

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**Efecto de las Condiciones de Producción y Manejo  
Sobre el Contenido de Células Somáticas en la Leche  
de Predios de Alta Producción de la Décima Región**

Tesis presentada como parte de los  
requisitos para optar al grado de  
Licenciado en Ciencia de Alimentos

**Héctor Javier Rehl Escobar**

VALDIVIA – CHILE  
2007

**PROFESOR PATROCINANTE:**

---

Sr. Bernardo Carrillo López  
Ingeniero Agrónomo, Master en Ciencia e  
Ingeniería en Alimentos  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los  
Alimentos

**PROFESORES INFORMANTES:**

---

Sra. Carmen Brito Contreras  
Ingeniero en Alimentos, M. Sc. Food Science  
Instituto de Ciencia y Tecnología de los  
Alimentos  
Facultad de Ciencias Agrarias

---

Sra. Marcela Amtmann Romero  
Médico Veterinario, Magíster en Desarrollo  
Rural  
Instituto de Economía Agraria

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero deseo agradecer a Dios y a mi familia, en especial a mis padres Hernán y Noemí quienes con todo su amor y apoyo hicieron posible este sueño, de igual manera mi hermano Marcelo.

A la profesora Sra. Norma Henríquez quien fue la persona que me enseñó las primeras letras y números.

Agradecer a quien considero un amigo y además profesor patrocinante en el desarrollo de mi tesis don Bernardo Carrillo, a mis profesores patrocinantes Sra. Carmen Brito y Marcela Amtmann.

Al profesor Sr. Juan Lerdon, Director del proyecto FONDEF DO3i – 115, a la profesora Sra. Eliana Scheihing por su apoyo y buena disposición.

A los profesores y funcionarios del Instituto de Ciencias y Tecnología de los Alimentos.

Y finalmente a mis compañeros y muy buenos amigos, con quienes pasamos semanas de sufrimiento durante nuestra vida universitaria, como también días de alegría y celebraciones.

*“Dedico este logro a mis  
Padres, Hermano y familia”*

## ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Calidad de la leche	3
2.2	Mastitis	4
2.2.1	Detección de la mastitis	7
2.2.2	Tipos de mastitis	7
2.2.2.1	Mastitis clínica	7
2.2.2.2	Mastitis subclínica	7
2.3	Factores que influyen en el recuento de células somáticas	8
2.3.1	El ordeño	8
2.3.2	El medio exterior	9
2.3.3	Susceptibilidad del animal	9
2.3.4	Alimentación	9
2.3.5	Equipo de ordeña	9
2.4	Efecto de la mastitis en la producción y composición de la leche	11
2.5	Efectos sobre el procesamiento de productos elaborados con leches con alto contenido de células somáticas	12
2.6	Origen de la mastitis	13
2.6.1	Patógenos contagiosos	13
2.6.2	Patógenos ambientales	14
2.7	Estrategias para el control de mastitis	15

2.7.1	Rutina de ordeño	16
2.7.1.1	Equipo de ordeño	16
2.7.1.2	Eliminación de los primeros chorros de leche	17
2.7.1.3	Desinfección pre-ordeño de los pezones (“pre-dipping”)	17
2.7.1.4	Secado de los pezones	18
2.7.1.5	Desinfección post-ordeño de los pezones	18
2.7.2	Terapia antibiótica de la mastitis clínica	19
2.7.3	Terapia antibiótica al secado	20
2.7.4	Eliminación de vacas crónicas	21
2.8	Limpieza y desinfección del equipo de ordeña	21
3	MATERIAL Y MÉTODO	24
3.1	Ubicación del estudio	24
3.2	Selección de la muestra	24
3.3	Obtención datos de calidad	25
3.4	Elaboración y aplicación de la pauta de evaluación a nivel predial	25
3.5	Análisis estadísticos	26
3.5.1	Estadística descriptiva	28
3.5.2	Análisis estadístico multivariable	28
3.5.2.1	Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)	28
3.5.2.2	Análisis de Conglomerados	29
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	31
4.1	Análisis del contenido de células somáticas de las partidas de leche de la muestra en estudio	31
4.2	Análisis de las variables de manejo a nivel predial	31
4.3	Disminución de la información y obtención de “subnubes” por cada variable	31

4.4	Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)	32
4.4.1	Interpretación general	32
4.4.2	Estudio de la inercia asociada a los factores	33
4.4.3	Interpretación primer plano factorial	33
4.5	Análisis de conglomerados o cluster	36
4.5.1	Caracterización de los grupos de productores	36
4.5.1.1	Caracterización del grupo 1 (G1)	37
4.5.1.2	Caracterización del grupo 2 (G2)	39
4.5.1.3	Caracterización del grupo 3 (G3)	40
4.6	Relación entre las condiciones de producción y manejo de los grupos de predios y los recuentos de células somáticas de las partidas de leche	41
4.6.1	Relación entre el contenido de células somáticas y las características del grupo 1	42
4.6.2	Relación entre el contenido de células somáticas y las características del grupo 2	43
4.6.3	Relación entre el contenido de células somáticas y las características del grupo 3	45
5	CONCLUSIONES	47
6	RESUMEN	49
	SUMMARY	50
7	BIBLIOGRAFÍA	51
	ANEXOS	62

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Agentes patógenos causales de mastitis subclínica	6
2	Cambios en la composición de la leche ocasionados por la mastitis	11
3	Componentes del plan de manejo para el control de mastitis	16
4	Pasos básicos en la limpieza del equipo de ordeña	23
5	Número de variables por ítem que permitieron discriminar grupos con modalidades de respuesta similares	32
6	Valores propios del análisis de correspondencia	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Plano principal del ACM de las 15 variables que permiten agrupar los predios en estudio	34
2	Formación de grupos de predios mediante el algoritmo de agrupamiento K - means	36
3	Fracción de quincenas del grupo 1 que clasificó en los rangos de células somáticas establecidos	42
4	Fracción de quincenas del grupo 2 que clasificó en los rangos de células somáticas establecidos	44
5	Fracción de quincenas del grupo 3 que clasificó en los rangos de células somáticas establecidos	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Instrumento de evaluación aplicado a nivel predial	63
2	Esquema de pago de una industria donde los productores venden su leche (vigente a Enero 2006)	70
3	Análisis del contenido de células somáticas de las partidas de leche (porcentaje de quincenas) de la muestra en estudio	71
4	Codificación de las variables a las cuales se les realizó un primer análisis descriptivo (ACM)	72
5	Proyección en el plano principal de los predios de acuerdo a las variables que permitieron discriminar	73
6	Comportamiento de los predios en estudio (resumen de frecuencia) frente a las variables que los caracterizan	76
7	Características cualitativas por grupo de predios	78
8	Clasificación de las partidas de leche (porcentaje de quincenas) de cada uno de los predios de acuerdo al rango del contenido de células somáticas establecido	80

## 1. INTRODUCCIÓN

La industria lechera constituye uno de los sectores más importantes en la agricultura nacional, ocupando la mayor proporción de la superficie agropecuaria. Regiones como la Xª, en parte importante basan su economía en este rubro y dan origen a la mayor parte de la producción nacional.

La calidad de la leche comercial y de sus derivados elaborados en una industria láctea, depende directamente de la calidad del producto original o materia prima, proveniente de las zonas de producción y de las condiciones de transporte, conservación y manipulación en general hasta la planta. Por lo tanto, la calidad del producto que llega al consumidor, dependen del control que se lleve sobre la leche cruda.

El concepto de higiene de la leche tiene hoy día dos enfoques principales. El primero de ellos se refiere a la contaminación de la leche por bacterias, y el segundo criterio de higiene de la leche está referido a la concentración de células somáticas, aspecto que día a día adquiere mayor relevancia al comprobarse su estrecha relación con la capacidad productiva de los animales y con el efecto negativo que estas pueden tener sobre la composición y características de la leche, y finalmente sobre la calidad de los productos lácteos.

Las células somáticas son una expresión del grado de inflamación que presenta la glándula mamaria como consecuencia de la agresión de patógenos u otros factores de índole traumática, generalmente derivados de un defectuoso

manejo del ordeño, inapropiadas instalaciones e inadecuados manejos generales.

Las partidas de leche con alto contenido de células somáticas que llegan a la industria son penalizadas con un menor precio y fuertes castigos.

Debido a que, por un lado es el estrato de “productores grandes” el que más leche vende a la industria y por otro, que no se dispone de datos actualizados sobre los contenidos de células somáticas de esta leche, es interesante conocer los niveles actuales de este parámetro y el comportamiento de las variables a nivel de este estrato, que puedan explicar dichos recuentos. De allí la importancia del presente estudio en el que se plantean los siguientes objetivos.

• **Objetivo general:**

Conocer cual es el contenido actual de células somáticas de la leche en rebaños lecheros de alta producción de la Xª Región y las condiciones de manejo de éstos.

• **Objetivos específicos:**

Analizar los resultados de la calidad higiénica de la leche de estos productores a través del recuento de células somáticas.

Relacionar el contenido de células somáticas presente en la leche con las variables de manejo a nivel predial.

Establecer grupos de productores con características similares y determinar si existen diferencias entre éstos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Calidad de la leche

El concepto de calidad de leche incluye aspectos de composición, higiénicos, valor nutritivo y propiedades físicas y organolépticas del producto (CARRILLO, 1997). Por leche de buena calidad debe entenderse aquella leche de buena apariencia, libre de adulteraciones y que alcanza determinados estándares para el recuento de células somáticas (RCS) y recuento bacteriano. En lo que respecta al contenido de células somáticas, según algunos investigadores la leche de mejor calidad por lo general tiene un recuento menor a 200.000 cel/mL, valor que a la vez es apropiado para generar productos lácteos con buen sabor, alta durabilidad y adecuado rendimiento (SMITH, 2002; RUEGG *et al.*, 2005 y CHACÓN *et al.*, 2006). Sin embargo, otros autores como Ôstensson (1998), citado por RAMÍREZ *et al.* (2001), asegura que en condiciones prácticas, leche de rebaños con menos de 300.000 cel/mL, es leche normal que proviene de cuartos sanos.

Cuando la leche alcanza valores superiores a las 450.000 cel/mL, se considera como suficiente criterio para el rechazo de la leche para un proceso industrial (CHACÓN *et al.*, 2006).

La leche constituye un excelente medio de cultivo para determinados organismos, sobre todo para las bacterias mesófilas y, dentro de éstas, las patógenas, cuya multiplicación depende principalmente de la temperatura y de la presencia de otros microorganismos competitivos o de sus metabolitos. Debido a esto, se han creado métodos para lograr bajar los niveles de contaminación,

mediante un manejo más higiénico, lo que ha posibilitado un mejoramiento de la calidad higiénica de la leche.

Según KRUZE (1999), es importante definir primero los conceptos de calidad de leche cruda. Cuando se analiza y evalúa la composición química normal de la leche (ej. contenido de materia grasa, proteína, lactosa, minerales, etc.), se habla de “calidad composicional o nutricional”; en cambio, cuando el análisis o evaluación de calidad se refiere al contenido de componentes no deseables (ej, bacterias, células somáticas, residuos de antibióticos, pesticidas, hormonas, etc.), se habla de “calidad higiénica”.

El Reglamento Sanitario de los Alimentos (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2006), señala para la leche cruda debe cumplir con los siguientes requisitos:

- características organolépticas normales.
- exenta de sangre, pus y de sustancias extrañas.
- exenta de antisépticos, antibióticos y sustancias alcalinas.
- acidez entre 12 y 21 mL de hidróxido de sodio 0,1N/100 por 100 mL de leche.
- poseer un índice crioscópico entre - 0,530 y - 0,570 °C.
- pH: 6,6 a 6,8.

## **2.2 Mastitis**

La mastitis constituye una reacción inflamatoria de la glándula mamaria que puede ser ocasionada por factores físicos, químicos, mecánicos o infecciosos. El 80% de los casos de mastitis son ocasionados por la invasión de microorganismos patógenos específicos en los pezones y tejidos de la ubre; el

resto de los casos son resultado de lesiones traumáticas, con o sin invasión secundaria de microorganismos (BLANCO, 2001).

La inflamación de la glándula mamaria, generalmente causada por una infección intra-mamaria, estimula el sistema inmune de la vaca, y los glóbulos blancos se trasladan hacia la ubre para combatir la infección, lo que da como resultado un aumento en el contenido de células somáticas, modificaciones en las cualidades generales de la leche y disminución en la producción de ésta (REVELLI y RODRÍGUEZ, 2001; SMITH, 2002 y GARCÍA, 2004).

Los principales medios utilizados por la industria para la detección de mastitis son: examen visual de la leche cruda en busca de síntomas clínicos como coágulos y grumos, y la determinación del recuento de células somáticas (RCS) en la leche.

Durante la mastitis se altera la permeabilidad del parénquima de la ubre (BLOOD, 1996) y la habilidad de sintetizar los constituyentes de la leche, provocando reducción del rendimiento de ésta, debido a los cambios composicionales (AULDIST y HUBBLE, 1998).

Según PHILPOT (1999), la mastitis es el resultado de la interacción de muchos factores, entre ellos: susceptibilidad de la vaca, características ambientales, concentración de microorganismos a que están expuestos los pezones, capacidad del agente causal de producir la enfermedad, estrés, manejo de los animales, rutina de ordeña e higiene durante el ordeño, estado de funcionamiento del equipo de ordeña y conciencia de las personas que ordeñan, manipulan e interactúan con las vacas.

La mastitis es una enfermedad multifactorial y generalmente en el 90% de los casos es causada por microorganismos (CUADRO 1), siendo los más comunes

*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis* y *Escherichia coli* (KRUZE, 1992).

**CUADRO 1 Agentes patógenos causales de mastitis subclínica.**

	Patógenos principales asociados a la ubre Contagiosos	Patógenos principales asociados al medio ambiente	Patógenos menores asociados a la ubre
Agente patógeno	<i>S.agalactiae</i> <i>S.aureus</i> <i>G Scc. L-Scc.</i> <i>(S.disgalactiae)</i>	( <i>Estrep. esc. pos</i> ) ( <i>S.uberis, Enterococos</i> ) Cepas coliformes	<i>Staphylococcus</i> Coagulasa positivos Corinebacterias, <i>C. bovis</i>
Reservorio	La ubre	El medio ambiente, la piel de la ubre	La piel de la ubre, el canal lineal ( <i>C. Bovis</i> )
Transmisión	Al ordeño	En cualquier tiempo	En cualquier tiempo
Profilaxis	Higiene al ordeño	Factores	Factores

FUENTE: WOLTER *et al.* (2002).

La magnitud con la cual se desarrolla una inflamación en la ubre está influenciada por el tipo de bacteria, los días en lactancia, la edad, la genética, y el estado nutricional de la vaca (HARMON, 1994).

Según García (2004), citado por CHACÓN *et al.* (2006), las células somáticas como indicador de la mastitis guardan una estrecha relación con las pérdidas en los volúmenes de producción. Recuentos de 500.000 cel/mL pueden involucrar que se esté dando una disminución de hasta un 18% en la producción del animal, disminución que puede llegar hasta un 30% en recuentos sobre 1.500.000 cel/mL.

Según Smith *et al.* (2001), citado por OLIVER y ALMEIDA (2002), la leche de la glándula mamaria no infectada contiene < 100.000 cel/ mL. Un RCS > 200.000 cel/mL sugiere que se ha desarrollado una respuesta inflamatoria, o que un cuarto esta infectado o se está recuperando de una infección, y es un claro indicio de que la leche ha reducido sus propiedades de industrialización.

**2.2.1 Detección de la mastitis.** Para detectar la presencia de la mastitis en las vacas individuales o en el rebaño, pueden hacerse varias pruebas al lado de la vaca y en el laboratorio. Los exámenes más simples son los que se realizan al lado de la vaca, seguidos por los de amplia investigación de laboratorio.

**2.2.2 Tipos de mastitis.** Según PHILPOT y NICKERSON (2000), la mastitis se puede clasificar en clínica y subclínica.

**2.2.2.1 Mastitis clínica.** Es por definición “leche anormal” y no necesita referencias de RCS, la presencia de coágulos u otras alteraciones en la leche evidencian la mastitis clínica. Cuartos clínicos generalmente tienen RCS de varios millones de células/mL y siempre tendrán RCS mayor a 200.000 cel/mL (SMITH, 2002).

Según BOOTH (1998), los síntomas de la infección son visibles, tales como anomalías en la leche, endurecimiento del cuarto, enrojecimiento y dolor, o cualquier combinación de éstos.

**2.2.2.2 Mastitis subclínica.** Es la forma más prevalente de infección intramamaria, que no puede ser detectada por examen visual de la glándula mamaria o de la leche, por que aparece como normal. Constituye dentro de los tipos de mastitis, al que más incide en las pérdidas económicas por disminución de la producción y calidad de la leche.

Según lo señalado por Wattiaux (2005), citado por CHACÓN *et al.* (2006), un adecuado control de mastitis subclínica se da cuando los valores de recuento de células somáticas promedian 100.000 cel/mL, mientras que valores por encima de 500.000 cel/mL, indican que un tercio de la glándula mamaria está afectada.

## 2.3 Factores que influyen en el recuento de células somáticas

Con una interacción de factores favorables un agente patógeno puede infectar una ubre. La entrada y penetración de una cepa patógena en la glándula se inicia a través del conducto galactóforo, de ahí pasa a la cisterna de la glándula y se dirige a los conductos lácteos para llegar a los espacios alveolares. Esa vía de infección es la más importante para casi todos los agentes patógenos de la mastitis (WOLTER *et al.*, 2002).

La prevalencia de las infecciones intra-mamarias (IMI) contagiosas en el rebaño generalmente aumentará desde la parición hasta el periodo de secado, ya que el proceso de ordeña es el principal medio de propagación.

Muchos factores de manejo se han asociado con mastitis clínica independientemente de los RCS de estanque. En un estudio realizado por PEELER *et al.* (2000), productores que reportaron altos niveles de mastitis tenían vacas que goteaban leche en la sala y fuera de ella, limpiaban los patios de espera y reemplazaban las camas con menos frecuencia.

La propagación de la infección se puede dar por factores como:

**2.3.1 El ordeño.** El contagio se hace casi siempre por las manos del ordeñador o por las pezoneras de la ordeñadora mecánica, que transportan los gérmenes patógenos de una vaca a otra, o también de un pezón a otro. La aparición de la infección se favorece igualmente con el ordeño realizado violentamente y con equipos de ordeño mal regulados (ALAIS, 1985).

Autores como Carrasco y Hernández (2004), citados por SOCA *et al.* (2005), asocian la salud de la ubre con el ordeño mecánico y el manejo del ordeño, ya

que con buena higiene y condiciones técnicas adecuadas (presión, pulsaciones, etc.), se pueden evitar desgarros de los pezones, contaminaciones y sobreordeño.

En estudios realizados por RUEGG (2003), se encontraron patógenos de origen alimentarios en el 27% de muestras de leche de tanques de lecherías de los EEUU, determinando que la contaminación fecal durante el ordeño fue el origen de muchos de esos patógenos.

**2.3.2 El medio exterior.** Los gérmenes de la mastitis contagiosa más frecuentes no se reproducen en el medio exterior, solamente sobreviven. Todo aquello que reduzca la densidad microbiana en torno al animal, como lo es el manejo de estiércol, tipo de cama y mantenimiento de éstas, reduce asimismo el riesgo de infección (ALAIS, 1985; GIANNEECHINI *et al.*, 2002 y RUEGG, 2003).

**2.3.3 Susceptibilidad del animal.** La sensibilidad del animal varía en el transcurso del ciclo de lactación; es máxima durante el periodo de secado. La mastitis se manifiesta entonces al principio de la lactación siguiente, poco después del parto (ALAIS, 1985).

**2.3.4 Alimentación.** El estado del animal influye en la aparición de la mastitis. Entre los factores que la favorecen pueden citarse los enfriamientos, la congestión, la fatiga y una ración desequilibrada (ALAIS, 1985; KRUZE, 1998).

**2.3.5 Equipo de ordeña.** Otro factor que contribuye a generar nuevas infecciones, dando como resultado un elevado RCS, son los equipos defectuosos o instalaciones inapropiadas, falta de mantención de los equipos de ordeña, elementos de goma no cambiados de acuerdo a las especificaciones del fabricante, insuficiente capacidad de vacío, fluctuaciones de vacío, entre

otros factores y alterar los mecanismos de defensa de la glándula mamaria, y crear flujos negativos (impactos de leche) dañando el pezón y transmitir agentes infecciosos durante la ordeña (BUTENDIECK,1997; KRUIZE, 1998 y CALDERÓN y DONADO, 2002).

Según PARRA *et al.* (1998), una correcta operación del equipo de ordeño e instalación de pezoneras en los cuartos, así como el manejo del vacío y las medidas higiénicas y un mayor cuidado que evite permanentes traumatismos en los cuartos, disminuye significativamente la mastitis subclínica.

En términos generales, el mal manejo y funcionamiento del equipo de ordeña influye en los niveles de mastitis de dos maneras: favoreciendo la transmisión de patógenos mamarios entre vacas o entre cuartos de una misma vaca y, en segundo lugar, como agente traumático, provocando irritación mamaria de los pezones; debido a fallas de funcionamiento y/o procedimientos de ordeña inadecuados. Las pérdidas abruptas de vacío, por ejemplo, pueden generar fuerzas capaces de introducir gérmenes en el conducto del pezón, al provocar impactos de gotas de leche sobre la punta del pezón (KRUIZE, 1998; WOLTER *et al.*, 2002 y CALDERÓN *et al.*, 2005).

Sobre los equipos de ordeña PONCE DE LEÓN (1993), señala que los que están en mal estado de funcionamiento pueden provocar daños irreparables en la ubre de la vaca. Verificar el buen funcionamiento del equipo cada seis meses, evaluando los niveles de vacío, operación de pulsadores, etc. y cambiar las pezoneras cada 2.500 ordeñas o un máximo de seis meses (lo que se cumpla primero), son medidas aconsejables.

Autores como Hernández (1996) y Noguera (1999), citados por NOVOA (2003), señalan que un último aspecto que influye en el correcto funcionamiento del equipo de ordeño y en la prevalencia de mastitis, es el estado de las pezoneras;

elemento de suma importancia por ser la estructura que más directamente se encuentra en contacto con el pezón en el momento del ordeño. Es por ello que las pezoneras deben ser cambiadas cuando sufren deformación, ensanchamiento, reblandecimiento y cuando están agrietadas y porosas.

#### 2.4 Efecto de la mastitis en la producción y composición de la leche

Según WOLTER *et al.* (2002), los cambios más importantes con respecto a la composición de la leche son disminución en la concentración de grasa, lactosa, caseína y calcio, y aumento en la concentración de albúmina, sodio y cloro (CUADRO 2).

También se ha observado un aumento en la concentración de enzimas como lipasas, proteasas, oxidasas, plasmina y plasminógeno, lo cual puede tener un efecto adverso sobre la estabilidad y sabor de la leche y sobre el procesamiento de productos lácteos (OLIVER y ALMEIDA, 2002).

**CUADRO 2. Cambios en la composición de la leche ocasionados por la mastitis.**

Parámetro	Cambio	Causa
Lactosa	Disminución	Disminuye la síntesis.
Grasa	Disminución	
Caseína	Disminución	
Proteínas del suero	Aumento	Pasan de la sangre.
Cloruro	Aumento	
Sodio	Aumento	
pH	Aumento	Paso de las sustancias alcalinas de la sangre

**FUENTE:** WOLTER *et al.* (2002)

COULON *et al.* (2002), señalan que las modificaciones significativas de la composición química de la leche, una síntesis reducida y la permeabilidad alterada de la célula, afectan la proteína y las fracciones mineral, en detalle, traen consecuencias importantes para las características tecnológicas de la leche y aparecen ligadas a microorganismo causante de la mastitis.

## **2.5 Efectos sobre el procesamiento de productos elaborados con leches con alto contenido de células somáticas**

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (FIL/IDF, 2005) y REVELLI y RODRÍGUEZ (2001), señalan que en leches con calidad reducida debido a un alto contenido de células somáticas, aumenta la actividad proteolítica y lipolítica, ocasionando pérdidas considerables en el proceso de elaboración de quesos, dado que se debilita y disminuye la firmeza de las cuajadas, lo que provoca pérdidas de caseína y aumento de las proteínas solubles, con lo cual se obtienen menores rendimientos.

Al respecto, se puede señalar que, Ng-Kwai-Hang y Politis (1990), citado por AYERBE (2002), en un estudio de 370 elaboraciones de queso a partir de leches con diferentes RCS, como conclusión obtuvieron que: el aumento de la concentración celular de 100.000 cel/mL a 1.000.000 cel/mL, conlleva una disminución de los rendimientos (litros de leche necesaria para la obtención de 1kg de queso) escalonada del 9 al 13% y empobrecimiento de sus productos en materia grasa, con consecuencias negativas en sus características sensoriales. Las concentraciones celulares elevadas inducen, igualmente, tiempos de coagulación más elevados y cuajadas menos firmes, como también la acción de los cultivos lácteos disminuye, retardando la acidificación, lo cual puede favorecer el crecimiento de patógenos presentes en la materia prima (SCHAELLIBAUM, 2002).

AYERBE (2002), señala que un incremento de la degradación enzimática, actuando en particular sobre las caseínas, se traduce en una disminución de la aptitud quesera y un aumento de las proteasas-peptonas, que son eliminadas vía lactosuero en el proceso de fabricación del queso.

KLEI *et al.* (1998), señalan que la hidrólisis enzimática de las proteínas durante el almacenamiento de quesos cottage a 4°C, es significativamente más rápido en aquellos quesos elaborados con leches con un alto recuentos de células somáticas

Altos recuentos de células somáticas también aumentan el tiempo de coagulación y un aumento en el índice de firmeza de la cuajada, causando pérdidas de la producción (IDF/ FIL, 2005).

## **2.6 Origen de la mastitis**

Los microorganismos más frecuentes causantes de mastitis pueden dividirse en dos categorías: patógenos contagiosos, los cuales son transmitidos de animal a animal, fundamentalmente durante el ordeño, y los patógenos ambientales, los cuales están presente en el medio ambiente de las vacas (OLIVER y ALMEIDA, 2002).

**2.6.1 Patógenos contagiosos.** La fuente primaria de infección de patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, es la ubre de vacas infectadas y se transmiten de éstas a vacas no infectadas, fundamentalmente durante el ordeño. Algunas de las características de los rebaños con un importante problema de patógenos contagiosos son: alta prevalencia de

infecciones intra-mamarias (IMI) durante la lactancia, alto recuento de células somáticas en leche de tanque (RCSLT) e infecciones de larga duración.

PEELER *et al.* (2000), señala que está probado que la expansión de los patógenos contagiosos ocurre durante el ordeño, y son causa de mastitis clínica.

**2.6.2 Patógenos ambientales.** La mastitis ambiental es causada principalmente por *streptococcus* y coliformes ambientales. Baja prevalencia de IMI durante la lactancia podría resultar en mastitis clínica, e infecciones de corta duración serían características de rebaños con problemas de mastitis ambiental.

Según SMITH y HOGAN (2003a), las tasas de IMI son generalmente más altas durante el periodo seco que durante la lactancia. De acuerdo a lo señalado por estos autores, el control de los patógenos ambientales se consigue disminuyendo la exposición de los pezones a los patógenos y aumentando la resistencia de las vacas a las IMI. La exposición puede reducirse con sistemas de manejo adecuado en condiciones de pastoreo, o con el uso de establos bien diseñados y ventilados apropiadamente, puede proporcionarse confort a la vaca y pueden reducirse las lesiones del pezón.

RUEGG (2004), hace referencia a un mayor énfasis en la supervisión de la higiene de vacas e instalaciones para minimizar el desarrollo de la mastitis ambiental y asegura que la leche producida reúna las demandas del consumidor.

## 2.7 Estrategias para el control de mastitis

La gran mayoría de los procedimientos de control que actualmente se utilizan en predios lecheros, que han probado ser efectivos en el control de la mastitis, se basan en técnicas que reducen la exposición de los pezones a agentes patógenos.

Según De Graves *et al.* (1993) y Radostits *et al.* (1994), citados por SMITH y HOGAN (2003b), una fuerza impulsora adicional para mejorar el control, es simplemente, la economía asociada con el costo de la enfermedad para los productores de leche a través de la pérdida de producción y del costo para prevenir y tratar la mastitis.

Dentro de los métodos de control efectivo, la higiene estricta a la hora de ordeñar junto con el uso del “dipping” o baño de pezones es crítico para retardar o prevenir la propagación de vaca en vaca (SMITH y HOGAN 2003a).

La mastitis es un problema poblacional multifactorial imposible de erradicar; por consiguiente, su control depende de la aplicación de un sistema integral de medidas que apunten a reducir la tasa de nuevas infecciones y la duración de las infecciones ya existentes (ANDRESEN, 2001).

Autores como OLIVER y ALMEIDA (2002), proponen un programa de control que se observa en el CUADRO 3 y que consiste básicamente en: higiene adecuada durante el ordeño, funcionamiento adecuado de la unidad de ordeño, desinfección de los pezones pre- y post-ordeña, terapia antibiótica durante la lactación, terapia antibiótica al secado y eliminación de vacas crónicas.

**CUADRO 3 Componentes del plan de manejo para el control de mastitis.**

Componentes del plan de control	Impacto
Higiene del ordeñador	Tasa de infección
Unidad de ordeño	Tasa de infección
Desinfección de pezones	Tasa de infección
Terapia al secado	Duración de la infección
Terapia durante la lactación	Duración de la infección
Descarte	Duración de la infección

FUENTE: OLIVER y ALMEIDA (2002).

**2.7.1 Rutina de ordeño.** Los pezones deben ser limpiados y secados antes del ordeño. Si la leche se filtra, la presencia de partículas (material sólido) en los filtros indica una limpieza insuficiente del pezón durante la preparación de la ubre o la falta de higiene durante la colocación y remoción de la unidad de ordeño WATTIAUX (2005).

Por otra parte ANDRESEN (2001), señala que es importante vigilar la estricta aplicación de la rutina de ordeño, comenzando con la eliminación de los tres primeros chorros de leche para así eliminar la carga bacteriana acumulada en la cisterna del pezón.

ÁVILA (2006), establece que para lograr una rutina de ordeño adecuada, se debe cuidar el correcto desarrollo de las actividades realizadas por los ordeñadores, supervisar la higiene personal, material y equipo que intervienen en esta práctica de manejo.

**2.7.1.1 Equipo de ordeño.** TIMÓN y JIMÉNEZ (2006), señalan que un buen funcionamiento de la ordeñadora es imprescindible para mantener la ubre sana. Deben evitarse las fluctuaciones de vacío; la bomba de vacío, el regulador y el colector deben tener capacidades adecuadas que garanticen la estabilidad en el vacío; el nivel de dicho vacío debe mantenerse durante todo el ordeño entre 32 y

40 kPa; el tiempo de ordeño será el menor posible para evitar el sobreordeño; las pulsaciones serán aproximadamente 60 por minuto con un porcentaje de apertura del 60/40 o 65/35 y una duración de las fases de apertura y masaje de 350 m/seg y 200 m/seg, respectivamente; por último, la pezonera deberá adecuarse al pezón por lo que deberá observarse su comportamiento (presencia de lesiones en el pezón) y cambiarlas cada 2.500 ordeños.

**2.7.1.2 Eliminación de los primeros chorros de leche.** RUEGG (2003), señala que es necesario realizar un examen visual a la leche antes de colocar las unidades de ordeño, para asegurar que la leche anormal no llegue a la cadena alimentaria humana y debe ser una práctica estándar en todas las lecherías. Estudios realizados han mostrado que esta práctica reduce claramente el riesgo de contaminación por *Listeria monocytogenes* en la leche.

La eliminación de los primeros chorros de leche, se sustenta además como método para estimular la bajada de la leche, eliminar microorganismos que están en la leche de la cisterna y permitir la detección de mastitis clínica (RUEGG *et al.*, 2005 y ÁVILA, 2006).

**2.7.1.3 Desinfección pre-ordeño de los pezones (“pre-dipping”).** La desinfección de los pezones antes del ordeño apunta a combatir patógenos ambientales que pueden haberse transmitido al pezón en algún momento desde el último ordeño (OLIVER y ALMEIDA, 2002)

Según Oliver *et al.* (1994) citado por OLIVER y ALMEIDA (2002), la desinfección pre-ordeño parece ser efectiva contra patógenos ambientales y también podría tener influencia sobre los patógenos contagiosos.

Esta desinfección pre-ordeño del pezón fue desarrollada como un potencial método de control de los patógenos ambientales, reduciendo la población

bacteriana que se encuentra sobre la piel del pezón antes del ordeño (OLIVER *et al.*, 2001).

El pre-sellado con yodo ha demostrado reducir el conteo bacteriano y de coliformes en la leche cruda 5 y 6 veces, respectivamente, comparado con otros métodos de preparación de la ubre (RUEGG, 2003).

Más específicamente, según Hassan *et al.* (2001), citado por RUEGG (2003), el pre-sellado ha demostrado reducir el riesgo de aislamiento de *Listeria monocytogenes* de filtros de ordeño obtenidos en granjas lecheras de Nueva York en casi cuatro veces.

**2.7.1.4 Secado de los pezones.** El efectivo secado de los pezones es tal vez el más importante paso en la higiene de preparación al ordeño. Un estudio a nivel predial encontró que en los rebaños donde se secaban los pezones después de ser lavados, tenían un RCS en el tanque de 44.000 cel/mL menos que los rebaños que no lo hacían (RUEGG, 2003).

Según lo señalado por RUEGG (2005), solamente los pezones (no la base de la ubre) deben ser secados utilizando toallas individuales de tela o papel. Los pezones húmedos permiten el acceso de bacterias dentro de la glándula mamaria fácilmente y reduce la fricción entre el pezón y la pezonera (RUEGG *et al.*, 2005).

**2.7.1.5 Desinfección post-ordeño de los pezones.** Según BLANLOT (1999), el propósito de esta práctica es no sólo destruir una gran parte de las bacterias presentes en la piel del pezón, sino que también remover la película de leche que queda después de la ordeña. Por su parte RUEGG (2003), señala que la desinfección del pezón post-ordeño es una de las practicas más ampliamente

adoptadas en las lecherías y es la última defensa higiénica contra la infección después del ordeño.

En lo que respecta al baño de pezones, SMITH y HOGAN (2003c), señalan que la eficacia de éste, es la habilidad para reducir la incidencia de nuevas infecciones intra-mamarias, y que ésta dependerá de la combinación de dos factores: duración de la aplicación y del tipo de patógenos que causan la mastitis.

La efectividad del baño de pezones mejora cuando estos son sumergidos, en lugar de ser “roseados”, cuando el baño se aplica a por lo menos el 50% del pezón, inmediatamente después de removida la unidad, y cuando los recipientes se limpian después de cada ordeño. Estos baños deben manejarse adecuadamente para que sean efectivos (RUEGG, 2002).

Esta práctica mejorará la calidad láctea y reducirá la incidencia de mastitis. Se ha comprobado que la desinfección apropiada puede reducir la cantidad de bacterias en la superficie del pezón en un 75%, logrando reducir también los casos de mastitis (RUEGG *et al.*, 2005).

**2.7.2 Terapia antibiótica de la mastitis clínica.** La mastitis continúa siendo un gran problema para la industria lechera y frecuentemente requiere el uso de tratamientos antibióticos. La terapia antibiótica de la mastitis clínica requiere: detección del cuarto infectado, rápido inicio del tratamiento, administración de la serie completa de tratamientos recomendados, mantenimiento de un registro de los tratamientos efectuados, identificación de las vacas tratadas y asegurar la ausencia de residuos antibióticos en leche (OLIVER y ALMEIDA, 2002).

Un tratamiento rápido de la mastitis clínica limita la duración y la posible diseminación de la enfermedad. Únicamente la mastitis causada por

*Streptococcus agalactiae* pueden tratarse en forma exitosa con antibióticos durante la lactancia (más del 90% se curan). Aún así, cuando la mastitis es causada por *Staphylococcus aureus*, coliformes y muchos otros organismos, el grado de éxito del tratamiento con antibióticos rara vez excede 40 a 50% y algunas veces es tan bajo como 10% (WATTIAUX, 2005).

**2.7.3 Terapia antibiótica al secado.** Los objetivos son: eliminar infecciones presentes durante la última etapa de la lactancia y prevenir nuevas infecciones en el primer estado del período seco, cuando la glándula mamaria es particularmente susceptible a nuevas infecciones intra-mamarias (OLIVER y ALMEIDA, 2002).

Varios autores han señalado que esta práctica es una de las que mejores resultados ha dado en el control y prevención de la mastitis. RUEGG (2002), señala que la terapia de secado ha demostrado eliminar hasta el 80% de las infecciones presentes al secado y hasta el 80% de las nuevas infecciones durante el periodo seco. Estudios han demostrado que vacas que no reciben esta terapia desarrollan más infecciones intra-mamarias, aún si estaban sanas al momento del secado.

De igual modo WATTIAUX (2005), señala que el tratamiento de secado ayuda a curar cerca del 50% de los casos de mastitis causada por *Staphylococcus aureus* y 80% de los estreptococos ambientales (*Streptococcus uberis*, *dysgalactiae*, etc). También señala que un cuarto infectado que es tratado y curado al secado, producirá cerca del 90% de su potencial durante la nueva lactancia. Aún así, si un cuarto permanece infectado o es infectado durante el período de secado, ese cuarto producirá solamente el 60 a 70% de su potencial.

**2.7.4 Eliminación de vacas crónicas.** Las vacas que no responden favorablemente al tratamiento y que continúan reapareciendo con mastitis clínica deben ser descartadas. Además, las vacas con RCS elevados deben ser vigiladas atentamente. (OLIVER y ALMEIDA, 2002).

Unas pocas vacas de alta producción con infección crónica, pueden contribuir en altísima proporción al recuento de células somáticas del tanque, reduciendo así la calidad de la leche y el pago de bonificaciones (RUEGG, 2002).

Generalmente el descarte de vacas infectadas es efectivo debido a que en la mayoría de los rebaños, solamente 6 a 8% de todas las vacas son las responsables de 40 a 50% de todos los casos de mastitis (WATTIAUX, 2005).

## **2.8 Limpieza y desinfección del equipo de ordeña**

Los procedimientos de limpieza y desinfección del equipo de ordeño y estanque de almacenamiento deberían ser evaluados periódicamente en cada lechería. Cada agente de limpieza y desinfección tiene un propósito específico. Por ejemplo: la grasa láctea es emulsificada por alcalinidad, las proteínas son degradadas en partículas pequeñas por el cloro y los minerales son removidos por secuestrantes tales como ácidos (PHILPOT, 1999).

Diversos autores señalan que las máquinas de ordeño mal limpiadas son una de las principales causas de contaminación de la leche (ALAIS, 1985; TIMÓN y JIMÉNEZ, 2006).

De acuerdo a lo señalado por REINEMANN *et al.* (2000) y JONES (2001), los cuatro ciclos o etapas que se emplean en la mayoría de las rutinas de lavado son:

- **Enjuague inicial.** Inmediatamente después de completar el ordeño para sacar la leche residual que queda en el sistema. La temperatura debe estar entre los 38° y 54°C. El límite superior se fijó considerando que se cree que las proteínas pueden quedar “cocinadas” sobre las superficies a temperaturas sobre los 60°C. El límite inferior está fijado por sobre el punto de disolución de la grasa de la leche, asegurándose así que será removida y no se volverá a depositar.
- **Ciclo con detergente.** Generalmente alcalino y clorado, se realiza para quitar la suciedad orgánica como grasa y proteínas, a una temperatura que va entre los 43° y 77°C. La limpieza mejora a medida que se aumenta la temperatura.
- **Enjuague ácido.** Cuya finalidad es eliminar los depósitos minerales de la leche y de las aguas duras. El pH bajo (3,0 – 4,0) del enjuague, inhibe el crecimiento de las bacterias durante el periodo en que el equipo de ordeño no está en funcionamiento. La temperatura va entre los 38° y 49°C.
- **Ciclo de desinfección.** Es llevado a cabo inmediatamente antes de re-utilizar el equipo, a menudo con un producto a base de clorados. Sirve para eliminar cualquier bacteria del sistema de ordeño que haya sobrevivido al proceso de limpieza. Las temperaturas recomendadas son 35° a 44°C.

Las etapas básicas para la limpieza de de equipos de ordeño, se resumen en el CUADRO 4.

**CUADRO 4 Pasos básicos en la limpieza del equipo de ordeña.**

Paso	T° del agua	Tiempo (min)	Acción y comentarios
Prelavado	35° a 45°C		Remueve los residuos de leche de la máquina de ordeño; "precalienta" el equipo para una mejor acción de las soluciones limpiadoras.
Lavado (detergente alcalino)	min.50°C máx.75°C	10	Un producto clorado ayuda a remover las proteínas, el alcalino a remover la grasa, y un agente complejo como lo es el ácido etilendiaminotetracético (EDTA) previene la formación de depósitos de sal dependiendo de la dureza del agua.
Enjuague con agua			Opcional
Enjuague con ácido	35° a 45°C	5	Neutraliza los residuos de cloro y alcalinos (prolonga la vida de las partes de goma), previene los depósitos minerales y ayuda a prevenir la piedra de la leche; mata las bacterias.
Enjuague con agua			El agua tibia ayuda que el equipo se seque más rápido.
Sanidad			Antes de re-utilizar el equipo, una solución sanitaria de hipoclorito (200mg por Kg de agua o 200ppm) reduce el número de bacterias.

FUENTE: WATTIAUX (1996).

### **3. MATERIAL Y MÉTODO**

Se trabajó con los datos y antecedentes de una muestra de 100 predios lecheros de alta producción de la Xª Región.

El estudio fue financiado con fondos del proyecto FONDEF DO3i-1151 “Desarrollo e introducción de un sistema interactivo georreferenciado, para apoyar en línea las decisiones de la producción bovina de la Xª Región”.

#### **3.1 Ubicación del estudio**

El estudio fue realizado con los antecedentes de una muestra de 100 predios lecheros ubicados en las provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue, con una entrega a la industria igual o superior a 1.000.000 L / año.

#### **3.2 Selección de la muestra**

Considerando la estratificación de los productores lecheros del país indicadas por ANRIQUE (1999) y AMTMANN y BLANCO (2003), se trabajó con una muestra perteneciente al estrato de productores “grandes”, es decir aquellos que entregan a la industria más de 1.000.000 L / año, los que representan el 5,9% del total de productores a nivel nacional.

La muestra de 100 productores correspondió a un 12,6% del total país perteneciente a este estrato. Según lo señalado en los últimos estudios, en la

Xª Región se concentran cerca de 500 “grandes” productores (aproximadamente un 63% del total de grandes productores del país), por lo que cabe señalar que la muestra en estudio es representativa de un 20% de los productores pertenecientes a este estrato. El volumen de leche vendida por estos predios (muestra en estudio) representó el 15% del total recepcionado por la industria en la Xª Región durante el año 2006 y a un 10% de la recepción nacional durante el mismo año.

Junto con la estratificación según el tipo de productores, para la obtención de la muestra se establecieron ciertas restricciones que se esperaba que estos productores tuvieran como es el caso de una superficie de terreno superior a 100 hectáreas; acceso a internet e interés en aportar la información requerida a nivel predial al momento de la visita en que se aplicó la pauta de evaluación.

### **3.3 Obtención datos de calidad**

Se trabajó con los datos quincenales del recuento de células somáticas de las partidas de leche de la muestra de productores de la temporada 2006, los cuales fueron obtenidos directamente de las liquidaciones de leche y/o de los datos aportados por la industria a la que éstos venden su leche.

### **3.4 Elaboración y aplicación de la pauta de evaluación a nivel predial**

Junto con la obtención de los datos del recuento de células somáticas, se aplicó en cada uno de los predios una pauta de evaluación (ANEXO 1), que fue elaborada utilizando la metodología indicada por HERNÁNDEZ *et al.* (1998); donde se eligieron las variables que con mayor frecuencia la bibliografía señala como relacionadas con la salud del rebaño y a nivel mamario relacionadas con

los Recuentos de Células Somáticas (RCS). Las variables fueron agrupadas en ítems, las preguntas elaboradas fueron del tipo cerrada, con modalidades o alternativas delimitadas, siendo necesario la codificación de las respuestas “a priori” para efectuar un posterior análisis de los datos, vale decir, se le asignó a cada respuesta por variable un valor numérico (puntaje); como por ejemplo: realiza diagnóstico de mastitis **CMT**<sup>1</sup> = 0. No realiza; 1. Si realiza.

Para el diseño de la pauta de evaluación se tomó en consideración parte de la utilizada por ASPEE (2001), los trabajos de investigación y tesis consultadas. Esta pauta permitió recopilar información en terreno sobre las condiciones higiénicas de obtención de leche a nivel predial de la muestra de productores, principalmente de las variables o factores relacionados con el contenido de células somáticas en la leche.

Una vez elaborada la pauta, se aplicó una “prueba piloto” de este instrumento de medición, para lo cual se visitaron tres predios. El objetivo fue la aplicación y chequeo de la pauta en terreno, para incorporar nuevas variables de importancia para el estudio y eliminar otras que eran menos relevantes.

El instrumento de evaluación fue aplicado durante las visitas a los predios seleccionados de la región (muestra de 100 productores), en el periodo comprendido entre el segundo semestre del año 2005 y parte del primer semestre del 2006.

### **3.5 Análisis estadísticos**

Los datos quincenales del contenido de células somáticas entregado por las empresas a la cual los productores venden su leche, fueron digitados en una

---

<sup>1</sup> California Mastitis Test, método para determinar en forma rápida la presencia de mastitis subclínica

planilla electrónica Excel estructurada, de igual forma se procedió con los datos obtenidos a través de la pauta de evaluación aplicada a nivel predial. La planilla Excel con los datos obtenidos a partir de la pauta de evaluación fue exportada al programa estadístico para su posterior análisis.

Por el tipo de información, para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico “on line” R-CRAN<sup>2</sup> Versión 2.2.1, creado por Ross Dhaka y Robert Gentleman, el cual tiene una naturaleza doble, de programa y lenguaje de programación y es considerado como un dialecto del lenguaje S-PLUS. R posee muchas funciones para análisis estadísticos y gráficos; estos últimos pueden ser visualizados de manera inmediata en su propia ventana y ser guardados en varios formatos (por ejemplo, jpg, png, bpm, pdf). El lenguaje R permite al usuario, por ejemplo, programar bucles<sup>3</sup> para analizar conjuntos sucesivos de datos. También es posible combinar en un solo programa diferentes funciones estadísticas para realizar análisis más complejos, analizar un gran volumen de datos y variables del tipo cualitativas o cuantitativas, como en el caso del presente estudio. Además, se puede actualizar diariamente a través de internet y su uso no requiere de licencia.

Una vez digitados los datos de los predios visitados y luego exportados al programa estadístico R-CRAN versión 2.2.1, se analizó a través de éste una tabla indicadora de las categorías o modalidades (opciones de respuesta a cada pregunta) obtenidas a través del instrumento de evaluación aplicado en los predios visitados. Cada columna de la tabla corresponde a una variable con su modalidad de respuesta; por ejemplo, la denominada CMT, en esta columna se tendrá el valor 0, si en el predio visitado no se realiza y 1 si se realiza.

---

<sup>2</sup> <http://lib.stat.cmu.edu/R/CRAN/>

<sup>3</sup> Secuencia de instrucciones que se repite mientras se cumpla una condición prescrita

**3.5.1 Estadística descriptiva.** El primer análisis y presentación de los datos se realizó a través de estadística descriptiva, con el fin de caracterizar y visualizar las tendencias más relevantes de los predios visitados, respecto al contenido de células somáticas de la leche que venden a la industria y las condiciones de manejo a nivel predial.

**3.5.2 Análisis estadístico multivariable.** En un sentido amplio, se refiere a todos los métodos estadísticos que analizan simultáneamente múltiples variables (cuantitativas o cualitativas) de un conjunto de objetos o individuos sometidos a investigación. Cualquier análisis simultáneo de dos o más variables puede ser considerado como un análisis multivariable (HAIR *et al.*, 1992).

**3.5.2.1 Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM).** Esta técnica descriptiva y exploratoria, permite estudiar la relación existente entre múltiples variables cualitativas. La información numérica generada a través de un ACM, implica el uso de tablas de frecuencia de entrada múltiple. Son así las frecuencias de ocurrencia de cada uno de los distintos sucesos, formados por las múltiples combinaciones de niveles de cada variable cualitativa, las que proveen la información necesaria para formar un espacio gráfico matemático y poder medir similitudes (o disimilitudes) entre las variables (SMITH *et al.*, 2002).

Autores como LEBART *et al.* (1995), señalan que el objetivo del ACM, es resumir la información contenida en una tabla de datos de variables cualitativas o categóricas (como las obtenidas en la encuesta) sintetizada en unas pocas variables (obtenidas a partir de las anteriores) llamadas factores. Estos factores dependen de las variables evaluadas y su visualización permite ver cómo algunos valores de variables distintas están generalmente relacionados entre sí dadas las respuestas de todos los individuos.

Mediante esta técnica (ACM), se proyecta una serie de puntos en el plano. Los puntos proyectados corresponden a los predios visitados en base a las modalidades<sup>4</sup> (valor numérico) de cada variables en estudio, obteniendo sobre el primer plano factorial subnubes de categorías por cada variable, logrando de esta manera agrupar visualmente aquellas con perfiles similares que conducirán a establecer una tipología entre las modalidades observadas.

A partir de este primer ACM, se seleccionaron las variables en estudio cuya proyección en el plano (subnubes de categorías) permitió en una primera etapa discriminar grupos de predios.

Una vez determinadas las variables que permiten discriminar entre grupos de predios; se realizó un nuevo ACM, se procedió a la interpretación del primer eje factorial en el espacio de puntos perfiles en línea y en la columna; se estudió el porcentaje de contribución a la inercia a lo largo del eje de cada punto en este espacio; luego, se interpretaron los planos factoriales teniendo las mismas consideraciones que con los ejes factoriales.

**3.5.2.2 Análisis de Conglomerados.** El Análisis de Conglomerados o cluster es una herramienta utilizada para organizar información de múltiples variables medidas simultáneamente, originando así grupos de individuos con características similares. La idea general es reducir una gran cantidad de información, difícil de comprender debido a su vastedad, y de esta manera lograr información que permita describir no a los individuos, sino al conglomerado en que clasifican. Estos conglomerados deben ser construidos en forma tal de ser lo más homogéneos posible, y en un número significativamente inferior al número de individuos encuestados (SMITH *et al.*, 2002).

---

<sup>4</sup> respuesta de cada productor a las variables en estudio

Para el análisis de conglomerados se empleó como algoritmo de clasificación el método K-MEANS, el cual es una técnica de agrupamiento que supone, como paso previo definir el número de grupos que pueda representar en forma adecuada a la población estudiada. En general, el número de grupos definido inicialmente corresponde a k puntos aleatorios en el hiperplano de las variables de clasificación. Se trata que tales puntos operen como estimaciones iniciales de los centroides de los k grupos a formar. En las etapas siguientes los casos son reasignados y los centroides calculados nuevamente en busca de una agrupación óptima. La reasignación de sujetos se detiene cuando no es posible mejorar la clasificación. Esta metodología de clasificación por “optimización”, genera conglomerados que minimizan la varianza intra-conglomerado y maximizan la varianza entre-conglomerados. El uso de esta metodología se recomienda cuando se dispone de una muestra grande de datos (VIVANCO, 1999; HASTIE *et al.*, 2001 y SMITH *et al.*, 2002).

A través de este método de agrupamiento se conformaron grupos de predios con características similares de manejo. La representación grafica de dichos grupos se realizó en el primer plano factorial del análisis de correspondencias múltiples.

Se logró conformar tres grupos de predios, luego para relacionar los grupos conformados con el contenido de células somáticas se trabajó con las liquidaciones de leche y/o los datos aportados por la industria a la que le venden su leche. Para ello se clasificaron las partidas de leche en rangos según el esquema de pago de una de las industria a la que la mayoría de los predios en estudio venden su leche (ver ANEXO 2). Este fue modificado incluyendo el rango 0 - 200.000 cel/mL, ya que algunos investigadores como RUEGG *et al.* (2005), consideran que leches con contenidos menores a 200.000 cel/mL son de buena calidad.

## **4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 Análisis del contenido de células somáticas de las partidas de leche de la muestra en estudio**

Los resultados obtenidos para el análisis descriptivo del contenido de células somáticas se muestran en el ANEXO 3.

### **4.2 Análisis de las variables de manejo a nivel predial**

Se trabajó con una tabla que recoge la información de 100 predios en fila y 81 variables en columnas, con cuatro modalidades de respuesta cada una (valor numérico asignado a cada variable) para un primer análisis descriptivo, a partir del cual y para efectos de conformar grupos, se descartaron variables que en un 95% o más (se considera estadísticamente homogénea) los productores tuvieron un comportamiento similar (igual respuestas para las variables en estudio). Cuando todos los individuos encuestados presentan una misma respuesta a la variable en estudio, ésta no contribuye en el análisis, ya que no genera diferencias entre los individuos encuestados (GARNICA, 1988). Un total de 60 variables se obtuvieron del análisis descriptivo (ANEXO 4).

### **4.3 Disminución de la información y obtención de “subnubes” por cada variable**

A partir de los resultados obtenidos del análisis descriptivo de las variables de manejo, se procedió a realizar un análisis estadístico multivariado factorial de

correspondencias múltiples, que permitió disminuir la dimensión de la información y obtener subnubes (ANEXO 5) de las categorías por cada una de las variables sobre el primer plano factorial; dichas subnubes permitieron identificar 14 variables<sup>5</sup> las cuales se encuentran distribuidas en cuatro ítems. En el CUADRO 5, se observa que el ítem estado y funcionamiento del equipo de ordeño aportó un mayor número de variables, debido a que de un total de 14, diez corresponden a este ítem, seguido del ítem control de mastitis donde corresponden dos variables y por último una variable corresponde al ítem lavado e higienización de equipos y/o utensilios y una al ítem características del ordeñador.

**CUADRO 5 Número de variables por ítem que permitieron discriminar grupos con modalidades de respuesta similares.**

Ítem	Frecuencia	% Frecuencia
Control de mastitis	2 de 14	14
Lavado e higienización de equipos y/o utensilios	1 de 14	7
Estado y funcionamiento del equipo de ordeña	10 de 14	72
Características del ordeñador	1 de 14	7

#### 4.4 Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)

**4.4.1 Interpretación general.** El ACM se realizó a un total de 14 variables obtenidas a partir de las subnubes de categorías (ANEXO 5), las cuales permitieron agrupar en una primera etapa predios con modalidades similares. El ANEXO 6 muestra una tabla resumen del comportamiento de los predios frente a las variables en estudio.

<sup>5</sup> variables que permiten discriminar entre grupos con modalidades de respuesta similar.

De la FIGURA 1, se deduce que dos o más puntos quedan próximos cuando los productores han respondido de manera similar, en cada una de las variables en estudio. Las variables ubicadas en el centro de los ejes corresponden a aquellas que obtuvieron una similar respuesta y no generan diferencia entre productores.

**4.4.2 Estudio de la inercia asociada a los factores.** Al analizar la varianza explicada por los valores propios, con el fin de determinar cuantos componentes es necesario incluir para que el porcentaje de variación sea satisfactorio, se observa en el CUADRO 6 que el primer componente sólo contribuye con el 41,21% de la variación, el primero más el segundo alcanzan el 52,99%, y es necesario considerar hasta 6 componentes para obtener el 80% de la variación.

**CUADRO 6 Valores propios del análisis de correspondencia.**

Número	Valor propio	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	0,4428	41,21	41,21
2	0,1266	11,78	52,99
3	0,0976	9,08	62,07
4	0,0846	7,87	69,94
5	0,0735	6,84	76,78
6	0,0514	4,78	81,57

HAIR *et al.* (1992) y BECÚE (2002), señalan que los ejes factoriales deben conservar un porcentaje cercano al 80% de la inercia y que este valor es habitual en el Análisis de Correspondencia Múltiple ya que la variabilidad de la inercia suele ser elevada.

**4.4.3 Interpretación primer plano factorial.** Los resultados del ACM para los dos primeros factores que explican cerca de un 53% de la variabilidad de los parámetros evaluados (variables) (ANEXO 5), obtenidos a partir de un primer ACM, están representados en la FIGURA 1, donde las variables que presentan valor cero, corresponde a los predios donde las condiciones de producción y manejo no son las “adecuadas” y en las variables con valor 1 si lo son.

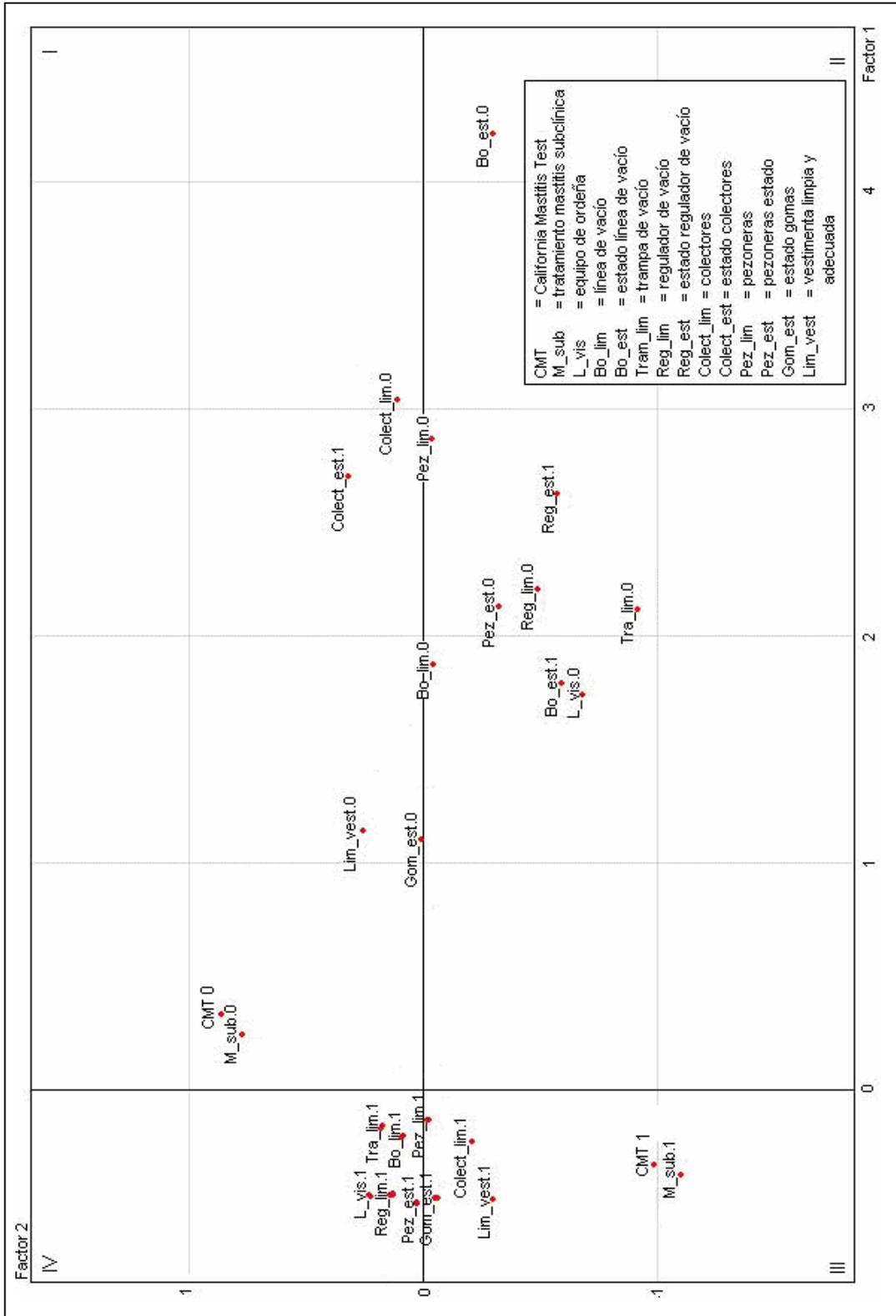


FIGURA 1 Plano principal del ACM de las 14 variables que permiten agrupar los predios en estudio.

De acuerdo a lo que aparece en la FIGURA 1, se observan dos asociaciones o formas de manejo a nivel predial. A la derecha del plano, en los cuadrantes I y II se encuentran distribuidos los predios en los cuales no se realizaba CMT ni tampoco tratamiento de vacas con mastitis subclínica (M\_sub), la vestimenta del ordeñador (Lim\_vest) estaba sucia y no era la adecuada<sup>6</sup>. En lo que respecta al equipo de ordeño (L\_vis) también estaba sucio, y dentro de éste cabe señalar que la línea de vacío (Bo\_lim), la trampa de vacío (Tram\_lim), el regulador de vacío (Reg\_lim), los colectores (Colet\_lim) y las pezoneras (Pez\_lim) estaban sucios; además la línea de vacío (Bo\_est), las pezoneras (Pez\_est), y las gomas de las pezoneras (Gom\_est) estaban en mal estado.

En el cuadrante I se encuentran también predios cuyos equipos de ordeña presentan colectores (Colect\_est) en buen estado; así mismo, en el cuadrante II se observan predios en los cuales el estado de la línea de vacío (Bo\_est) y el regulador de vacío (Reg\_est) del equipo de ordeña es bueno, es decir, funcionaba adecuadamente.

Al costado izquierdo del segundo factor (eje vertical), en el cuadrante III y IV de la FIGURA 1, se ubican los predios en los cuales se realizaba CMT y tratamiento de vacas con mastitis subclínica (M\_sub). Respecto al equipo de ordeña (L\_vis), la línea de vacío (Bo\_lim), la trampa de vacío (Tram\_lim), el regulador de vacío (Reg\_lim) y los colectores (Colect\_lim), estaban limpios; las pezoneras y las gomas estaban limpias y en buen estado, de igual manera la vestimenta del ordeñador estaba limpia<sup>7</sup> y era la adecuada.

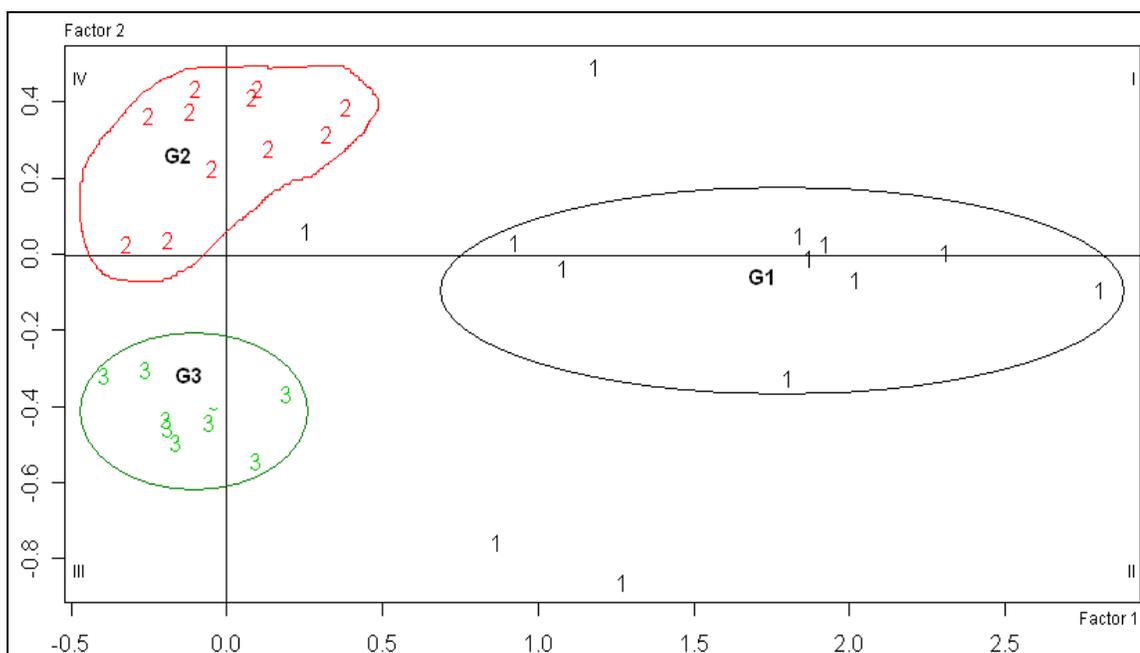
---

<sup>6</sup> Se considera como vestimenta adecuada el uso de gorro, overol, pechera, botas, guantes de látex y/o manos limpias.

<sup>7</sup> Sin signos de suciedad (barro, estiércol, etc).

## 4.5 Análisis de conglomerados o cluster

El análisis de conglomerados realizado a través, de algoritmos K-means permitió generar grupos de productores con características de manejo similares a nivel predial. Un total de 100 predios se proyectaron en un plano en base a las variables<sup>8</sup> que permitieron discriminar en una primera etapa, logrando establecer tres grupos (FIGURA 2).



**FIGURA 2** Formación de grupos de predios mediante el algoritmo de agrupamiento K-means.

**4.5.1 Caracterización de los grupos de productores.** Al observar la FIGURA 2, se distinguen fácilmente tres grupos de productores proyectados en el primer plano factorial del ACM. El grupo 1 formado por un 13%, el grupo 2 por un 45% y el grupo 3 por un 42% de la muestra en estudio.

<sup>8</sup> 15 variables obtenidas a partir del ACM

**4.5.1.1 Caracterización del grupo 1 (G1).** Constituido por el 13% de la muestra, estos predios se encuentran asociados al cuadrante I y II (FIGURA 2).

Según los antecedentes que aparecen en el ANEXO 7, todos los productores (100%) que pertenecen a este grupo (G1), no realizaban CMT, como tampoco realizaban tratamiento a las vacas con mastitis subclínica.

En un 85% de los casos el equipo y/o utensilios de ordeña se encontraban sucios, factor característico de un mal manejo. De acuerdo a lo señalado por KEOWN y KONONOFF (2006), para lograr bajos recuentos de bacterias se requiere lavar el equipo inmediatamente después de la ordeña e higienizar antes del ordeño. Al respecto, un estudio realizado por REVELLI y RODRÍGUEZ (2001), demostró que la alta incidencia de agentes causales de mastitis, se debió principalmente a las malas condiciones de higiene de las instalaciones. Lo anterior coincide con lo señalado por Mein (1998), citado por SOCA *et al.* (2005), quien en un estudio encontró deficiencia de higiene del equipo de ordeño (estaba sucio), estableciendo así los problemas de la mastitis como una estrecha relación entre el equipo de ordeño y el animal.

Respecto al estado y funcionamiento del equipo de ordeña, cabe señalar que la línea de vacío en un 54% de los predios estaba sucia y en un 62% de los casos estaba en regular y mal estado. En un 62% de los equipos de los productores de este grupo, los colectores y las pezoneras estaban sucias y en un 69% de los casos las pezoneras se encontraban en mal estado, e incluso las gomas de las pezoneras no se cambiaban regularmente (sobre las 2500 ordeñas), se encontraban agrietadas o estaban rotas (77%), factor que inciden en la prevalencia de la mastitis, según lo señalado por PEELER *et al.* (2000).

Dado el comportamiento negativo de las variables anteriormente descritas, en un alto porcentaje de los predios de este grupo y ligadas según numerosos

investigadores, a altos RCS debería esperarse que las partidas de leche de estos predios tuvieran mayores recuentos que los otros grupos. Al respecto, RUEGG (2002), señala que un sistema de ordeño en correcto funcionamiento es esencial para la producción de leche de alta calidad. Este representa una porción sustancial del capital invertido en el predio, y necesita ser regularmente evaluado y actualizado.

En lo que respecta a las características del ordeñador, se estableció que su vestimenta en un 85% de los casos estaba sucia y no era la adecuada, es decir, algunos no disponían de los implementos de vestir como: gorro, overol, pechera, botas, guantes de látex y/o manos limpias.

Al respecto, se puede señalar que estudios realizados han demostrado que el uso de guantes de látex por los ordeñadores ayuda a disminuir la transferencia de patógenos, además reduce la contaminación de los pezones desde la piel de los ordeñadores; también se pueden cambiar fácilmente entre cada grupo de vacas, reduciendo así la transferencia de patógenos (RUEGG *et al.*, 2005).

Coincidiendo con ello O'REILLY *et al.* (2006) e INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (FIL/IDF, 2006), señalan que algunos de los factores asociados con el descenso en la incidencia de la mastitis clínica fueron la comprobación de la primera fracción de leche y características del ordeñador como es el uso de guantes durante el ordeño.

Por otra parte, se logró determinar que en un 92% de los predios visitados de este grupo no existen servicios higiénicos, incumpliendo con ello la normativa vigente que establece que por cada 10 empleados debe existir al menos un baño con una taza de WC, un lavatorio y una ducha (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 1999). Además, de los que poseían servicio higiénico, ninguno contaba con una fosa séptica para la evacuación de las aguas servidas. Al respecto el

D.S N° 594, establece que la disposición de la evacuación de aguas servidas de los servicios higiénicos, debe ser mediante la utilización de una red de alcantarillado y en el caso de que no hubiere este mecanismo, como en letrinas o baños químicos, la disposición final se efectuará por medio de sistemas o plantas particulares (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 1999).

**4.5.1.2 Caracterización del grupo 2 (G2).** Éste estuvo constituido por el 45% de la muestra. Al observar la FIGURA 2, la proyección en el plano principal de los predios que conforman este grupo se centró en los cuadrantes I y IV. Considerando las variables que los caracterizan y al observar los antecedentes que aparecen en el ANEXO 7, se puede señalar que al igual que los productores del G1, en un alto porcentaje los productores del G2 no realizaban CMT (93%) y un 100% no realizaban tratamiento de vacas con mastitis subclínica.

Sin embargo, en lo que respecta al estado y funcionamiento del equipo de ordeño, en la mayoría de los predios de este grupo, fue el adecuado y mejor que en el caso del grupo 1. Así por ejemplo, en un análisis general y en primera instancia se logró establecer que en un 98% de los predios los equipos y/o utensilios de ordeña estaban limpios.

Al analizar las cifras más en detalle, se determinó que la línea de vacío del equipo de ordeña en un alto porcentaje de los casos (93%) estaba limpia y en buen estado (98%); en un alto porcentaje también (cercano al 100%) la trampa de vacío y el regulador estaban limpios y en buen estado, al igual que los colectores y pezoneras (100%, 98% respectivamente).

En lo que respecta a las gomas de las pezoneras en un 82% de los caso se encontraban en buen estado. Estudios realizados por VAN DER VORST y

OUWELTJES (2003), señalan que la sustitución correcta de las gomas de las pezoneras y la higiene de éstas han demostrado ser determinantes en cuanto a los recuentos de bacterias totales y en los RCS asociado a los flujos de leche no elevados.

Por otra parte, se encontró que cerca de un 60% de los predios de los productores que conforman el grupo 2 no contaban con servicios higiénicos y en un 75% no existía fosa séptica para la evacuación de aguas servidas, incumpliendo la normativa vigente. Según el D. S N° 594 del Ministerio de Salud, todo lugar de trabajo en donde se manipule o procese alimentos, debe estar provisto de al menos un excusado y lavatorio (CHILE, INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN PREVISIONAL, 1999).

**4.5.1.3 Caracterización del grupo 3 (G3).** Éste estuvo constituido por el 42% de la muestra. En la FIGURA 2, se observa la proyección en el plano del grupo 3, distribuido entre los cuadrantes II y III. Al observar los antecedentes que aparecen en el ANEXO 7, se puede señalar que los predios del G3 se caracterizaron en su mayoría principalmente por presentar un adecuado y mejor comportamiento de las variables de manejo asociadas a los bajos RCS. Así por ejemplo en todos (100%) se realizaba CMT y tratamiento de vacas con mastitis subclínica, los equipos de ordeña y/o utensilios estaban limpios (91%), y en la gran mayoría el estado del regulador de vacío y de las pezoneras era “bueno”, es decir, el regulador funcionaba correctamente y las pezoneras se encontraban limpias y sin grietas.

En lo que respecta al regulador de vacío CALDERÓN *et al.* (2005), encontraron que en equipos de ordeño donde la eficiencia del regulador no fue la

adecuada<sup>9</sup> (< al 90%), las vacas tenían mas posibilidades de enfermar de mastitis en comparación con vacas ordeñadas donde la capacidad de los reguladores fue adecuada (> al 90%).

Respecto a las características del ordeñador, en el 95% de los casos su presentación personal era “buena”, es decir la vestimenta era la adecuada (disponían de gorro, overol, pechera, botas, guantes de látex y/o manos limpias) y estaba limpia, cumpliendo así lo establecido en el Reglamento Sanitario de los Alimentos y el D.S N° 594, del Ministerio de Salud (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2006 y 1999).

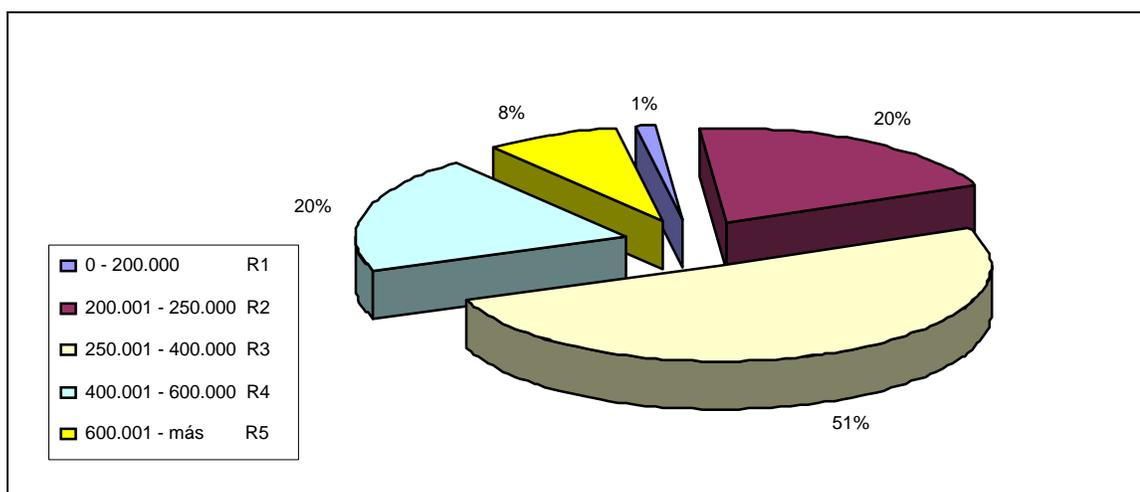
#### **4.6 Relación entre las condiciones de producción y manejo de los grupos de predios y los recuentos de células somáticas de las partidas de leche**

Para relacionar los grupos de predios establecidos con condiciones similares de producción y manejo y, las frecuencias de los RCS, se establecieron rangos de clasificación para las partidas de leche teniendo en consideración una de las pautas de pago utilizadas por la empresa a la cual venden su leche, la que se modificó para los efectos del presente análisis incluyendo el rango 0 - 200.000 cel/mL, de acuerdo al punto 3.5.2.2. En el ANEXO 8, se observan las partidas de leche del año 2006 de cada uno de los grupos en estudio, que clasificó en los rangos establecidos.

---

<sup>9</sup> Se considera como adecuada cuando la relación entre la reserva efectiva y la manual fue igual o superior a 90%

**4.6.1 Relación entre el contenido de células somáticas y las características del grupo 1.** Al observar la FIGURA 3, se puede señalar que el grupo 1 se caracterizó por clasificar un 71% de sus partidas de leche (quincenas) entre los rango R3 y R4, valores que están por sobre los 250.000 y hasta 600.00 cel/mL. El alto porcentaje de partidas que clasificó en estos rangos con mayores RCS coinciden con lo señalado en el punto 4.5.1.1, en el sentido que en todos los predios (100%), no se realizaba CMT ni tratamiento de vacas con mastitis subclínica. Además, se estableció que en un alto porcentaje (85%), los equipos y/o utensilios de ordeña se encontraban mal lavados, lo que también puede ser causa de un mayor contenido de células somáticas en la leche. Al respecto, en un estudio realizado por SOUZA *et al.* (2005), se estableció que el equipo de ordeño sucio fue un factor de riesgo, ya que en las leche obtenidas a través de éstos, se encontraron valores por sobre las 500.000 cel/mL.



**FIGURA 3** Fracción de quincenas del grupo 1 que clasificó en los rangos de células somáticas establecidos.

Además, al observar los antecedentes que aparecen en el ANEXO 7, un porcentaje importante (entre 60% y 70%) de los predios que conforman el grupo 1 contaban con un equipo de ordeño en regular o mal estado. Al respecto, se puede señalar que en un estudio realizado por ARMENTEROS *et al.* (2002), se encontró grupos de rebaños lecheros con una mayor prevalencia de mastitis en

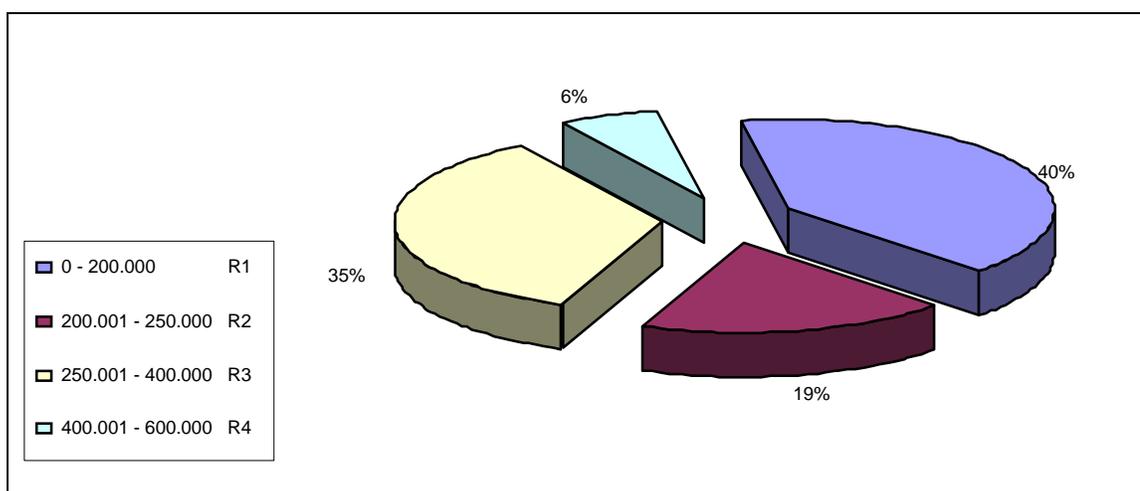
todas sus formas de manifestación, al presentar equipos de ordeño defectuosos, fundamentalmente en el nivel de pulsaciones.

En relación a lo señalado anteriormente, algunos investigadores han demostrado que este factor (equipo de ordeña defectuoso) puede causar entre un 40% y un 50% de nuevas infecciones intra-mamarias en el rebaño lechero, debido a la diseminación de patógenos a través de los impactos o golpes de leche producto del resbalamiento y caída de las pezoneras, lo que ocurre por fallas en el sistema de vacío del equipo, con lo cual no se alcanza el nivel estable de vacío en la punta del pezón (CALDERÓN *et al.*, 2005). Cabe recordar además, lo señalado en el punto 4.5.1.1, respecto al estado de las gomas de las pezoneras, que no eran reemplazadas regularmente (sobre las 2.500 ordeñas) y además se encontraban en un alto porcentaje (77%) rotas o agrietadas, lo que podría causar elevados contenidos de células somáticas. Estudios realizados han demostrado que, gomas encontradas en su mayoría porosas, agrietadas y dilatadas, provocan entrada de leche al sistema de vacío y aire a las pezoneras, con su consecuente caída al piso y por tanto la contaminación de las mismas (SOCA *et al.*, 2005).

**4.6.2 Relación entre el contenido de células somáticas y las características del grupo 2.** De acuerdo a los antecedentes que aparecen en la FIGURA 4, este grupo se caracterizó por clasificar un mayor porcentaje de partidas de leche en los rangos de mejor calidad (R1 y R2) que el grupo 1.

Este resultado llama un tanto la atención ya que como se señala en el punto 4.5.1.2 de este estudio, un alto porcentaje de productores del G2 no realizaban CMT ni tratamiento de las vacas con mastitis subclínica; sin embargo, en un alto porcentaje (sobre 98%), los equipos de ordeña se mantenían limpios y en buen estado. Al respecto, KOSTER *et al.* (2006), señalan que el confort y la higiene

de las instalaciones tienen una repercusión sustancial en la calidad de la leche. Por su parte TIMÓN y JIMÉNEZ (2006), indican que adecuadas prácticas de ordeño requieren higiene del proceso y un buen funcionamiento de la ordeñadora lo que es imprescindible para mantener la ubre sana.

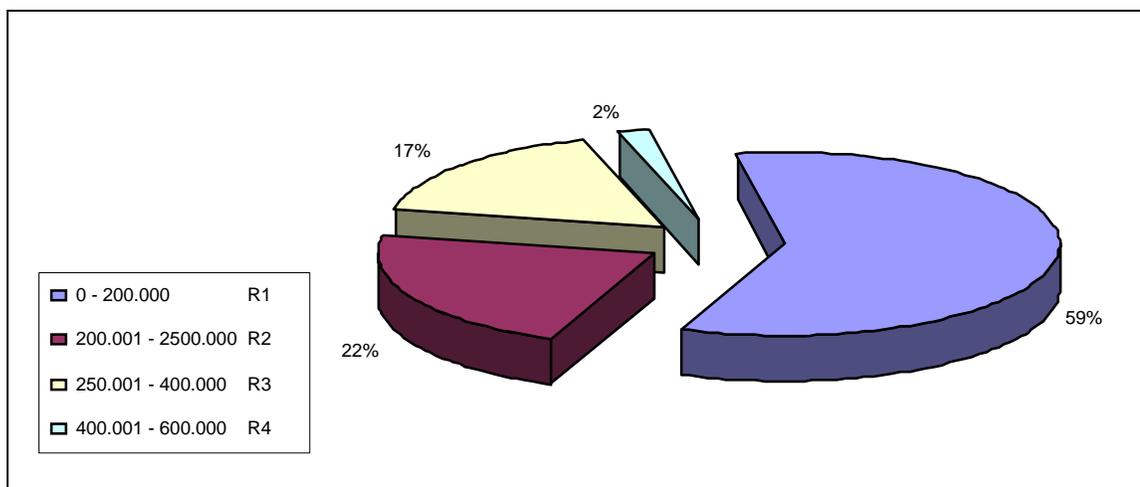


**FIGURA 4** Fracción de quincenas del grupo 2 que clasificó en los rangos de células somáticas establecidos.

De la FIGURA 4, también se deduce que un 35% de las partidas de leche de este grupo clasificó entre 250.001 y 400.000 cel/mL, rango de clasificación de la industria que, si bien es cierto no está sujeto a descuento sobre el precio del litro de leche (ver ANEXO 2), según algunos investigadores como Sandholm (1995), citado por RAMÍREZ *et al.* (2001), valores sobre 250.000 cel/mL correspondería a niveles de recuentos provenientes de vacas con mastitis. Coincidiendo con esto, estudios realizados por RUEGG *et al.* (2005), señalan que vacas con recuentos de células somáticas sobre 250.000 cel/mL, se encuentran crónicamente infectadas. Al respecto, WATTIAUX (2005), señala que los contenidos de células somáticas por debajo de 400.000 cel/mL son típicos de rebaños lecheros que poseen buenas prácticas de manejo, pero que no hacen un particular énfasis en el control de mastitis, en cambio en los rebaños donde se realiza un control efectivo de la mastitis se logran contenidos de células somáticas por debajo de las 100.000 cel/mL; lo que en cierta medida

coincidiría con el comportamiento de las variables de manejo registradas en este grupo de predios.

**4.6.3 Relación entre el contenido de células somáticas y las características del grupo 3.** Al observar la FIGURA 5, se puede deducir que un alto y mayor porcentaje de las partidas de leche (81%) clasificaron en los rangos de RCS considerados como de mejor calidad (R1 y R2), en comparación con las partidas de leche de los grupos 1 y 2, lo que correspondió a un 59% y 22%, respectivamente. Estos resultados coinciden con lo indicado en el punto 4.5.1.3 de este estudio, en el sentido que un 100% de los predios que pertenecen a este grupo (G3) realizaban CMT y tratamiento de las vacas con mastitis subclínica. Al respecto, se puede señalar que en estudios realizados por CEPERO *et al.* (2005) y HAMANN *et al.* (2005) se logró establecer que la detección de mastitis subclínica mediante CMT, puede ser de gran utilidad en la realización de un plan de control de mastitis. Coincidiendo con esto, autores como Rice (1997) y Cordero (1999), citados por NOVOA (2003), señalan que esta prueba (CMT) rinde información del contenido de células somáticas pudiendo de esta manera ayudar a determinar equipos de ordeño defectuosos y con mal funcionamiento.



**FIGURA 5** Fracción de quincenas del grupo 3 que clasificó en los rangos de células somáticas establecidos.

Además, los productores que conforman el G3, al igual que los del G2 en un 97% (en promedio) disponían de equipos de ordeña limpios y en buen estado, a lo que se suma las condiciones de trabajo del ordeñador, los que en el 95% de los casos tenían vestimenta limpia y en buen estado. Estudios realizados al respecto, han demostrado que en predios donde los ordeñadores utilizan guantes, la tasa mensual de mastitis clínica es solo alrededor de un 6% (RUEGG, 2004)

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de la presente investigación se logró establecer que:

Alrededor de un 70% de las partidas de leche del total de los predios en estudio, clasificó en el rango de 0 – 250.000 cel/mL, donde, un 50% logró un límite inferior a 200.000 cel/mL, por lo que desde el punto de vista de la industria y respecto a este parámetro, corresponde a leche de buena calidad.

A través del Análisis de Correspondencias Múltiples se estableció que los ítems que permitieron diferenciar grupos de predios fueron: control de mastitis, lavado e higienización de equipos y/o utensilios, características del ordeñador, y estado y funcionamiento del equipo de ordeña.

A través del algoritmo de “K- means” se logró establecer tres grupos de predios. En el grupo 3, conformado por el 42 %, la mayoría de las condiciones de producción y manejo relacionadas con el RCS de la leche tuvieron un comportamiento adecuado, lo que coincidió con un alto porcentaje de partidas que clasificaron en el rango de mejor calidad (81% bajo las 250.000 cel/mL.).

En el grupo 2, constituido por el 45% de los predios, de las variables relacionadas con el comportamiento de las condiciones de producción y manejo que influyen sobre el RCS, el estado y funcionamiento del equipo de ordeña tuvo un comportamiento similar al grupo 3. Sin embargo, en un alto porcentaje de los predios no se realizaba CMT, ni se hacía tratamiento a las vacas con mastitis subclínica; lo que en parte podría explicar que en este grupo un 41% de

las partidas de leche tuvieron recuentos sobre las 250.000 cel/mL e incluso un 6% de éstas sobre 400.000 cel/mL.

Finalmente, se puede señalar que el grupo 1, constituido sólo por el 13% de los predios, se caracterizó porque en su totalidad no realizaban CMT ni tratamiento de las vacas con mastitis subclínica, además, en un alto porcentaje el estado y funcionamiento de los equipos de ordeña no era el adecuado, consecuentemente un alto porcentaje de las partidas de leche clasificó en los rangos de más baja calidad (79% sobre 250.000 cel/mL)

## 6. RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de las condiciones de producción y manejo sobre el contenido de células somáticas de la leche en 100 predios de alta producción de la Xª Región. Los antecedentes del contenido de células somáticas fueron aportados por los productores y obtenidos a partir de las liquidaciones de pago de las industrias. Los antecedentes sobre las condiciones de producción y manejo para la obtención de leche a nivel predial, fueron obtenidos a partir de una Pauta de Evaluación aplicada en cada predio. Los datos fueron analizados utilizando el programa estadístico “on line” R-CRAN.

A través del Análisis de Correspondencias Múltiples se logró determinar las variables que permitieron, en una primera etapa, diferenciar grupos de predios. las variables en un mayor número, corresponden al ítem estado y funcionamiento del equipo de ordeña.

Para la conformación de grupos de predios con características de manejo similares, se utilizó el algoritmo de agrupamiento “K-means”, logrando así establecer tres grupos; el primero de ellos conformado por un 13% de los predios, el segundo por un 48% y por último un tercer grupo conformado por un 39% de los predios en estudio. Las diferencias más relevantes estuvieron dadas por el estado y funcionamiento del equipo de ordeña, además del control de mastitis, siendo el grupo tres el que presentó los manejos más adecuados, a diferencia del grupo uno que fue el peor evaluado. Además, se logró establecer que las diferencias entre los grupos de predios, y las condiciones de manejo de cada uno, coincidieron con los RCS de las partidas de leche que venden a la industria.

## SUMMARY

A research was carried out to evaluate how the conditions of production and management affect the somatic cells contents of milk in 100 high production farms in the X<sup>a</sup> Region. The record of somatic cells contents were given by farmers as well as payment checks of dairy industry. The information about the production conditions and management of milk at farm level were obtained from "The guiding principles of evaluation" of each farm. Data were analyzed using the statistical program "on line" R-CRAN.

The variables which make possible to determine in a first stage different groups of farms, through the Multiple Correspondence Analysis, which greatly corresponded to the state item and milking equipment function.

The algorithm of assembly K-means were used for the group of farm with similar management characteristics, with the establishment of 3 groups; the 1<sup>st</sup> one formed by 13% of farms; the second one by 48% and the third and last group formed by 39% of the farmers of the study. The relevant differences were showed by the state and function of the milking equipment, besides the mastitis control being the group three showing the adequate management at farm level influencing in RCS of milk, being the group one the worst evaluated. Nevertheless there was established that the differences between groups of farms coincided with the RCS of the milk sold by the industry.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ALAIS, Ch. 1985. Ciencias de la leche. Principios de técnica lechera. Editorial Reverté, S.A. Barcelona. España. 873p.
- AMTMANN, C. y BLANCO, G. 2003. Expansión transnacional y nueva ruralidad: conflictos del sector lechero en el sur de Chile. **En:** Territorios y organización social de la agricultura.GESA (Grupo de estudios sociales agrarios). Edit. La Colmena. Buenos Aires. Argentina. pp: 123-148.
- ANDRESEN, H. 2001. Mastitis: prevención y control. Revista de Investigación veterinarias del Perú. 12 (2): 55 – 64.
- ANRIQUE, R. 1999 Descripción del Chile lechero. **En:** Competitividad de la producción lechera nacional. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile. pp. 1-33.
- ARMENTEROS, M., PEÑA, J., PULIDO, J. y LINARES, E. 2002. Caracterización de la situación de la mastitis bovina en rebaños de lechería especializada en Cuba. Revista Salud Animal. 24 (2): 99 – 105.
- ASPEÉ, N. 2001. Evaluación de la calidad higiénica de la leche de estanques en tres Centros de Acopio Lecheros (CAL) de la Provincia de Valdivia. Tesis Ingeniero en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 160 p.

- AULDIST, M. y HUBBLE, I. 1998. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. *Australian Journal of Dairy Technology*. 53 (1): 28 – 36
- ÁVILA, S. 2006. Mastitis: diagnostico, tratamiento y control. **En:** Ávila, S. y Gutiérrez, A. (ed). *Producción de ganado lechero*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. pp: 1-123.
- AYERBE, A. 2002. Células somáticas y aptitud quesera de la leche. *Industrias Lácteas Españolas* 286: 93 – 95.
- BARKEMA, H., SCHUKKEN, Y., LAM, T., BEIBOER, M., BENEDICTUS, G y BRAND, A. 1998. Management practices associated with low, medium, and high cell counts in bulk milk. *Journal of Dairy Science* 81:1917-1927.
- BECÚE, M. 2002. Manual de introducción a los métodos factoriales y clasificación con SPAD, Servei d' Estadística, Universitat Autònoma de Barcelona. 68 p.
- BLANCO, M. 2001. Diagnostico de la mastitis subclínica bovina. **En:** III Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la leche. 21-23 Junio 2001. León, Gto. México. pp: 1 – 7.
- BLANLOT, E. 1999. La rutina de ordeño en la prevención de mastitis. **En:** Curso de Perfeccionamiento Mejoramiento de la Calidad Higiénica de Leche de Pequeños Productores. Osorno, CL. 6-8 Diciembre 1999. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias; UFOCO S.A. pp: 85 - 95.
- BLOOD, D. 1996. Manual de medicina veterinaria. Atrampa. México. Mc. Graw Hill. Interamericana editores. 789 p.

- BOOTH J. 1998. Recuento de Células Somáticas Como indicador de Mastitis. **En:** Kruze, J. (ed). II Jornada CONAMASCAL: Control de la Mastitis y Calidad de leche. Temuco, Osorno, Puerto Varas. Editorial UNIPRINT, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. pp. 13 - 18.
- BUTENDIECK, N. 1997. La calidad de la leche bovina: un desafío permanente para el futuro. **En:** Lanuza, F. (ed). Calidad de la leche bovina, II. Julio 15-16, 1997. Consejo Regional de Osorno, Chile. pp: 1-14.
- CALDERÓN, A., DONADO, P. 2002. Mastitis bovina: Cuantificación de factores de riesgo asociados al funcionamiento del equipo de ordeño. Revista Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia. 49(2): 38-42.
- CALDERÓN, A., DONADO, P., GARCIA, G. y GARCIA, F. 2005. Modelo de regresión logística para determinar relaciones de equipos de ordeño con la presentación de la mastitis bovina en fincas del altiplano cundiboyacense. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 18(1). 11 – 16.
- CARRILLO, B.1997. Calidad higiénica de leche cruda. Universidad Austral de Chile. Instituto de Desarrollo Agropecuario. X Región. Chile. Uniprint. 110 p.
- CEPERO, O. CASTILLO, J. y SALADO, J. 2005. Mastitis subclínica: su detección mediante diferentes técnicas diagnóstica en unidades bovinas. Cuba. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. 6(3): 1 - 9
- CHACÓN, A., VARGAS, C. y JIMÉNEZ, M. 2006. Incidencia en el conteo de células somáticas de un sellador de barrera (yodo-povidona 0,26%) y

un sellador convencional (yoduro 0,44%). *Agronomía Mesoamericana* 17(2):207-212.

CHILE, INSTITUTO DE NORMALIZACIÓN PREVISIONAL. 1999. Reglamento sobre Condiciones Sanitarias Básicas en los Lugares de Trabajo, D.S N°594. 55 p.

CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 2006. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Diario Oficial de la República de Chile. 13 de mayo de 1997. 82 p.

CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 1999. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, D.S N° 594. Santiago, Chile .48 p.

COULON, J., 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. *Animal Reseach*. 51: 383 – 393.

GARCÍA, A. 2004. Contagious vs. Environmental mastitis. Collage of Agricultura & Biological Sciences. South Dakota State University USDA. pp: 1 – 4.

GARNICA, E. 1988. Una imagen: aplicación del análisis estadístico de correspondencias múltiples. Facultad de ciencias económicas y sociales. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. *Revista Economía* N° 2. pp: 1 – 21.

GIANNEECHINI, R., CONCHA, C., RIVERO, R., DELUCCI, I. y MORENO, J. 2002. Ocurrencia de mastitis clinica y subclinica en rodeos lecheros de la

region litoral oeste en Uruguay. **En:** Jornada de Lechería. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. pp: 18-29.

HAIR, J., ANDERSON, R., TATHAM, R. y BLACK, W. 1992. Multivariate data analysis with readings. MacMillan Publishing Company. New York. USA. 544 p.

HAMANN, J., REDETZKY, R. y GRABOWSKI, N. 2005. Diagnostic potential of the California Mastitis Test to detect subclinical mastitis. **In:** Matitis Newsletter 26. Bull. Int. Dairy Fed. 15 - 21.

HARMON, R. 1994. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. Journal of Dairy Science. 77: 2103 - 2112.

HASTIE, T., TIBSHIRANI, R. y FRIEDMAN, H. 2001. The elements of statistical learning, Data Mining, Inference and Prediction. Springer Verlag. 533 p.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. 1998. Metodología de la investigación. Editorial McGraw-Hill. México,D.F, México. 501 p.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. IDF/FIL. 2005. Economic Consequences of Mastitis. Bull. Int. Dairy Fed. N° 394: 3 - 26.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. IDF/FIL. 2006. *Staphylococcus Aureus* Intramammary infections. Bull. Int. Dairy Fed. N° 408: 3 – 36.

JONES, G. 2001. Cleaning and sanitizing milking equipment. Virginia Cooperative Extension. Publication 404-400: 1-4.

- KEOWN, J. y KONONOFF, P. 2006. Producing milk with a low bacteria count. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska – Lincoln. pp: 1-4.
- KLEI, L., YUN, J., SAPRU, A., LYNCH, J., BARBANO, D., SEARS, P. y GALTON, D. 1998. Effects of milk somatic cell count on cottage cheese yield and quality. *Journal of Dairy Science* 81: 1205 – 1213.
- KOSTER, G., TENHAGEN, B. y HEUWIESER, W. 2006. Factors associated with high milk test day somatic cell counts in large dairy herds in Brandenburg. *J. Vet. Med. Serie A. Vol 53, 3: 134p.*
- KRUZE, J. 1999. Calidad higiénica de leche cruda en Chile. **En:** Latrille, L. (ed). *Producción Animal, Serie B – 22.* Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. pp: 107-139.
- KRUZE, J. 1998. La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. *Archivos de Medicina Veterinaria. N° 2: 7-16.*
- KRUZE, J. 1992. Definición y Clasificación de la Mastitis. *Rev. Holstein Chile* 33: 22-23.
- LEBART, L., PIRON, M. y MORINEAU A. 1995. *Statistique exploratoire multidimensionnelle.* Dunod. París. 439p.
- NOVOA, R. 2003. Evaluación epizootiológica y económica de la mastitis bovina en rebaños lecheros especializados de la provincia de Cienfuegos. Tesis. Master en Ciencias. Especialidad: Medicina Preventiva Veterinaria. Cuba.

Universidad Agraria de la Habana. Facultad de medicina Veterinaria.  
116p.

OLIVER, S. y ALMEIDA, R. 2002. Control de mastitis, seguridad de alimentos y producción de leche de calidad. *Industrias Lácteas Españolas* 280: 59 - 70.

OLIVER, S., GILLESPIE, B. LEWIS, M., IVEY, S. y ALMEIDA, R. 2001. Efficacy of a new premilking teat disinfectant containing a phenolic combination for the prevention of mastitis. *Journal Dairy Science* 84: 1545 – 1549.

O'REILLY, K., GREEN, M., PEELER, E., FITZPATRICK, J. y GREEN, L. 2006. Investigation of risk factors for clinical mastitis in British dairy herds with bulk milk somatic cell counts less than 150.000 cells/ml. *The Veterinary Record* 158: 649 - 653.

PARRA, J., MARTÍNEZ, M., PARDO, H. y VARGAS, S. 1998. Mastitis y calidad de la leche en el Piedemonte del Meta y Cundinamarca. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Regional. CORPOICA. pp: 1-52.

PEELER, E., GREEN, M., FITZPATRICK, J., MORGA, L. y GREEN, L. 2000. Risk factors associated with clinical mastitis in low somatic cell count british dairy herds. *Journal of Dairy Science* 83:2464 – 2472.

PHILPOT, N. y NICKERSON, S. 2000. Ganancia de la lucha contra mastitis. Westfalia. Surge Inc. Naperville, Illinois. USA. pp: 6-13.

PHILPOT, N. 1999. Aumento de la rentabilidad mediante el mejoramiento de la calidad de leche y la reducción de la mastitis. **En:** Curso de

Perfeccionamiento Mejoramiento de la Calidad Higiénica de Leche de Pequeños Productores. Osorno, CL. 6-8 Diciembre 1999. U. Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias; UFOCO S.A. p. 49-84.

PONCE DE LEÓN, J. 1993. La máquina de ordeño y el tanque refrigerante, factores fundamentales para obtener leche de calidad para la industria. Industrias Lácteas Españolas 169:33-42 p.

RAMÍREZ, N., GAVIRIA, G., ARROYAVE, O., SIERRA, B. y BENJUMEA, E. 2001. Prevalencia de mastitis en vacas lecheras lactantes en el municipio de San pedro de los Milagros, Antioquia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 14(1): 76 – 87.

REINEMANN, D., GRAEME, M., BRAY, D., REID, D. y BRITT, J. 2000. Solving the high bacterial milk counts. Resources milk Money N°3: 83 – 100 p.

REVELLI, G. y RODRÍGUEZ, C. 2001. Prevalencia de agentes etiológicos causales de mastitis bovina en la zona noroeste de Santa Fe y sur de Santiago del Estero. Respuesta a la sensibilidad antimicrobiana. Tecnología Láctea Latinoamericana N° 23: 48-53 p.

RUEGG, P. 2005. Standard milking procedures for stall barns. Resources Milk Quality N°3. The Babcock Institute University of Wisconsin: 1 – 2p.

RUEGG, P. 2004. Managing for milk quality. University of Wisconsin – Madison: 1 – 9p.

RUEGG, P. 2003. The role of hygiene in efficient milking. Milking and Milk Quality N° 406. The Babcock Institute University of Wisconsin: 1 – 8p.

- RUEGG, P. 2002. Control de mastitis. Ordeño y calidad de la leche N° 405. The Babcock Institute University of Wisconsin: 1-10p.
- RUEGG, P., RASMUSSEN, D. y REINEMANN, D. 2005. The 7 habits of highly successful milking routines. Milking and Milk Quality N° 401: 1 – 8 p.
- SCHAELLIBAUM, M. 2002. Managing to lower cell counts in Switzerland. **In:** Animal Health Conference. Bull. Int. Dairy Fed. N° 372: 50 p.
- SMITH, K. 2002. A discussion of normal and abnormal milk based on somatic cell count and clinical mastitis. **In:** Animal Health Conference. Bull. Int. Dairy Fed. N° 372: 43 – 45.
- SMITH, R., MOREIRA, V. y LATRILLE, L. 2002. Caracterización de sistemas productivos lecheros en la X Región de Chile mediante análisis multivariable. Agricultura Técnica. 62 (3): 375-395.
- SMITH, K. y HOGAN, J. 2003a. Epidemiología de los patógenos causantes de mastitis. **En:** Lanuza, F. (ed). III Seminario Calidad de Leche. Osorno - Temuco. Asociación de Médicos Veterinarios de Osorno A.G. Chile. pp: 21 - 27.
- SMITH, K. y HOGAN, J. 2003b. Métodos para controlar la mastitis ambiental y contagiosa. **En:** Lanuza, F. (ed). III Seminario Calidad de leche. Osorno - Temuco. Asociación de Médicos Veterinarios de Osorno A.G. Chile. 68p.
- SMITH, K. y HOGAN, J. 2003c. Aspectos prácticos del dipping. **En:** Lanuza, F. (ed). III Seminario Calidad de Leche. Osorno - Temuco. Asociación de Médicos Veterinarios de Osorno A.G. Chile. 68p.

- SOCA, M., SUÁREZ, Y., SOCA, M., PESTANO, M. y PURON, C. 2005. Evaluación epizootiológica de la mastitis bovina en dos unidades ganaderas de la Empresa Pecuaria "El Cangre". Cuba. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. 6(8):1-10.
- SOUZA, G., BRITO, J., MOREIRA, E., BRITO, M. y BASTOS, R. 2005. Factores de risco asociados à alta contagem de células somáticas do leite do tanque em rebanhos leiteiros da Zona da Mata de Minas Gerais. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 57(2): 251 – 260.
- TIMÓN, R. y JIMÉNEZ, L. 2006. Importancia del programa de control de mastitis y calidad de leche. Mundo Ganadero. Nº 189. 31 – 36.
- VAN DER VORST, Y. y OUWELTJES, W. 2003. Milk quality and automatic milking: A risk inventory. Animal sciences group wageningen UR. Practical scientific report 28.
- VIVANCO, M. 1999. Análisis Estadístico Multivariable. Teoría y práctica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 234 p.
- WATTIAUX, M. 2005. Dairy Essentials: Mastitis: Prevention y Detection. Babcock Institute for International Dairy Research and Development. University of Wisconsin-Madison: 93 – 96.
- WATTIAUX, M. 1996. Esenciales Lecheras: Procedimiento de ordeño. Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. Universidad de Wisconsin-Madison: 97 – 100.

WOLTER, W., CATAÑEDA, V., KLOPPERT, B. y ZSCHOECK, M. 2002. La mastitis bovina. Instituto Estatal de Investigación de Hesse. Universidad de Guadalajara. 68 p.

**ANEXOS**

## ANEXO 1

## Instrumento de evaluación aplicado a nivel predial.

Nº Encuesta:

I	IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO
1	*Superficie total predio <b>Ha</b>
2	*Superficie total lechería <b>Ha_I</b>
3	*Volumen de leche anual <b>Vol</b>
4	*Promedio vaca/día <b>Vol_vaca</b>
II	PATIO DE ALIMENTACIÓN
1	Piso pendiente adecuada <b>Alim_pisopen</b> 0. no 1. si
2	Piso limpieza <b>Alim_pisolim</b> 0. malo 1. Regular 2. bueno
III	ABASTECIMIENTO DEL AGUA
3	Análisis calidad agua <b>Agua_ana</b> 0. no 1. si
4	Cloración <b>Agua_cl</b> 0. no 1. si
IV	PREPARACIÓN DE LA VACA PARA EL ORDEÑO
5	Elimina primeros chorros <b>E_ch</b> 0. no 1. si
6	Prueba fondo oscuro <b>P_fos</b> 0. no 1. si
7	Lavado pezones <b>L_pez</b> 0. no 1. si
8	Secado pezones <b>S_pez</b> 0. no seca 1. usa paños individuales 2. usa toallas desechables
9	Lavado manos ordeña <b>Lav_manoord</b> 0. no 1. si
10	Leche residual <b>Lec_res</b> 0. utiliza "pesos" en vacas duras, carga las pezoneras 1. ordeña a fondo, retiro automático

## (Continuación ANEXO 1)

11	Recolecta leche de vacas anomalías o infecciones <b>Lech_ano</b> 1. no 0. si
12	Alimentación momento ordeña <b>Alim_ord</b> 1. no 0. si
V	<b>CONTROL DE MASTITIS</b>
13	Realiza CMT <b>CMT</b> 0. no 1. si
14	Terapia secado <b>T_sec</b> 0. ninguna vaca 1. algunas 2. todas
15	Tratamiento vacas mastitis subclínica <b>M_sub</b> 0. no 1. si
16	Tratamiento vacas mastitis clínica <b>M_cli</b> 0. no 1. si
17	Dipping <b>Dipp</b> 0. ninguna vaca 1. algunas 2. todas
18	Aplicación <b>Apl</b> 0. aspersión 1. inmersión pezones
VI	<b>LAVADO E HIGIENIZACION DE EQUIPOS Y/O UTENSILIOS</b>
19	El equipo y/o utensilios <b>L_vis</b> 0. sucio 1. limpio
20	Métodos limpieza <b>L_met</b> 0. limpieza manual 1. limpieza semiautomática 2. limpieza automática (mecánica)
21	Agua para enjuagar <b>L_agprenj</b> 0. no 1. fría 2. tibia
22	Uso detergente alcalino <b>Det_al</b> 0. detergente alcalino (sin desinfectar posteriormente) 1. detergente desinfectante (sin desinfectar posteriormente) 2. detergente alcalino (más desinfección por separado) 3. detergente desinfectante (más desinfección por separado)

## (Continuación ANEXO 1)

23	Agua lavado caliente <b>L_aglav</b> 0. no 1. si
24	Enjuaga detergente alcalino <b>Det_alenj</b> 0. no 1. si
25	Uso detergente ácido <b>Det_ac (si es no pase a la 29)</b> 0. no 1. si
26	Lavado ácido <b>Det_acfrec</b> 0. dos veces / mes 1. una vez / semana 2. dos veces / semana 3. una vez / día
27	Agua lavar detergente ácido caliente <b>Det_acagu</b> 0. no 1. si
28	Enjuaga eliminar restos detergente ácido <b>Det_acenj</b> 0. no 1. si
29	Enjuaga agua con cloro antes de ordeñar <b>Cloro (si es no pase a la 32)</b> 0. no 1. si
30	Concentración 200 ppm de cloro <b>CI_conc</b> 0. no 1. si
31	Agua cloro fría <b>CI_agu</b> 0. no 1. si
32	Calentar agua <b>Agu_cal</b> 0. calentador leña 1. caldera 2. calefont 3. eléctrico
33	Mide temperatura <b>Tem</b> 0. no 1. si
34	Escobillas para lavar <b>Esc</b> 0. no usa 1. esparto 2. plásticas
35	Estado escobillas <b>Esc_est</b> 0. malo 1. regular 2. bueno

## (Continuación ANEXO 1)

VII	ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE ORDEÑA
36	Años uso <b>Eq_años</b> 0. >20 años 1. 10-20 años 2. 5-10 años 3. < 5 años
37	Mantenición <b>Eq_mant</b> 0. menos de una vez al año 1. una vez al año 2. dos veces al año 3. cuatro veces al año
38	Línea vacío <b>Bo_lim</b> 0. sucia 1. limpia
39	Línea vacío estado <b>Bo_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
40	Línea vacío lavada <b>Bo_lt</b> 0. no 1. si
41	Mangueras vacío <b>Man_lim</b> 0. sucias 1. Limpias
42	Mangueras vacío estado <b>Man_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
43	Trampa vacío <b>Tra_lim</b> 0. sucia 1. limpia
44	Trampa vacío estado <b>Tra_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
45	Regulador vacío <b>Reg_lim</b> 1. limpio 0. sucio
46	Regulador vacío estado <b>Reg_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
47	Vacuómetro funciona <b>Vac_fun</b> 0. mal 1. buen

## (Continuación ANEXO 1)

48	Pulsadores funcionan <b>Pul_fun</b> 0. mal 1. buen
49	Sistema pulsación <b>Pul_sist</b> 0. neumático 1. mecánico 2. electrónico
50	Colectores <b>Colect_lim</b> 0. sucios 1. limpios
51	Colectores estado <b>Colect_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
52	Pezoneras colgadas <b>Pez_colg</b> 0. no 1. si
53	Pezoneras <b>Pez_lim</b> 0. sucios 1. limpios
54	Pezoneras estado <b>Pez_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
55	Gomas estado <b>Gom_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
56	Gomas reemplazadas correctamente <b>Gom_reem</b> 0. no 1. si
57	Mangueras cortas <b>Mancor_lim</b> 0. sucias 1. limpias
58	Mangueras largas <b>Manlar_lim</b> 0. sucias 1. limpias
59	Tipo estanque <b>Est_tipo</b> 1. expansión directa 2. expansión directa más intercambiador 3. banco de agua helada 4. banco de agua helada más intercambiador

## (Continuación ANEXO 1)

60	Estanque estado <b>Est_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
61	Bomba lavado estado <b>Bolav_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
62	Boquilla aspersion estado <b>Boasp_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
63	Paletas agitacion estado <b>Palagi_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
64	Válvula desagüe estado <b>Valdes_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
65	Manual equipo <b>Man_equi</b> 0. no 1. si
66	Bitácoras mantención <b>Bit_man</b> 0. no 1. si
VIII	CARACTERÍSTICAS DEL ORDENADOR
67	Escolaridad <b>Esc_ord</b> 0. básica incompleta 1. básica completa 2. media incompleta 3. media completa 4. técnico profesional
68	*Antigüedad <b>Ant_ord</b> 1. < 2 años 2. 2 – 5 años 3. > 5 años
69	Entrenamiento formal <b>Cap_ord</b> 0. no capacitado 1. capacitado hace más de 3 años 2. capacitado hace menos 3 años
70	Vestimenta completa <b>Vest_ord</b> 0. no 1. si

## (Continuación ANEXO 1)

71	Limpieza y conservación vestimenta <b>Lim_vest</b> 0. no 1. si
72	Guardarropía <b>Guard</b> 0. no 1. si
73	Presentación personal <b>Hyl_ord</b> 0. sucio 1. limpio
74	Manos <b>Manos_ord</b> 0. sucias 1. limpias y cuarteadas 2. limpias y lisas
75	Control médico una vez al año <b>Med_ord</b> 0. no 1. si
76	Evita prácticas antihigiénicas <b>Pract_ord</b> 0. no 1. si
77	Servicios higiénicos <b>Ser_hig (si es no pase a la 80)</b> 0. no 1. si
78	Evacuación aguas servidas <b>Ser_eva</b> 0. sin tratamiento o a cuerpos de aguas 1. a pozo purinero o pozo de agua de lavados 2. a fosa séptica 3. a fosa séptica con tratamiento adicional
79	Lavamanos agua y jabón <b>Lav_manos</b> 0. no 1. si
80	Seguridad trabajo <b>Seg_tra</b> 0. malas 1. regular 2. buenas
81	Incentivo <b>Incen</b> 0. no 1. si

\* Descriptivo

## ANEXO 2

**Esquema de pago de una industria donde los productores venden su leche (vigente a Enero 2006).**

Bonificaciones a pagar	
Contenido de Células Somáticas (CCS) en base a la media geométrica de cuatro quincenas	\$ por Litro
0 - 250.000	7,20
250.000 - 400.000	2,20
400.001 - 600.000	-1,30
600.001 - 750.000	-4,80
750.001 o más	-18,30

### ANEXO 3

**Análisis del contenido de células somáticas de las partidas de leche  
(porcentaje de quincenas) de la muestra en estudio.**

Rango del contenido de células somáticas	Porcentaje de quincenas	
	Porcentaje	Porcentaje acumulado
0 - 200.000	50	50
200.001 - 250.000	21	71
250.001 - 400.000	25	96
400.001 - 600.000	4	100
600.001 o más	0	

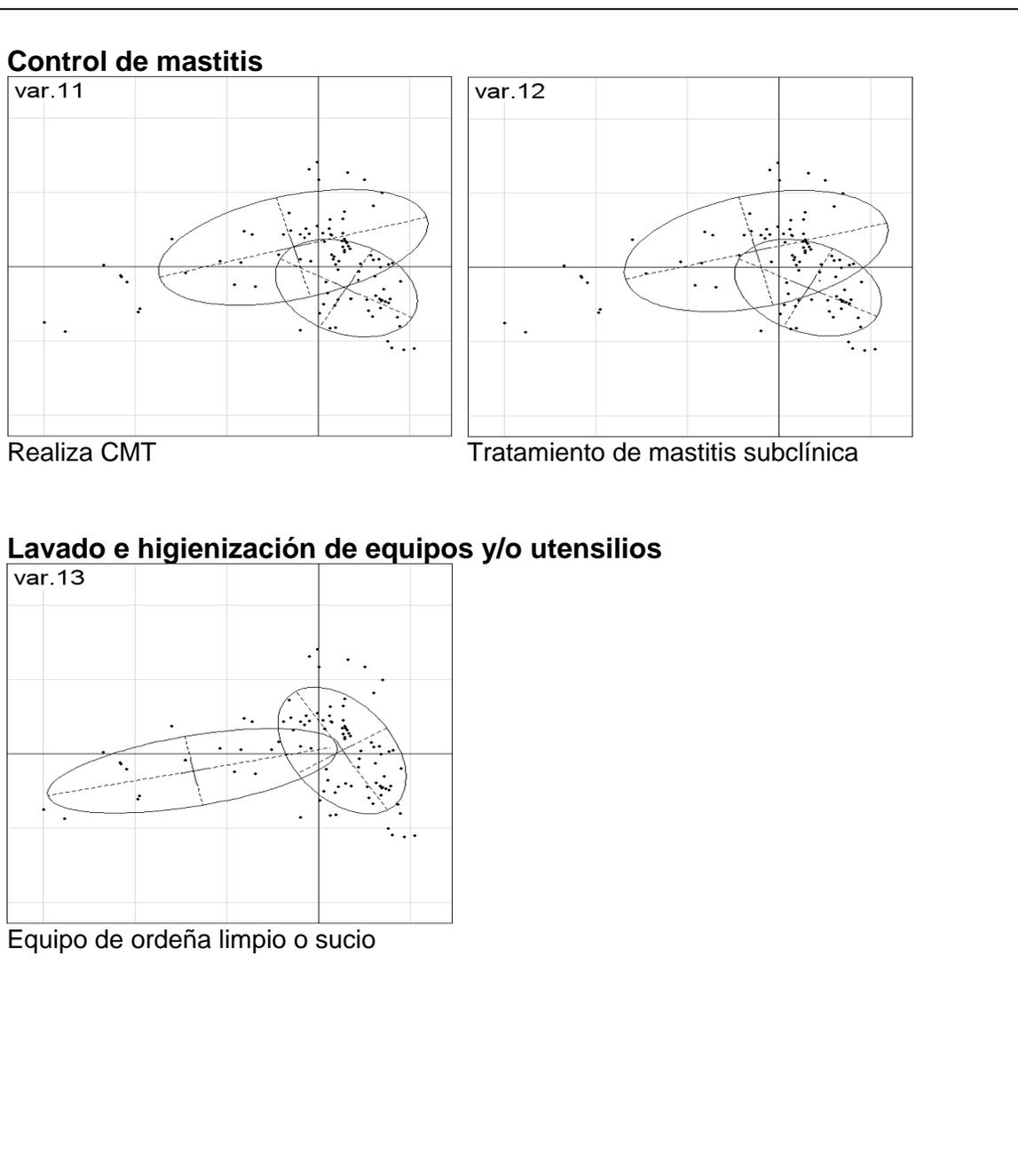
## ANEXO 4

**Codificación de las variables a las cuales se les realizó un primer análisis descriptivo (ACM).**

summary (dato)					
Alim_pisopen	Alim_pisolim	Agua_ana	Agua_cl	P_fos	L_pez
S_pez	Lav_manoord	Lec_res	lech_ano	alim_ord	CMT
M_sub	L_vis	L_met	L_agprenj	Det_al	L_aglav
Det_acfrec	Det_acagu	Agu_cal	Tem	Esc	Esc_est
Eq_años	Eq_mant	Bo_lim	Boa_est	Bo_lt	Tram_lim
Tra_est	Reg_lim	Reg_est	Pul_sist	Colect_lim	Colect_est
Pez_lim	Pez_est	Gom_est	Gom_reem	Est_tipo	Est_est
Bolav_est	Valdes_est	Man equip	Bit_man	Esc_ord	Ant_ord
Cap_ord	Vest_ord	lim_vest	Guard	Hyl_ord	Manos_ord
Med_ord	Ser_hig	Ser_eva	Lav_manos	Seg_tra	Incen

## ANEXO 5

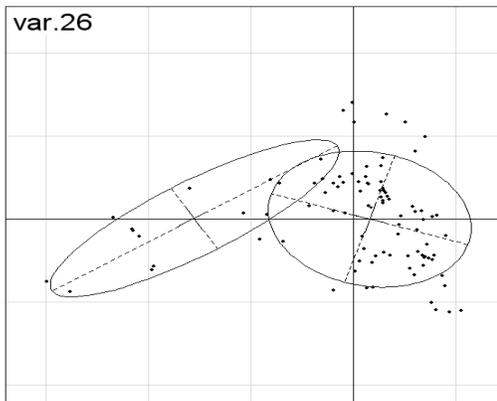
**Proyección en el plano principal de los predios de acuerdo a las variables que permitieron discriminar.**



(Continuación ANEXO 5)

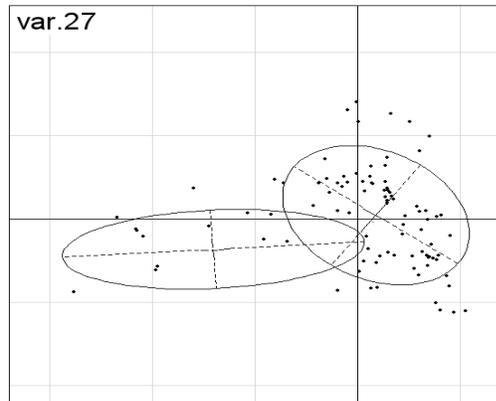
### Estado y funcionamiento del equipo de ordeña

var.26



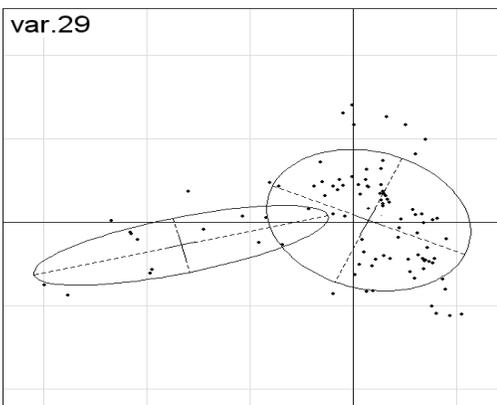
Línea de vacío limpia o sucia

var.27



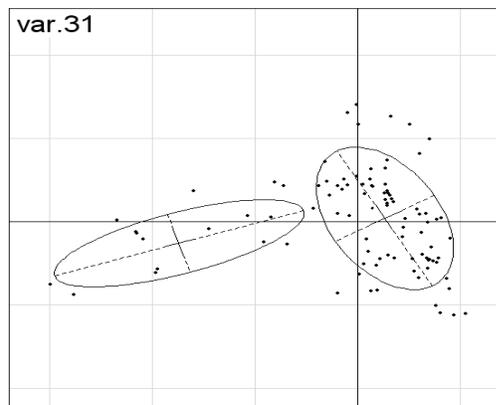
Estado línea de vacío

var.29



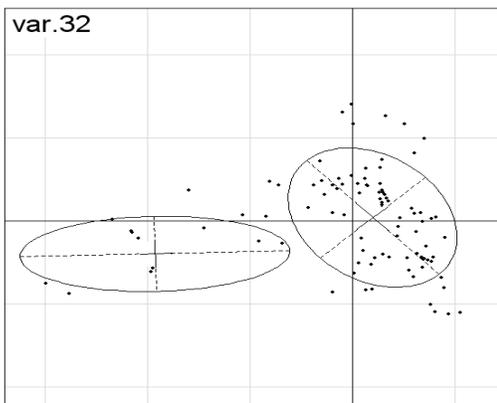
Trampa de vacío limpia o sucia

var.31



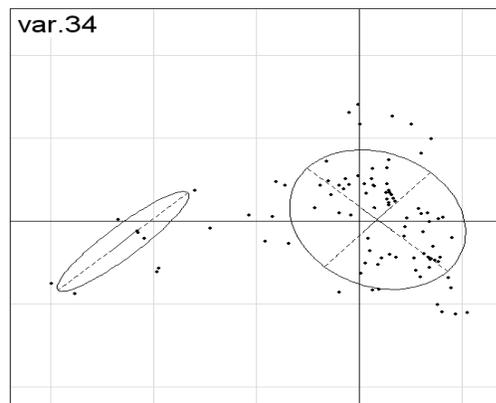
Regulador de vacío limpio o sucio

var.32



Estado regulador de vacío

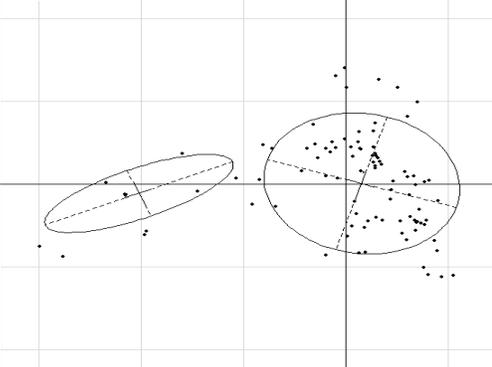
var.34



Colectores limpios o sucios

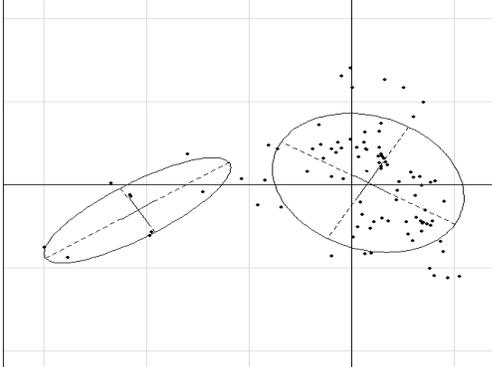
## (Continuación ANEXO 5)

var.35



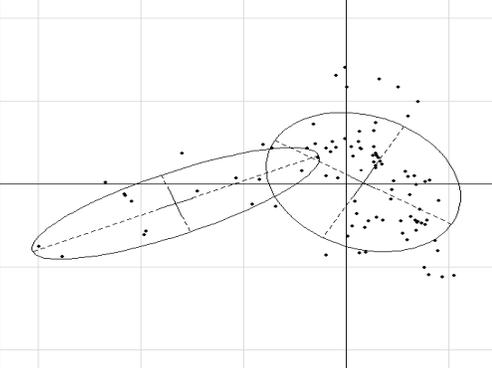
Estado colectores

var.36



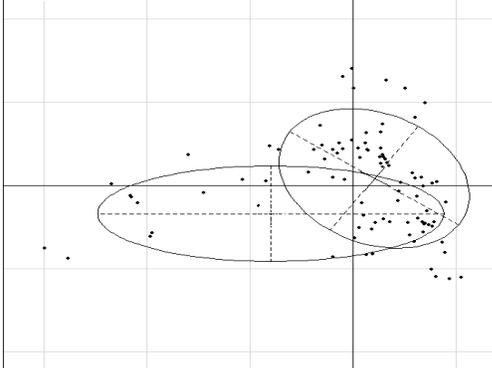
Pezoneras limpias o sucias

var.37



Estado de pezoneras

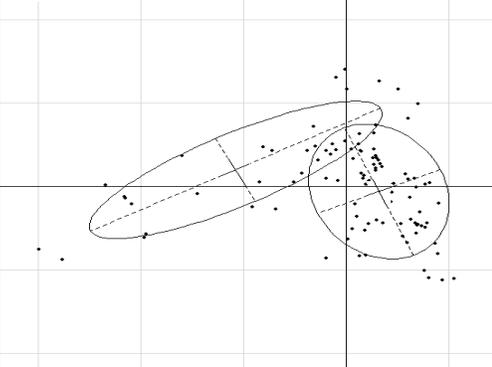
var.38



Estado gomas pezoneras

**Características del ordeñador**

var.50



Vestimenta limpia y adecuada

## ANEXO 6

**Comportamiento de los predios en estudio (resumen de frecuencia) frente a las variables que los caracterizan.**

Ítem. Control de mastitis		
<b>CMT</b>	Frecuencia	% Frecuencia
Si	47 de 100	47
No	53 de 100	53
Tratamiento mastitis subclínica		
	Frecuencia	% Frecuencia
Si	44 de 100	44
No	56 de 100	56
Ítem. Lavado e higienización de equipos y/o utensilios		
<b>Equipo y/o utensilios de ordeña</b>	Frecuencia	% Frecuencia
Limpios	84 de 100	84
Sucios	16 de 100	16
Ítem. Estado y funcionamiento del equipo de ordeña		
<b>Línea de vacío</b>	Frecuencia	% Frecuencia
Limpia	90 de 100	90
Sucia	10 de 100	10
<b>Estado línea de vacío</b>		
Buen estado	89 de 100	89
Regular estado	9 de 100	9
Mal estado	1 de 100	1
<b>Trampa de vacío</b>		
Limpia	91 de 100	91
Sucia	9 de 100	9
<b>Regulador de vacío</b>		
Limpio	86 de 100	86
Sucio	14 de 100	14
<b>Estado de regulador</b>		
Buen estado	90 de 100	90
Regular estado	10 de 100	10
Mal estado	0 de 100	0
<b>Colectores</b>		
Limpios	92 de 100	92
Sucios	8 de 100	8

(Continuación ANEXO 6)

<b>Estado colectores</b>		
Buen estado	92 de 100	92
Regular estado	8 de 100	8
Mal estado	0 de 100	0
<b>Pezoneras</b>		
Limpias	92 de 100	92
Sucias	8 de 100	8
<b>Estado pezoneras</b>		
Buen estado	90 de 100	90
Regular estado	0 de 100	0
Mal estado	10 de 100	10
<b>Estado gomas pezonera</b>		
Buen estado	79 de 100	79
Mal estado	21 de 100	21
Ítem. Características del ordeñador		
<b>Vestimenta limpia y adecuada</b>	Frecuencia	% Frecuencia
Limpia y adecuada	23 de 100	23
Sucia e inadecuada	77 de 100	77

## ANEXO 7

## Características cualitativas por grupo de predios.

Variable cualitativa	Grupos de predios		
	G1	G2	G3
	%	%	%
<b>CMT</b>			
Si	0	7	100
No	100	93	0
<b>Tratamiento mastitis subclínica</b>			
Si	0	0	100
No	100	100	0
<b>Lavado de equipo y/o utensilios de ordeña</b>			
Limpios	15	98	91
Sucios	85	2	9
<b>Línea de vacío</b>			
Limpia	46	93	100
Sucia	54	7	0
<b>Estado línea de vacío</b>			
Buen estado	38	98	95
Regular estado	46	2	5
Mal estado	16	0	0
<b>Trampa de vacío</b>			
Limpia	38	100	98
Sucia	62	0	2
<b>Regulador de vacío</b>			
Limpio	8	98	98
Sucio	92	2	2
<b>Estado de regulador</b>			
Buen estado	31	100	98
Regular estado	69	0	2
Mal estado	0	0	0
<b>Colectores</b>			
Limpios	38	100	100
Sucios	62	0	0
<b>Estado colectores</b>			
Buen estado	46	98	100
Regular estado	54	2	0
Mal estado	0	0	0
<b>Pezioneras</b>			
Limpias	38	100	100
Sucias	62	0	0

(Continuación ANEXO 7)

<b>Estado pezoneras</b>			
Buen estado	31	98	98
Regular estado	0	0	0
Mal estado	69	2	2
<b>Estado gomas pezonera</b>			
Buen estado	23	82	93
Mal estado	77	18	7
<b>Vestimenta limpia y adecuada</b>			
Limpia y adecuada	15	78	95
Sucia e inadecuada	85	22	5

## ANEXO 8

**Clasificación de las partidas de leche (porcentaje de quincenas) de cada uno de los predios de acuerdo al rango del contenido de células somáticas establecido.**

Rango del contenido de células somáticas		Porcentaje de quincenas (año 2006)		
		G1	G2	G3
0 - 200.000	R1	1%	40%	59%
200.001 - 250.000	R2	20%	19%	22%
250.001 - 400.000	R3	51%	35%	17%
400.001 - 600.000	R4	20%	6%	2%
600.001 - más	R5	8%	0%	0%