecanismo de barrera para la entrada de bacterias es mediante el crecimiento del epitelio cuyo desarrollo se dirige hacia el exterior de la desembocadura del canal. Además, cuando se realiza la extracción de la leche mediante el ordeño o el amamantamiento del becerro, se expulsan agentes patógenos que se encuentran alojados en el canal del pezón (Hernández y Bedolla 2008).

La roseta de Fürstenberg es una corona que permite el paso en el canal del pezón a la cisterna del mismo, formando unos pliegues que tienen una función mecánica de cierre, pero además sirven como un mecanismo de defensa. En el epitelio del canal del pezón se da la queratinización, que consiste en una capa lactosada con función bactericida y que se convierte en una barrera muy importante para los agentes patógenos; sin embargo dicha capa desaparece durante el proceso de ordeño y tarda en restablecerse alrededor de dos a tres horas posteriores a la finalización de este (Hernández y Bedolla 2008).

## **2.6. Células somáticas**

Según Hernández y Bedolla (2008), las células somáticas se encuentran constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales. Los primeros se generan en la leche en respuesta a una inflamación, que puede presentarse por el ataque de una enfermedad o bien por presencia de alguna lesión, mientras que las células epiteliales son aquellas que se desprenden del revestimiento del tejido de la ubre y se consideran propias del cuerpo, debido a que estas se generan en la sangre

y el tejido glandular mamario. Este mismo autor menciona que es muy importante conocer el contenido de células somáticas en la leche, puesto que permite conocer el estado de salud de la glándula mamaria y su adecuado funcionamiento, además de ser muy importante en la composición de la leche, debido a su fuerte relación con la calidad de la misma.

Según Cuberlo (2007), el número de células somáticas que se encuentran en la glándula mamaria se relacionan con la cantidad de patógenos que puedan ingresar a ésta. Normalmente, en una ubre sana se dice que entre un 15% o 17% de las células son epiteliales, 30% macrófagos, 30% neutrófilos y el 25% son linfocitos, pero en el momento en que se presenta una infección esta distribución cambia drásticamente, alcanzando proporciones que van hasta un 90% de neutrófilos. Además, se aumenta el número de leucocitos según se agudiza la infección, lo que produce elevados conteos de células somáticas en los animales.

#### **2.6.1. Función de las células somáticas**

En el ambiente se encuentran presentes una gran cantidad de bacterias que perjudican tanto la calidad de la leche como la salud de la vaca. Las mismas se localizan en la ubre, la piel, los corrales, el agua, etc., y cuando cuentan con las condiciones adecuadas pueden penetrar la ubre de la vaca atacando las células que se encuentran en el interior. Es en este momento donde se da la respuesta inmunológica del organismo, que consiste básicamente en enviar glóbulos blancos de la sangre para neutralizar las bacterias invasoras. Estos son los constituyentes de un conteo de células somáticas (CCS), y se dice que un alto conteo está directamente asociado con el ataque de bacterias en la glándula mamaria del bovino (Hernández y Bedolla 2008).

#### **2.6.2. Prevención**

Para la prevención de altos recuentos de células somáticas se debe poner especial atención en dos factores que son determinantes: el primero es una adecuada limpieza, tanto del animal como del medio ambiente en el que se encuentre; el otro aspecto importante es el rápido enfriamiento de la leche a una temperatura adecuada luego de realizar el ordeño. Una vez que se reseñan altos

conteos de células somáticas, esto es un indicativo de que en el hato se encuentran animales con problemas de mastitis, por lo que se hace necesario identificar la bacteria que está afectando para tomar la mejor decisión sobre el tratamiento que se debe realizar (Hernández y Bedolla 2008).

Una adecuada limpieza pre y post-ordeño es de vital importancia para obtener leche de alta calidad y sobre todo para reducir el nivel de contaminación bacteriano y el conteo de células somáticas. Dentro de las prácticas más importantes se puede encontrar una adecuada desinfección de la punta del pezón antes de que se dé el cierre de la Roseta de Fürstenberg, ayudando a eliminar aproximadamente el 75% de las bacterias, además de ser eficaz en el control de la mastitis causada por patógenos ambientales. El momento previo al ordeño es determinante, ya que una adecuada extracción continua y rápida de la leche de la cisterna y los alveolos ayuda a reducir el tiempo de ordeño, evitando el riesgo de producir daños en la salud de la ubre y la producción de callosidad en la punta del pezón (Sandrucci *et al.* 2014).

### **2.6.3. Efecto de la fase de lactación en el CCS**

Es importante realizar un adecuado tratamiento de secado de la vaca, ya que cuando se presentan inconsistencias del mismo se dice que es muy posible tener altos recuentos de células somáticas durante la primera semana posterior al parto. De igual manera, al final de la lactación el conteo celular tiende a aumentar automáticamente y debido a que se provoca una disminución en el volumen de leche producida, se aumentará el CSS en aquellas vacas que presentan mastitis subclínica. Igual situación ocurre una vez que la vaca entra en el período seco, pues se aumenta el número de células somáticas que pasan a la leche y dado que hay una disminución del volumen de leche producido, se concentrarán mayor cantidad de células (Hernández y Bedolla 2008).

## **2.7. Mastitis bovina**

La mastitis bovina es una enfermedad causada tanto por bacterias patógenas, como de origen ambiental entre los que se conocen aproximadamente 135 tipos de agentes que pueden provocar el padecimiento. Se ha encontrado que

los principales géneros de bacterias que se presentan con mayor frecuencia en las infecciones son *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Escherichia coli*, que se ven favorecidas por ciertas condiciones ambientales, por ejemplo el clima, mal manejo de los animales, así como la higiene propia del lugar, entre otros (Fernández *et al.* 2008).

La presencia de mastitis se caracteriza por causar hinchazón, fiebre, enrojecimiento, dolor y por afectar las funciones normales en la ubre. Producto de la inflamación se ocasiona una inhibición de las fases tempranas de la vasodilatación, edema, migración celular, proliferación de fibroblastos y deposición de colágeno; se promueve un aumento en la permeabilidad capilar de los tejidos que perjudica la barrera sangre-leche, permitiendo el paso de proteínas del suero de la sangre a la leche, que afectan la producción de componentes sintetizados por la glándula mamaria, como la caseína y lactosa (Cuberlo 2007).

Según Chacón *et al.* (2006), la mastitis bovina es clasificada en dos tipos: la que se conoce como mastitis clínica, que es aquella en que la enfermedad se manifiesta agudamente y su sintomatología es muy evidente, mientras que los casos subclínicos son aquellos en los que los signos son más sutiles y difíciles de identificar, y tendrá una mayor duración en el animal. De acuerdo al mecanismo de transmisión y el medio en el que se desarrollan los microorganismos, Chacón *et al.* (2006), mencionan que la mastitis clínica y subclínica pueden sub-clasificarse como:

- ✓ Mastitis contagiosa: Es aquella en la que el agente microbiano habita el interior de las ubres de un animal hospedero y de ahí contagia a los demás animales (*Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Mycoplasma bovis* y *Corynebacterium bovis*).
- ✓ Mastitis cutánea: Bacterias que habitan en la piel de los pezones (*Streptococcus dysgalactiae*, *Staphylococcus uberis*, *Staphylococcus chromogenes*, *Staphylococcus hyicus*, *Staphylococcus simulans*).
- ✓ Mastitis iatrogénica: El contagio se da por un mal uso sanitario de sondas intramamarias o medicamentos (mohos y levaduras).

- ✓ Mastitis ambiental: Provocada por bacterias que habitan en el ambiente de la explotación lechera (Gram negativas de los géneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Pseudomonas*).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización**

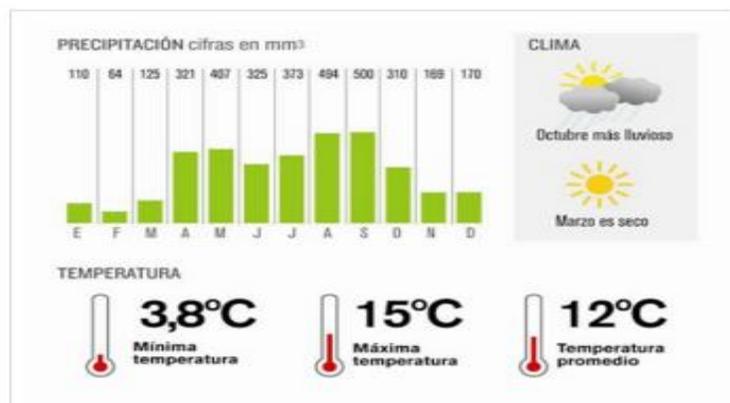
El proyecto se llevó a cabo en la Finca Agropecuaria Vara Blanca ubicada en la localidad de San Rafael de Vara Blanca, Heredia, Costa Rica.

Según MAG (2007), la zona de estudio se encuentra dentro de la clasificación de lechería especializada que va desde los 1300 a 2800 msnm o más, en el macizo volcánico que va desde el cerro Tapezco-Volcán Poás-Barva que cubre toda la zona norte de esta región. La misma se caracteriza por la presencia de suelos tipo Andisoles con una buena profundidad, alto contenido de materia orgánica y gran fertilidad. Dichas características los hacen especiales para lechería especializada por la buena producción de forrajes. Entre los pastos predominantes se tienen el Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), King-grass (*Pennisetum purpureum*), entre otros.

#### **3.2. Condiciones Climáticas**

La región de Vara Blanca, en Heredia, presenta un promedio de precipitación de 3,500 mm anuales, con neblina y lluvia horizontal, principalmente durante las tardes. En los meses de diciembre a abril se producen lluvias mínimas, mientras que las máximas se alcanzan durante los meses de mayo a noviembre (Poás-Volcano 2008).

La temperatura promedio anual oscila entre los 10 °C en las cumbres ventosas, hasta los 18 °C en las tierras bajas (Figura 1).



**Figura 1.** Condiciones de precipitación y temperatura anuales en Vara Blanca, Heredia, Costa Rica (Tomado de Poás-Volcano 2008).

### 3.3. Periodo de estudio

El estudio se inició el día 8 de marzo del 2016 y tuvo una duración aproximada de 60 días, finalizando el día 27 de mayo del 2016. Durante este período se llevaron a cabo ocho muestreos con intervalos de siete días cada uno.

### 3.4. Descripción de finca y hato

La finca se encuentra bajo el sistema de lechería especializada, el cual es manejado con pastoreo rotacional en pasturas, en su mayoría Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y suplementación alimenticia con granos y complementos como cebada, alimentos balanceados, grasa sobrepasante y minerales. En cuanto al hato, en la finca se manejan dos grupos raciales que son: Jersey y Holstein altas productoras; ambas razas fueron seleccionados para llevar a cabo la evaluación de los tratamientos de sellador.

### 3.5. Material experimental

Inicialmente se seleccionaron 18 animales, de las cuales doce vacas fueron del grupo racial Holstein, mientras que seis vacas fueron de raza Jersey. Los animales se seleccionaron y agruparon de acuerdo al número de partos y días de lactancia.

Se establecieron tres categorías por número de partos: vacas de primero, segundo a tercero y más de cuatro partos. Para días o fases de lactancia se agruparon los animales en tres clases: animales que se encontraban de los cero a cien días de lactancia, vacas entre los cien a doscientos días e individuos con más de doscientos días de lactancia.

Para realizar la selección de las unidades experimentales se utilizó el programa VAMPP Bovino 3.0, el cual es un paquete informático donde el productor registra los acontecimientos de los sistemas productivos. Además, se realizó una selección visual de los animales con el fin de utilizar aquellos que no presentaran problemas de pendulocidad de la ubre, ya que estas características de tipo y conformación en vacas lecheras tienen una relación directa con la incidencia de mastitis y altos conteos de células somáticas.

Una vez asignado el correspondiente tratamiento para cada animal, se procedió a llevar a cabo un muestreo inicial. Este se basó en la toma de muestras de leche para aplicar pruebas de conteo de células somáticas en laboratorio y conocer el número de estas previo al inicio de los tratamientos con los selladores a evaluar. Las muestras recolectadas para cada animal se enviaron al laboratorio de la Cooperativa de Productores Dos Pinos y los datos obtenidos fueron reportados dos días después de enviadas las muestras (Anexo 1).

Así mismo, se realizó una evaluación individual para determinar la presencia de síntomas o si se encontraban afectados por la enfermedad de la mastitis; dicho procedimiento se llevó a cabo mediante el uso de la Prueba de California para Mastitis (CMT, por sus siglas en inglés), la cual permite identificar de forma cualitativa la mastitis subclínica y cuyo resultado es revelado de inmediato. Los datos obtenidos se registraron en la Hoja de Captura de Datos empleada en campo (Anexo 2.) y posteriormente se registró en una hoja electrónica del programa Microsoft Office Excel 2007 (Anexo 3.).

Posteriormente se pusieron a prueba los diferentes tratamientos de sellador de barrera y cada unidad experimental fue evaluada cada siete días. Para realizar

esta evaluación se tomó una pequeña muestra de leche que fue enviada al laboratorio de la Cooperativa de Productores Dos Pinos, ubicado en Coyol de Alajuela, Costa Rica, donde mediante el contador fluorofototelectrónico de células somáticas Fossomatic 400 se conoció el resultado del conteo de células somáticas en cél/ml<sup>4</sup>. Igualmente, por medio de la prueba California para mastitis se identificaron aquellos animales que pudieron estar afectados por la enfermedad; dicho análisis fue realizado cada siete días previo al inicio del ordeño.

Durante la cuarta semana de aplicación de los tratamientos, el propietario de la finca tomó la decisión de descartar el animal número 2780 de la raza Holstein debido a que presentaba serios problemas de mastitis que elevaban sus conteos celulares con valores por encima de los tres millones. A pesar de la aplicación de varios tratamientos de antibiótico este animal no presentó una mejora significativa, por lo que se eliminó del hato productor y de la finca.

Finalmente se evaluó la eficiencia de los selladores de barrera mediante un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial y desigual número de repeticiones.

### **3.6. Tratamientos**

Se evaluaron tres tipos de sellador de barrera, uno a base de Yodo con una concentración de 0,25 a 0,50% de yodo disponible y dos selladores cuyo principio activo generaba dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>), con una concentración de 0,01 a 0,1% para el sellador nuevo y de 0,05% para el Sellador Comercial, según se detalla en el Cuadro 1.

Para cada sellador se utilizó su respectivo pre-sello; en el caso del producto a base de Yodo se trabajó con el pre-sello a una concentración de 0,1% de Yodo disponible (después de una dilución del producto concentrado de 20 veces), mientras que para los selladores a base de cloro se aplicaron pre-sellos con concentraciones de dióxido de cloro que oscilaron entre 200 y 500 ppm.

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos y los respectivos anillos de identificación para cada sellador de barrera en la prueba con vacas lecheras en Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, Costa Rica, 2016.

Tratamiento	Color del Brazaletes
Sellador base de yodo (0,25 a 0,50% de yodo disponible)	Rosado
Sellador Comercial a base de Cloro (0,05%)	Amarillo
Oxiclor- Gel <sup>®</sup> (0,01 a 0,1%)	Verde

La preparación del tratamiento del Sellador Comercial a base de dióxido de cloro (0,05%) y el tratamiento de pre-sello se realizaron cada siete días, según las especificaciones del fabricante. En el caso del Oxiclor- Gel<sup>®</sup> (0,01 a 0,1%) fue efectuado cada tres días y su pre-sello cada siete días. En cuanto al sellador de barrera con base de yodo (0,25 a 0,50% de yodo disponible), se aplicó sin ninguna dilución dado que este producto se encuentra listo para usar; su pre-sello se diluyó según lo indicado anteriormente.



**Figura 2.** Recipientes con los tratamientos de pre-sello (A) y sellador Oxichlor-Gel<sup>®</sup> (B) listos para usar durante la evaluación en vacas lecheras, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016.

Para el empleo de los tratamientos se utilizaron aplicadores especiales, conocidos como yoderas, con capacidad para 400 ml y se mantuvieron fijos para cada uno de manera individual.



**Figura 3.** Recipientes aplicadores de pre-sello y sellador para el tratamiento de Oxiclor-Gel® durante la evaluación en vacas lecheras, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016.

### **3.7. Diseño Experimental y modelo estadístico**

Se utilizó un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial y desigual número de repeticiones para evaluar el efecto de los tratamientos de los selladores de barrera.

El análisis del efecto de los tratamientos se llevó a cabo mediante dos pruebas de Modelos Lineales Mixtos. La primera prueba se ejecutó para determinar el efecto de los selladores sobre el número de partos, donde existieron tres categorías de parto que fueron: primero, segundo y tercero y más de cuatro partos, así como tres tratamientos, un sellador de barrera a base de yodo y dos selladores de barrera a base de dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ). El modelo lineal utilizado para analizar el efecto sobre el número de partos fue:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + S_j + P_i * S_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y: Variable de respuesta

$\mu$ : Media general

$P_i$ : Efecto del i-ésimo Parto

$S_j$ : Efecto del j-ésimo Sellador de barrera

$F_i * S_j$ : Efecto de la interacción de ambos factores

$\varepsilon$ : Error Experimental

En la segunda prueba se analizó el efecto de los tres tratamientos sobre la fase de lactancia la cual se dividió en tres clases que fueron de 0-100 días, de 100-200 días, y mayor de 200 días de lactancia. El modelo lineal utilizado para analizar el efecto sobre la fase de lactancia fue:

$$Y_{ij} = \mu + F_i + S_j + F_i * S_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y: Variable de respuesta

$\mu$ : Media general

$F_i$ : Efecto del i-ésima Fase de lactancia

$S_j$ : Efecto del j-ésimo Sellador de barrera

$F_i * S_j$ : Efecto de la interacción de ambos factores

$\varepsilon$ : Error Experimental

### **3.8. Unidad experimental**

La unidad experimental de este trabajo es la vaca lechera; los animales empleados en este estudio fueron identificados mediante el uso de un brazalete de color, colocado en una extremidad posterior, según el tratamiento asignado; lo anterior para facilitar la identificación por parte del colaborador que efectuó el ordeño.



**Figura 4.** Brazaletes de identificación color verde correspondiente al tratamiento de Oxiclor-Gel® durante la evaluación en vacas lecheras, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016.

### **3.9. Análisis de Datos**

Como se mencionó en la sección 3.7, se utilizó la técnica de Modelos Lineales Mixtos para evaluar el efecto de los tratamientos sobre el número de partos y fases de lactancia, utilizando la raza como covariable en ambos casos para el análisis de la variable de conteo de células somáticas y la prueba de comprobación múltiple de DGC para encontrar el sellador más eficiente. En el análisis de la fase de lactancia y tratamiento, se realizó una corrección de heterocedasticidad con la función varIdent.

Para el análisis de incidencia de mastitis en los animales tratados durante el período de estudio se utilizaron Modelos Lineales Mixtos Generalizados (prueba no paramétrica) con distribución binomial. Además se realizaron tablas de frecuencia para observar el comportamiento que tuvo la enfermedad para cada tratamiento tanto para los días de lactancia como para el número de partos.

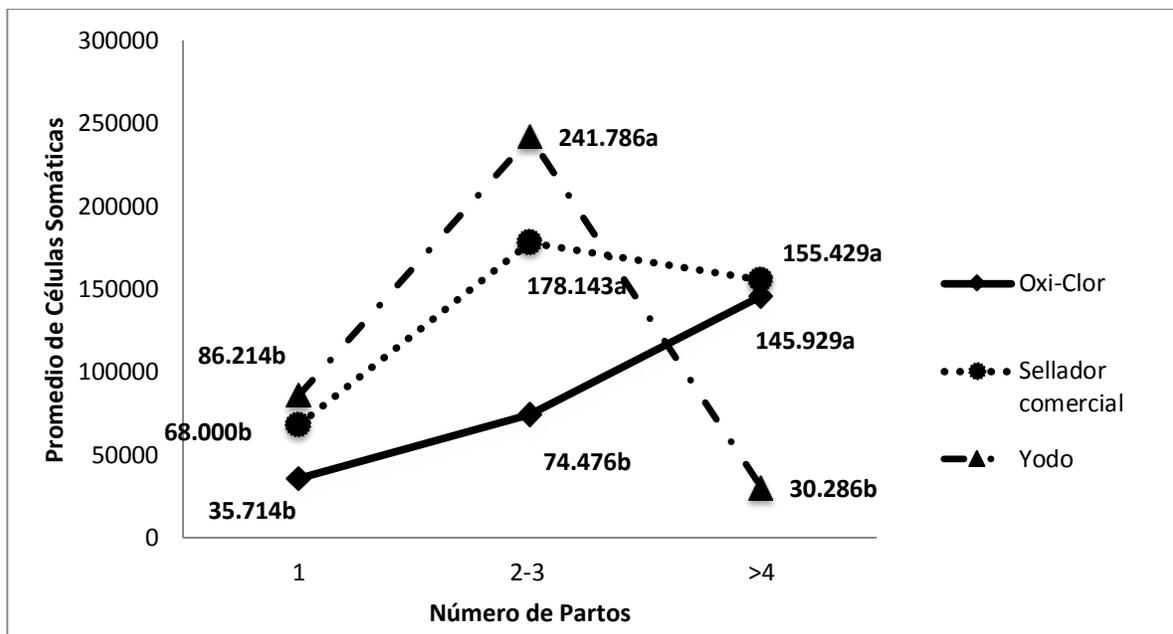
Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el programa InfoStat/P (Di Rienzo *et al.* 2014). Todas las pruebas se ejecutaron con un nivel de significancia de 0,05.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efecto de la composición del sellador de barrera sobre el control de células somáticas según el número de partos

Se analizó el efecto de los tratamientos sobre el conteo de células somáticas según el número de partos, encontrando que no se presentaron diferencias significativas para la interacción parto-tratamiento ( $P=0,0510$ ); sin embargo este valor se encuentra muy cerca del nivel de significancia utilizado para todas las pruebas (Anexo 4).

En la Figura 5, se puede observar el comportamiento que se presentó sobre el conteo de células somáticas según los promedios obtenidos para cada tratamiento, en las diferentes categorías de número de partos durante el período de estudio.



\*Medias con letra común no son significativamente diferentes, según la prueba DGC para número de partos.

**Figura 5.** Efecto de la composición del sellador de barrera sobre el conteo de células somáticas según el número de partos, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016.

Como se puede observar en la Figura 5, todos los tratamientos presentaron un incremento del CCS hasta la categoría de segundo y tercer parto. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Cuberlo (2010), quien señala que los recuentos de células somáticas en vacas de primer parto son menores en relación a aquellas con mayor número de lactancias. Una posible explicación es que las vacas más maduras tienden a sufrir infecciones con mayor frecuencia y severidad, lo que causa mayores daños en el tejido glandular mamario, desencadenando una mayor proliferación de leucocitos. Sin embargo, aunque este aumento en el número de glóbulos blancos no se encuentra directamente relacionado con la edad de las vacas, sí se ha determinado una relación directa con el efecto acumulativo de aquellas vacas que tuvieron exposiciones previas a infecciones por patógenos.

Adicionalmente, Andrade *et al.* (2010), mencionan que podrían presentarse incrementos de hasta cinco veces para el conteo de células somáticas, en vacas multíparas en relación a las primerizas. Concordando con este autor, en el estudio se observa que para el tratamiento de Oxiclor-Gel<sup>®</sup>, los animales con cuatro partos o más, presentaron un CCS aproximadamente cuatro veces mayor en relación con aquellos de primer parto. Así mismo, este autor señala que las vacas multíparas presentan un mayor número de infecciones por patógenos a lo largo de sus lactancias y dentro de estas se encuentra la mastitis.

Como señala Leslie (2012), existe una asociación entre la mastitis y los conteos altos de CS, ya que los animales más viejos presentan mayores CCS, debido a una respuesta celular a la infección o un mayor daño permanente en la ubre causado por infecciones anteriores. Esta condición además tendrá un efecto negativo en la respuesta que tenga el animal ante el tratamiento de la infección, ya que un animal de primer parto con un alto CCS tendrá una mejor respuesta a éste, que aquel que presente un mayor número de partos y un elevado CCS.

Por otra parte, el Sellador a base de Yodo presentó una anomalía en su comportamiento, ya que el promedio para el CCS mostró una caída abrupta para aquellos animales de cuatro partos o más, siendo incluso más bajo que los de primer

parto. Una posible explicación es que en esta categoría se trató el animal 421, cuyo promedio de células somáticas durante todo el tratamiento fue de 30.286 cél/ml de leche, considerado como un promedio muy bajo. Lo anterior coincide con lo planteado por Leslie (2012), quién define, que una vaca que presente valores inferiores a las 100.000 cél/ml de leche puede considerarse como muy sana.

Así mismo, se presentó el caso de aquellos animales de 2-3 partos tratados con el Sellador Comercial, que mostraron un promedio más alto que los CCS de animales con cuatro partos o más. Esto pudo deberse a que en la categoría de 2-3 partos con Sellador Comercial se presentó el caso del animal 2981 que sufrió infecciones por causa de mastitis durante dos semanas, elevando su CCS a valores superiores a las 300.000 cél/ml de leche mientras presentó la infección. Dicho comportamiento se alinea lo encontrado por Sharma *et al.* (2011), quienes mencionan que cuando un animal presenta infecciones bacterianas como mastitis, su promedio de CCS se incrementará por arriba de las 200.000 cél/ml de leche. Además, Leslie (2012), encontró que animales con valores superiores a las 300.000 cél/ml de leche, son vacas que se encuentran afectadas por bacterias de gran importancia como *Streptococcus agalactiae* o *Staphylococcus aureus*, considerados como unos de los principales patógenos causantes de la enfermedad y responsables de altos conteos de células somáticas en los animales infectados.

Como se mencionó anteriormente, a pesar de no haberse encontrado diferencias significativas para la interacción parto-tratamiento ( $P= 0,0510$ ), cabe destacar que se presentaron diferencias entre tratamientos ( $P= 0,0001$ ) (Anexo 4). En el Cuadro 2 se muestra el promedio para el conteo de células somáticas obtenido para los diferentes tratamientos y su respectivo error estándar.

**Cuadro 2.** Medias  $\pm$  error estándar para la variable conteo de células somáticas según los tratamientos, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016.

<b>Tratamiento</b>	<b>Promedio CCS<math>\pm</math> E.E.</b>
Yodo	137.257 $\pm$ 70.233 <sub>a</sub>
Sellador Comercial	115.500 $\pm$ 24.796 <sub>a</sub>
Oxiclor-Gel <sup>®</sup>	91.833 $\pm$ 2.953 <sub>b</sub>

CCS: Conteo Células Somáticas; EE: Error Estándar.

*\*Medias con letra común no son significativamente diferentes, según la prueba DGC.*

Como se puede observar en el Cuadro 2, el tratamiento Oxiclor-Gel<sup>®</sup> fue el que obtuvo los conteos de células somáticas más bajos, mientras que el sellador a base de Yodo presentó el promedio más alto de CCS a lo largo de todo el período de estudio. Una de las razones que pudo mediar para que el tratamiento Oxiclor-Gel<sup>®</sup> obtuviera este resultado, es el hecho de que este se preparó cada tres días, lo que le permite tener una mayor concentración de dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>) disponible para el combate de bacterias, mientras que el tratamiento de Sellador Comercial fue preparado cada siete días, según las instrucciones del fabricante.

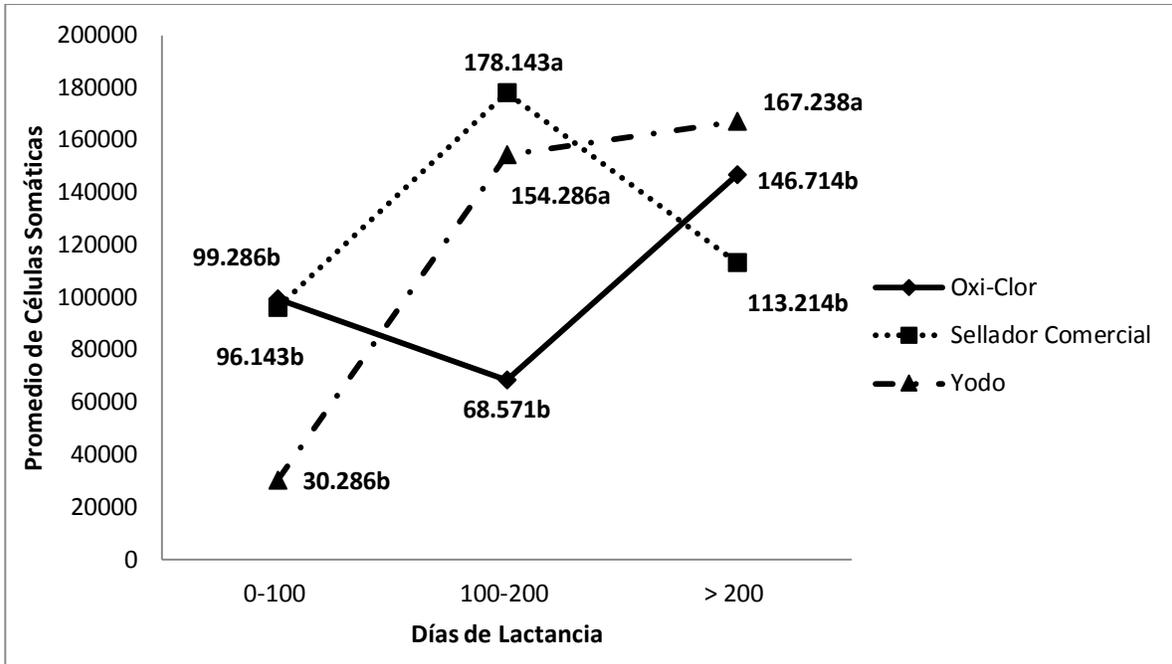
Otra justificación del por qué se presentó este comportamiento se podría relacionar con lo mencionado por Rojas (2007), quien alude que el uso de productos a base de Yodo es eficiente para el control de un amplio espectro de patógenos bactericidas en presencia de materia orgánica, siempre y cuando éstas no se encuentren en una cantidad excesiva y el pH no sea superior a 4. Por otra parte los productos con dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>) presentan la ventaja de conservar gran parte de su actividad desinfectante en un mayor rango de pH (3-13) y en presencia de materia orgánica, además de ser más eficientes para el control de esporas, y por tanto de patógenos.

En términos generales y a partir de los promedios de células somáticas obtenidos para los tratamientos, puede decirse que estos son efectivos para el control de células somáticas ya que según Hurtado *et al.* (2010), se puede considerar como leche de calidad aquella que presente conteos de células somáticas menores a las 200.000 cél/ml de leche y que en vacas de primera

lactancia, este puede ser menor. Skrzypek *et al.* (2004), mencionan que un animal cuyos conteos de células somáticas se encuentran entre las 50.000 a 100.000 cél/ml de leche, puede considerarse completamente sano, mientras que niveles cercanos a las 200.000 cél/ml de leche se define como el umbral entre la salud y la enfermedad. Ninguno de los tratamientos presentó promedios de células somáticas superiores a las 150.000 cél/ml de leche. Así mismo es importante recordar que el sistema de pago de la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos otorga una bonificación del 3% sobre el precio base de la leche para aquellos productores que mantengan CCS inferiores a las 200.000 células/ml de producto.

#### **4.2. Efecto de la composición del sellador de barrera sobre el control de células somáticas según los días de lactancia**

Cuando se analizó el comportamiento del conteo de células somáticas en relación a los días o fases de lactancia se encontraron diferencias significativas para la interacción días de lactancia-tratamiento ( $P=0,0001$ ) (Anexo 5).



\*Medias con letra común no son significativamente diferentes, según la prueba DGC, para días de lactancia.

**Figura 6.** Efecto de la composición del sellador de barrera sobre el conteo de células somáticas según los días de lactancia, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016.

Para el tratamiento a base de Yodo, se presentó un incremento del CCS en el grupo de animales con más de 200 días de lactancia, concordando con lo expuesto por Sandrucci *et al.* (2014), quienes señalan que aquellos animales con lactancias tardías superiores a los 200 días, tienen un mayor riesgo de presentar conteos de células somáticas por encima de las 100,000 células/ml de leche, en comparación con vacas en temprana y media lactancia. Así mismo, Leslie (2012) encontró que algunas vacas podrían presentar un aumento en el CCS al final de la lactancia, inmediatamente antes de que entren al período seco o bien después de que la producción de leche haya caído por debajo de los 4 kg/día, ya que hay una mayor concentración de leucocitos en un menor volumen de leche.

Se puede observar en la Figura 6 que para el tratamiento de Sellador Comercial se presentó un comportamiento atípico, ya que el promedio de células somáticas durante la última fase de lactancia fue inferior al obtenido para la segunda etapa de lactancia (100-200 días), difiriendo con lo reportado por Sharma *et al.*

(2011), pues dichos investigadores encontraron que el conteo de células somáticas aumenta con forme avanza la lactancia; a mayor número de días de lactancia, mayor número de células somáticas, independientemente de que el animal se encuentre infectado o no. Esta es una respuesta inmune innata del animal, como manera de preparación para el momento crítico del parto y mejorar así su mecanismo de defensa en la glándula mamaria.

Este hallazgo puede explicarse en el hecho de que en esta categoría se contó con el animal 2981, que sufrió una infección por mastitis durante dos semanas, provocando un aumento de células somáticas (178.000 cél/ml de leche), mientras que para la categoría de >200 días de lactancia, se presentó el caso del animal 488 con un promedio de CCS bajo (61.000 cél/ml de leche) contribuyendo a que el promedio general para esta categoría fuera inferior.

Adicionalmente se puede observar que, en el caso del tratamiento Oxiclorigel<sup>®</sup>, el comportamiento tampoco fue el esperado, ya que en la categoría de 100-200 días de lactancia se presentó una disminución en el promedio de células somáticas en relación a la primera fase.

Una de las razones para este resultado, es el hecho de que en esta categoría se obtuvieron muestras de tres animales (3062, 365 y 2992), cuyos promedios de células somáticas fueron de 35.000, 145.000 y 24.000 cél/ml de leche respectivamente, valores muy bajos, a excepción del animal 365 cuyo promedio superó las 100.000 cél/ml de leche. En la categoría de 0-100 días de lactancia se contó con los animales 3016 y 3018 con un promedio de 78.000 y 120.000 cél/ml de leche respectivamente.

#### 4.3. Efecto de la composición del sellador de barrera sobre la incidencia de mastitis según el número de partos

De los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P=0,0036$ ) (Anexo 6), donde Oxiclor-Gel<sup>®</sup> presentó una menor incidencia de casos de mastitis.

Para la variable número de partos, hubo diferencias significativas ( $P=0,0037$ ) (Anexo 6), entre las tres categorías (partos), siendo el parto 2-3 el que presentó la mayor incidencia de casos de mastitis (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Frecuencia relativa y frecuencia acumulada para la incidencia de mastitis según el número de parto para cada tratamiento durante el período de estudio, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016.

Número de Partos	Tratamiento	Número de Animales	Número de Muestras	FA	FR %
1	Oxiclor-Gel <sup>®</sup>	1	7	7	100
1	Sellador Comercial	3	21	21	100
1	Yodo	2	14	14	100
2- 3	Oxiclor-Gel <sup>®</sup>	3	21	20	95
2- 3	Sellador Comercial	1	7	6	88
2- 3	Yodo	2	14	10	71
4 o más	Oxiclor-Gel <sup>®</sup>	2	14	14	100
4 o más	Sellador Comercial	2	14	10	71
4 o más	Yodo	1	7	7	100

FA: Frecuencia Acumulada (número de muestras negativas); FR: Frecuencia Relativa representa el % de efectividad para el control de la enfermedad

Como se observa en el Cuadro 3, para el caso de los animales de primer parto que fueron tratados con los diferentes selladores, no se presentó ningún caso de mastitis durante las ocho semanas de tratamiento.

Por otra parte, la categoría de dos y tres partos, mostró la mayor cantidad de casos de mastitis. Velásquez y Vega (2012), al igual que este estudio, encontraron una mayor aparición de mastitis subclínicas en aquellos animales que se encontraban con dos partos o más en relación con los de primer parto. Esto podría deberse a que aquellos animales con más de dos partos son más propensos a presentar la enfermedad por su mayor tiempo de permanencia en la finca y una

mayor exposición a patógenos; además, que en algunos casos estas infecciones se vuelven crónicas y el sistema inmunológico de las vacas adultas no es tan eficiente como el de aquellos animales más jóvenes.

Así mismo, Caraguay (2012), en su estudio sobre el diagnóstico de mastitis subclínica detectó que el número de partos fue altamente significativo para aquellos animales que se encontraban del tercer evento en adelante y que estos son más susceptibles que aquellos de primer y segundo parto.

A su vez, para la categoría de segundo y tercer parto, se puede observar (Cuadro 3) que el tratamiento Oxiclór-Gel<sup>®</sup> fue el que presentó una mayor eficiencia (95%), en relación al número de individuos que mostraron mastitis, ya que para esta categoría se muestrearon un total de tres animales (mayor muestra dentro de la clase) y únicamente se presentó un caso de mastitis. Para el tratamiento de Sellador Comercial se tuvo únicamente un animal que padeció la enfermedad; de igual forma para el tratamiento con Yodo se presentó el caso del animal 2993 que permaneció enfermo durante cuatro semanas.

Además, durante el estudio, los animales de la categoría de cuatro partos o más, para el tratamiento de Sellador Comercial, presentaron una mayor incidencia de mastitis, coincidiendo con lo encontrado Mora *et al.* (2015), quienes señalan que la probabilidad de contraer una mastitis se incrementa de manera consistente hasta los cuatro o cinco partos y que por encima de estos se tiende hacia la estabilización. A su vez, estos autores hallaron una menor incidencia de mastitis en aquellos animales de primer parto en relación con vacas multíparas, reportando una mayor incidencia de mastitis en animales de mayor edad y mayor número de partos en relación con los animales más jóvenes. Adicionalmente Caraguay (2012), señala que el desgaste que sufren las vacas multíparas se encuentra asociado a un mayor conteo de células somáticas, y con ello mayor incidencia de mastitis.

De igual forma, se encontró que para esta categoría, el porcentaje de efectividad para el tratamiento de Yodo aumentó considerablemente, pasando de un 71% en animales de dos y tres partos, a un 100% para los de cuatro partos o

más. En este caso se contó con el animal 421 cuyo promedio de células somáticas fue de 30.286 células/ml de leche, por lo cual es considerado como un animal muy sano.

Igualmente, el tratamiento Oxiclor-Gel<sup>®</sup> presentó una eficiencia del 100% para el control de mastitis en esta categoría; probablemente porque los animales tratados en esta categoría tuvieron conteos de células somáticas que no superaron las 200.000 células/ml de leche.

#### **4.4. Efecto de la composición del sellador de barrera sobre la incidencia de mastitis según los días de lactancia**

Se analizó la incidencia de mastitis para los diferentes tratamientos de acuerdo a la categoría de días de lactancia, encontrando que se presentaron casos de mastitis en al menos una ocasión para cada uno de los selladores en algunas de las categorías (Cuadro 4). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P=0,1161$ ) (Anexo 7).

**Cuadro 4.** Frecuencia relativa y frecuencia acumulada para la incidencia de mastitis según los días de lactancia para cada tratamiento durante el período de estudio, Finca Agropecuaria Vara Blanca, San Rafael de Vara Blanca, Heredia, 2016.

Días de Lactancia	Tratamiento	Número de Animales	Número de muestras	FA	FR%
0-100	Oxiclor-Gel®	2	14	13	93
0-100	Sellador Comercial	3	21	21	100
0-100	Yodo	1	7	7	100
100-200	Oxiclor-Gel®	3	21	21	100
100-200	Sellador Comercial	1	7	5	71
100-200	Yodo	1	7	7	100
> 200	Oxiclor-Gel®	1	7	7	100
> 200	Sellador Comercial	2	14	12	86
> 200	Yodo	3	21	17	81

FA: Frecuencia Acumulada (número de muestras negativas); FR: Frecuencia Relativa representa el % de efectividad para el control de la enfermedad.

Como se observa en el Cuadro 4, la efectividad del sellador varía según la categoría. En el estudio se presentaron diferencias entre cada una de ellas ( $P=0,0156$ ), siendo la primera fase de lactancia la que presentó menor número de casos de mastitis. Este resultado concuerda con lo investigado por Mora *et al.* (2015) quienes encontraron que tanto el número de partos como los días de lactancia presentan una alta significancia ( $p<0,001$ ) para incidencia de mastitis en ganado lechero de Costa Rica.

Además, el menor número de casos de mastitis se presentó para la categoría de 0-100 días de lactancia, probablemente asociado con factores de manejo en la finca, por ejemplo un adecuado plan de manejo para el secado. Según lo mencionado por Izak (2010), esta práctica ayuda en la formación de una capa de queratina dentro del pezón, que permite reducir o eliminar la entrada de patógenos causantes de infecciones intramamarias; así mismo, ayuda a la eliminación de infecciones que ya se encuentren dentro de la ubre o bien ante el ataque de nuevos patógenos.

Mora *et al.* (2015), encontraron que durante los primeros 30 días posteriores al parto, el animal se encuentra propenso a contraer la enfermedad, debido a que se presenta un período de estrés por el incremento en la producción de leche en

poco tiempo, lo que lo hace más susceptible a infecciones mamarias. Esto es una de las razones que podría justificar el hecho de que se haya presentado un caso de mastitis para el tratamiento de Oxiclor-Gel® en la categoría de 0-100 días de lactancia.

En la categoría de 100-200 días de lactancia, se presentó una reducción en el porcentaje de efectividad para el tratamiento de Sellador Comercial, mientras que en el caso de Oxiclor-Gel® y Yodo la efectividad fue del 100%. Los animales muestreados para estos tratamientos, presentaron bajos conteos de células somáticas, además para el Sellador Comercial se trató el individuo 2981, que se pudo ver afectado por factores de manejo o períodos de estrés dentro de la finca, que se convirtieron en precursores para el desarrollo de la enfermedad.

Durante la última fase de lactancia el tratamiento que obtuvo la mejor efectividad para reducir la incidencia de mastitis fue Oxiclor-Gel® con un 100%, difiriendo con los otros dos tratamientos, cuyo porcentaje varío con respecto a la segunda fase de lactancia. Este comportamiento concuerda con lo mencionado por Velásquez y Vega (2012), donde reportan que existe una relación de dependencia entre el momento de la lactancia y la incidencia de mastitis subclínica. Dichos autores mencionan que durante los estadios finales de lactancia es cuando se manifiesta la mayor cantidad de infecciones por mastitis, debido al incremento normal de células somáticas que se concentran en un menor volumen de leche conforme avanzan los días de lactancia. Además, citan que un incremento en el número de células somáticas en niveles por encima de las 600.000 cél/ml de leche durante la última fase de lactancia se ve reflejado en un aumento de la cantidad de cuartos afectados por mastitis subclínica, siendo el responsable de al menos un 61% a 79% de las mastitis subclínicas de vacas en producción.

## 5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales de este estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

La eficacia de los selladores de barrera para el control de células somáticas en vacas Holstein y Yersey es independiente del número de partos.

La eficacia de los selladores de barrera para el control de células somáticas en vacas Holstein y Yersey fue superior durante los primeros 100 días de lactancia, mientras que en vacas de 100-200 días de lactancia presentó la menor eficacia.

La incidencia de mastitis en vacas Holstein y Yersey fue menor para los animales de primer parto, a diferencia de las vacas de dos y tres partos quienes presentaron la mayor incidencia de mastitis.

La leche de vacas Holstein y Yersey tratadas con Oxiclór-Gel<sup>®</sup> presentó el menor conteo de células somáticas (91.833 células/ml de leche).

Vacas Holstein y Yersey tratadas con Oxiclór-Gel<sup>®</sup> presentaron la menor incidencia de mastitis.

La leche sometida a evaluación durante el periodo de estudio mantuvo conteos de células somáticas inferiores a las 200.000 cel/ml de leche.

## **6. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar el estudio durante la época lluviosa de la zona evaluada, ya que esta presenta condiciones climáticas adversas que pondrían influir en el desempeño de los selladores de barrera para el control de células somáticas y la incidencia de mastitis.

Se aconseja aumentar el número de animales muestreados para cada categoría de parto y fase de lactancia con el fin de tener mayor representatividad de los datos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, R; Pulido, M; Molano D. 2010. Efecto del amamantamiento restringido en los conteos de células somáticas en vacas Holstein cruzadas. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Colombia. 15(2):2095-2101
- Barrientos, O; Villegas, L. 2010. Sector Agropecuario: Cadena productiva de leche Políticas y Acciones (en línea). Secretaria Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria SEPSA. MAG. Costa Rica. Consultado 2 set 2015. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/MarcoInstitucional/Documents/Pol%C3%ADticas%20de%20la%20Leche.pdf>
- Caraguay, M. 2012. Diagnóstico de mastitis subclínica por el método California Mastitis Test, aislamiento, identificación y sensibilidad del germen en las ganaderías de la Parroquia Chantaco del Cantón Loja. Tesis de grado previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista Universidad Nacional de Loja. Ecuador.
- Chacón, A; Vargas, C; Jiménez M. 2006. Incidencia en el conteo de células somáticas de un sellador de barrera (Yodo-Povidina 0.26%) y un sellador convencional (Yoduro 0,44%) (En línea). Agronomía Mesoamericana 17(2): 207-212 Costa Rica. Consultado 1 set 2015. Disponible en [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v17n02\\_207.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v17n02_207.pdf)
- Cuberlo, J. 2007. Relación entre los recuentos de células somáticas, prácticas de manejo y patógenos causantes de mastitis en hatos lecheros de Puerto Rico. Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS en INDUSTRIA PECUARIA Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. Puerto Rico. 89 p.

- Dirienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, M; González, L; Tablada, M; Robledo, C. 2014. InfoStat, versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Echeverría, M; Rodríguez, R. 2009. Microbiología de la leche “Procesos fundamentales fisicoquímicos y microbiológicos” (en línea). Universidad Tecnológica Nacional. 25 p. Consultado 24 nov. De 2015. Disponible en [http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem\\_fi\\_qui\\_micrb\\_09/microbiologia\\_leche.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/sem_fi_qui_micrb_09/microbiologia_leche.pdf)
- Escobar, E; Mercado, C. 2008. Determinación de mastitis subclínica mediante la prueba Mastitis California Test (CMT) y la correlación del período de lactancia del animal con los cuartos mamarios afectados en bovinos (*Bos indicus* y cruces) de empresas ganaderas en el municipio de Since-Sucre. Universidad de Sucre Facultad de Ciencias Agropecuarias Programa de Zootecnia. Sincelejo, Sucre, Colombia. 87 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2012. Los países en desarrollo y el sector lechero mundial. Parte I: Panorama mundial (en línea). Consultado 2 set 2015. Disponible en [http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/pplpi/docarc/execsumm\\_wp30.pdf](http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/es/pplpi/docarc/execsumm_wp30.pdf)
- Fernández, M; Ramírez, J; Chaves, C; Arias M. 2008. Disminución de la incidencia de mastitis en ganado vacuno con la aplicación de un sellador de barrera experimental. Agronomía Costarricense 32(1): 107-112.
- Hernández, J; Bedolla, J. 2008. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche (en línea). REDVET (Revista Electrónica Veterinaria. Vol. IX. Número 9: 1-34. Málaga, España. Consultado 25 set 2015. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617329004>
- Hurtado, Z; Dauqui, V; Campos, R. 2010. Factores que inciden en el recuento de células somáticas (RCS) y la calidad de leche. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. 58 p

- Izak, E. 2010. Mastitis post-parto: Importancia del secado (en línea). Villa María, Córdoba, Argentina. Consultado 30 set 2016. Disponible en <http://www.todoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=13276>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2007. Agrocadena de Leche (en línea). San José, Costa Rica. Consultado 8 set 2015. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00071.PDF>
- Méndez, V; Osuna, L. 2007. Caracterización de la calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda en algunos sistemas productivos de la región del alto del Chicamocha (departamento de Boyacá) (en línea). Trabajo de Grado para optar por el título de Médicos Veterinarios Bogotá, Colombia. 156 p.
- Mora, M; Vargas, B; Romero, J; Camacho, J. 2015. Factores de riesgo para la incidencia de mastitis clínica en ganado lechero de Costa Rica. Ciencias Veterinarias Tropicales, Universidad Nacional, Costa Rica. Agronomía Costarricense 39(2): 77-89. ISSN:0377-9424.
- Leslie, K. 2012. Somatic Cell Counts. Interpretation for individual cows. Veterinarian/Ontario Veterinary College. Canadá.
- POÁS-VOLCANO. 2008. Volcán Poás Clima. Costa Rica. Consultado 05 set de 2017. Disponible en <http://poas-volcano.blogspot.com/2008/07/clima.html>
- Sandrucci, A; Bava, L; Zucali, A; Tamburini, A. 2014. Management factors and cow traits influencing milk somatic cell counts and teat hyperkeratosis during different seasons. Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Milano, Italia. R. Bras. Zootec. vol.43 no.9 Viçosa Sept. 2014.
- Secretaría de Economía. 2012. Análisis del sector Lácteo en México (en línea). Estados Unidos. Consultado 2 set 2015. Disponible en [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/analisis\\_sector\\_lacteo.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf)

- Sharma, N; Singh, K; Bhadwal, M. 2011. Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview. Division of Veterinary Clinical Medicine and Jurisprudence, SKUAST-J, India. Vol. 24, No. 3: 429–438.
- Skrzypek, R; Wójtowski, J; Fahr D. 2003. Factors Affecting Somatic Cell Count in Cow Bulk Tank Milk – A Case Study from Poland. Department of Cattle Breeding, August Cieszkowski Agricultural University, Poznan´. Poland. J. Vet. Med. 51 (3), 127–131.
- Solís, M. 2007. Utilización de la Solución Hipertónica (agua de mar) en el Tratamiento de la Mastitis Bovina en la Finca "Guadalupana", del Municipio de Nagarote, Departamento de León. Tesis sometida a la consideración del Consejo de Investigación y Desarrollo (CID), de la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA), para optar al título profesional de: MEDICO VETERINARIO En el grado de Licenciatura Universidad Nacional Agraria Facultad de Ciencia Animal Departamento de Veterinaria. Managua, Nicaragua. 110 p.
- Rojas, C. 2007. Evaluación de cuatro desinfectantes sobre *Listeria monocytogenes* aislada de productos cárnicos de una planta procesadora en Bogotá. Pontificia Trabajo de grado. Presentado como requisito parcial para optar por el título de Microbiólogo Industrial. Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá, Colombia. 104 p.
- Vargas, R. 2008. Calidad de la leche en Costa Rica (en línea). Cooperativa de Productores de Leche. Costa Rica. Consultado 1 sep 2015. Disponible en <http://cbql.com.br/biblioteca/cbql3/IIICBQL241.pdf>
- Velásquez, C; Vega, J. 2012. Calidad de la leche y mastitis subclínica en establos de la Provincia de Guaura, Lima. Escuela Académico Profesional de Zootecnia (EAPZ), Facultad de Ciencias Agrarias e Industria Alimentarias, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Perú. Rev Inv Vet Perú 2012; 23(1): 65-71.

Vilaboa, J; Rivera, P; Wingching, R; Quirós, O. 2011. Características de la Industria Lechera en Costa Rica (en línea). Costa Rica. Consultado 2 set 2015. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/industria-lechera/articulos/industria-lechera-en-costa-rica-t3408/472-p0.htm>

## ANEXOS

**Anexo 1.** Reporte Semanal de Laboratorio para CCS Finca Agropecuaria Vara Blanca, durante los meses de abril-mayo 2016.



### INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS EXTRAORDINARIO

Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L.  
Laboratorio de Recibo de Leche

Productor 76 Centro: COYOL  
HARRINGTON SOLORZANO JAIME F

Informe #  
Fecha 12 de Abril 2016  
Página 1 de 1  
Archivo mcre28.rdf

<u>Fecha</u>	<u>Id. Muestra</u>	<u>Resultado Análisis</u>	<u>Componente</u>	<u>Unidad</u>
08/04/2016	2796	57,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
08/04/2016	2941	402,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
08/04/2016	tanque	83,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	2780	3,882,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	2917	73,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	2981	36,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	2992	9,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	2993	226,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	3016	60,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	3018	305,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	3061	42,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	3062	24,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	3073	89,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	3090	40,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	3095	138,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	344	568,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	351	80,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	353	203,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	365	75,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	421	24,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	488	41,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
09/04/2016	Tanque	76,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
10/04/2016	2903	153,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
10/04/2016	Tanque	76,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
11/04/2016	440	309,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
11/04/2016	446	298,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
11/04/2016	Tanque	90,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml

----- Ultima Linea -----

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS EXTRAORDINARIO

Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L  
Laboratorio de Recibo de Leche

Productor 76 Centro: COYOL  
HARRINGTON SOLORZANO JAIME F

Informe #

18 de Abril 2016

Página 1

de 1

Archivo

mcre28.rdf

<u>Fecha</u>	<u>Id. Muestra</u>	<u>Resultado Análisis</u>	<u>Componente</u>	<u>Unidad</u>
15/04/2016	2847	182,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
15/04/2016	3016	153,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
15/04/2016	Tanque	73,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	2780	3,083,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	2847	160,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	2917	62,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	2979	111,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	2981	146,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	2992	20,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	2993	616,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	3016	173,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	3016	121,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	3018	78,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	3061	14,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	3062	57,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	3073	107,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	3090	64,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	3095	142,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	344	275,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	351	189,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	353	298,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	365	131,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	421	25,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	488	49,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
16/04/2016	TQ2	111,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
17/04/2016	2847	72,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
17/04/2016	2979	33,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
17/04/2016	3016	173,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
17/04/2016	368	209,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
17/04/2016	377	62,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
17/04/2016	439	105,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
17/04/2016	TQ2	63,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS EXTRAORDINARIO

Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L  
Laboratorio de Recibo de Leche

Productor 76 Centro: COYOL  
HARRINGTON SOLORZANO JAIME F

Informe #  
Fecha 25 de Abril 2016  
Página 1 de 1  
Archivo mcre28.rdf

<u>Fecha</u>	<u>Id. Muestra</u>	<u>Resultado Análisis</u>	<u>Componente</u>	<u>Unidad</u>
22/04/2016	2847	86,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
22/04/2016	2891	72,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
22/04/2016	2968	197,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
22/04/2016	3027	81,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
22/04/2016	3083	119,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
22/04/2016	TQ2	86,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	2780	645,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	2891	50,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	2917	84,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	2968	148,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	2981	57,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	2992	13,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	3016	67,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	3018	160,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	3061	29,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	3062	13,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	3073	153,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	3090	23,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	3095	115,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	344	64,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	351	90,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	353	25,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	365	52,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	421	29,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	488	79,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
23/04/2016	TQ	73,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
24/04/2016	2891	92,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
24/04/2016	2968	84,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
24/04/2016	529	164,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
24/04/2016	NR	88,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
25/04/2016	2780	0	ANALISIS DE MASTITIS	cs/ml

----- Ultima Linea ---

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS EXTRAORDINARIO

Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L  
Laboratorio de Recibo de Leche

Productor 76 Centro: COYOL  
HARRINGTON SOLORZANO JAIME F

Informe #  
Fecha 02 de Mayo 2016  
Página 1 de 1  
Archivo mcre28.rdf

<u>Fecha</u>	<u>Id. Muestra</u>	<u>Resultado Análisis</u>	<u>Componente</u>	<u>Unidad</u>
29/04/2016	368	123,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
29/04/2016	436	76,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
29/04/2016	TQ1	87,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	2917	76,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	2992	24,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	2993	445,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	3016	94,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	3018	232,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	3061	17,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	3062	20,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	3073	82,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	3090	18,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	3095	156,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	3096	140,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	344	39,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	351	116,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	353	112,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	365	289,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	421	32,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	488	73,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
30/04/2016	Tanque 2	67,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml

----- Ultima Linea ---

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS EXTRAORDINARIO

Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L  
Laboratorio de Recibo de Leche

Productor 76 Centro: COYOL  
HARRINGTON SOLORZANO JAIME F

Informe #  
Fecha 16 de Mayo 2016  
Página 1 de 1  
Archivo mcre28.rdf

<u>Fecha</u>	<u>Id. Muestra</u>	<u>Resultado Análisis</u>	<u>Componente</u>	<u>Unidad</u>
13/05/2016	2993	186,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
13/05/2016	406	87,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
13/05/2016	TQ	82,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	2917	105,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	2981	290,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	2992	30,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	2993	216,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	3016	66,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	3018	89,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	3061	9,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	3062	31,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	3090	14,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	3095	81,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	344	114,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	351	62,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	353	172,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	365	176,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	406	80,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	421	14,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	488	71,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
14/05/2016	Tanque 2	63,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
15/05/2016	Tanque 2	102,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml

----- Ultima Linea ---

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS EXTRAORDINARIO

Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L  
Laboratorio de Recibo de Leche

Productor 76 Centro: COYOL  
HARRINGTON SOLORZANO JAIME F

Informe #  
Fecha 23 de Mayo 2016  
Página 1 de 1  
Archivo mcre28.rdf

<u>Fecha</u>	<u>Id. Muestra</u>	<u>Resultado Análisis</u>	<u>Componente</u>	<u>Unidad</u>
20/05/2016	2994	53,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
20/05/2016	3073	96,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
20/05/2016	426	73,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
20/05/2016	Tanque	97,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	2917	77,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	2930	200,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	2981	157,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	2992	29,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	2993	385,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	2994	52,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	3016	51,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	3018	98,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	3061	17,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	3062	25,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	3073	138,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	3090	27,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	3095	99,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	341	0	ANALISIS DE MASTITIS	
21/05/2016	344	316,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	351	240,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	353	95,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	365	107,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	421	42,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	488	71,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
21/05/2016	tanque 2	71,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
22/05/2016	3026	90,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
22/05/2016	366	108,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
22/05/2016	391	353,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml
22/05/2016	TANQUE 2	69,000	CELULAS SOMATICAS	cs/ml

----- Ultima Linea ---

**Anexo 2.** Hoja de captura de datos en campo durante el periodo de estudio para el control de células somáticas e incidencia de mastitis.

**Fecha Muestreo:** \_\_\_\_\_

**# Muestreo:** \_\_\_\_\_

	<b>#Animal</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>CCS</b>	<b>Mastitis (CMT)</b>	<b>Observaciones</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					

**Anexo 3.** Control semanal de datos durante el periodo de estudio para el conteo de células somáticas e incidencia de mastitis.

# Animal	Tratamiento	Mastitis (CMT)	CCS	Mastitis (CMT)	CCS	Mastitis (CMT)	CCS
		08/04/2016		15/04/2016		22/04/2016	
3090	Sellador Comercial	-	40000	-	64000	-	23000
3095	Sellador Comercial	-	138000	-	142000	-	115000
2981	Sellador Comercial	-	36000	-	146000	-	57000
353	Sellador Comercial	-	203000	-	298000	-	25000
344	Sellador Comercial	-	568000	-	275000	+	64000
488	Sellador Comercial	-	41000	-	49000	-	79000
3018	Oxiclor-Gel	-	305000	-	78000	-	160000
3016	Oxiclor-Gel	-	60000	-	173000	-	67000
3062	Oxiclor-Gel	-	24000	-	57000	-	13000
2992	Oxiclor-Gel	-	9000	-	20000	-	13000
365	Oxiclor-Gel	+	75000	+	131000	+	52000
351	Oxiclor-Gel	+	80000	+	198000	+	90000
421	Yodo	-	24000	-	25000	-	29000
3073	Yodo	-	89000	-	107000	-	153000
3061	Yodo	-	42000	-	14000	-	29000
2917	Yodo	-	73000	-	62000	-	84000
2993	Yodo	+	226000	+	616000	+	280000
2780	Yodo	+	3882000	+	3083000	+	645000

# Animal	Tratamiento	Mastitis (CMT)	CCS	Mastitis (CMT)	CCS	Mastitis (CMT)	CCS
		29/04/2016		06/05/2016		13/05/2016	
3090	Sellador Comercial	-	18000	-	19000	-	14000
3095	Sellador Comercial	-	156000	-	152000	-	81000
2981	Sellador Comercial	-	128000	-	346000	-	290000
353	Sellador Comercial	-	112000	-	130000	-	172000
344	Sellador Comercial	+	39000	-	147000	+	114000
488	Sellador Comercial	-	73000	-	36000	-	71000
3018	Oxiclor-Gel	-	232000	-	120000	-	89000
3016	Oxiclor-Gel	-	94000	-	38000	-	66000
3062	Oxiclor-Gel	-	20000	-	29000	-	31000
2992	Oxiclor-Gel	-	24000	-	34000	-	30000
365	Oxiclor-Gel	+	298000	+	174000	+	176000
351	Oxiclor-Gel	+	116000	+	200000	+	62000
421	Yodo	-	32000	-	29000	-	14000
3073	Yodo	-	82000	-	253000	-	96000
3061	Yodo	-	17000	-	21000	-	9000
2917	Yodo	-	76000	-	90000	-	105000
2993	Yodo	+	445000	+	512000	-	186000
2780	Yodo	+	Descartada	Descartada	Descartada	Descartada	Descartada

		<b>Mastitis (CMT)</b>	<b>CCS</b>	<b>Mastitis (CMT)</b>	<b>CCS</b>
<b># Animal</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>20/05/2016</b>		<b>27/05/2016</b>	
3090	Sellador Comercial	-	27000	-	8000
3095	Sellador Comercial	-	99000	-	79000
2981	Sellador Comercial	-	157000	-	123000
353	Sellador Comercial	-	95000	+	190000
344	Sellador Comercial	+	316000	-	199000
488	Sellador Comercial	-	78000	-	45000
3018	Oxiclor-Gel	-	98000	+	63000
3016	Oxiclor-Gel	-	51000	-	61000
3062	Oxiclor-Gel	-	25000	-	75000
2992	Oxiclor-Gel	-	29000	-	24000
365	Oxiclor-Gel	+	107000	+	78000
351	Oxiclor-Gel	+	240000	+	121000
421	Yodo	-	42000	-	41000
3073	Yodo	-	138000	-	251000
3061	Yodo	-	17000	-	20000
2917	Yodo	-	77000	-	82000
2993	Yodo	-	385000	-	385000
2780	Yodo	Descartada	Descartada	Descartada	Descartada

## Anexo 4. ANOVA para CCS interacción parto-tratamiento

### Especificación del modelo en R

```
modelo.005_CCS_REML<-lme(CCS~1+Parto1+Tratamiento+Parto1:Tratamiento
,random=list(Raza=pdIdent(~1))
,weights=varComb(varIdent(form=~1|Parto1*Tratamiento))
,method="REML"
,control=lmeControl(niterEM=150
,msMaxIter=200)
,na.action=na.omit
,data=R.data05
,keep.data=FALSE)
```

### Resultados para el modelo: modelo.005\_CCS\_REML

Variable dependiente: CCS

### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2 0	R2 1
17	232,41	233,92	-97,20	11855,93	0,50	0,50

AIC y BIC menores implica mejor

### Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	7	32,18	0,0008
Parto1	2	7	2,28	0,1723
Tratamiento	2	7	5,70	0,0339
Parto1:Tratamiento	4	7	4,08	0,0510

### Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	7	34819,18	<0,0001
Parto1	2	7	47,56	0,0001
Tratamiento	2	7	46,67	0,0001
Parto1:Tratamiento	4	7	4,08	0,0510

### Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	numDF	denDF	F-value	p-value
1 Parto1	2	7	2,28	0,1723
2 Tratamiento	2	7	5,70	0,0339
3 Parto1:Tratamiento	4	7	4,08	0,0510

### Parámetros de los efectos aleatorios

Modelo de covarianzas de los efectos aleatorios: pdIdent  
Formula: ~1|Raza

Desvíos estándares relativos al residual y correlaciones

(const)	
(const)	3,9E-04

## Estructura de varianzas

Modelo de varianzas: varIdent

Formula: ~ 1 | Parto1 \* Tratamiento

Parámetros de la función de varianza

Parámetro	Estim
1*Oxi-Clor	1,00
2-3*Oxi-Clor	4,02
1*Sell Com	3,95
2-3* Sell Com	1,00
1*Yodo	8,12
2-3*Yodo	19,03
4*Oxi-Clor	0,09
4* Sell Com	1,12
4*Yodo	1,00

## CCS - Medias ajustadas y errores estándares para Parto1

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Parto1	Medias	E.E.	
2-3	164801,59	54098,02	A
4	110547,62	5056,12	A
1	63309,52	24732,73	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## CCS - Medias ajustadas y errores estándares para Tratamiento

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tratamiento	Medias	E.E.	
Sell Com	133857,14	10330,86	A
Yodo	119428,57	57941,11	A
Oxi-Clor	85373,02	9998,45	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## CCS - Medias ajustadas y errores estándares para Parto1\*Tratamiento

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Parto1	Tratamiento	Medias	E.E.	
2-3	Yodo	241785,71	159500,03	A
2-3	Sell Com	178142,86	11855,91	A
4	Sell Com	155428,57	9428,57	A
4	Oxi-Clor	145928,57	785,73	A
1	Yodo	86214,29	68071,48	B
2-3	Oxi-Clor	74476,19	27541,60	B
1	Sell Com	68000,00	27038,50	B
1	Oxi-Clor	35714,29	11855,93	B
4	Yodo	30285,71	11855,95	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 5. ANOVA para CCS interacción días de lactancia-tratamiento

### Modelos lineales generales y mixtos

#### Especificación del modelo en R

```
modelo.008_CCS_REML<-  
lme(CCS~1+Categorial+Tratamiento+Categorial:Tratamiento  
,random=list(Raza=pdIdent(~1))  
,weights=varComb(varIdent(form=~1|Categorial*Tratamiento))  
,method="REML"  
,control=lmeControl(niterEM=150  
,msMaxIter=200)  
,na.action=na.omit  
,data=R.data08  
,keep.data=FALSE)
```

#### Resultados para el modelo: modelo.008\_CCS\_REML

Variable dependiente: CCS

#### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2 0	R2 1
17	241,50	243,01	-101,75	7683,61	0,15	0,30

AIC y BIC menores implica mejor

#### Pruebas de hipótesis marginales (SC tipo III)

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	7	4,71	0,0665
Categorial	2	7	26,28	0,0006
Tratamiento	2	7	0,79	0,4892
Categorial:Tratamiento	4	7	34,97	0,0001

#### Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	7	3,27	0,1134
Categorial	2	7	60,81	<0,0001
Tratamiento	2	7	103,69	<0,0001
Categorial:Tratamiento	4	7	34,97	0,0001

#### Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	numDF	denDF	F-value	p-value
1 Categorial	2	7	26,28	0,0006
2 Tratamiento	2	7	0,79	0,4892
3 Categorial:Tratamiento	4	7	34,97	0,0001

#### Parámetros de los efectos aleatorios

Modelo de covarianzas de los efectos aleatorios: pdIdent  
Formula: ~1|Raza

Desvíos estándares relativos al residual y correlaciones  
(const)

(const) 10,46

### Estructura de varianzas

Modelo de varianzas: varIdent  
Formula: ~ 1 | Categorical \* Tratamiento

Parámetros de la función de varianza

Parámetro	Estim
100-200*Oxi-Clor	1,00
0-100*Oxi-Clor	3,81
0-100* Sell Com	6,74
100-200* Sell Com	1,00
> 200*Yodo	26,71
100-200*Yodo	1,00
> 200*Oxi-Clor	1,00
> 200* Sell Com	9,51
0-100*Yodo	1,00

### CCS - Medias ajustadas y errores estándares para Categorical

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Categorical	Medias	E.E.	
100-200	177702,29	57055,75	A
> 200	123516,48	71358,49	B
0-100	81528,90	58145,79	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### CCS - Medias ajustadas y errores estándares para Tratamiento

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tratamiento	Medias	E.E.	
Yodo	136142,25	69298,35	A
Sell Com	135457,47	60246,08	A
Oxi-Clor	111147,95	57303,78	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### CCS - Medias ajustadas y errores estándares para Categorical\*Tratamiento

DGC (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Categorical	Tratamiento	Medias	E.E.	
100-200	Sell Com	234760,09	57511,68	A
> 200	Yodo	223855,33	131476,18	A
100-200	Yodo	210902,95	57511,69	A
0-100	Oxi-Clor	155902,95	60643,53	B
0-100	Sell Com	115015,27	64218,32	B
> 200	Oxi-Clor	90097,05	57511,66	B
100-200	Oxi-Clor	87443,84	57000,93	B
> 200	Sell Com	56597,05	76912,61	B
0-100	Yodo	-26331,52	57511,68	C

## Anexo 6. ANOVA para efecto de los tratamientos sobre la incidencia de mastitis en relación al número de partos.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Modelos lineales generalizados mixtos

#### Especificación del modelo en R

```
modelo.g27_Suma_ML<-glmer(cbind(Suma
,as.numeric(as.character(4))-Suma)~1+Parto1+Tratamiento+(1|Raza)
```

#### Resultados para el modelo: modelo.g27\_Suma\_ML

Variable dependiente: Suma

#### General

Familia	Enlace	nAGQ
binomial	logit	1

#### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
17	43.36	48.36	-15.68	31.36

AIC y BIC menores implica mejor

#### Pruebas de hipótesis secuenciales para los efectos fijos

Term	Chi-square	df	p-value
Parto1	11.20	2	0.0037
Tratamiento	11.28	2	0.0036

#### Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
Raza	(Intercept)	0.00	0.00

#### Suma - Medias ajustadas y errores estándares para Parto1

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

DGC (Alfa=0.05)

Parto1	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
2-3	-0.68	0.56	0.34	0.13	A
4	-1.97	0.75	0.12	0.08	B
1	-21.22	647.63	6.1E-10	3.9E-07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Suma - Medias ajustadas y errores estándares para Tratamiento

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

DGC (Alfa=0.05)

Tratamiento	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sell Com	-6.40	215.88	1.7E-03	0.36	A
Yodo	-7.61	215.88	5.0E-04	0.11	A
Oxi-Clor	-9.87	215.88	5.2E-05	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 7. ANOVA para efecto de tratamientos sobre la incidencia de mastitis según los días de lactancia.

### Modelos lineales generalizados mixtos

#### Especificación del modelo en R

```
modelo.g26_Suma_ML<-glmer(cbind(Suma
,as.numeric(as.character(4))-Suma)~1+Categorial+Tratamiento+(1|Raza)
```

#### Resultados para el modelo: modelo.g26\_Suma\_ML

Variable dependiente: Suma

#### General

Familia	Enlace	nAGQ
binomial	logit	1

#### Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Deviance
17	53.21	58.21	-20.60	41.21

AIC y BIC menores implica mejor

#### Pruebas de hipótesis secuenciales para los efectos fijos

Term	Chi-square	df	p-value
Categorial	8.32	2	0.0156
Tratamiento	4.31	2	0.1161

#### Parámetros de los efectos aleatorios

RndEff	Param	Var	SD
Raza	(Intercept)	0.00	1.7E-08

#### Suma - Medias ajustadas y errores estándares para Categorial

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

DGC (Alfa=0.05)

Categorial	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
> 200	-0.98	0.54	0.27	0.11	A
100-200	-2.08	0.79	0.11	0.08	A
0-100	-3.65	1.11	0.03	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Suma - Medias ajustadas y errores estándares para Tratamiento

Inversa de la función de enlace con efecto aleatorio=0

DGC (Alfa=0.05)

Tratamiento	PredLin	E.E.	Media	E.E.	
Sell Com	-1.19	0.57	0.23	0.10	A
Yodo	-2.18	0.72	0.10	0.07	B
Oxi-Clor	-3.33	1.08	0.03	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )