

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**“ESTUDIO DE INCIDENCIA Y PREVALENCIA DE  
MASTITIS Y SU IMPACTO ECONÓMICO EN LECHERÍAS  
DE LA X REGIÓN”**

**KRISLLI BRAVO ULGINI**

Santiago, Chile

2009

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**“ESTUDIO DE INCIDENCIA Y PREVALENCIA DE  
MASTITIS Y SU IMPACTO ECONÓMICO EN LECHERÍAS  
DE LA X REGIÓN”**

**“STUDY OF INCIDENCE AND PREVALENCE OF  
MASTITIS AND ITS ECONOMIC IMPACT ON DAIRIES OF  
X REGION”**

**KRISLLI BRAVO ULGINI**

Santiago, Chile

2009

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**“ESTUDIO DE INCIDENCIA Y PREVALENCIA DE  
MASTITIS Y SU IMPACTO ECONÓMICO EN LECHERÍAS  
DE LA X REGIÓN”**

Memoria para optar al título  
Profesional de Ingeniero Agrónomo.

**KRISLLI BRAVO ULGINI**

	Calificaciones
<b>PROFESORES GUÍAS</b>	
Sr. Carlos Concha B. Médico Veterinario, PhD.	7,0
Sr. Ricardo Marchant S. Ingeniero Agrónomo, M.S.	7,0
<b>PROFESORES EVALUADORES</b>	
Sr. Humberto González V. Ingeniero Agrónomo, M.S.	6,8
Sr. Myrna Johnston B. Ingeniero Agrónomo. M.S	6,3

Santiago, Chile

2009

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	1
Palabras claves	1
<b>ABSTRACT</b>	2
Key words	2
<b>INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	8
Materiales	8
Animales	8
Sistema productivo	8
Ordeña	9
Métodos	10
Determinación de incidencia de mastitis clínica	10
Determinación de prevalencia de mastitis subclínica	10
Determinación de etiología bacteriana	11
Estimación de pérdidas económicas	12
<b>RESULTADOS</b>	15
Determinación de incidencia de mastitis clínica	15
Determinación de prevalencia de mastitis subclínica	16
Determinación de la etiología bacteriana de mastitis clínica y subclínica	17
Estimación de pérdidas económicas debido a mastitis	18
<b>DISCUSIÓN</b>	26
Incidencia de mastitis clínica	26
Prevalencia de mastitis subclínica	27
Etiología de mastitis	28
Pérdidas económicas	29
Mastitis subclínica	29
Mastitis clínica	31
<b>CONCLUSIONES</b>	33
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	35

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1</b>	Incidencia de mastitis clínica en 4 lecherías de Purranque, X región	15
<b>Cuadro 2</b>	Número de casos de mastitis clínica según período de lactancia, en 4 lecherías de Purranque, X región	15
<b>Cuadro 3</b>	Prevalencia de mastitis subclínica en 4 lecherías de Purranque, X región	16
<b>Cuadro 4</b>	Recuento de células somáticas de estanque de mastitis subclínica en 4 lecherías de Purranque, X región	16
<b>Cuadro 5</b>	Agentes bacterianos asociados a 48 casos de mastitis clínica en 4 lecherías de Purranque, X región	17
<b>Cuadro 6</b>	Agentes bacterianos aislados de 67 muestras de leche de vacas con mastitis subclínica en 4 lecherías de Purranque, X región	17
<b>Cuadro 7</b>	Agentes resistentes a penicilina, productores de la enzima betalactamasa de mastitis clínica y mastitis subclínica	18
<b>Cuadro 8</b>	Producción por lactancia, porcentaje de proteína, grasa y precio pagado a productor según clasificación de células somáticas, con los respectivos efectos producidos por el aumento de ellas. Huillinco I	19
<b>Cuadro 9</b>	Producción por lactancia, porcentaje de proteína, grasa y precio pagado a productor según clasificación de células somáticas, con los respectivos efectos producidos por el aumento de ellas. Huillinco II	19
<b>Cuadro 10</b>	Producción por lactancia, porcentaje de proteína, grasa y precio pagado a productor según clasificación de células somáticas, con los respectivos efectos producidos por el aumento de ellas. Centinela	20
<b>Cuadro 11</b>	Producción por lactancia, porcentaje de proteína, grasa y precio pagado a productor según clasificación de células somáticas, con los respectivos efectos producidos por el aumento de ellas. Estación Experimental Oromo	20
<b>Cuadro 12</b>	Producción por lactancia, porcentaje de proteína, grasa y precio pagado a productor según clasificación de células somáticas, con respectivos efectos producidos por el aumento en el recuento de células somáticas. Estación Experimental Oromo (corregido)	22
<b>Cuadro 13</b>	Pérdidas promedio provocadas por mastitis clínica durante el mes de monitoreo, Huillinco I	23
<b>Cuadro 14</b>	Pérdidas promedio provocadas por mastitis clínica durante el mes de monitoreo, Huillinco II	24
<b>Cuadro 15</b>	Pérdidas promedio provocadas por mastitis clínica durante el mes de monitoreo, Centinela	24
<b>Cuadro 16</b>	Pérdidas promedio provocadas por mastitis clínica durante el mes de monitoreo, Estación Experimental Oromo.	24

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b>	Kilos de leche producidos por lactancia según recuento de células somáticas, Est. Exp. Oromo	22
<b>Figura 2</b>	Kilos de proteína producidos por lactancia según recuento de células somáticas, Est. Exp. Oromo	23

## RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron determinar la incidencia de mastitis clínica (MC), prevalencia de mastitis subclínica (MSC), etiología bacteriana de ambos tipos de mastitis y estimar las pérdidas económicas que genera la mastitis en cuatro lecherías de la comuna de Purranque, X región. Estas lecherías fueron, Huillinco I, Huillinco II, Centinela y Estación Experimental Oromo. Esta última perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. La población total de animales utilizados para el desarrollo del estudio fue de 1.286 vacas, con 820 de ellas en lactancia en el período de realización del estudio, comprendido entre el 7 de agosto y el 5 de septiembre de 2008. Para la determinación de la incidencia de MC se realizó un monitoreo diario de cada ordeña examinando las primeras emisiones de leche, para la prevalencia de MSC se realizó una toma de muestras al final del período, de una cantidad representativa de la población en lactancia. La etiología bacteriana fue determinada con cada muestra recolectada en cada uno de los casos. También se realizó un test de resistencia a los patógenos del género *Staphylococci*, para determinar su capacidad de resistencia a la penicilina y su producción de la enzima betalactamasa. Por último, la estimación de las pérdidas económicas para MSC, se realizó utilizando los controles lecheros de agosto y septiembre de 2008 (en Estación Experimental Oromo se usaron los controles de agosto de 2008 a marzo de 2009 dada la monoestacionalidad de la producción) y las pérdidas de MC, fueron estimadas utilizando los casos detectados durante el período de muestreo.

La incidencia de MC mensual en las lecherías consideradas en el estudio fue de 3,7% y la prevalencia de MSC fue de un 38,9%. El patógeno más frecuentemente aislado, tanto para MC y MSC, fue *Staphylococcus aureus*, con un 39,6 y 68,6% respectivamente. La pérdida productiva, para los productores, que implica la presencia de MSC osciló entre un 1,86 y 18,35% por lactancia (91 y 1.335kg/lactancia) y para MC, la pérdida promedio por lactancia se estimó en 1.539 kg, lo que considerando el porcentaje de incidencia y un precio base por litro de leche de \$131,33, genera pérdidas por \$9.106.892 en las 4 lecherías.

### Palabras clave

Mastitis Clínica (MC), Mastitis Subclínica (MSC), California Mastitis Test (CMT), Células Somáticas (CS), Recuento de Células Somáticas (RCS)

## ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the incidence of clinical mastitis (CM), prevalence of subclinical mastitis (SCM), the bacterial cause of both types of mastitis and to estimate the economic loss generated by mastitis in four dairy farms in the commune of Purranque, X region. These dairies were Huillinco I, Huillinco II, Centinela and Oromo Experiment Station from the Faculty of Agricultural Sciences, University of Chile. The total population of animals used for the development of the study was of 1.286 cows, with 820 of them in nursing, which was conducted between August 7 and September 5, 2008. To determine the incidence of CM was carried out daily monitoring of each milking examining the first streams of milk. The prevalence of SCM was performed by sampling at the end of the period of the survey a representative number of cows from each farm. The bacterial etiology was determined by laboratory culture in each collected probe from every of the cases. It was also performed a test of resistance from pathogens of genus *Staphylococci*, to determine their ability to resist penicillin in cultures by production the enzyme betalactamase. Finally, the estimation of the economical loss by SCM, was calculated on dairy production tests in August and September of 2008 (for Oromo Experiment Station were used controls between August 2008 to March 2009, given the annual production system in this farm) and the CM loss were calculated using the cases detected in the survey period.

The monthly incidence of CM in dairies considered in the study was 3,7% and the prevalence of SCM was 38,9%. The most common pathogen isolated, for both, CM and SCM, was *Staphylococcus aureus* with 39,6% and 68,6% respectively. The productive loss for the producers, due to the presence of SCM was between 1,86 and 18,35% per lactation (91 and 1.335kg/lactation) and in the case of the CM, the average loss per lactation was estimated at 1.539 kg. Considering the incidence rate and a base price per liter milk \$131,33, the loss generated in the 4 dairies is \$9.106.892.

### Key words

Clinical mastitis (CM), subclinical mastitis (SCM), California Mastitis Test (CMT), Somatic Cell (CS), Somatic Cell Count (SCC)

## INTRODUCCIÓN

El sector lechero de nuestro país ha experimentado un fuerte crecimiento en los últimos años, llegando, las plantas lecheras, a recepcionar un total de 1.971.626.539 L de leche en el año 2008 (ODEPA, 2009). Sin embargo, en el sur de nuestro país desde diciembre del 2008, se ha dado cuenta de una drástica caída en la producción de leche. Esto se explica por las inusuales altas temperaturas y escasez de lluvia que afecta a la zona sur desde fines del 2007 (lo que ha perjudicado la disponibilidad de pradera para los animales), a las fuertes bajas en el precio pagado por litro de leche, el que desde octubre de 2008 a la enero de 2009 ha caído un 25%, y a las fuertes alzas en los fertilizantes a nivel mundial el año 2008 (FEDELECHE, 2009).

Aún cuando la producción lechera abarca gran parte del territorio nacional, son las regiones X y XIV las más importantes, produciendo 810.311.300 y 529.701.462 L respectivamente el año 2008 (ODEPA, 2009).

De todas las empresas industrializadoras de leche existentes en nuestro país, la que recibe mayor cantidad de leche es SOPROLE, adjudicándose un 25,14% del total de las recepciones en el 2008 (ODEPA, 2008).

Los productores lecheros trabajan para obtener ganancias, objetivo que logran produciendo leche de calidad, aumentando el precio recibido o disminuyendo los costos de producción. Un factor importante a la hora de lograr el objetivo es controlar la mastitis del rebaño, enfermedad más costosa de la industria lechera. La mastitis reduce las utilidades de los productores debido a que disminuye la producción de leche además de afectar la calidad de ésta y en consecuencia sus derivados (Harmon, 1994; Hortet y Seegers, 1998; Coulon *et al.*, 2002).

La mastitis se define como una reacción inflamatoria de la glándula mamaria que es inducida cuando los microorganismos patógenos penetran en la ubre vía canal del pezón, superando los mecanismos defensivos y multiplicándose en todo el tejido mamario produciendo toxinas destructoras que dañan seriamente el órgano, causando aumento de la permeabilidad vascular, que altera la composición normal de la leche al inducir el paso masivo de componentes sanguíneos, tales como, enzimas, proteínas séricas y sales que se concentran en la leche, con un decrecimiento de la síntesis de caseína, lactosa y disminución de la producción de grasas lácticas (Harmon, 1994; Østerås, 2000). El grado de estas alteraciones está determinado por el nivel de gravedad de la infección alcanzado en la ubre (International Dairy Federation (IDF), 1987; Harmon, 1994; Pyörälä, 2003). De acuerdo con Oviedo-Boyso *et al.*, (2007) la mastitis es una enfermedad multifactorial que depende del nivel de exposición de la ubre a los mecanismos patógenos, de la efectividad de los mecanismos defensivos del órgano y de la presencia de factores ambientales de riesgo.

La mastitis puede presentarse en forma clínica (MC) o subclínica (MSC). En su forma clínica, los síntomas inflamatorios y leche anormal son claramente detectados. En cambio, en las mastitis subclínica no hay cambios detectables a simple vista, aunque sí, una importante elevación del recuento de células somáticas (RCS) (Seeger *et al.*, 2003).

Estudiar cómo se presenta la inflamación de la glándula mamaria y su etiología, en las diferentes regiones productoras de leche de un país es muy importante, ya que estos conocimientos permiten la adopción de estrategias científicas para el control de esta enfermedad.

Los parámetros que permiten dimensionar la presencia de mastitis en un rebaño son; 1) La tasa de incidencia, que es el número de casos clínicos que ocurren en una población de vacas durante un período de tiempo, dividido por la suma de todos los individuos que en ese período de tiempo están en riesgo de contagio y 2) La prevalencia, que es el número de individuos que tienen la enfermedad en un momento, sin distinguir entre nuevos o viejos casos, dividido por el número de individuos de la población en riesgo en el mismo momento (Thrusfield, 1990). También es importante conocer la etiología bacteriana que se presenta en ambos tipos de infecciones, para así adecuar los tratamientos a la flora bacteriana presente.

El sector lechero de nuestro país, carece de información científica de los parámetros básicos de mastitis, tales como prevalencia de MSC, incidencia de MC y etiología bacteriana, dada la falta de coordinación en el uso de la información existente entre productores, plantas lecheras, laboratorios de calidad de leche, programas de control lechero, veterinarios y agrónomos especialistas que permita coordinar la lucha contra esta enfermedad (Concha, 2008).

En la X región, Aguilar (2002), controlando clínicamente rebaños lecheros, determina en Osorno 5% de casos clínicos. Valor que permitiría estimar un 60% anual de MC. En un rebaño Holstein-Friesian con control lechero y con buenos registros en la zona de Purranque (X región, Chile), se ha constatado un 6,9% mensual<sup>1</sup> de MC, lo que correspondería a 83% de casos clínicos anualmente, cifra que hace temer una alta incidencia de MC en la región. En USA, utilizando la misma raza, Philpot y Nickerson (2000) aceptan no más de 5% mensual (60% anual).

La MSC se evalúa fundamentalmente de acuerdo al RCS, que consiste en la evaluación de las células que siempre están presentes en la secreción de la glándula mamaria de los rumiantes. Estas células son de varios tipos y su proporción relativa depende, en la vaca, del nivel de salud de la ubre, etapa de la lactancia, secreción del período seco, calostro y lactancia propiamente tal. Paape *et al.*, (2000) afirman que las células de la leche normal están constituidas por linfocitos, neutrófilos, macrófagos y células epiteliales. Y es por la presencia de estas últimas, las que no son de origen sanguíneo, que se les da el término de “células somáticas” (CS). La infección microbiana de la ubre dará como resultado, en todos

---

<sup>1</sup> Comunicación personal, Dra. S. Álvarez, Udder Health Ltda., Marzo, 2008.

los casos, una enorme acumulación de CS, las que predominantemente serán neutrófilos. El aumento de las CS constituye un importante mecanismo defensivo de la respuesta inmune de la vaca y es por esto, que las CS son usadas actualmente, luego de recuentos electrónicos en los laboratorios de las plantas o en los de calidad de leche, como un indicador de la presencia de MSC.

En Chile, el RCS en estanque de frío que llega a las plantas lecheras es en promedio 311.000 cel/ml (Kruze, 2005), lo que se puede traducir en una prevalencia de un 45 a 50% de MSC. La leche procedente de vacas sospechosas de altos recuentos, no es entregada a la planta lechera por los productores, por lo que el valor real de prevalencia de MSC podría ser más elevado en el país (Concha, 2008). En Uruguay, Giannichini *et al.* (2002a), determinaron una prevalencia de MSC de un 52.4%, siendo este un valor más exacto por provenir de una toma de muestras representativas, con sus respectivos cultivos bacteriológicos de todas las vacas de los rebaños de una región lechera de ese país. En los países nórdicos en cambio, existen bajos niveles de MSC, con parámetros que fluctúan 25 a 35%, gracias a la existencia de programas de salud mamaria para todos los productores (Østerås *et al.*, 2006).

Saran y Chaffer, (2000) definen a los agentes causantes de la mastitis bovina como microorganismos que habitan la ubre y sus alrededores. Son más de 100 microorganismos los causantes de infecciones intramamarias, los que afectan al ganado en diferentes intensidades, provocando desde infecciones leves, sin alteraciones visibles, hasta infecciones agudas, pudiendo llegar a provocar la muerte del animal. Los diferentes microorganismos se clasifican en contagiosos y ambientales. Los agentes ambientales son aquellos que se encuentran en el entorno animal, y que por lo general causan MC. Actualmente, el agente ambiental más importante, es *Echerichia coli*, patógeno que está presente en las fecas. Existen otros que se encuentran en el suelo, en restos de plantas y en el material utilizado para la confección de las camas. Los agentes contagiosos son aquellos que se encuentran en las ubres de las vacas, generalmente causando infecciones de tipo subclínica de larga duración. Estos patógenos infectan a los animales sanos, por lo general, en la sala de ordeña y los más comunes en la actualidad son *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*.

Conocer la flora bacteriana que produce MC y MSC en las regiones lecheras de un país es vital para escoger los tratamientos antimicrobianos y las medidas preventivas más efectivas a tomar (National Mastitis Council (NMC), 1997). Las infecciones más frecuentes varían entre las regiones lecheras de un país. Por ejemplo, el principal agente causal de mastitis en la Región Metropolitana (RM) es *Escherichia coli* (40,76% en RM versus 3,95% en la X región) y en la X región es *Staphylococcus aureus* (55,53% X región versus 16,25% en RM). También es importante conocer el perfil de resistencia a las drogas antimicrobianas o antibiograma de los diferentes grupos de bacterias presentes en las regiones lecheras del país, para así utilizar los tratamientos más específicos y efectivos (San Martín *et al.*, 2002).

Siendo la inflamación de la glándula mamaria una enfermedad endémica de las lecherías de todo el mundo, esta dolencia del bovino de leche es una importante causa de menor

eficiencia en la producción lechera de un país, por lo que la mastitis constituye una gran preocupación en la industria lechera de todos los países productores de leche del mundo (Fourichon, 2001; Horgeveen y Østerås, 2005; Petrovski, 2006).

Amorena *et al.*, (1990), afirman que la mastitis es la enfermedad más costosa que afecta al ganado lechero en todo el mundo, cuyas pérdidas duplican a las generadas por problemas reproductivos en el ganado bovino, considerando que la inflamación de la glándula mamaria produce:

- Disminución la producción de leche.
- Retiro de la leche antes de ser comercializada por contener antibióticos.
- Disminución del precio de los animales al ser comercializados.
- Incremento en la tasa de reposición.
- Incremento del trabajo en la explotación por tratamiento de animales enfermos.
- Aumento de los costos al aplicar dichos tratamientos.

Sin embargo, las pérdidas económicas no son las mismas en todos los países productores de leche dadas las diferencias en el precio de la leche, diferentes penalizaciones por RCS, diferencias en los precios de los animales, costo de los tratamientos y costos veterinarios (Fetrow, 2000).

En Chile, no existen publicaciones actualizadas que estimen las pérdidas anuales por concepto de mastitis. Las existentes, analizan básicamente sectores lecheros fuera de la X región, que es la zona lechera más importante actualmente. Un trabajo realizado por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO, s/f), en los años ochenta, estimó las pérdidas en 162 millones de litros anuales, considerando sólo la MSC. Moraga (1988) estimó pérdidas de 204.439.000 litros anuales, incluyendo pérdidas por MC y MSC. En Uruguay, país semejante al nuestro en cuanto al rebaño lechero, se estimó que las pérdidas provocadas por prevalencia de MSC están entre un 8 y 10% del total producido, lo que se traduce en US\$ 21.345.000 anuales (Giannechini *et al.*, 2002b).

Debido a la falta de información actualizada disponible en Chile sobre la incidencia de MC, prevalencia de MSC y la etiología bacteriana que produce esta enfermedad, se considera de gran utilidad estudiar estos parámetros, sobretudo en la principal zona productora de nuestro país. Además, el conocimiento de estos parámetros hará posible obtener una estimación de las pérdidas económicas que la enfermedad genera en 4 predios lecheros de la zona de Purranque, X región.

Los objetivos del presente estudio son:

- Determinar la tasa de incidencia de MC de la zona en estudio, Purranque, X región.
- Determinar prevalencia de MSC de la zona en estudio Purranque, X región.
- Identificar los patógenos y estimar la frecuencia de éstos, involucrados en ambos cuadros de mastitis.

- Estimar las pérdidas económicas causadas por la presencia de MC y MS en la zona en estudio Purranque, X región.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

El ensayo fue realizado en cuatro lecherías ubicadas en la Comuna de Purranque, X región, durante el período comprendido entre el 7 de Agosto y el 5 de Septiembre de 2008. Las lecherías corresponden a:

1. Huillinco I, con una producción promedio por lactancia de 7.716 kg y con una población aproximada de animales de 425.
2. Huillinco II, con una producción promedio por lactancia de 7.739 kg y con una población aproximada de animales de 418.
3. Centinela, con una producción promedio por lactancia de 7.569 kg y con una población aproximada de animales de 245.
4. Estación Experimental de Oromo, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, con una producción promedio por lactancia de 5.229 kg y con una población aproximada de animales de 174.

### **Materiales**

#### **Animales**

El estudio se realizó sobre una población de 820 vacas en lactancia (en el momento la realización del ensayo), de 1.286 vacas totales.

Las tres primeras lecherías poseen animales pertenecientes a la raza Holstein-Friesian, las que en el período de toma de muestras se encontraban en distinto número ordinal de parto, además de diferente período de lactancia, dada la producción biestacional de las lecherías.

La Estación Experimental Oromo posee dos tercios de sus animales pertenecientes a la raza Holstein-Neozelandes y el tercio restante a mestizos de Jersey-Holstein-Neozelandes. Estos animales, también se encontraban en diferente número ordinal de parto, pero el período de lactancia fue el mismo durante el tiempo de toma de muestras dada la producción monoestacional de la lechería.

#### **Sistema Productivo**

La Estación Experimental Oromo tiene un sistema de producción monoestacional a diferencia de las demás lecherías las que poseen un sistema biestacional de producción.

El sistema productivo de los predios considerados en el estudio es en base a pastoreo directo, en pasturas con dominancia de *Lolium perenne* y *Trifolium repens*, en diferentes proporciones dada la diferencia de edad de cada una de estas pasturas. Esta alimentación es suplementada con silo de maíz, silo de pradera, heno (principalmente de alfalfa), concentrado y diferentes especies forrajeras, en las diferentes estaciones del año.

El sistema de reproducción de las lecherías esta basado en la inseminación artificial, con toros de alta producción. La inseminación es llevada a cabo entre los meses de mayo y febrero para el caso de las lecherías Huillinco I, Huillinco II y Centinela. Y en el caso de la Estación Experimental Oromo, la inseminación es llevada a cabo desde el 15 de octubre hasta fines de noviembre. Sin embargo, todas las lecherías poseen toros para la realización de repasos. En el caso de las tres primeras lecherías, los toros son utilizados luego de la tercera inseminación sin resultados, y en el caso de la Estación Experimental Oromo, son utilizados durante los últimos 21 días del período de encaste.

## **Ordeña**

La labor de ordeña es mecanizada en las cuatro lecherías estudiadas. Ésta es realizada dos veces al día, una en la mañana y otra en la tarde, cada 12 horas aproximadamente. Una vez que las vacas ingresan a la sala de ordeña, los ordeñadores proceden al limpiado de pezones con agua, cuando vienen muy sucios, para después secarlos con papel absorbente. Cuando este paso no es necesario se realiza de inmediato el despunte en fondo oscuro, el que permite observar si existe MC. En tres de las lecherías estudiadas se utiliza un pre-dipping (producto yodado), utilizado para reducir las infecciones por microorganismos ambientales. Una vez que la ubre está seca y limpia se procede a poner las pezoneras para la extracción de la leche. Luego que las pezoneras son retiradas (automáticamente, en Huillinco I, Huillinco II y Centinela, o por los ordeñadores en caso de la Estación Experimental Oromo) se procede a aplicar una solución post-dipping (producto yodado) a los pezones. Esta solución permite desinfectar los pezones y ayuda a reducir las colonizaciones del canal del pezón. Además, si en el pezón existe alguna lesión, ésta ayuda a su cura. La solución post-dipping utilizada depende del clima, los días de lluvia se utiliza una con barrera, la que es a base de acrílico, látex u otro, que la hace más impermeable y resistente a las condiciones climáticas imperantes. Otra solución post-dipping sin barrera es utilizada los días en los que no llueve<sup>2</sup>. Una vez realizados todos estos pasos, las vacas son liberadas a los potreros nuevamente.

---

<sup>2</sup> Comunicación personal, Dra. S. Álvarez, Udder Health Ltda., Agosto, 2008.

## Método

### Determinación de la incidencia de mastitis clínica

La incidencia de MC fue determinada mediante el monitoreo diario del ganado lechero de cada lechería durante el período experimental. Para ello, se examinaron las primeras emisiones de leche en un fondo oscuro en cada una de las ordeñas y, en aquellos casos en los que se encontraron anomalías en la leche, tales como formación de grumos, sedimentos, alteración de color, signos de inflamación en el o los cuartos, etc., se recolectó una muestra del fluido en tubos de recolección, siguiendo el procedimiento indicado por NMC (1997). A continuación se realizó un California Mastitis Test (CMT), siguiendo la escala de uso en Escandinavia donde 1 es negativo; 2 es sospechoso leve, 3 es claramente sospechoso; 4 es positivo y 5 es claramente positivo (Saloniemi, 1995), esto con el fin de dimensionar el RCS de las muestras. Luego se procedió a congelar la muestra a  $-20\text{ C}^\circ$  para posteriormente realizar la identificación de los patógenos en laboratorio.

### Determinación de la prevalencia de MSC

La prevalencia de MSC fue determinada tomando muestras de leche compuesta de los 4 cuartos de la ubre, de las vacas que estuvieron en producción durante el período de toma de muestra en cada una de las lecherías, a excepción de aquellas que se encontraban finalizando su lactancia o que tuvieran menos de 5 días post-parto. Para que el tamaño de la muestra fuera representativo, la cantidad de vacas muestreadas en cada una de las lecherías se determinó estadísticamente utilizando el modelo:

$$n = \frac{\sigma^2}{\frac{e^2}{z_{\alpha/2}^2} + \frac{\sigma^2}{N-1}}$$

Donde  $n$  = Tamaño de la población a muestrear.

$\sigma^2$  = Varianza muestral de colonias bacterianas.

$e$  = Error máximo admisible (5%).

$N$  = Población de vacas en lactancia.

$(Z_{\alpha/2})^2$  = Valor tabulado de coeficiente de confianza (95%) (Vivanco, 2000).

Con una varianza muestral de colonias bacterianas de 400 (Apéndice I), el número total de vacas muestreadas fue de 172 (Apéndice II).

El muestreo se llevó a cabo durante los últimos días del período de toma de muestras, y cada muestra compuesta de leche fue tomada en tubos de recolección esterilizados. Luego, cada muestra se sometió a un CMT para dimensionar el RCS y posteriormente se

congelaron a  $-20\text{ C}^\circ$  para el análisis en laboratorio. Además, en cada una de las lecherías, el día del muestreo se extrajo una muestra del estanque de leche, con el fin de dimensionar RCS de estanque. Una vez que las 4 muestras fueron tomadas, éstas se enviaron de inmediato al laboratorio de COOPRINSEM, en Osorno, para su análisis.

### **Determinación de la etiología bacteriana**

La identificación bacteriana se realizó en el Laboratorio Microbiológico de la Universidad Austral de Chile, Instituto de Ciencias, ubicado en la ciudad de Valdivia. Una vez que las muestras fueron descongeladas se procedió a su homogenización utilizando un “vortex”. Luego, cada una de las muestras se inoculó en placas petri con medio de cultivo primario agar sangre cordero 5% + esculina, utilizando la mitad de la placa para cada muestra. Estas placas fueron dejadas en estufa a  $37^\circ\text{C}$ , realizando lecturas a las 24 y 48 horas para determinar el crecimiento de *Staphylococci*, *Streptococci* y enterobacterias.

Las colonias obtenidas se sembraron nuevamente en placas petri con cultivo primario agar sangre cordero 5% + esculina a  $37^\circ\text{C}$  por 24 y 48 hrs, realizando el test de camp, el cual permite la identificación de *Streptococcus agalactiae*, así como la obtención de colonias puras, provenientes de las muestras analizadas (NMC, 1999)

**Identificación de *Staphylococci* y *Streptococci*.** Una vez obtenidas las colonias puras se procedió a realizar el Test de Catalasa o de peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), en el cual las bacterias positivas o productoras de la enzima catalasa, como los *Staphylococci*, reaccionan liberando de inmediato, claras y potentes burbujas (NMC, 1999). En los casos en que la reacción a la catalasa fue positiva, el patógeno fue identificado como *Staphylococci*. Para la determinación de la especie de este género se procedió a realizar el test de la coagulasa (capacidad de coagulación de plasma de conejo a  $37^\circ\text{C}$  con visualización a las 4 y 24 horas) que permite clasificar en *Staphylococcus aureus* o *Staphylococcus* coagulasa negativo (SCN) (NMC, 1999). Cuando la reacción al Test de la Catalasa fue negativa (formación de mixtura fluida), el patógeno se identificó como *Streptococci*. Para determinar especie de este género se realizó el Test de SVA-Strep (National Veterinary Institute (SVA), 1998).

**Diferenciación de otros microorganismos.** Para la identificación de otras bacterias se realizó la Tinción de Gram, donde las bacterias Gram (+) dan color azul y las Gram (-), color rojo (NMC,1999). Luego se usó el esquema de identificación de enterobacterias con aquellas Gram (-), utilizando tres diferentes tipos de medios; TSI (Triple sugar iron agar), LIA (lisina iron agar) y MOI (movilidad-indol-ornitina), Citrato y Urea, en los cuales se inoculó la colonia a estudiar y se observaron las diferentes reacciones luego del período de incubación (Valenzuela y Astorga, 1991).

**Test simplificado de resistencia en agar-penicilina.** Los *Staphylococci* diagnosticados de los casos de MC y MSC de las cuatro lecherías fueron también inoculados en placas petri con agar sangre cordero 5% + penicilina, de acuerdo al método utilizado en Dinamarca: “Test simplificado de resistencia” (Pedersen, 2004) , e incubados por otras 24 horas para

establecer su capacidad o incapacidad de crecer en este medio y evaluar así su resistencia o sensibilidad a la penicilina, de lo que depende su capacidad de producción de la enzima betalactamasa, la cual los hace resistentes tanto a la penicilina, como a todos los antibióticos del llamado grupo betalactámicos, como por ejemplo ampicilina, cloxacilina, etc.

### **Estimación de pérdidas económicas**

La estimación de las pérdidas económicas causadas por la enfermedad consideró los efectos en la merma productiva debido al aumento de RCS, el costo del tratamiento utilizado en los cuadros clínicos, el descarte de leche debido al contenido de antibióticos y el menor precio obtenido por los productores, dada la pauta de pago de la planta lechera SOPROLE, vigente a la fecha de realización del estudio (Apéndice III).

Para determinar la pérdida de producción se utilizó un modelo polinómico de grado 3:

$$Y = at^3 + bt^2 - c$$

Donde Y = Producción.

a, b, c = Constantes.

t = tiempo (semanas).

Con éste se obtuvo, el comportamiento estilizado de la producción de leche en relación a la variable tiempo, la que se asocio a las semanas de duración del período de lactancia. Este modelo se utilizó como proxi del modelo de Wood, citado por Silva y Mancilla (1993), ya que ambos son cóncavos respecto del tiempo, cuya ecuación corresponde a:

$$Y = at^b e^{-ct}$$

Donde; y = producción de leche.

t = unidad de tiempo.

a, b y c = constantes.

Se procedió de esta manera, ya que se disponía de poca información, hecho que afectó la significancia de los coeficientes estimados en el software econométrico Eviews 3.1.

Para la estimación de pérdidas productivas por MSC, se utilizaron los promedios de las producciones semanales de cada una de las lecherías, considerando una lactancia de 44 semanas, correspondiente al tiempo establecido en la literatura de la duración de la lactancia bovina (Hargraves y Adasme, 2001). En el caso de la Estación Experimental Oromo, la lactancia se evaluó hasta la semana 38, ya que debido a la producción monoestacional de la lechería, se contó sólo con la información hasta el mes de marzo de 2009.

Para la estimación de las pérdidas económicas ocasionadas por MSC las vacas se clasificaron según RCS, información que se obtuvo de los RCS de los controles lecheros, realizados por COOPRINSEM, de agosto y septiembre de 2008. Las vacas fueron agrupadas de la siguiente manera:

1. Vacas sanas; aquellas que presentaron hasta 50.000 cél/ml (Philphot y Nickerson, 2000; Seegers *et al.*, 2003). Se utilizó este parámetro de clasificación no obstante que muchos autores señalan como vacas sanas a aquellas con un RCS hasta 100.000 ó 200.000 cél/ml (Blood *et al.*, 1992; Leavens *et al.*, 1997; NMC, 1997; Smith y Hogan, 2003). Esto, debido a que es necesario realizar un análisis en laboratorio a la leche proveniente de cada cuarto de la ubre, lo que implica un costo muy alto dado el tamaño de la población de vacas en la cual se realizó el estudio.
2. Vacas enfermas, las que se dividieron en dos grupos:
  - a. En las cuales el RCS estuvo entre 500.000 y 800.000 cél/ml.
  - b. En las cuales el RCS fue superior a 800.000 cél/ml.

Se eligieron los tramos extremos con el fin de identificar con la mayor claridad posible el efecto de la enfermedad, ya que la mezcla de leche proveniente de vacas con altos RCS con la leche de estanque con promedios menores a 300.000 cél/ml hace subir mucho más este promedio que hacerlo con vacas con RCS menores a 500.000 cél/ml.

En el caso de la Estación Experimental Oromo, se utilizaron los controles lecheros, realizados por COOPRINSEM, desde el mes de septiembre de 2008 a marzo de 2009, dada la producción monoestacional de esta lechería.

La estimación de las pérdidas económicas que genera a un productor la MC fueron calculadas con los datos de aquellas vacas que presentaron la enfermedad en el mes de monitoreo en cada uno de los campos. En la elaboración de la base de datos para el cálculo de pérdida por MC, se consideró una lactancia de 44 semanas, por lo que los casos encontrados después de este período no fueron considerados en los cálculos de pérdidas.

Lo que se evaluó en este caso, fue el efecto productivo promedio por lactancia que tiene la enfermedad sobre el precio pagado a productor. Esto se logró mediante la construcción de una curva de lactancia tipo, tomando como referencia al resto de las vacas del rebaño que se encontraban en el mismo número ordinal de parto que las vacas enfermas. Sin embargo, existieron algunos casos en los cuales no fue posible la realización de este cálculo debido a la poca información disponible, lo que impidió la construcción de la curva tipo.

Transcurrido el cuadro clínico de las vacas y una vez recibido el tratamiento, se observaron dos casos diferentes:

1° Vacas que luego de recibido el tratamiento correspondiente volvieron a producción normal. En estos casos se consideró como pérdida la leche que comercialmente dejaron de producir mientras recibían tratamiento, además del costo del mismo.

2° Vacas que perdieron un cuarto de la ubre. En estos casos la evaluación económica se realizó restando un 20% de la producción (dado que los cuartos sanos compensan la producción del cuarto que se pierde hasta en un 80% (Hamann y Reichmuth, 1990)) desde la reincorporación de la vaca una vez recibido el tratamiento hasta el final de la lactancia, más el costo del tratamiento y la leche descartada.

Se dio también otro caso, en el que algunas de las vacas fueron eliminadas por presentar la enfermedad de forma crónica, no utilizándose tratamiento alguno. Sin embargo, en estos casos no fue posible la estimación de la pérdida que provoca la eliminación del animal, ya que los casos presentados fueron de animales viejos, los que prontamente serían de todas maneras eliminados del plantel.

Para determinar el precio pagado a productor, la clasificación de las vacas se realizó de acuerdo a la pauta de pago de la empresa SOPROLE, de la cual se utilizaron los puntos referidos a:

- RCS.
- Sistema de refrigeración, considerando uso de estanque propio del productor.
- Pagos por contenido de grasa y proteína extra.

El precio base vigente a la fecha de la realización del estudio, septiembre 2008, fue de \$131,33 sin IVA.

## RESULTADOS

### Determinación de incidencia de mastitis clínica

Los resultados obtenidos tras el monitoreo diario de las lecherías, con una población de 1.286 vacas, para la determinación de MC fue el siguiente:

<b>Cuadro 1.</b> Incidencia de mastitis clínica en 4 lecherías de Purranque, X región.			
<b>Lechería</b>	<b>N° casos de MC</b>	<b>Población Total de vacas</b>	<b>Incidencia de MC<sup>1</sup> (%)</b>
Huillinco I	11	425	2,6
Huillinco II	21	418	5
Centinela	12	245	4,9
Est. Exp. Oromo	4	174	2,3
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>1.286</b>	<b>3,7</b>

<sup>1</sup> (Número de casos/población total de vacas) x 100, según lechería estudiada.

En el Cuadro 1, se observa que Estación Experimental Oromo fue la lechería que obtuvo el menor porcentaje incidencia con un 2,3% mensual y Huillinco II el mayor con 5% mensual. También se observa que la incidencia promedio mensual de las cuatro lecherías estudiadas fue de un 3,7%, lo que llevado a cifras anuales da un 44,4% de MC en la zona de Purranque, X región.

El Cuadro 2, indica el período de lactancia en el cual la enfermedad afecta al rebaño. La duración de la lactancia se estableció hasta los 305 días. Sin embargo, las vacas que evidenciaron enfermedad después de los 305 días fueron incluidas dentro del tercer período.

El período de lactancia en el que se manifiesta el mayor número de casos es el primero, con 19 vacas afectadas, es decir, 39,6%.

<b>Cuadro 2.</b> Número de casos de mastitis clínica según período de lactancia, en 4 lecherías de Purranque, X región.		
<b>Período de lactancia</b>	<b>N° casos</b>	<b>%</b>
1° (desde el parto hasta los 70 días)	19	39,6
2° (entre los 71 y 140 días)	13	27
3° (entre los 141 a 305 días)	16	33,3
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>100</b>

### Determinación de prevalencia de mastitis subclínica

Del total de 172 vacas muestreadas para MSC, fue posible obtener los datos mostrados en el Cuadro 3, en el cual se observa que la prevalencia total para las lecherías estudiadas fue de un 38,9%, con 67 casos positivos al análisis bacteriológico. La lechería que presentó el mayor porcentaje de prevalencia de MSC fue Centinela con un 48,8% y la que obtuvo menor porcentaje de MSC fue Huillinco II con un 27%. Estos resultados corresponden al examen bacteriológico realizado en el laboratorio de microbiología de la Universidad Austral.

<b>Lechería</b>	<b>N° Casos positivos de MSC</b>	<b>N° Casos Negativos de MSC</b>	<b>Prevalencia de MSC<sup>2</sup> (%)</b>
Huillinco I	21	26	44,7
Huillinco II	13	35	27
Centinela	20	21	48,8
Est. Exp. Oromo	13	23	36,1
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>105</b>	<b>38,9</b>

<sup>2</sup> (Número de casos positivos/Total vacas muestreadas por lechería) x 100.

Con el análisis realizado, en el laboratorio de COOPRINSEM, a muestras de leche del estanque de frío de las lecherías estudiadas, fue posible obtener los resultados del Cuadro 4, donde se observa que Huillinco I, Huillinco II y Centinela tuvieron un RCS de estanque menor a 300.000 cél/ml, y Estación Experimental Oromo con 400.000 cél/ml. Teniendo estos resultados, fue posible calcular la prevalencia total de MSC para los cuatro predios a través de la media geométrica.

<b>Lechería</b>	<b>RCS de estanque (cél/ml)</b>
Huillinco I	228.000
Huillinco II	253.000
Centinela	297.000
Estación Experimental Oromo	404.000
<b>Total prevalencia MSC<sup>3</sup></b>	<b>288.435</b>

Fuente: COOPRINSEM.

<sup>3</sup> Media geométrica.

### Determinación de la etiología bacteriana de mastitis clínica y mastitis subclínica

Una vez realizados los análisis de laboratorio de cada una de las muestras recolectadas en los casos de MC, fue posible la obtención de los resultados que se observan en el Cuadro 5, donde el patógeno aislado más frecuente, fue *Staphylococcus aureus* con el 39,6 % del total de casos.

**Cuadro 5.** Agentes bacterianos asociados a 48 casos de mastitis clínica en 4 lecherías de Purranque, X región.

Patógeno		
Especie	N° casos	Frecuencia <sup>3</sup> (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	19	39,6
<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>	5	10,4
<i>Echerichia coli</i>	4	8,3
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	4	8,3
<i>Streptococcus uberis</i>	3	6,3
<i>Corinebacterium bovis</i>	2	4,2
<i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Streptococcus uberis</i>	3	6,3
Casos negativos	8	16,6
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	<b>100</b>

<sup>3</sup> (N° de casos de cada patógeno/Total de casos) x 100.

Al realizar la identificación de patógenos de las muestras recolectadas para el caso de MSC, de las 172 muestras se identificaron 97 casos positivos de acuerdo al CMT realizado, sin embargo, al efectuar el examen bacteriológico el número de casos positivos fue de 67, resultando 30,93% de los casos considerados positivos en el CMT, como negativos. Una vez más, el patógeno con mayor frecuencia en las aislaciones fue *Staphylococcus aureus*, esta vez con un 68,6%, seguido por SCN, con 19,4% de los aislamientos (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Agentes bacterianos aislados de 67 muestras de leche de vacas con mastitis subclínica en 4 lecherías de Purranque, X región.

Patógeno		
Especie	N° casos	Frecuencia <sup>4</sup> (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	46	68,6
<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>	13	19,4
<i>Streptococcus uberis</i>	2	3
<i>Corinebacterium bovis</i>	2	3
<i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>	1	1,5
<i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Streptococcus uberis</i>	1	1,5
<i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Streptococcus dysgalactiae</i>	1	1,5
<i>Staphylococcus aureus</i> y <i>Streptococcus spp.</i>	1	1,5
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100</b>

<sup>4</sup> (N° de casos por patógeno/Total de casos) x 100.

De acuerdo a los resultados bacteriológicamente positivos para MC y MSC, se realizó el “Test simplificado de resistencia” a un total de 91 patógenos pertenecientes al género *Staphylococci*, siendo resistentes a la penicilina y productores de betalactamasa 49, lo que equivale al 43,84% (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Agentes resistentes a penicilina, productores de la enzima betalactamasa de mastitis clínica y mastitis subclínica.

<b>Patógeno</b>			
<b>Especie</b>	<b>Nº de casos encontrados</b>	<b>Nº Casos positivos, resistentes a la penicilina</b>	<b>Resistencia<sup>5</sup> (%)</b>
<i>Staphylococcus aureus</i>	72	33	45,83
<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>	19	16	84,21
<b>TOTAL</b>	91	49	43,84

<sup>5</sup>(Nº de casos positivos/Nº de casos encontrados) x 100.

### **Estimación de pérdidas económicas debido a mastitis**

Mediante la obtención de los promedios aritméticos de la producción semanal de leche, materia grasa y proteína, para cada una de las lecherías, el modelo utilizado permitió la fabricación de las curvas de lactancia asociadas a los diferentes niveles de RCS, las cuales al ser integradas permitieron obtener las producciones por lactancia (Apéndice VI).

Por efecto de la MSC, con un precio de leche evaluado de acuerdo a los parámetros ya mencionados, en el Cuadro 8 es posible observar las diferencias productivas y el efecto que produce la enfermedad en el precio del litro de leche pagado a productor en los diferentes grupos en la lechería Huillinco I.

**Cuadro 8.** Producción por lactancia, porcentaje de proteína, grasa y precio pagado a productor según clasificación de células somáticas, con los respectivos efectos producidos por el aumento de ellas.

<b>HUILLINCO I</b>			
	Vacas sanas	Vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél./ml	Vacas con RCS sobre 800.000 cél./ml
<b>Producción (kg)</b>	7.292	6.522	7.126
<b>Grasa (%)</b>	3,95	3,8	3,93
<b>Proteína (%)</b>	3,52	3,47	3,53
<b>Precio (\$/L)</b>	201,15	170,4	169,94
<b>Total (\$)</b>	1.424.142	1.078.973	1.175.645
<b>Efecto cantidad (kg)</b>		(-) 770	(-) 166
<b>Efecto precio (\$/L)</b>		(-) 30,75	(-) 31,21
<b>Efecto ingreso<sup>76</sup> (\$ total)</b>		(-) 345.169	(-) 248.497

<sup>76</sup> Calculado en base a litros de producción total.

En Huillinco II, la pérdida productiva alcanza a 445 kg y a 803 kg para vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél/ml y sobre 800.000 cél/ml respectivamente (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Producción por lactancia, porcentaje de proteína, grasa y precio pagado a productor según clasificación de células somáticas, con los respectivos efectos producidos por el aumento de ellas.

<b>HUILLINCO II</b>			
	Vacas sanas	Vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél./ml	Vacas con RCS sobre 800.000 cél./ml
<b>Producción (kg)</b>	8.808	8.363	8.005
<b>Grasa (%)</b>	3,81	4,18	4
<b>Proteína (%)</b>	3,45	3,48	3,63
<b>Precio (\$/L)</b>	198,15	174,2	172,98
<b>Total (\$)</b>	1.694.381	1.414.504	1.344.401
<b>Efecto cantidad (kg)</b>		(-) 445	(-) 803
<b>Efecto precio (\$/L)</b>		(-) 23,95	(-) 25,17
<b>Efecto ingreso<sup>77</sup> (\$ total)</b>		(-) 279.877	(-) 349.980

<sup>77</sup> Calculado en base a litros de producción total.

En el caso Centinela, las pérdidas generadas por el aumento en el RCS van de los 927 kg a los 1.335 kg, generando diferencias en el ingreso total de \$289.547 a \$431.452 para el grupo de vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél/ml y sobre 800.000 cél/ml respectivamente (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Producción por lactancia, porcentaje de proteína, grasa y precio pagado a productor según clasificación de células somáticas, con los respectivos efectos producidos por el aumento de ellas.

<b>CENTINELA</b>			
	<b>Vacas sanas</b>	<b>Vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél./ml</b>	<b>Vacas con RCS sobre 800.000 cél/ml</b>
<b>Producción (kg)</b>	7.272	6.345	5.937
<b>Grasa (%)</b>	3,44	4	3,45
<b>Proteína (%)</b>	3,26	3,41	3,22
<b>Precio (\$/L)</b>	190,1	170,87	157,99
<b>Total (\$)</b>	1.342.106	1.052.559	910.654
<b>Efecto cantidad (kg)</b>		(-) 927	(-) 1.335
<b>Efecto precio (\$/L)</b>		(-) 19,23	(-) 32,11
<b>Efecto ingreso<sup>78</sup> (\$ total)</b>		(-) 289.547	(-) 431.452

<sup>78</sup> Calculado en base a litros de producción total.

La Estación Experimental Oromo, en el Cuadro 11, presenta una mayor producción de leche de vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél/ml que las vacas sanas en 44 kg. Sin embargo, a pesar de existir una mayor producción, se generan pérdidas de \$137.302 por lactancia.

**Cuadro 11.** Producción por lactancia, porcentaje de proteína, grasa y precio pagado a productor según clasificación de células somáticas, con los respectivos efectos producidos por el aumento de ellas.

<b>ESTACIÓN EXPERIMENTAL OROMO</b>			
	<b>Vacas sanas</b>	<b>Vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél./ml</b>	<b>Vacas con RCS sobre 800.000 cél/ml</b>
<b>Producción<sup>79</sup> (kg)</b>	4.887	4.931	4.421
<b>Grasa (%)</b>	4,5	4,33	4,44
<b>Proteína (%)</b>	3,41	3,38	3,43
<b>Precio (\$/L)</b>	203,76	173,29	172,41
<b>Total (\$)</b>	966.841	829.539	739.984
<b>Efecto cantidad (kg)</b>		(-) 44	(-) 466
<b>Efecto precio (\$/L)</b>		(-) 30,47	(-) 31,35
<b>Efecto ingreso<sup>10</sup> (\$ total)</b>		(-) 137.302	(-) 226.857

<sup>79</sup> Producción evaluada hasta la semana 38.

<sup>10</sup> Calculado en base a litros de producción total.

En el Apéndice V es posible observar figuras de las diferencias productivas de leche, grasa y proteína en kilos de cada una de las lecherías.

Al observar los diferentes cuadros, nos damos cuenta que existen ciertos casos en los que fue necesario realizar una estimación de función de respuesta, utilizando el programa computacional Eviews 3.1 con el fin de descartar que estas diferencias estuvieran influenciadas por el cambio en las CS. Los casos fueron:

- Huillinco I, donde las vacas pertenecientes al grupo con RCS sobre 800.000 cél/ml, tienen una mayor producción por lactancia de leche, grasa y proteína que las vacas pertenecientes al grupo con RCS entre 500.000 y 800.000 cél/ml. Las funciones de respuesta de producción de leche, grasa y proteína se encuentra en el Apéndice VI, en el cual es posible observar que no existieron diferencias significativas ( $p>0,05$ ), por lo que el aumento de las CS no estarían influyendo sobre el aumento en producción de leche, grasa y proteína.
- Huillinco II y Centinela, donde se observa que la producción de grasa por lactancia fue mayor en el grupo de vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél/ml que la del grupo de vacas sanas. Las funciones de respuesta de producción de grasa se observan en los Apéndice VII y VIII. En éstos es posible constatar que no existen diferencias significativas ( $p>0,05$ ), por lo que no existe efecto de las CS sobre el contenido de grasa en la leche.
- En el caso de la Estación Experimental Oromo, la producción de leche del grupo de vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél/ml supera al de las vacas sanas. La función de respuesta de producción de leche se encuentra en el Apéndice IX. En este caso las diferencias si fueron significativas ( $p<0,05$ ), existiendo un disminución en la producción de leche por lactancia de 3,45 L/semana. Las diferencias en el contenido de proteína entre vacas sanas y vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél/ml fue muy leve, por lo que también se realizo una función de respuesta de producción de proteína (Apéndice IX). En esta oportunidad se encontró que igualmente existen diferencias significativas ( $p<0,05$ ), disminuyendo el contenido de proteína en 0,11 kg/semana.

De esta manera, las producciones de la Estación Experimental Oromo quedan, como se muestran en el Cuadro 12.

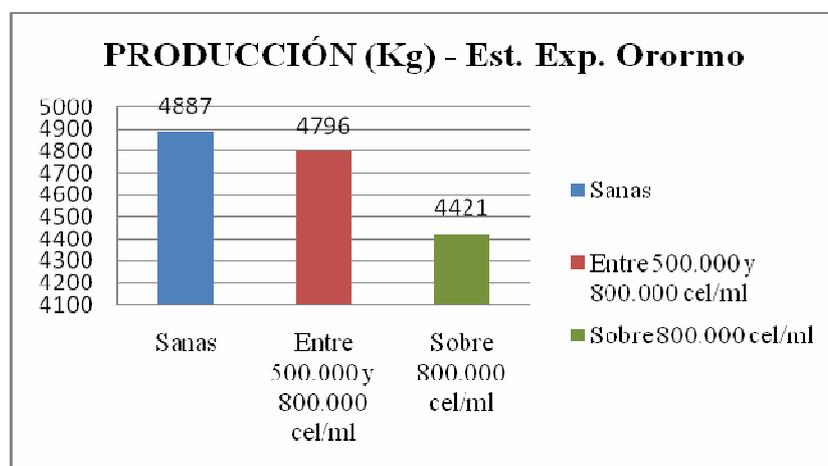
**Cuadro 12.** Producción por lactancia, porcentaje de proteína, grasa y precio pagado a productor según clasificación de células somáticas, con respectivos efectos producidos por el aumento de ellas (corregido).

<b>ESTACIÓN EXPERIMENTAL OROMO</b>			
	<b>Vacas sanas</b>	<b>Vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél./ml</b>	<b>Vacas con RCS sobre 800.000 cél/ml</b>
<b>Producción<sup>/11</sup> (kg)</b>	4.887	4.796	4.421
<b>Grasa (%)</b>	4,5	4,33	4,44
<b>Proteína (%)</b>	3,41	3,28	3,43
<b>Precio (\$/L)</b>	203,76	170,91	172,41
<b>Total (\$)</b>	966.841	795.757	739.984
<b>Efecto cantidad (kg)</b>		(-) 91	(-) 466
<b>Efecto precio (\$/L)</b>		(-) 32,85	(-) 31,35
<b>Efecto ingreso<sup>/12</sup> (\$ total)</b>		(-) 171.084	(-) 226.857

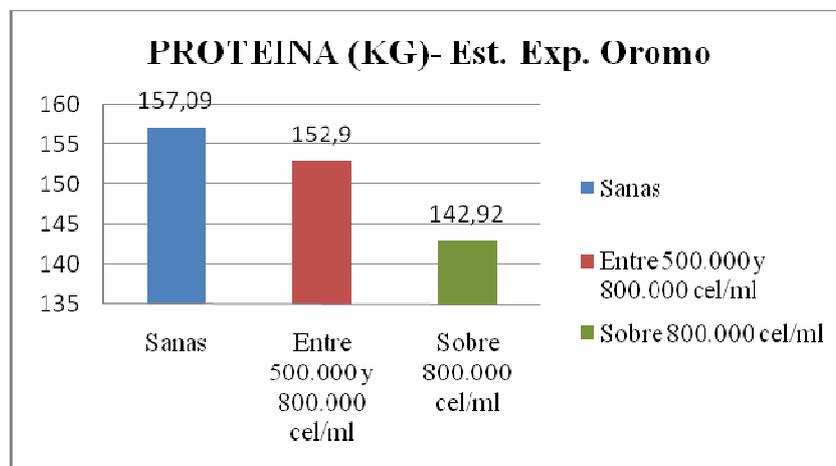
<sup>/11</sup>Producción evaluada hasta la semana 38.

<sup>/12</sup>Calculado en base a litros de producción total.

En las figuras 1 y 2, es posible observar de mejor manera los cambios expuestos en el cuadro 12.



**Figura 1.** Kilos de leche producidos por lactancia según RCS, Est. Exp. Oromo.



**Figura 2.** Kilos de proteína producidos por lactancia según RCS, Est. Exp Oromo.

Para el cálculo de pérdidas ocasionadas por MC, se empleó la misma metodología anterior, con la cual fue posible la construcción de las curvas tipo para cada una de las lactancias en las que se presentó el cuadro clínico. Con estos datos se procedió a calcular, de acuerdo a los tratamientos recibidos por las vacas enfermas y los días fuera de producción (Apéndice X), las pérdidas promedio por lactancia, evaluando el litro de leche al precio calculado para vacas sanas en el ítem anterior (Cuadros 13, 14, 15, 16).

**Cuadro 13.** Pérdidas promedio provocadas por mastitis clínica durante el mes de monitoreo, Huillinco I.

Lactancia	Pérdida (Kg)	Costo tratamiento (\$)	Pérdida total (\$) <sup>/13</sup>	Pérdida productiva (%)
1	96,31	7.085	25.893	1,86
2	141,63	7.085	34.743	1,92
4	175,62	7.085	41.381	2,22
5	201,10	7.085	46.360	2,62
6	805,50	7.085	166.345	9,82
7	192,61	7.085	44.700	2,45
<b>Total</b>	<b>1.622,77</b>	<b>42.510</b>	<b>359.422</b>	<b>20,89</b>

<sup>/13</sup> [Pérdida (L) \* \$/L de leche (ítem anterior, vacas sanas)] + costo tratamiento.

En el cuadro 13, es posible observar que los tratamientos dados a las vacas afectadas por MC tienen el mismo valor promedio, ya que el tratamiento utilizado para esta enfermedad es siempre el mismo.

<b>Cuadro 14.</b> Pérdidas promedio provocadas por mastitis clínica durante el mes de monitoreo, Huillinco II.				
Lactancia	Pérdida (Kg)	Costo tratamiento (\$)	Pérdida total (\$) <sup>/14</sup>	Pérdida productiva (%)
1	595,86	8.502	123.132	8,29
2	406,19	10.130	88.272	5,82
3	470,71	13.255	103.780	5,24
4	180,77	12.067	46.842	2,08
5	392,43	14.378	89.873	4,59
<b>Total</b>	<b>2.045,96</b>	<b>58.332</b>	<b>451.899</b>	<b>26,02</b>

<sup>/14</sup> [Pérdida (L) x \$/L de leche (ítem anterior, vacas sanas)] + costo tratamiento.

En el cuadro 14 se observa que la mayor pérdida productiva (kg) y total en Huillinco II, se dio lactancia 1. Sin embargo, es en esta lactancia en la que el tratamiento de la enfermedad fue el más barato.

<b>Cuadro 15.</b> Pérdidas promedio provocadas por mastitis clínica en el mes de monitoreo, Centinela.				
Lactancia	Pérdida (Kg)	Costo tratamiento (\$)	Pérdida total (\$) <sup>/15</sup>	Pérdida productiva (%)
1	121,80	7.085	29.564	2,34
2	567,79	11.790	116.583	9,42
4	144,46	7.085	33.747	1,96
5	124,63	7.085	30.087	1,57
6	200,34	15.333	52.307	3,12
<b>Total</b>	<b>1.159,02</b>	<b>48.378</b>	<b>262.288</b>	<b>18,41</b>

<sup>/15</sup> [Pérdida (L) x \$/L de leche (ítem anterior, vacas sanas)] + costo tratamiento.

En el cuadro 15 se observa que el costo para el tratamiento de MC fue mayor en la lactancia 6, pero la mayor pérdida productiva (kg) y total (\$) se dio en la lactancia 2, perdiéndose por concepto de ésta enfermedad \$116.583.

<b>Cuadro 16.</b> Pérdidas promedio provocadas por mastitis clínica durante el mes de monitoreo, Estación Experimental Oromo.				
Lactancia	Pérdida (Kg)	Costo tratamiento (\$)	Pérdida total (\$) <sup>/16</sup>	Pérdida productiva (%)
1	118,97	3.683	27.217	2,73
2	118,97	3.620	27.154	2,66
8	1.090,77	13.800	229.582	24,94
<b>Total</b>	<b>1.328,71</b>	<b>21.103</b>	<b>283.953</b>	<b>30,33</b>

<sup>/16</sup> [Pérdida (L) \* \$/L de leche (ítem anterior, vacas sanas)] + costo tratamiento.

El cuadro 16, nos muestra que en la Estación Experimental Oromo las mayores pérdidas debido a MC se dan en la 8ª lactancia, llegando a perder por concepto de la enfermedad \$229.582, las que se deben a la pérdida del cuarto enfermo.

En el Apéndice XI se encuentran los precios de los medicamentos utilizados en cada una de las lecherías.

## DISCUSIÓN

### Incidencia de mastitis clínica

En la X región de nuestro país, nunca se han efectuado estudios monitoreando la incidencia de MC en un período de tiempo. Los resultados obtenidos en el presente trabajo (Cuadro 1) realizado en la Comuna de Purranque, X región, constatan una incidencia que alcanza al 3,7% mensual, lo que llevado a cifras anuales resulta en 44,4 casos de MC por cada 100 vacas en lactancia. La Estación Experimental Oromo fue la lechería que tuvo la menor incidencia con un 2,3% mensual, lo que podría deberse al sistema productivo de esta lechería, ya que al tener una producción monoestacional, todas las vacas se encuentran en el mismo período de lactancia, a diferencia del resto de las lecherías consideradas, en las cuales las vacas se encontraban en períodos diferentes de lactancia, lo que contribuye a que las vacas que se encuentran ya en la segunda mitad de su lactancia y puedan estar infectadas, tengan una mayor probabilidad de contagiar a aquellas que la están iniciando (Cagienard, 1983). También es posible que la raza y mestizaje utilizado en la Estación Experimental Oromo lechería, con genes de Holstein-Neozelandés, tenga mejor salud mamaria que Holstein-Friesian y además, podría ser que sus menores producciones influyan en este valor.

Aguilar (2002), validando una encuesta realizada a productores de la X región, determina en Osorno un 5% mensual de MC (60% anual), valor superior al encontrado en el presente estudio y al informado por Álvarez en un predio de la X región con una incidencia de 6,9% mensual (83% anual). Philpot y Nickerson (2000), consideran como valor límite un 5% de MC mensual y 60% anual para un rebaño Holstein- Friesian en USA y , por lo tanto, los resultados encontrados en las 4 lecherías estudiadas con 3,7% mensual y 44,4% anual pueden ser considerados una cifra satisfactoria. El buen manejo, la asistencia agronómica y veterinaria, que poseen estas lecherías de la X región serían una explicación para estos resultados. Sin embargo, los resultados obtenidos no pueden ser considerados como una cifra referente de la incidencia de MC en la X región, ya que las 4 lecherías estudiadas, no constituyen una cantidad estadísticamente representativa de las lecherías de esta región lechera, la más importante del país.

La incidencia de MC en otros países productores de leche como Uruguay, es de 1,2% mensual y 14,4% anual (Giannechini *et al.*, 2002b), Nueva Zelanda con 1,58% mensual y 19% anual (Petrovski *et al.*, 2009), Suecia con 1,75% mensual y 21% anual (Plym Forshell *et al.*, 1995), Canadá con 1,65% mensual y 19,85% anual (Olde-Riekerink *et al.*, 2008). Estos valores demuestran que aún estando los predios antes analizados entre los mejores de Chile, existen metas significativamente mejores posibles de alcanzar.

La incidencia de MC, según diferentes estudios, afecta mayormente a las vacas durante los primeros 60 días de lactancia, siendo más frecuente en vacas de segundo parto en adelante,

que en vacas de primer parto (Bartlett *et al.*, 1991; Pedraza, 1991; Pedraza y Fajardo, 1997; Suriyasathaporn *et al.*, 2000; Hagnestm *et al.*, 2007; Petrovski *et al.*, 2009; Ahmadzadeh *et al.*, 2009), resultados que coinciden con los hallados en este estudio.

### **Prevalencia de mastitis subclínica**

CORFO (s/f) en la década de los ochenta, informa que el promedio de RCS de estanque era de 750.000 a 1.000.000 cél/ml, lo que indica una prevalencia de un 70% en general para Chile.

Zamorano (1975), determinó para Osorno un 67,73% de vacas positivas al CMT de un total de 840 vacas examinadas. Oyarzún (1988), determina un 87% de MSC en la comuna de los Muermos, X región. Si comparamos estos resultados con los mostrados en el Cuadro 3 (38,9%) y con valores obtenidos en países vecinos productores de leche como Uruguay, donde Giannechini *et al.* (2002a), de un total de 1077 muestras analizadas encuentra, también por cultivo bacteriológico, una prevalencia de 52,4%, el resultado obtenido es muy bueno. Sin embargo, al comparar esta cifra con la de países desarrollados como Suecia, Dinamarca, Noruega y Finlandia, donde la prevalencia de MSC es de un 25 a 35% como máximo (Østeras *et al.*, 2006), los resultados del presente estudio indicarían que aún existen medidas que tomar para tener un mejor control de la enfermedad. A pesar de esto, no se puede dejar de mencionar que el buen manejo de salud mamaria que tienen las lecherías estudiadas claramente influye en los buenos resultados obtenidos.

El RCS de estanque, es un método utilizado en gran parte del mundo para medir la prevalencia de MSC en el rebaño lechero (Harmon, 1994; Booth, 1998), en el cuadro 4, se observa que para la zona estudiada la media geométrica del RCS de estanque es de 288.435 cél/ml, lo que indicaría una prevalencia aproximada de un 33 a 34% (Eberhart *et al.*, 1982, citado por Philpot y Nickerson, 2000), cifra inferior a la mencionada por Kruze (2005), que indica como promedio nacional 311.000 cél/ml, lo que señalaría una prevalencia de 38 a 45% (Eberhart *et al.*, 1982, citado por Philpot y Nickerson, 2000). La media geométrica del RCS de estanque de frío es un parámetro mayoritariamente usado en programas nacionales de control de calidad de MSC en numerosos países, no obstante, en el presente trabajo se ha preferido determinar la prevalencia de MSC considerando el análisis bacteriológico. El bajo valor de los RCS de estanque en tres de las lecherías estudiadas, podría deberse al descarte de la leche proveniente de vacas sospechosas, con altos RCS.

Queda claro que los valores de MSC han mejorado en la X región dada la constante preocupación de los productores y las plantas lecheras por mejorar la calidad de la leche.

Si la prevalencia obtenida para la zona estudiada es comparada con la de países desarrollados, los que poseen programas de selección genética en base a salud mamaria y programas de control permanente, como por ejemplo Suecia, Noruega, Dinamarca y

Finlandia que poseen prevalencias entre un 15 y 30% (Smith y Hogan, 2003), nos damos cuenta que aún queda mucho por hacer en ésta materia en Chile.

### **Etiología bacteriana de mastitis**

En el presente estudio, tanto para MC como para MSC, el patógeno más frecuentemente aislado fue *Staphylococcus aureus*, con 39,6% y 68,6% para MC y MSC respectivamente (Cuadros 5 y 6). Zamorano (1975), determinó para Osorno como principal patógeno causal de MSC a *Staphylococcus aureus* con un 44,28% del total de casos. León y Yamal (2000) determinaron en un trabajo de Cooprinsem-Osorno, que *Staphylococcus aureus* era el patógeno más prevalente con 27% en MC y 35% en MSC. Brandt (2002) analizó 2.294 muestras de leche provenientes de Valdivia y Osorno, aislando 1.012 cepas, determinando que el patógeno aislado más frecuente fue *Staphylococcus aureus*, con 49,8%, seguido por *Staphylococcus coagulasa negativo* (SCN) con un 26,8%. Estos resultados son coincidentes con los de Aguilar (2002), que en la misma región indica al *Staphylococcus aureus* como el patógeno principal de mastitis en esta región con un 47,8% de los aislamientos, seguido por SCN con un 13,3%. Tendencia similar se encuentra en el presente estudio donde 39,6% y 68,6% de *Staphylococcus aureus* y 10,4% y 19,4% de SCN para MC y MSC respectivamente. Si bien es cierto, que estos resultados coinciden con los encontrados en este estudio, cabe destacar el aumento explosivo que han tenido las infecciones provocadas por *Staphylococcus aureus*, el que desde los estudios del 2002 a la fecha han aumentado en aproximadamente un 20%. Así mismo, es de gran importancia enfatizar el aumento que han tenido las infecciones causadas por SCN, microorganismo que ocupa el segundo lugar de los aislamientos.

Al revisar la literatura internacional disponible sobre los principales agentes patógenos causantes de mastitis en el bovino, se encontró, en Argentina, Uruguay y USA (Philpot y Nickerson, 2000; Giannechini *et al.*, 2002a; Calvinho y Tirante, 2005), que *Staphylococcus aureus* ocupa el primer lugar de los aislamientos, coincidiendo con los resultados obtenidos para la zona sur de Chile.

En los resultados de etiología bacteriana (Cuadro 5), un 16,6% de los casos de MC aparecen como casos negativos, es decir, que habiendo sido caracterizados como casos clínicos por el CMT, no presentaron crecimiento bacteriano al cultivo. Mientras que un 30,93% de los casos caracterizados como MSC mediante el CMT fueron negativos al examen bacteriológico. El NMC informa que en más del 30% de muestras de leche de casos clínicos y subclínicos de mastitis bovina las bacterias no son capaces de crecer en los cultivos convencionales, siendo estos casos los llamados de "crecimiento negativo", siendo considerados hoy como un serio problema para laboratorios de mastitis, veterinarios y productores de leche (NMC, 2009)

Considerando la resistencia de los *Staphylococci* a los tratamientos de uso común, ya Brandt (2002) señala que luego de realizar un test de resistencia con diferentes

antimicrobianos, el 28,2% de los *Staphylococcus aureus* y el 34,3% de los SCN fueron resistentes a la penicilina. Gentilini *et al.*, (2000) en Argentina, al realizar un test de resistencia a diferentes antimicrobianos con 206 cepas aisladas de *Staphylococcus aureus*, provenientes de diferentes provincias, obtuvo un 40,3% de cepas resistentes a la penicilina.

El test de resistencia a la penicilina tiene una gran importancia para el éxito en el tratamiento de la mastitis. La tasa de curación de los *Staphylococci* resistentes a la penicilina (productores de betalactamasa), tratados con penicilina u otro antibiótico del grupo de los betalactámicos, muestran bajísimas tasas de curación (Sol *et al.*, 2000). Es por esto que se considera primordial evaluar esta característica en los países productores de leche, que deben tratar la mastitis. En nuestro país nunca se ha estudiado el porcentaje real de *Staphylococci* causantes de MC y MSC con resistencia a la penicilina y otros betalactámicos.

En el Cuadro 7 se encuentran los resultados de los *Staphylococci* aislados de MC y MSC, donde se observa que de 91 agentes diagnosticados, pertenecientes a este género, un 43,84% fue resistente al test simplificado de resistencia, ya que existió crecimiento de colonias en este medio. Este resultado es levemente superior al encontrado por Álvarez y Concha (2007), quienes determinaron en la X región un 40,5% de agentes resistentes a la penicilina, por lo tanto productores de betalactamasa.

El uso constante de tratamientos con antibióticos, se considera como un factor de riesgo para la aparición de cepas resistentes de *Staphylococci*, sobre todo al utilizar antibióticos de amplio espectro (Berghash *et al.*, 1983).

En los países Nórdicos existen políticas de control en el uso de antibióticos, por ejemplo existe prohibición del uso profiláctico de antibióticos como tratamiento de todas las vacas al secado sin exámenes bacteriológicos. Estas medidas han permitido que estos países tengan hoy una prevalencia de solamente 10 a 20% de resistencia a la penicilina de los *Staphylococci*, versus 40 a 60% del resto de Europa (Aarestrup y Jensen, 1998).

## **Pérdidas económicas**

### **Mastitis subclínica**

Al examinar las estimaciones de pérdidas (Cuadros 8, 9, 10 y 12), se observa que una vaca perteneciente al grupo con RCS entre 500.000 a 800.000 cél/ml pierde, comparando con el grupo de vacas con RCS de hasta 300.000 cél/ml, de 91 a 927 kg, lo que representa una disminución de un 1,86% a un 12,74% de la producción por lactancia, promediando 558,25 kg menos de leche por lactancia. Las vacas del grupo de vacas con RCS sobre 800.000 cél/ml experimentan una caída productiva que va desde los 166 a los 1.335 kg, lo que expresado en términos porcentuales va desde un 2,28 a un 18,35% menos de leche por lactancia, promediando 692,5 kg menos de leche por lactancia. El efecto de la pérdida

productiva por lactancia va a depender del agente que cause la enfermedad y de la duración del proceso, sin embargo, las diferentes estimaciones hablan que los efectos productivos pueden variar entre un 10 y un 30% (e incluso más) (Fetrow, 2000).

Kruze (1992), estima que un cuarto de la ubre afectado por MSC pierde en promedio 750 kg de leche por lactancia. Pedraza *et al.* (1994a), determinaron que las disminuciones experimentadas por la presencia de MSC en el rebaño van desde los 111 a los 1.835 kg de leche por lactancia con rangos de CS entre 100.000 y más de 5.000.000 cél/ml. Esto representa de un 2 a un 29% de disminución de la producción por lactancia. De acuerdo a Philpot y Nickerson (2000), una vaca que tiene un RCS de 400.000 cél/ml pierde hasta 544 kg de leche por lactancia, llegando a pérdidas de 726 kg con un RCS de 800.000 cél/ml. Los rangos de disminución en la producción láctea encontrados en este estudio concuerdan con las mermas productivas encontradas por diferentes autores, los que en su gran mayoría estiman estas bajas de acuerdo al logaritmo natural de RCS ( $\ln\text{RCS}$ ), considerando un aumento promedio de 0,5 kg/día por aumentos del doble en el RCS, tomando como base un RCS de 50.000 cél/ml. (Pedraza *et al.*, 1994b; Pedraza *et al.*, 1994a; NMC, 1997; Philpot y Nickerson, 2000; Fetrow, 2000; Seegers *et al.*, 2003). Sin embargo, no hay que olvidar que la estimación de la merma productiva, para el caso de la Estación Experimental Oromo es sólo hasta la semana 38, por lo que los promedios podrían ser mayores.

La baja en la producción, así como la disminución en la calidad de la leche entregada a la planta receptora de ésta, afecta directamente los ingresos del productor (Cuadros 8, 9, 10 y 12), así tenemos que los efectos negativos en los ingresos dado el aumento en las CS, variaron entre 16,51 y 24,23% al pasar de 300.000 cél/ml a 500.000-800.000 cél/ml, promediando 20% menos de ingreso por cada lactancia. Y al pasar a más de 800.000 cél/ml, los ingresos disminuyeron entre un 17,44 y 32,14%, promediando un 23,42% por cada lactancia. Estos resultados no pueden ser comparados con otros trabajos ya que los efectos en el ingreso que causa la MSC no son los mismos en todas las lecherías, debido a que el precio pagado a productor no es el mismo dadas las diferentes bonificaciones y penalizaciones aplicadas a éstos. Además, en el presente estudio sólo se consideraron algunos puntos de la pauta de pago de la empresa lechera.

Al realizar la función de respuesta, entregada por el programa Eviews 3.1, en los casos mencionados en el capítulo anterior, fue posible constatar que en tres de las lecherías no se observaron diferencias significativas, por lo que éstas no se debieron al cambio en el RCS. Estos resultados indican que existirían otras razones que explican las diferencias observadas en los parámetros medidos.

Las mayores producciones de leche observadas de las vacas enfermas pueden estar relacionadas con otros factores que estarían afectando los niveles productivos, como lo son los días en lactancia, número de parto, genética, estado nutricional de la vaca y sistema productivo (Harmon, 1994).

Los mayores contenidos totales de grasa en la leche de vacas enfermas pueden ser atribuidos a un efecto de concentración, ya que la grasa disminuye más lentamente de lo

que lo hace el volumen de leche total en la glándula mamaria, produciéndose un efecto de concentración (Pedraza *et al.*, 1977).

En el caso de la Estación Experimental Oromo, se observó que los contenidos de proteína eran muy similares entre vacas sanas y vacas con RCS entre 500.000 y 800.000 cél/ml. Estos resultados no son muy comunes, ya que lo normal es que el contenido de proteína en la leche, así como el de grasa disminuyan. No obstante, estos resultados podrían deberse a la aparición de ciertas proteínas sanguíneas en el suero lácteo (Blosser, 1964; Harmon, 1994; Philpot y Nickerson, 2000) o bien, por la falta de información que complete la producción de toda la lactancia. Sin embargo, al realizar la función de respuesta, fue posible constatar una disminución del contenido de proteína en la leche de un 0,11 kg/semana/lactancia.

### **Mastitis clínica**

En el presente estudio no existió un seguimiento productivo posterior a la presentación del cuadro clínico, sólo se evaluó el efecto productivo generado por el descarte de leche durante la presentación del cuadro clínico mientras recibían tratamiento de aquellas vacas que no perdían el cuarto de la ubre afectado (Cuadros 13, 14, 15 y 16), por lo que los resultados entregados podrían eventualmente ser de mayor magnitud, debido a que en la mayoría de los casos la infección, al no ser tratada correctamente, pasa a cuadro subclínico (Philpot y Nickerson, 2000). Además, en el caso de la Estación Experimental Oromo, solo se evaluó la lactancia hasta la semana 38, por lo que también podrían existir pérdidas productivas mayores.

Las bajas en la producción debido a MC en las diferentes lecherías estudiadas, van de 1,86 a 8,29% (96,31 a 595,86 kg) y 1,92 a 24,94% (118,97 a 1.090,77 kg) para vacas de primer parto y de segundo parto en adelante respectivamente en las diferentes lactancias (Cuadros 13 14, 15 y 16). Los resultados encontrados, para MC, por los diferentes autores consultados son muy variables ya que la unidad utilizada para expresar la pérdida láctea varía desde el rendimiento semanal a toda la lactancia, e inclusive, algunos trabajos no consideran las pérdidas debido al descarte de leche por el suministro de medicación para el tratamiento de la enfermedad (Hortet y Seegers, 1998; Seegers *et al.*, 2003). Pedraza *et al.* (1991), registraron caídas productivas en el total de la lactancia de un 14 y un 16% (756,02 y 771,47 kg) para vacas de segundo parto en adelante y vacas de primer parto respectivamente, realizando un seguimiento productivo de aquellas vacas que presentaron mastitis clínica. Los resultados encontrados en este estudio se asemejan mucho a los hallados por Hagnestam *et al.* (2007), quienes establecen disminuciones productivas que varían entre 0 a 9% (0 y 705 kg) para vacas de primer parto y de 0 a 11% (0 a 902 kg) para vacas de segundo parto en adelante.

El promedio de las pérdidas productivas encontradas en la literatura varían desde valores muy bajos a sobre 700 kg, lo que se debe a que la magnitud de la pérdida ocasionada por el cuadro de MC va a depender del nivel productivo del rebaño, de la etapa de lactancia en la que se presente y del agente que este causando la enfermedad, así como también del

número de parto en el que se encuentre la vaca afectada (Bartlett *et al.*, 1991; Hortet y Seegers, 1998; Coulon *et al.*, 2002; Seegers *et al.*, 2003; Hagnestam *et al.*, 2007).

Con una incidencia de 3,7% en la zona estudiada, la pérdida productiva promedio que genera la MC es de 1.539,12 kg/lactancia.

De los cuadros 13, 14, 15 y 16 es posible obtener el costo promedio por vaca del tratamiento aplicado por la aparición de MC, los que fueron de \$7.085, \$11.666, \$9.676 y \$7.034 para las lecherías Huillinco I, Huillinco II, Centinela y Estación Experimental Oromo respectivamente. Al promediar estos resultados, obtenemos que el costo promedio por concepto de medicación para el tratamiento de la MC para la zona estudiada es de \$8.865/vaca. Entonces, si la incidencia anual para la zona estudiada es de 44,4%, el costo anual del tratamiento de la MC es de \$393.606 y la pérdida productiva promedio es de 68.336,9 kg (con un promedio de pérdida de 1.539,12 kg/lactancia). Si consideramos sólo el precio base pagado a productor, \$131,33 sin IVA incluido (vigente a la fecha del estudio), tenemos que el impacto económico anual causado por la MC en la zona estudiada es de \$9.106.892. Sin embargo, esta estimación podría ser aún mayor, ya que no considera el seguimiento productivo de vacas mejoradas después de un cuadro clínico, gastos extras por visitas veterinarias, labores extras del personal. Tampoco los costes en el incremento de la tasa de reemplazo que muchas veces causa la MC, por el descarte de vacas con MC crónica.

Los presentes resultados son muy superiores a los encontrados por Pedraza y Fajardo (1997), quienes calcularon que las pérdidas en la Estación Experimental La Platina (RM) debido a MC en \$2.813.000. Esto, debido a que los autores consideraron una incidencia anual de 29%, pérdidas productivas promedio de 756,02 kg/lactancia, un costo del tratamiento de \$8.000 y \$100/l de leche pagado a productor.

## CONCLUSIONES

La incidencia de MC para las 4 lecherías estudiadas es de una cifra anual, menor a la de otras lecherías de la zona, dadas las medidas implementadas para el control de esta enfermedad, además de contar éstas con un buen asesoramiento veterinario y agronómico.

La MC aparece, predominantemente, durante los primeros 60 días de lactancia período que corresponde a cuando el sistema inmunológico de la vaca está menos activo.

La prevalencia de MSC encontrada en las 4 lecherías fue también buena, lo que demuestra que en los últimos años esta cifra ha sido reducida, dado el monitoreo permanente y la adopción de buenos procedimientos, como por ejemplo la terapia selectiva al secado sólo de vacas bacteriológicamente positivas.

No obstante, que los parámetros de MC y MSC encontrados en el estudio son satisfactorios, las bajas cifras de otros países productores de leche, dan cuenta que todavía queda trabajo por hacer para disminuir aún más estos parámetros.

Si bien, el RCS de estanque encontrado en la zona de estudio es muy bueno, éste no puede ser considerado como un dato que refleje la verdadera prevalencia en las lecherías estudiadas, dado el descarte de leche realizado por los productores, de aquella leche proveniente de vacas con altos RCS. Esta acción efectivamente permite mantener un RCS de estanque bajo, sin embargo, el productor al desechar esa leche incrementa sus pérdidas monetarias.

El examen bacteriológico permitió confirmar, que tanto en MC como en MSC, el patógeno más frecuente, causal de esta enfermedad en Purranque, X región, es *Staphylococcus aureus*. Además, la realización de este examen, permitió visualizar el aumento que ha experimentado en los últimos años aquellas infecciones producidas por SCN.

El escaso control de los antibióticos utilizados para el tratamiento de la mastitis, así como el incorrecto tiempo de utilización de estos, son las principales razones por las cuales se observa un gran aumento en la resistencia a la penicilina de patógenos (productores de betalactamasa) del género *Staphylococci*. Si esta cifra no es controlada, a los productores de leche cada vez les será más difícil y caro el tratamiento de la mastitis.

A mayor RCS, la pérdida productiva es mayor, lo que va a incidir también sobre el ingreso percibido por el productor, dada la disminución en la cantidad y calidad de la leche entregada a la planta.

Las pérdidas económicas ocasionadas por la presencia de mastitis, tanto clínica como subclínica, varían en el tiempo, ya que tanto el costo de los tratamientos utilizados, el número de vacas afectadas y el precio del litro de leche pagado a productor van cambiando,

por lo tanto los valores entregados en el presente trabajo son estimaciones que ayudan al productor a tener una visión general de las pérdidas que causa la presencia de esta enfermedad. Además, para el cálculo de las pérdidas, sólo se consideraron algunos puntos de la pauta de pago utilizada por SOPROLE.

En Chile existe escasa información con respecto a los parámetros de esta enfermedad, y la gran mayoría de los trabajos realizados datan de los años 80, por lo que los resultados expuestos en el presente estudio dan una visión de la situación actual de esta enfermedad en la X región.

**BIBLIOGRAFIA**

Aarestrup, F. M y Jensen N. E. 1998. Development of penicilina resistente among *Staphylococcus aureus* isolates from bovine mastitis in Denmark and other countries. Microb. Drug. Res. 4: 247-256.

Aguilar L. J. 2002. Mastitis Bovina en Rebaños Lecheros de Sur de Chile: Validación y Análisis de una encuesta Epidemiológica y Estudio Etiológico de Mastitis Clínica. Memoria de Título Médico Veterinario. Universidad Austral de Chile, Facultad de Medicina Veterinaria. Chile. 43p.

Ahmadzadeh A. Frago F. Shafii B. Dalton D. C. Price W. J. y McGuire M.A. 2009. Effect of clinical mastitis and other diseases on reproductive performance of Holstein cows. Anim. Reprod. Sci. 112: 273-282.

Amorena B. Baselga R. Aguilar B. Iturralde M. Blasco J.M. Zorraquino M.A. Echeverría J.M. Sancho F. Ferrer L.M. Marco J. García de Jalón J.A. Duchá J. Latre M.V. Lara C. y Trevor L. 1990. Prevención y Lucha contra la mastitis. Diputación General de Aragón, Departamento de Agricultura y Montes, dirección general de promoción agraria. Zaragoza, España. 30p.

Bartlett P. Van Wijk J. Wilson D. Green CH. Miller G. Majewski G. y Heider L. 1991. Temporal patterns of lost milk production. Following clinical mastitis in a large michigan holstein herd. J. Dairy Sci. 74(5): 1561-1572.

Berghash S. Davidson J. Armstrong J. y Dunny G. 1983. Effects of antibiotic treatment of nonlacting Dairy pathogens. Antimicrob. Agents Chemother 24: 771-776.

Blosser T.H. 1964. Relationship between the california mastitis test and the chemical composition of milk from opposite quarters. J. Dairy Sci. 46:696.

Booth J. 1998. Recuento de Células Somáticas Como indicador de Mastitis. pp 13-18. In: II Jornada CONAMASCAL: Control de la Mastitis y Calidad de leche. Temuco, Osorno, Puerto Varas. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 55p.

Brandt C. A. 2002. Estudio de resistencia bacteriana de patógenos aislados de mastitis bovina en rebaños lecheros de la X región, frente a antimicrobianos de uso frecuente en medicina veterinaria. Memoria de Título Médico Veterinario. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias, Instituto de Microbiología. Chile. 115p.

Cagienard B. 1983. Mastitis prevalence and selection of dry cow therapy programmes in dairy herds. New Zeland Veterinary Journal 31: 30-31.

Calvinho L. F. y Tirante L. 2005. Prevalencia de microorganismos patógenos de mastitis bovina y evolución del estado de salud de la glándula mamaria en argentina en los últimos 25 años. Sitio argentino de producción animal. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/> Leído el 5 de Mayo de 2009.

Concha C. 2008. Desafíos de la investigación: Mejoramiento del Rebaño Lechero en Chile. Agricultura Técnica (Chile) 78: 30-32.

Concha C. Álvarez S. 2007. Informe anual resultados año 2006. Empresa Udder Health, Osorno. 5p.

Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). s/f. Control de la mastitis en Chile. 95p.

Coulon J. B. Gasqui P. Barnouin J. Ollier A. Pradel P. y Pomiès D. 2002. Effect of mastitis and related-germ on milk yield and composition during naturally-occurring udder infections in dairy cows. Anim. Res. 51: 383-393.

FEDELECHE. 2009. Los efectos del “desplome”. Federación Nacional de Productores de Leche, Chile. Disponible en: [http://www.fedeleche.cl/boletines/BF\\_200901.pdf](http://www.fedeleche.cl/boletines/BF_200901.pdf) Leído el 18 de febrero de 2009.

Fetrow J. 2000. Aspectos económicos de la mastitis. Sitio argentino de producción animal. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/infecciosas/bovinos\\_leche/06mastitis\\_aspectos\\_economicos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_leche/06mastitis_aspectos_economicos.pdf) Leído el 13 de abril de 2009.

Fourichon C. 2001. Évaluation de l'impact zootechnique et économique des troubles de santé en elvage bovin laitier. ENSA Rennes, France. 252p.

Gentilini E. Denamiel G. Lorente P. Godaly S. Rebuelto M. y DeGregorio O. 2000. Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus aureus* Isolated from Bovine Mastitis in Argentina. J. Dairy Sci. 83:1224-1227.

Giannechini R. Concha C. Rivero R. Delucci I. y Moreno L. J. 2002a. Occurrence of clinical and sub-clinical mastitis in dairy herds in the west litoral región in Uruguay. Acta Vet. Scand 43: 221-230.

Giannechini R. Parietti I y De María P. 2002b. Evaluación de pérdidas económicas relacionadas a mastitis para establecimientos lecheros en Uruguay. pp 1-5. In: Jornada de lechería, 10 años de actividades del laboratorio de calidad de leche. Series de actividades de difusión n° 287, INIA La Estanzuela. Colonia, Uruguay. 60p.

Hagnestam C. Emanuelson U. y Berglund B. 2007. Yield losses associated with clinical mastitis occurring in different weeks of lactation. J Dairy Sci. 90: 2260-2270.

- Hamann J. y Reichmuth J. 1990. Compensatory milk production within the bovine udder: effects of short-term non milking of single quarters. *J. Dairy Res.* 57: 17-22.
- Hargraves A. y Adasme A. 2001. Manejo del ganado lechero. pp 1047-1064. In: Libro Agenda del salitre. Undécima edición. Química y Minera de Chile S.A.
- Harmon, R. J. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 77:2103-2112.
- Hogeveen H. y Østerås O. 2005. Mastitis management in a economic framework. pp 41-52. In: mastitis in dairy Production. Current knowledge and future solutions. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands. 744p.
- Hortet P y Seegers H. 1998. Loss milk yield and related composition changes resulting from clinical mastitis in dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 37: 1-20.
- International Dairy Federation (IDF). 1987. Bovine mastitis. Definition and guidelines for diagnosis. *Bulletin of the IDF.* Vol. 211. 24p.
- Kruze J. 1992. Pérdidas económicas por mastitis. *Holstein Chile.* 40(5): 27-28.
- Kruze J. 2005. Milk production and mastitis control in emerging dairy countries: The experience in Chile. pp. 123-128. In: Mastitis in dairy production, Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. 744p.
- Leavens H. Deluyker H. Schukken Y. H. De Meulemeester L. Vandermeersch R. De Muëlenaere E. y De Kruif A. 1997. Influence of parity and stage of lactation on the somatic cell count in bacteriologically negative dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80: 121-127.
- León B. y Yamal C. 2000. Isolating frequency of the main mastitis agents in south of Chile. pp 13-16. In: Proceedings of Pacific Congress on milk quality and mastitis control. Nagano, Japan. 144p.
- Mc Dougal S. 2003. Management factors associated with the incidence of clinical mastitis over the non-lactation period and bulk tank somatic milk cells during the subsequent lactation. *NZ. Vet. J.* 51: 63-72.
- Moraga L. 1988. Pérdidas económicas atribuibles a mastitis. pp 146-153. In: IV Curso Mastitis del Bovino y su Impacto Económico. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Santiago, Chile. 168p.
- National Mastitis Council (NMC). 1997. Current Concepts of Bovine Mastitis. 4<sup>th</sup> Ed. National Mastitis Council. Arlington, USA. 64p.
- National Veterinary Institute (SVA). 1998. Accreditation certificate. Methods file. Uppsala, Sweden. 29p.

NMC. 1999. Laboratory Handbook on bovine mastitis. Ed. NMC, Inc. 222p.

NMC. 2009. Udder Topics. Ed. NMC. Arlington, USA. Vol. 32(2).

ODEPA. Boletín de la Leche, año 2008. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Disponible en: <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/Lacteos/Leche-2008.pdf> Leído el 8 de abril de 2009.

ODEPA. Estadísticas. Industria láctea. Detalle mensual de recepción y elaboración. 2009. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Disponible en: [http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/jsp/lacteos/seil/seil\\_i4rml\\_enc.jsp;jsessionid=9BF46D4B736CE67F4E64A4004D9E3AEE](http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/jsp/lacteos/seil/seil_i4rml_enc.jsp;jsessionid=9BF46D4B736CE67F4E64A4004D9E3AEE) Leído el 26 de mayo de 2009.

Olde Riekerink G.M. Barkema, H.W. Kelton, D.F. y Scholls D.T. 2008. Incidence Rate clinical mastitis on Canada dairy farms. *J. Dairy Sci.* 91:1366-1377.

Østerås O. 2000. The cost of mastitis an opportunity to gain more money. p 67-77. *In: Proceedings of british mastitis conferece.* Shepton Mallet, UK.

Østerås O. Kruse H., Solverod L. Gjuestvang J. Mork T. 2006. Nordic view concerning mastitis pathogen resistance. p 36-55. *In: NMC, Annual Meeting Proceedings.* 2006.

Oviedo J. Valdéz J.J. Cafero M. Ochoa A. López J. E. Bravo A. y Baizabal V. M. 2007. Innate immune response of bovine mammary gland to pathogenics bacteria responsable for mastitis. *J. Infection.* 54(4):399-409.

Oyarzún T. 1988. Prevalencia y etiología bacteriana de mastitis subclínica en rebaños lecheros de la comuna de los Muermos, Llanquihue X región. Memoria de Título Médico Veterinario. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria. Chile. 58p.

Paape M.J. Shafer-Weaver K. Capuco A.V. Van Oostreltdt y Burvenich C. 2000. Immune surveillance of mammary tissue by phagocytill cells. *Adv. Exp. Med Biol.* 480:259-277.

Pedersen L.H. 2004. Mastitis diagnostic in Denmark. Nordic meeting on mastitis diagnostic. Ed. National Veterinary Institute. Uppsala, Sweden. 23p.

Pedraza C y Fajardo R. 1997. Pérdidas económicas asociadas al cuadro de mastitis clínica. *Tierra adentro* (15): 52.

Pedraza C. 1991. Efecto de la mastitis clínica sobre la producción de leche. *Agricultura Técnica (Chile)* 51(4): 298-306.

Pedraza C. Agüero H. Gómez M. Flores. Mansilla A y Fajardo P. 1994a. Relación entre el recuento de células somáticas y características de la curva de lactancia en vacas lecheras. *Agricultura Técnica (Chile)* 54(3): 268-276.

Pedraza C. Agüero H. Gómez M. Jahn E. Lanuza F. Hazard S. Vidal A. Fajardo P y Leiva R. 1994b. Relación entre la concentración de células somáticas y producción de leche, determinada en cinco rebaños lecheros de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 54(3):259-267.

Pedraza C. García J. Ciudad C. Palma R. Alegría G y Zurita A. 1977. Efecto de la mastitis subclínica sobre la calidad láctea. *Agricultura Técnica (Chile)* 37(4): 168-174.

Petrovski K. Heuer C. Parkinson T. y Williamsom N. 2009. The incidence and aetiology of clinical mastitis on 14 farms in Northland, New Zeland. *New Zeland Vet. J.* 57(2): 109-115.

Petrovski K.R. Trajcev M. y Buneski G. 2006. A review of the factors affecting the costs of bovine mastitis. *J. South African Vet. Association.* 77: 52-60.

Philpot S. C. y Nickerson. W. N. 2000. *Ganando la lucha contra la mastitis.* 5ª ed. Westfalia – Surge, Inc. Naperville, USA. 192p.

Plym-Forshell K. Østerås O. Aagaard K. y Kulkas L. 1995. Disease recording and cell count data in 1993, in Sweden, Norway, Denmark and Finland. pp 50-54. *In: Proceedings of the 3rd International Mastitis Seminar. Session 4.* Tel Aviv, Israel. 340p.

Pyörälä S. 2003. Indications of inflammation in the diagnostic of mastitis. *Vet. Res.* 34(5): 565-578.

Saloniemi H. 1995. Use of SCC in udder health work. pp 105-110. *In: Saudholm M. Honkanen-Buzalski T. Kaartinen L y Pyörälä.* The bovine udder and mastitis. University of Helsinki. Faculty of Veterinary Medicine. Helsinki, Finland. 312p.

San Martín B. Kruze J. Morales M. A. Agüero H. León B. Espinoza S. Iragüen D. Puga J. y Borie C. 2002. Resistencia Bacteriana en Cepas Patógenas Aisladas de Mastitis en Vacas Lecheras de la V Región, Metropolitana y X Región, Chile. *Arch. Med. Vet. (Chile)* 34 (2): 221-234.

Saran A. y Chaffer M. 2000. *Mastitis y calidad de leche.* Inter Médica. Buenos Aires, Argentina. 194p.

Seegers H. Fourichon C. Beaudeau F. 2003. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet. Res.* 34(2): 475-492.

- Silva G. M., Mancilla M. A. 1993. Análisis de sistemas en producción animal; teoría y aplicaciones. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 260p.
- Smith K. y Hogan J. 2003. El Impacto del Control de Mastitis en la Calidad y Seguridad de la Leche: una Perspectiva Internacional. pp 7-10. *In*: 3er Seminario Calidad de Leche. Osorno-Temuco. Asociación de Médicos Veterinarios de Osorno A.G. Chile. 66p.
- Sol J. Sampion O. Barkema H. y Schukken Y. 2000. Factors associated with cure after therapy of clinical mastitis caused by *S. aureus* isolated. *J. Dairy Sci.* 83: 278-284.
- Suriyasathaporn W. Schukken Y. H. Nielsen M y Brand A. 2000. Low somatic cell count: a risk factor for subsequent clinical mastitis in a dairy herd. *J. Dairy Sci.* 83: 1248-1255.
- Thrusfield M. 1990. *Veterinary Epidemiology*. Ed. Butterworths. London, England. 245p.
- Valenzuela M. E. y Astorga J. 1991. Tablas TLM. Secciones bacteriología clínica y enterobacterias. Departamento de Laboratorios de Salud, Instituto de Salud Pública de Chile. Santiago, Chile. 28p.
- Vivanco M. 2000. Muestreos estadísticos, diseño y aplicaciones. Edición Universitaria. Santiago, Chile. 209p.
- Zamorano V. C. 1975. Diagnóstico de Mastitis Subclínica en la Comuna de Osorno. Memoria de Título Médico Veterinario. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria. Chile. 19p.

## APÉNDICE I

En los laboratorios de bacteriología, al realizar la identificación de patógenos de mastitis, se utiliza una nomenclatura según el número de colonias que crecen en las placas, la que corresponde a +1 si el número de colonias observadas va entre 1 y 9; +2 si el número de colonias observadas va entre 10 y 50; y +3 si el número de colonias observadas supera las 50.

En el caso del presente estudio, se utilizó el rango correspondiente a +2 para el cálculo de la varianza, ya que es la clasificación más común para MSC de la zona estudiada. Información proporcionada por el laboratorio Udder Health, ubicado en la ciudad de Osorno, X región.

La ecuación utilizada fue:

$$\sigma^2 = \frac{\sum \chi^2}{n}$$

Donde:  $\sigma^2$  = Varianza muestral

$\chi^2$  = Desvíos con respecto al promedio

n = Tamaño de la muestra

$$\sigma^2 = \frac{(-20)^2 + (20)^2}{2} = \frac{800}{2} = 400.$$

**APENDICE II**

Número de vacas muestreado en cada una de las lecherías, según la cantidad de vacas en lactancia en período de toma de muestras, utilizando modelo estadístico descrito en la página 10.

	<b>Vacas en lactancia en período de toma de muestras</b>	<b>Número vacas muestreadas</b>
<b>Huillinco I</b>	280	47
<b>Huillinco II</b>	294	48
<b>Centinela</b>	151	41
<b>Estación Experimental Oromo</b>	95	36
<b>TOTAL</b>	820	172

## APÉNDICE III

### Pauta de pago, planta lechera SOPROLE.

Resumen de Pauta de pago de leche para la compra de PROLESUR realiza a los actuales productores de leche de la Región de Los Ríos y Región de los Lagos, Continental:

VIGENCIA: Los precios resultantes de la aplicación de esta Pauta de Precios comenzarán a regir el 17 de Marzo de 2008.

1.- PRECIO: Valores sin IVA.

El precio base, por litro de leche con 3,00% p/v de materia grasa y 3,00% p/v de proteína será:  
\$131,33.

2.- MATERIA GRASA: Análisis quincenal. Las diferencias respecto de los 30 gramos considerados en el precio base del litro, se valorará a \$800,0 el kilo.

3.- PROTEINA: Análisis quincenal. Las diferencias respecto de los 30 gramos considerados en el precio base del litro, se valorará a \$2.000,0 el kilo.

4.- BONIFICACIONES: Existen bonos en \$/L cuyas condiciones se establecen y bonificaciones en % del precio base.

A.- Sistema de refrigeración:

Estanque de planta..... 0 %

Estanque del productor..... 5 %

B.- Recuento de células somáticas: Análisis quincenal.

Recuento (cél/ml). Promedio geométrico de 4 últimos análisis quincenales

hasta 300.000..... 10 %

hasta 400.000..... 8 %

hasta 500.000..... 0 %

hasta 800.000..... - 8 %

sobre 800.000..... - 10 %

C.- Recuento en Placa de unidades formadoras de colonias (ufc): Análisis quincenal.

Recuento (ufc/ml)

hasta 30.000..... 14 %

hasta 50.000..... 12 %

hasta 80.000..... 10 %

hasta 100.000..... 8 %

hasta 300.000..... 0 %

sobre 300.000..... - 10 %

D.- Predio libre de brucelosis bovina:

Lechería de predio libre declarado por el Servicio Agrícola y Ganadero..... 5%

E.- Predio libre de tuberculosis bovina:

Lechería de predio libre declarado por el Servicio Agrícola y Ganadero..... 5%

F.- Pago de producción anual:

Producción en volumen (L/año)

Desde	Hasta	Factor	Cantidad a rebajar	Bono proporcional \$/L	
				Mínimo	Máximo
0	500.000	1,00	\$ 0	\$ 0,00	a \$ 1,00
500.000	700.000	1,00	\$ 0	\$ 1,00	a \$ 1,00
700.001	1.000.000	7,00	\$ 4.655.000	\$ 1,00	a \$ 3,00
1.000.001	1.500.000	9,00	\$ 6.005.000	\$ 3,00	a \$ 5,00
1.500.001	2.000.000	11,00	\$ 12.005.000	\$ 5,00	a \$ 7,00
2.000.001	4.000.000	9,00	\$ 4.005.000	\$ 7,00	a \$ 8,00

4.000.001	6.000.000	11,00	\$	12.005.000	\$ 8,00	a	\$ 9,00
6.000.001	8.000.000	13,00	\$	24.005.000	\$ 9,00	a	\$ 10,00
8.000.001	10.000.000	15,00	\$	40.005.000	\$ 10,00	a	\$ 11,00
10.000.001	12.000.000	17,00	\$	60.005.000	\$ 11,00	a	\$ 12,00
12.000.001	40.000.000	12,00	\$	5.000	\$ 12,00	a	\$ 12,00

Este bono se actualizará mensualmente.

G.- Bono de Desarrollo: \$1,2/L

Este bono se pagará a todos los productores que manifiesten por escrito su decisión de aportar a las asociaciones gremiales de productores (Aproval, Aproleche Osorno y Agrollanquihue), promoción del consumo lácteo (Promolac) y Consorcio Tecnológico de la Leche.

5.- FACTORES LIMITANTES:

A.- El aguado se castigará en el valor de las bonificaciones, según la Pauta, a toda la leche del día del análisis.

B.- Los inhibidores se castigarán, según la Pauta, a toda la leche del día del análisis en el valor del precio base y las bonificaciones que correspondan. Los inhibidores se detectarán con la prueba del DELVO-SP. En el caso de inhibidores positivo, la leche se analizará antes de retirar y si el resultado es positivo a inhibidores, ésta no se comprará.

C.- No se recibirá leche ácida.

D.- Sólo se comprará leche refrigerada a 4°C.

6.- OBSERVACIONES Y ALCANCES:

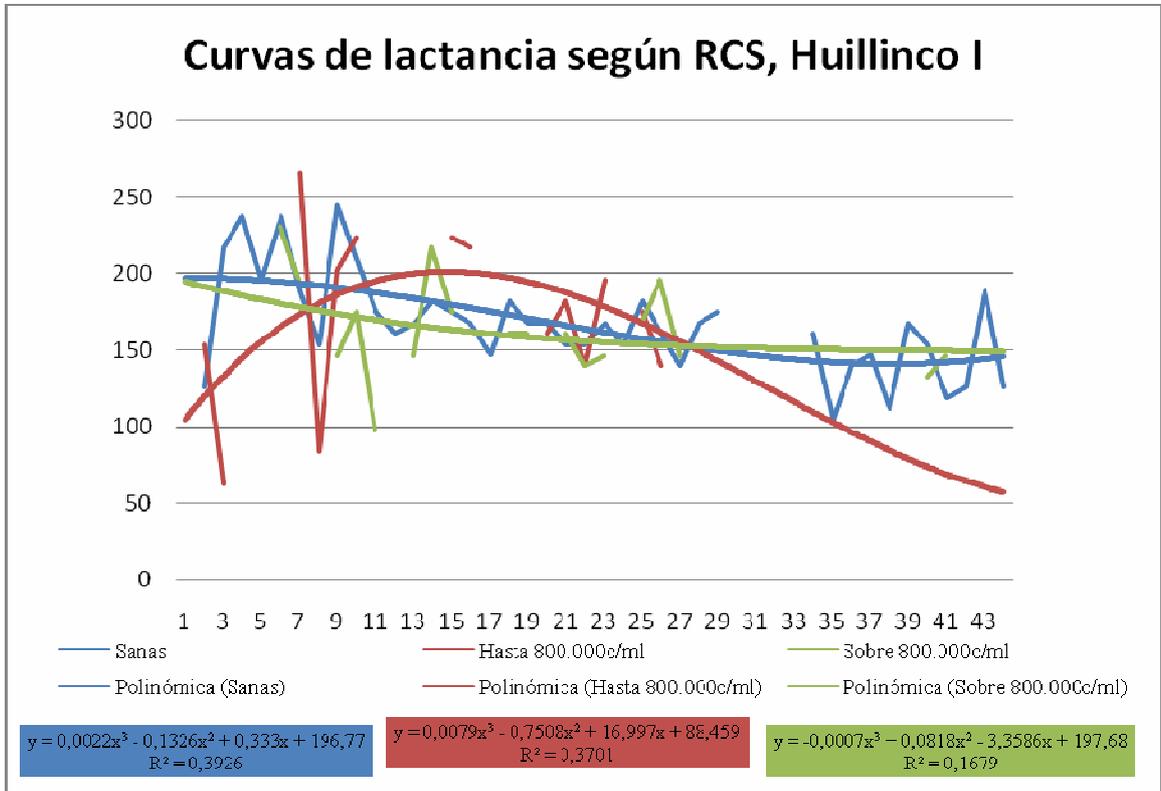
A.- Esta pauta de pago reemplaza a todas las anteriores.

B.- Para formalizar la compra y venta de la leche se firma un acuerdo que hace suyas las condiciones de la Pauta de Pago, la que se encuentra publicada en la planta donde se recibe la leche.

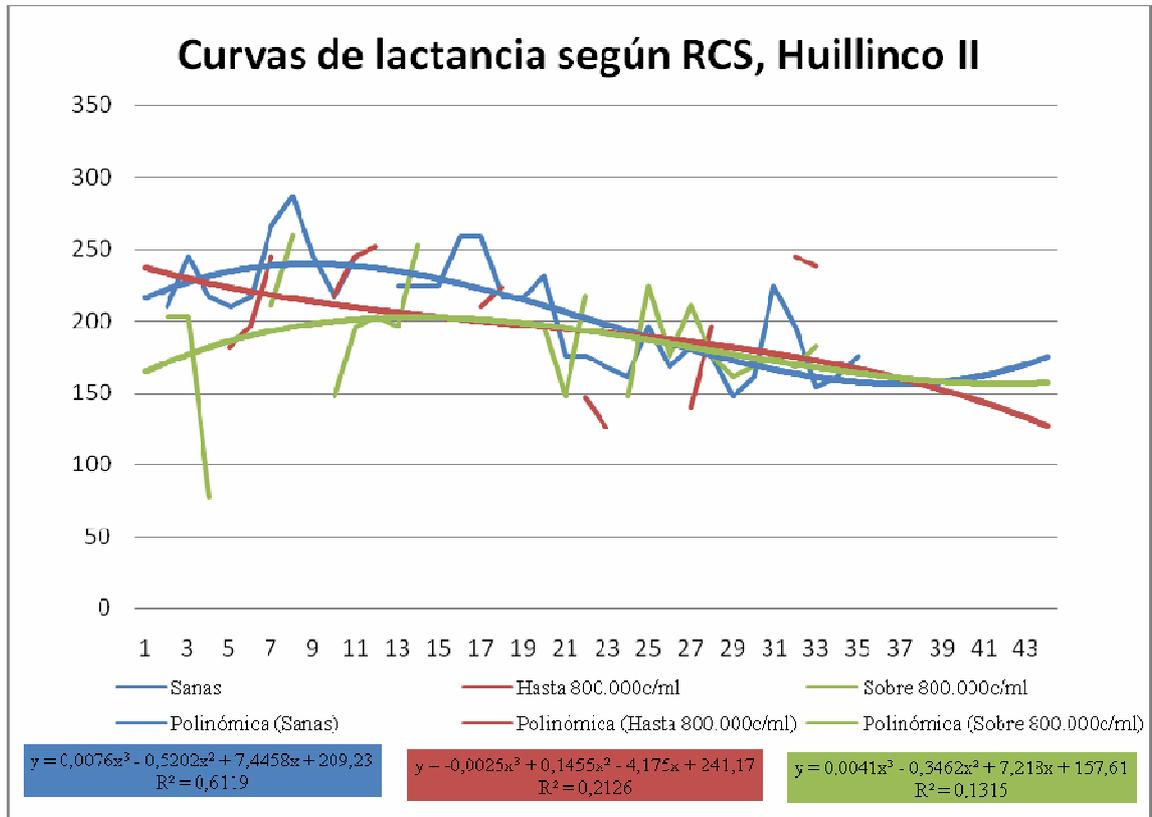
C.- Se entiende como actuales productores todos aquellos proveedores que hayan entregado leche a PROLESUR en los treinta días anteriores a la leche de esta publicación.

**APÉNDICE IV**

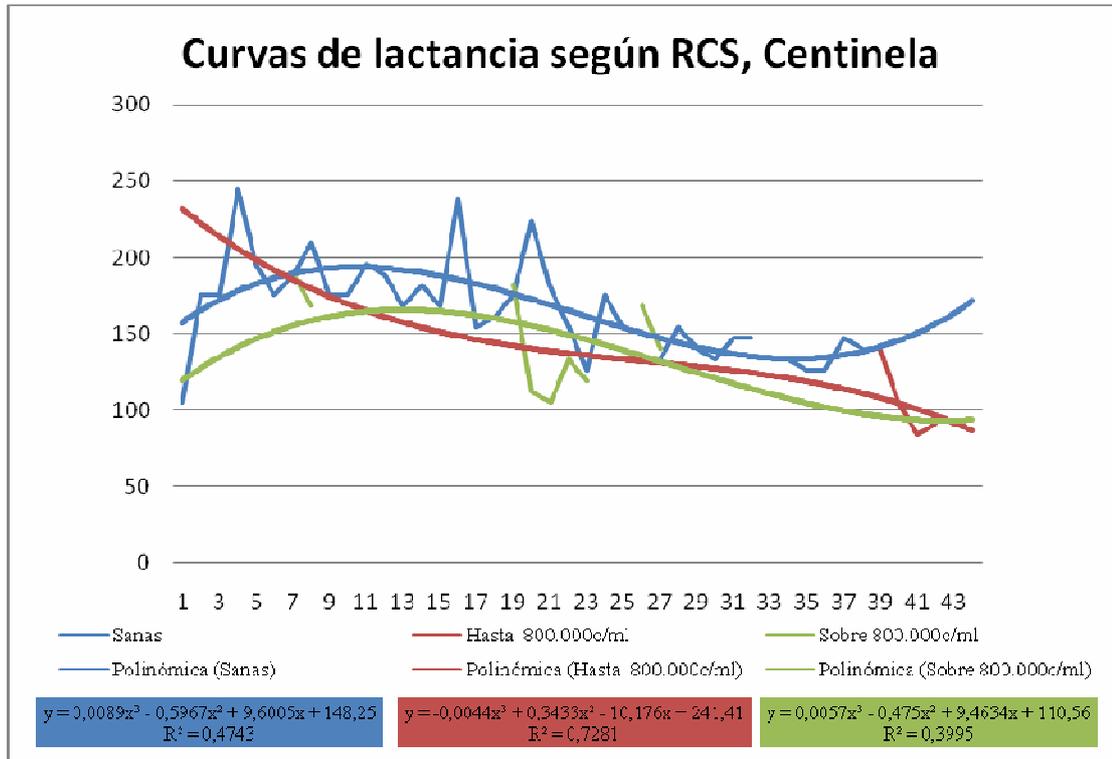
Gráficos de las pérdidas ocasionadas por mastitis subclínica.



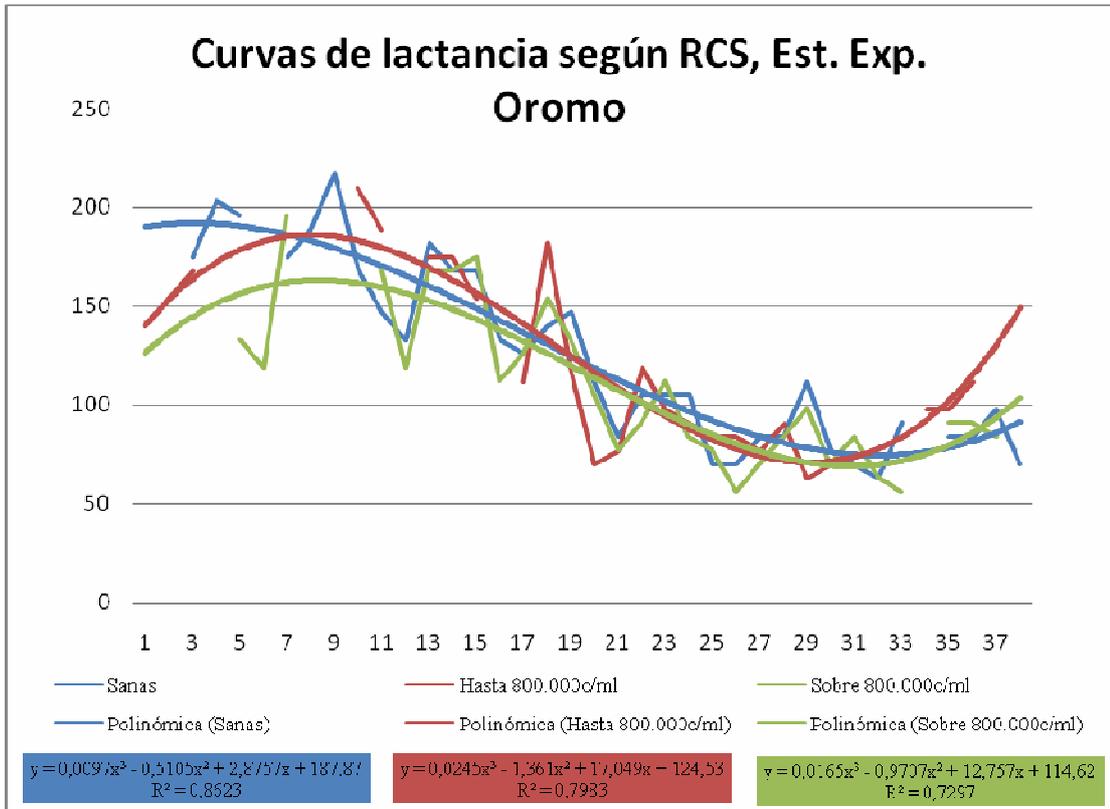
**Grafico 1.** Curvas de las diferentes producciones según CS, Huillinco I.



**Gráfico 2.** Curvas de las diferentes producciones según CS, Huillinco II.



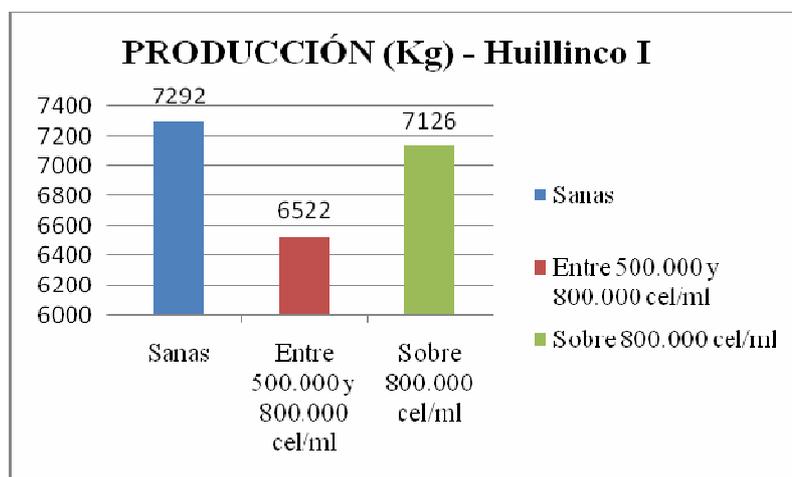
**Gráfico 3.** Curvas de las diferentes producciones según CS, Centinela.



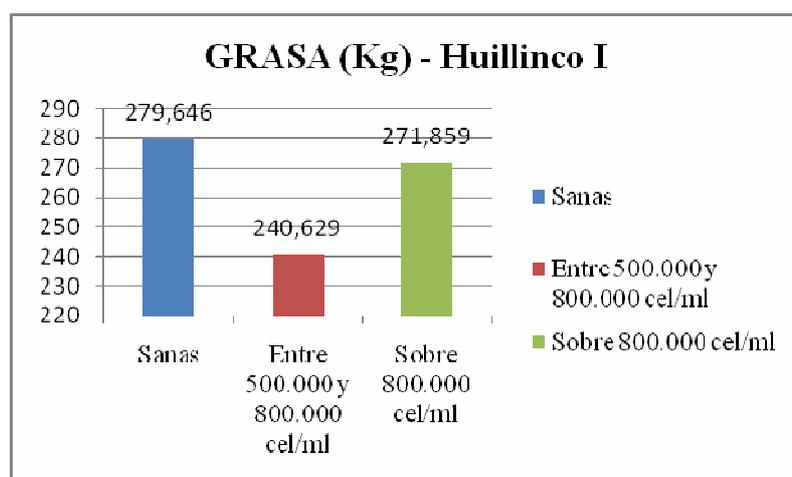
**Gráfico 4.** Curvas de las diferentes producciones según CS, Estación Experimental Oromo.

## APÉNDICE V

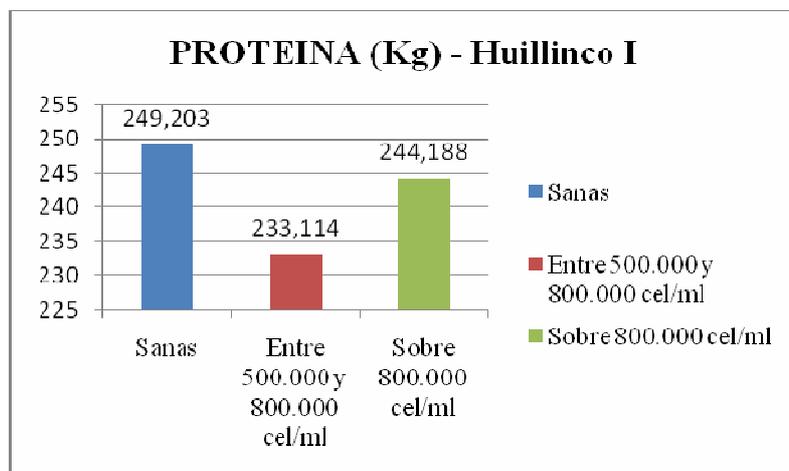
Diferencias productivas de leche, grasa y proteína en las diferentes lecherías, según RCS.



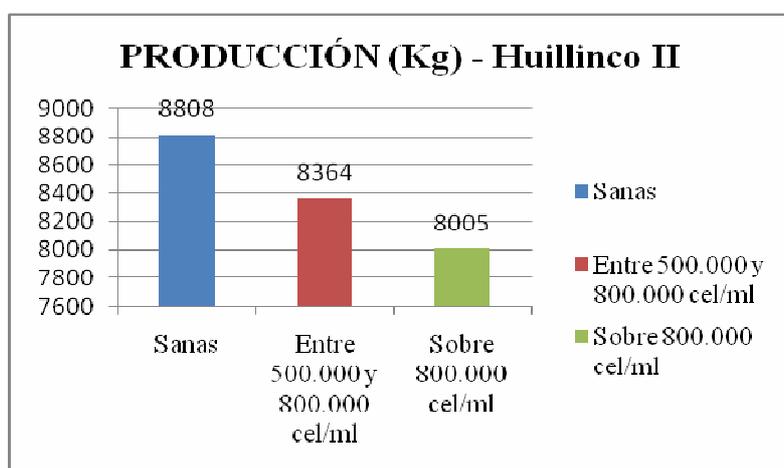
**Figura 1.** Kilos de leche producidos por lactancia según RCS, Huillinco I.



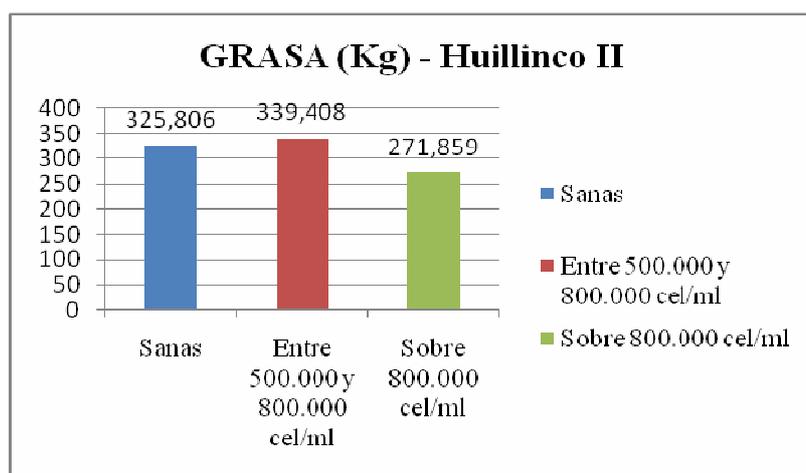
**Figura 2.** Kilos de grasa producidos por lactancia según RCS, Huillinco I.



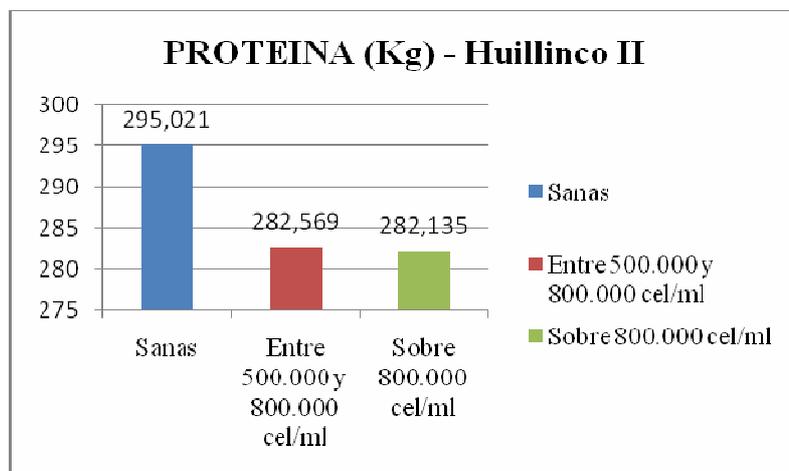
**Figura 3.** Kilos de proteína producidos por lactancia según RCS, Huillinco I.



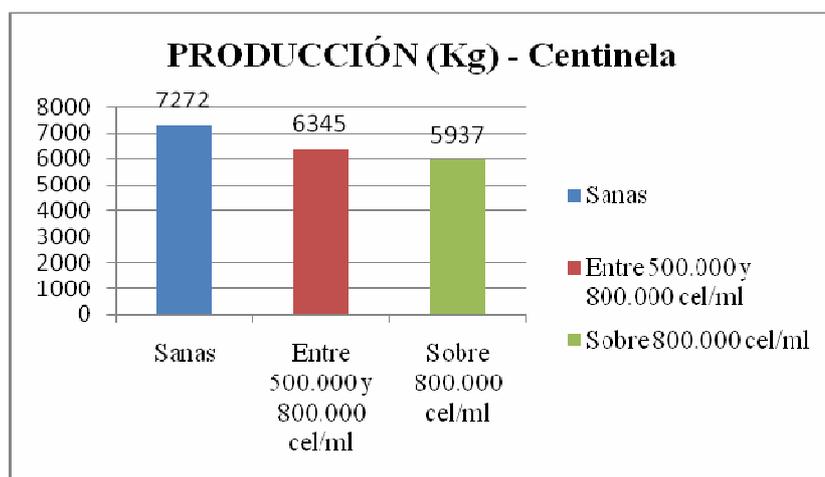
**Figura 4.** Kilos de leche producidos por lactancia según RCS, Huillinco II.



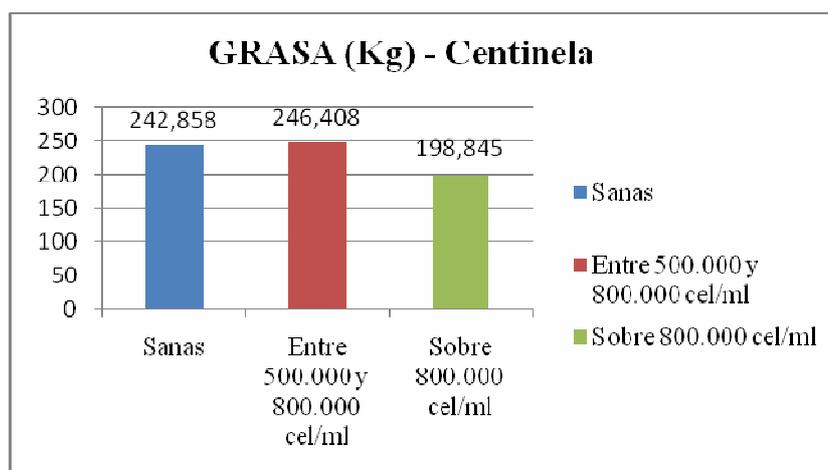
**Figura 5.** Kilos de grasa producidos por lactancia según RCS, Huillinco II.



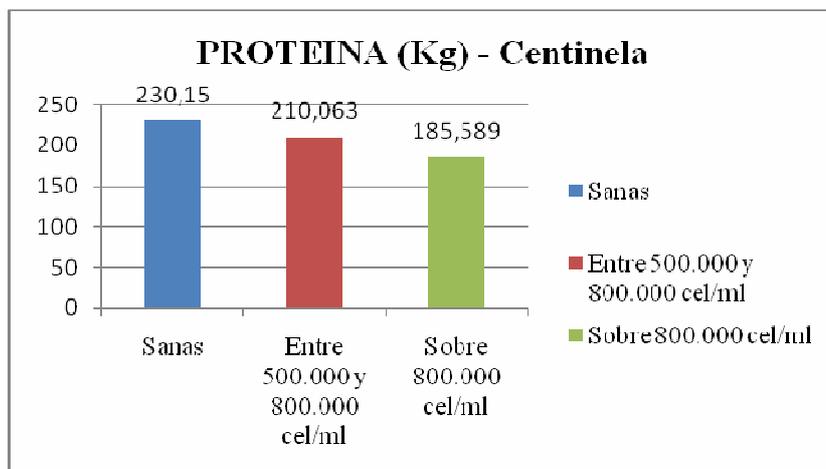
**Figura 6.** Kilos de proteína producidos por lactancia según RCS, Huillinco II.



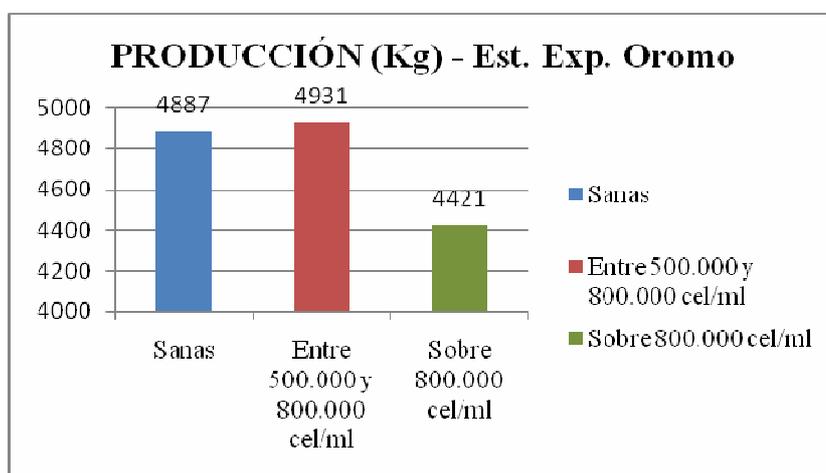
**Figura 7.** Kilos de leche producidos por lactancia según RCS, Centinela.



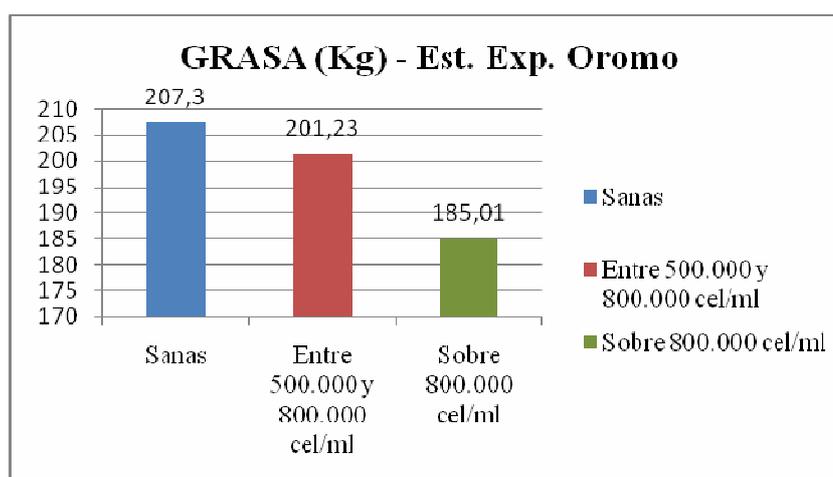
**Figura 8.** Kilos de grasa producidos por lactancia según RCS, Centinela.



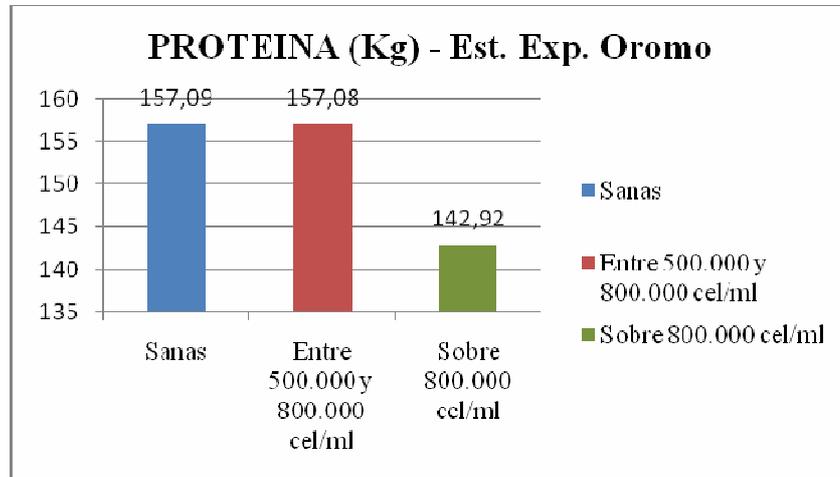
**Figura 9.** Kilos de proteína producidos por lactancia según RCS, Centinela



**Figura 10.** Kilos de leche producidos por lactancia según RCS, Est. Exp. Oromo.



**Figura 11.** Kilos de grasa producidos por lactancia según RCS, Est. Exp. Oromo.



**Figura 12.** Kilos de proteína producidos por lactancia según RCS, Est. Exp. Oromo.

**APÉNDICE VI**

Función de respuesta, entregada por programa Eviews 3.1, de producción de leche entre vacas con RCS de 500.000 a 800.000 cél/ml y sobre 800.000 cél/ml, Huillinco I.

Dependent Variable: Y  
 Method: Least Squares  
 Date: 06/08/09 Time: 23:05  
 Sample(adjusted): 1900 1953  
 Included observations: 54 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	24.26087	1.290599	18.79815	0.0000
D2	-0.809257	1.703364	-0.475093	0.6367
R-squared	0.004322	Mean dependent var		23.79630
Adjusted R-squared	-0.014826	S.D. dependent var		6.144117
S.E. of regression	6.189495	Akaike info criterion		6.519918
Sum squared resid	1992.112	Schwarz criterion		6.593584
Log likelihood	-174.0378	F-statistic		0.225714
Durbin-Watson stat	1.444908	Prob(F-statistic)		0.636710

Función de respuesta, entregada por programa Eviews 3.1, de producción de grasa entre vacas con RCS de 500.000 a 800.000 cél/ml y sobre 800.000 cél/ml, Huillinco I.

Dependent Variable: G  
 Method: Least Squares  
 Date: 06/08/09 Time: 23:08  
 Sample(adjusted): 1900 1953  
 Included observations: 54 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	869.6957	188.9309	4.603248	0.0000
D2	226.2398	249.3555	0.907298	0.3684
R-squared	0.015584	Mean dependent var		999.5741
Adjusted R-squared	-0.003347	S.D. dependent var		904.5680
S.E. of regression	906.0806	Akaike info criterion		16.49247
Sum squared resid	42691065	Schwarz criterion		16.56613
Log likelihood	-443.2966	F-statistic		0.823190
Durbin-Watson stat	2.106800	Prob(F-statistic)		0.368435

Función de respuesta, entregada por programa Eviews 3.1, de producción de proteína entre vacas con RCS de 500.000 a 800.000 cél/ml y sobre 800.000 cél/ml, Huillinco I.

Dependent Variable: PR  
 Method: Least Squares  
 Date: 06/08/09 Time: 23:09  
 Sample(adjusted): 1900 1953  
 Included observations: 54 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	811.7826	39.38869	20.60954	0.0000
D2	-15.58906	51.98614	-0.299870	0.7655
R-squared	0.001726	Mean dependent var		802.8333
Adjusted R-squared	-0.017471	S.D. dependent var		187.2727
S.E. of regression	188.9015	Akaike info criterion		13.35666
Sum squared resid	1855557.	Schwarz criterion		13.43033
Log likelihood	-358.6299	F-statistic		0.089922
Durbin-Watson stat	1.579496	Prob(F-statistic)		0.765472

**APÉNDICE VII**

Función de respuesta, entregada por programa Eviews 3.1, de producción de grasa vacas sanas y vacas con RCS de 500.000 a 800.000 cél/ml, Huillinco II.

Dependent Variable: G

Method: Least Squares

Date: 06/08/09 Time: 23:15

Sample(adjusted): 1900 2056

Included observations: 157 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1102.625	138.5810	7.956538	0.0000
D1	13.51786	150.5663	0.089780	0.9286
R-squared	0.000052	Mean dependent var		1114.076
Adjusted R-squared	-0.006399	S.D. dependent var		676.7436
S.E. of regression	678.9055	Akaike info criterion		15.89150
Sum squared resid	71441464	Schwarz criterion		15.93043
Log likelihood	-1245.483	F-statistic		0.008060
Durbin-Watson stat	1.991585	Prob(F-statistic)		0.928578

**APÉNDICE VIII**

Función de respuesta, entregada por programa Eviews 3.1, de producción de grasa entre vacas sanas y vacas con RCS de 500.000 a 800.000 cél/ml, Centinela.

Dependent Variable: GRASA

Method: Least Squares

Date: 06/08/09 Time: 23:18

Sample(adjusted): 1900 1978

Included observations: 79 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	701.1667	58.05984	12.07662	0.0000
D1	57.47512	63.04519	0.911650	0.3648
R-squared	0.010678	Mean dependent var		749.9114
Adjusted R-squared	-0.002170	S.D. dependent var		200.9073
S.E. of regression	201.1252	Akaike info criterion		13.47072
Sum squared resid	3114753.	Schwarz criterion		13.53071
Log likelihood	-530.0935	F-statistic		0.831105
Durbin-Watson stat	1.798370	Prob(F-statistic)		0.364799

**APÉNDICE IX**

Función de respuesta, entregada por programa Eviews 3.1, de producción de leche entre vacas sanas y vacas con RCS de 500.000 a 800.000 cél/ml, Estación Experimental Oromo.

Dependent Variable: Y  
 Method: Least Squares  
 Date: 06/08/09 Time: 22:45  
 Sample(adjusted): 1901 2004  
 Included observations: 104 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 4 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	19.19091	0.779815	24.60956	0.0000
D1	-3.456290	1.385577	-2.494478	0.0142
AR(1)	0.281916	0.093934	3.001203	0.0034
R-squared	0.173602	Mean dependent var		18.16346
Adjusted R-squared	0.157238	S.D. dependent var		5.180454
S.E. of regresión	4.755764	Akaike info criterion		5.985014
Sum squared resid	2284.347	Schwarz criterion		6.061294
Log likelihood	-308.2207	F-statistic		10.60858
Durbin-Watson stat	2.106053	Prob(F-statistic)		0.000066
Inverted AR Roots	.28			

Función de respuesta, entregada por programa Eviews 3.1, de producción de proteína entre vacas sanas y vacas con RCS de 500.000 a 800.000 cél/ml, Estación Experimental Oromo.

Dependent Variable: PRO  
 Method: Least Squares  
 Date: 06/08/09 Time: 22:37  
 Sample(adjusted): 1900 2004  
 Included observations: 105 after adjusting endpoints  
 Convergence achieved after 6 iterations  
 Backcast: 1898 1899

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	628.1576	26.28981	23.89357	0.0000
D1	-110.0426	46.94680	-2.343984	0.0210
MA(2)	0.312512	0.093697	3.335343	0.0012
R-squared	0.159848	Mean dependent var		594.4857
Adjusted R-squared	0.143374	S.D. dependent var		186.1367
S.E. of regresión	172.2772	Akaike info criterion		13.16424
Sum squared resid	3027301.	Schwarz criterion		13.24007
Log likelihood	-688.1227	F-statistic		9.703285
Durbin-Watson stat	1.881958	Prob(F-statistic)		0.000139

## APENDICE X

Casos de MC encontrados en el mes de monitoreo con sus respectivos tratamientos, Huillinco I.

Vaca	L <sup>1</sup>	CA <sup>2</sup>	S Lac <sup>3</sup>	N° Lac	Tratamiento	Días resg. <sup>4</sup>	CMT	Fecha
1364	14	AD	49	1	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	4	07/08 pm
1167	25	AI	49	2	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	5	07/08 pm
727	25	AI	4	5	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	4	10/08 am
1130	23	PI	14	2	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	5	10/08 am
542	33	PI	2	6	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	5	10/08 pm
418	28	AD	12	6	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	5	12/08 pm eliminación cuarto
1431	19	PD	43	1	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	4	13/08 am
1249	26	PD	7	2	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	5	21/08 am
821	38	PD	12	5	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	4	23/08 am
375	35	PI	12	7	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	5	29/08 pm
791	32	AD	15	4	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	4	04/09 am

<sup>1</sup>Litros producidos en el mes de aparición de la enfermedad.

<sup>2</sup>Cuarto Afectado.

<sup>3</sup>Semana de lactancia en la que se presentó el cuadro clínico.

<sup>4</sup>Días de resguardo, días fuera de producción.

Casos de MC encontrados en el mes de monitoreo con sus respectivos tratamientos, Huillinco II.

Vaca	CA <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	S Lac <sup>3</sup>	N° Lac	Tratamiento	Días resg. <sup>4</sup>	CMT	Fecha
02642	PD	22	22	4	lincocin forte 10 ml (5 pomos)	5 1/2	4	07/08 pm
04968	AD	27	12	2	oxitocina (12, 5cc c/12 hrs)	6	4	08/08 am eliminación cuarto
04967	AI Y PI	27	5	2	suanovil (2 iny, 40cc c/24 hr)	9	5	10/08 am
02625	PI	32	3	4	pirsue (5 pomos c/12 hr)	4 1/2	4	10/08 am
03693	PD	27	19	3	pirsue (5 pomos c/12 hr)	4 1/2	4	14/08 pm
03707	PD	29	3	4	Pirsue (6 pomos c/12 hr)	5	5	18/08 am
04912	PI	20	21	2	suanovil (4iny, 40cc c/24 hr)	11	4	19/08 am
04912	PD	20	21	"		11	5	19/08 am
03797	AI	25	19	3	Pirsue (6 pomos c/12 hr)	5	5	22/08 am eliminación cuarto
03794	PI	26	42	3	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	4	23/08 pm
01501	PD	39	1	5	Oxitoc.(20, 5cc c/12 hrs) ; delmor (5, 10cc c/24 hr)	10	3	27/08 am
01501	AD	39	1	"		10	3	27/08 am
01501	PI	39	1	"		10	4	27/08 am
01523	PD	33	7	4	lincocin forte (6 pomos)	6	4	29/08 pm
051140	PD	22	8	1	lincocin forte (6 pomos)	6	5	30/08 am eliminación cuarto
051120	PI	18	29	1	lincocin forte (6 pomos)	6	5	31/08 am
04957	PI	31	21	2	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	5	01/09 am

04916	PI	20	20	2	lincocin forte (6 pomos)	6	4	04/09 am
04976	AD	24	27	2	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	5	05/09 am
051095	AD	25	12	2	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	5	05/09 pm
04829	PI	29	23	1	lincocin forte (6 pomos)	5 1/2	5	05/09 pm

<sup>1</sup> Cuarto Afectado.

<sup>2</sup> Litros producidos en el mes de aparición de la enfermedad.

<sup>3</sup> Semana de lactancia en la que se presentó el cuadro clínico.

<sup>4</sup> Días de resguardo, días fuera de producción.

### Casos de MC encontrados en el mes de monitoreo con sus respectivos tratamientos, Centinela.

Vaca	L <sup>1</sup>	CA <sup>2</sup>	S Lac <sup>3</sup>	Nº Lac	Tratamiento	Días resg. <sup>4</sup>	CMT	Fecha
114	24	PD	2	4	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	5	07/08 am
873	20	AI	16	9		crónica, sin trataminto	5	07/08 am
241	17	PI	16	2	Advosin 180 (2, 12cc c/48 hr)	6	5	09/08 am eliminación cuarto
556	19	PD	13	5		crónica, sin trataminto	5	09/08 pm
127	22	PD	24	4	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	4	11/08 am
54	22	AI	22	5	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	5	11/08 am
369	17	PD	22	1	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	5	15/08 am
952	22	PD	39	7	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	4	19/08 pm
359	26	PD	2	1	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	3	20/08 am
63	30	PD	4	6	lincocin forte (5 pomos) y advosin (2)	6	5	23/08 pm
6	39	AD	2	6	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	5	30/08 pm
258	23	PD	22	2	lincocin forte (5 pomos)	5 1/2	4	02/09 pm

<sup>1</sup> Litros producidos en el mes de aparición de la enfermedad.

<sup>2</sup> Cuarto Afectado.

<sup>3</sup> Semana de lactancia en la que se presentó el cuadro clínico.

<sup>4</sup> Días de resguardo, días fuera de producción.

### Casos de MC encontrados en el mes de monitoreo con sus respectivos tratamientos, Estación Experimental Oromo.

Vaca	CA <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	S Lac <sup>3</sup>	Nº Lac	Tratamiento	Días resg. <sup>4</sup>	CMT	Fecha
3013	PD	19	5	8	cobactan	6	5	22/08 am eliminación cuarto
4005	AI	19	1	1	matilen compuesto (2) y mastilac pomo (1)	5 1/2	4	27/08 am
4019	PD	15	7	1	Mastilac (2 pomos)	5 1/2	5	29/08 am
3911	PI	24	7	2	Mastilac (2 pomos)	5 1/2	5	05/09 pm

<sup>1</sup> Cuarto Afectado.

<sup>2</sup> Litros producidos en el mes de aparición de la enfermedad.

<sup>3</sup> Semana de lactancia en la que se presentó el cuadro clínico.

<sup>4</sup> Días de resguardo, días fuera de producción.

**APÉNDICE XI**

Medicamentos utilizados en las cuatros lecherías estudiadas para el tratamiento de la MC y sus valores en comercio (con I.V.A).

Medicamento		Valor Comercial
Advosin 180	(50 ml)	\$ 34.364
Covactan	(100ml)	\$ 27.368
Delmor	(90ml)	\$ 19.742
Lincosin Forte	(pomo)	\$ 1.417
Mastilac	(100ml)	\$ 17.323
Mastilac	(pomo)	\$ 1.077
Matilen lento	(pomo)	\$ 1.935
Oxitocina	(100 ml)	\$ 4.507
Pirssue		\$ 2.971
Suanovil	(100 ml)	\$ 16.018