

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

**Condiciones de Producción Higiénica de  
Leche en Predios de Alta Producción de la X  
Región: Un Análisis Multivariado**

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

**Carolina Paz Carrillo Álvarez**

VALDIVIA – CHILE  
2007

**PROFESOR PATROCINANTE:**

---

Sr. Bernardo Carrillo López

Ingeniero Agrónomo, Master en Ciencia e  
Ingeniería de Alimentos

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos  
Facultad de Ciencias Agrarias

**PROFESORES INFORMANTES:**

---

Sra. Luz Haydée Molina Carrasco

Profesora de Biología y Química.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos  
Facultad de Ciencias Agrarias

---

Sra. Eliana Sheihing García

Ingeniero Civil Matemático, Doctor en  
Estadísticas

Instituto de Informática

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

## ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	El sector lechero nacional	3
2.1.1	Recepción de leche a nivel industrial	3
2.1.2	Precios pagados a productor	4
2.1.3	Estudio de competitividad del sector lechero	6
2.1.4	Mercado internacional	7
2.2	Condiciones higiénicas de producción de leche	8
2.2.1	Condiciones de ordeño	8
2.2.1.1	Rutina de ordeño	9
2.2.1.2	Condiciones del animal	9
2.2.1.3	Condiciones del establo o lugar de alojamiento de las vacas	9
2.2.1.4	Sala de ordeño	10
2.2.1.5	Equipo de ordeño mecánico	11
2.2.1.6	Higienización de equipos	11
2.2.2	Mastitis	12
2.2.2.1	Definición de mastitis	12
2.2.2.2	Control de mastitis	13
2.2.3	Almacenamiento de la leche	13
2.3	Normativa relacionada con la calidad higiénica de la leche	14
2.3.1	Normativa chilena	14
2.3.2	Normativa internacional	15
2.3.3	Exigencias de la industria	16
2.4	Buenas Prácticas Ganaderas (BPG)	16
2.5	Plantel Animal Bajo Certificación Oficial (PABCO)	17
2.6	Manejo de residuos	18

2.6.1	Producción de residuos en predios	18
2.6.2	Disposición de residuos	19
3	MATERIAL Y MÉTODO	20
3.1	Ubicación del estudio	20
3.2	Selección de la muestra	20
3.3	Elaboración de la pauta de evaluación	20
3.3.1	Recopilación y análisis de las condiciones de producción para elaborar la pauta	20
3.3.2	Diseño de la pauta de evaluación	21
3.4	Análisis estadístico	21
3.4.1	Estadística descriptiva	22
3.4.2	Análisis estadístico multivariable	23
3.4.2.1	Reglas de asociación	23
3.4.2.2	Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)	23
3.4.2.3	Análisis de conglomerados	24
3.4.3	Relación entre la calidad higiénica de leche y las condiciones de producción a nivel predial	25
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
4.1	Análisis estadística descriptiva	26
4.1.1	Identificación animal	26
4.1.2	Número de ordeñas	27
4.1.3	Piso de la sala de ordeña	27
4.1.4	Eliminación de los primeros chorros de leche	29
4.1.5	Terapia de secado	29
4.1.6	Tratamiento de las vacas con mastitis clínica	30
4.1.7	Utilización y aplicación “dipping”	30
4.1.8	Forma de aplicación del “dipping”	30
4.1.9	Enjuague del detergente alcalino	31
4.1.10	Uso de detergente ácido	31
4.1.11	Enjuague para eliminar restos de detergente ácido	32

4.1.12	Desinfección con agua con cloro antes de ordeñar	32
4.1.12	Prácticas higiénicas del ordeñador	32
4.1.13	Temperatura del agua para enjuague con cloro	33
4.1.14	Estado y funcionamiento del equipo de ordeña	33
4.1.15	Prácticas higiénicas del ordeñador	33
4.1.16	Distancia de basuras con pozo de agua	33
4.1.17	Tiempo de resguardo de medicamentos	34
4.1.18	Plan de emergencia ante un derrame de hidrocarburos	34
4.2	Reglas de asociación	34
4.3	Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)	38
4.3.1	Variables relacionadas con el manejo	39
4.3.2	Variables relacionadas con infraestructura	39
4.4	Agrupamiento k- means	40
4.4.1	Caracterización de los grupos	41
4.4.2	Análisis descriptivo del recuento de células somáticas presentes en las partidas de leche de los predios en estudio.	45
4.4.2.1	Análisis general del recuento de células somáticas	45
4.4.2.2	Análisis por grupo para el recuento de células somáticas	46
4.4.3	Análisis descriptivo del recuento de unidades formadoras de colonias presentes en la leche de los predios en estudio	51
4.4.3.1	Análisis general del recuento de unidades formadoras de colonias	51
4.4.3.2	Análisis por grupo para el recuento de unidades formadoras de colonias	52
5	CONCLUSIONES	57
6	RESUMEN	59
	SUMMARY	60
7	BIBLIOGRAFÍA	61
	ANEXOS	67

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Recepción de leche fluida en plantas lecheras por regiones. Periodo 1990 – 2005.	4
2	Precios promedios ponderados de leche pagado a productor por regiones. Años 2005 – 2006. (\$/Litro real en \$ de noviembre del 2006).	5
3	Principales países productores de leche.	8
4	Requisitos microbiológicos para leche cruda.	15
5	Variables en las que un alto porcentaje de los predios estudiados tuvieron un comportamiento similar	28
6	Comportamiento de las variables que caracterizaron a los 4 grupos de acuerdo al agrupamiento de k- means.	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Evolución del precio del litro de leche pagado al productor. Periodo 1991 - 2006	6
2	Ejemplo de algunos tipos de sala de ordeña	10
3	Distribución de los 4 grupos de predios en el primer plano factorial	41
4	Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 1 en los distintos rangos de células somáticas/ ml establecidos.	47
5	Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 2 en los distintos rangos de células somáticas/ ml establecidos	48
6	Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 3 en los distintos rangos de células somáticas/ ml establecidos	49
7	Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 4 en los distintos rangos de células somáticas/ ml establecidos	50
8	Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 1 en los distintos rangos de ufc/ ml establecidos	53
9	Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 2 en los distintos rangos de ufc/ ml establecidos	54
10	Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 3 en los distintos rangos de ufc/ ml establecidos	55
11	Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 4 en los distintos rangos de ufc/ ml establecidos	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Pauta de evaluación aplicada en terreno a la muestra de los 100 predios.	68
2	Cálculo de estadísticos de resumen por variable	82
3	Resumen de pauta de pago de una planta lechera	88
4	Reglas de asociación para variables relacionadas con aspectos sanitarios	89
5	Varianza explicada por los primeros 27 ejes en el Análisis de Correspondencias Múltiples	92
6	Variables relacionadas con el manejo que permitieron discriminar grupos	93
7	Variables relacionadas con infraestructura que permitieron discriminar grupos	100
8	Varianza explicada para los primeros planos del agrupamiento k means	102
9	Peso de las variables en cada eje para el agrupamiento k means	103

## 1 INTRODUCCIÓN

En los últimos tres o cuatro años el sector lechero nacional ha tomado un mayor dinamismo en relación a los años anteriores, lo que se ve reflejado en el constante incremento en las exportaciones las que pasaron de US\$ 44,5 millones en productos lácteos en el 2001, a US\$ 114,3 millones en el 2005, y en el sostenido aumento en la recepción de leche a nivel de la industria, la que pasó de 1.637 millones de litros en el 2001, a 1.723 millones de litros en el 2005, ello pese a la disminución del número de productores. (CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS, ODEPA, 2006 a).

La mayor concentración de la recepción a nivel industrial se da en la décima región, zona en que se concentra también la mayor cantidad de productores lecheros del país. Estos antecedentes son relevantes, y se explican en parte por las características naturales propias de ésta región, lo que le da al negocio lechero una mejor perspectiva en relación a otros sectores productivos del agro.

Por su parte, los 1.192 millones de litros recibidos por las plantas de la décima región el 2005 representan casi el 70% del total de la producción nacional. De este total de leche que recibe la industria, aproximadamente el 80% es producida por los estratos de los productores medianos y grandes, los que representarían solo el 20% del total de productores a nivel nacional.

El actual avance del sector lácteo se debe a una serie de factores, entre los que sin lugar a dudas están los estudios e investigaciones desarrolladas por instituciones del estado, las universidades, la industria, los productores y organismos privados, ya sea en forma conjunta o por separado. En relación a los productores en general, y a nivel de los distintos estratos, existen numerosos estudios en los que principalmente se han realizado descripciones y caracterizaciones de los sistemas productivos, basados en los niveles de producción de leche, uso de recursos forrajeros, manejo de la

alimentación, gestión, etc. Sin embargo, no se registran estudios recientes sobre las condiciones de producción higiénica de leche en predios de alta producción, por lo que es interesante conocer el comportamiento actual de las variables relacionadas con este tema. Así, teniendo los antecedentes, en el futuro se podrían realizar acciones más dirigidas y enfocar de manera más eficiente los recursos para continuar potenciando el desarrollo de este sector. De allí la importancia del presente estudio, en el cual se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- ❖ Caracterizar las condiciones de producción higiénica de leche en predios de alta producción de la X Región.

Objetivos específicos:

- ❖ Analizar las condiciones de producción higiénica, manejo y obtención de leche de los predios considerados en el estudio.
- ❖ Establecer grupos según las condiciones de obtención de leche similares, en las explotaciones lecheras.
- ❖ A partir de los distintos grupos de explotaciones formados, diferenciar los indicadores que los caracterizan.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 El sector lechero nacional

A nivel nacional, en los primeros cinco meses de 2006 se recibió un total acumulado superior a 744 millones de litros de leche, aproximadamente 60 millones de litros más que en igual período del año anterior y 9% por encima de igual período de 2005. Las entregas de leche mostraron a lo largo del primer trimestre un dinamismo creciente respecto de iguales meses del año precedente, pasando de 4,9% de aumento en enero a 11% en febrero y expandiéndose a 12,2% en marzo. En abril y mayo continuó el alto crecimiento, aunque se modera a 8,3% y 9,6%, respectivamente. Lo anterior se vio favorecido por las buenas condiciones de lluvias de los últimos meses del año 2005. (ODEPA, 2006 a).

En particular, la X Región mostró en los primeros cinco meses de 2006 un consistente aumento de la oferta de leche a plantas (11,1%), lo que fue posible dado que, a partir de la segunda semana de marzo, las lluvias retornaron a la zona sur, lo cual, unido a una suave temperatura otoñal, permitió una buena recuperación de los pastos. (ODEPA, 2006 a).

**2.1.1 Recepción de leche a nivel industrial.** En el CUADRO 1 se observan los volúmenes de leche recibidos por las plantas lecheras en las regiones con mayor producción, desde 1990 hasta el 2005. En este se observa el creciente aumento en los volúmenes de recepción de leche, con excepción de la Región Metropolitana, en la cual el volumen de entrega disminuyó notoriamente en los años 2003, 2004 y 2005 en relación a los años anteriores. Se destaca el volumen de leche entregado por la X región el cual es muy superior al resto de las regiones.

Durante el año 2005, en la X Región la recepción en planta tubo un crecimiento modesto, de sólo 2,1% respecto de igual período del año anterior, esto debido a

abundantes lluvias que si bien ayudaron al crecimiento de las praderas, también afectaron la calidad y conservación de los forrajes.

Por su parte, en la IX Región, para el mismo período, la entrega de leche mostró también una tendencia positiva (4,9%), resultado que se originó principalmente en el fuerte crecimiento que presentó en el primer semestre de 2005.

En la VIII Región las entregas a planta subieron en 9,3%, mientras en la Región Metropolitana se verificó una leve caída (0,4%). En ambas regiones, donde la producción lechera se basa en el uso de suplementos alimenticios y concentrados, la favorable relación de precios leche/maíz ayudó a sostener niveles de producción.

**CUADRO 1. Recepción de leche fluida en plantas lecheras por regiones. Periodo 1990 – 2005.**

Litros					
Años	Metropolitana	Octava	Novena	Décima	Total
1990	117.090.085	91.072.783	105.537.616	576.601.005	890.301.489
1991	125.510.153	97.683.130	110.114.369	614.399.456	947.707.108
1992	124.584.657	96.721.432	121.592.460	678.162.230	1.021.060.779
1993	141.038.945	107.439.900	135.024.670	737.611.183	1.121.114.698
1994	168.468.959	117.319.849	165.174.240	784.676.970	1.235.640.018
1995	191.995.672	126.046.958	183.623.512	856.203.413	1.357.869.555
1996	192.070.012	135.165.543	185.428.319	893.762.474	1.406.426.348
1997	188.246.789	136.711.401	186.593.191	985.282.056	1.496.833.437
1998	189.063.880	141.151.344	194.658.764	1.005.150.506	1.530.024.494
1999	188.711.597	141.736.128	187.955.415	951.313.152	1.469.716.292
2000	176.155.108	133.841.435	186.217.622	950.998.844	1.447.213.009
2001	180.051.569	148.966.379	231.442.972	1.076.000.377	1.636.461.297
2002	170.905.550	140.191.123	229.060.401	1.065.234.724	1.605.391.798
2003	155.168.393	118.498.057	245.426.011	1.044.076.823	1.563.169.284
2004	155.558.592	124.256.555	229.009.517	1.167.655.829	1.676.480.493
2005	154.992.000	135.752.000	240.295.000	1.192.214.000	1.723.300.000

FUENTE: CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. ODEPA (2006 b).

**2.1.2 Precios pagados a productor.** El CUADRO 2 muestra los precios de leche pagados a los productores de las regiones con mayor producción. En el se observa

que se paga un mejor precio a los productores de la región metropolitana, en tanto que el precio mas bajo es pagado a los productores de la X región.

En la FIGURA 1, se observa la evolución del precio promedio por litro pagado a productor desde el año 1991 hasta el 2006 (valores actualizados a noviembre del 2006). El precio más alto se registró en el año 1992, superando los \$150/ litro; desde entonces se ha registrado una fuerte baja, alcanzando su precio mas bajo en el año 2002. Durante el año 2006 el precio pagado al productor no ha tenido una gran variación con respecto al año pasado, sin embargo se registra una leve baja de un 1,7%.

**CUADRO 2. Precios promedios ponderados de leche pagado a productor por regiones. Años 2005 – 2006. (\$/L real en \$ de noviembre del 2006)**

Meses	Metropolitana		Octava		Novena		Décima		País		Var. %
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	
Ene	145,58	147,75	128,22	132,51	125,45	126,04	120,92	122,12	124,19	125,43	1,0
Feb	146,31	147,70	129,67	133,39	127,82	130,13	122,87	123,19	126,36	126,98	0,5
Mar	146,24	149,01	130,10	135,11	128,59	131,63	124,74	125,25	127,94	129,90	0,9
Abr	145,41	149,07	131,90	136,62	128,56	131,97	125,48	126,36	128,36	131,30	1,2
May	147,77	149,02	136,52	138,20	133,45	129,72	131,14	128,21	133,60	130,81	-1,7
Jun	154,81	147,01	143,17	136,43	138,64	128,98	135,02	128,21	138,38	129,05	-5,5
Jul	152,19	146,36	140,58	134,00	136,28	127,03	133,03	126,50	136,20	128,05	-5,2
Ago	152,02	145,75	141,58	133,23	135,65	126,66	132,22	125,31	135,61		-5,6
Sep	148,33		136,29		132,29		128,05		131,11		
Oct	147,23		133,35		126,55		121,97		125,30		
Nov	147,46		133,63		125,03		121,30		124,48		
Dic	147,66		133,71		125,49		121,71		124,95		
Prom. Año	148,35		134,71		129,77		125,68		129,00		
Prom. Ene - ago	148,69	147,75	135,03	134,87	131,47	128,97	127,62	125,47	130,87	128,68	-1,7

FUENTE: CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS ODEPA (2006b).

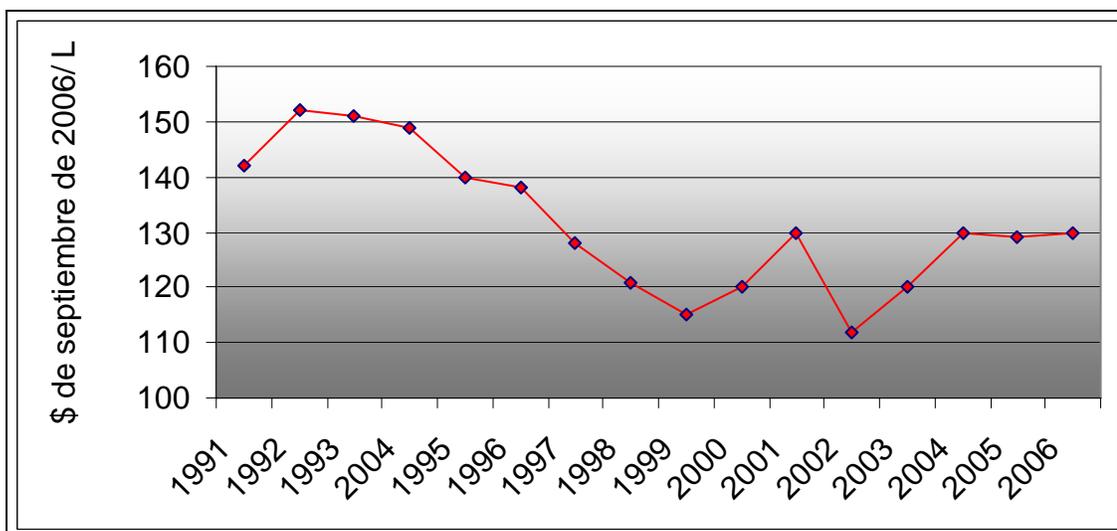


FIGURA 1. Evolución del precio del litro de leche pagado al productor. Periodo 1991 – 2006. (Valor actualizado a marzo del 2006).

FUENTE: CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. ODEPA (2006 b).

**2.1.3 Estudio de competitividad del sector lechero.** Según la clasificación de ANRIQUE *et al.* (1999) y AMTANN y BLANCO (2003), de los productores que abastecen el sector industrial formal, el 81,9% son pequeños (< de 100 mil L /año) mayoritariamente localizados en el sur del país; el 12,2% son de tamaño medio (> de 100 mil L / año, y < de 500 mil L/año); el 3,6% produce entre 500 y un millón de L /año y solo el 2,3% produce mas de un millón de L / año.

En lo que respecta al número de productores, AMTANN y BLANCO (2003), indican que, un exhaustivo estudio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile en 1999, determinó que en 1997 existían 13.478 productores que aportaron el 100% de la recepción industrial; de ellos el 83% entregó a la gran industria, y el 17% a la pequeña industria. A esto se agrega un número estimado de 9.430 productores que abastecen al sector informal. Un tercio de estos productores entregarían a industrias queseras medianas y pequeñas.

Por otra parte, las cifras del VI Censo Nacional Agropecuario realizado el año 1998, señalan una existencia de 615.924 vacas lecheras, que representan cerca del 40% del rebaño bovino nacional. (Anrique citado por SCHNETTLER *et al.*, 2004).

Finalmente, en lo que dice relación con las exigencias de calidad y la sanidad de la leche, y la relación de producción entre invierno y verano, hay que señalar que estas están obligando a los productores a incurrir en inversiones o gastos adicionales, que no parecen compatibles con los ingresos que genera la actividad. La rentabilidad de la producción de leche en Chile presenta variaciones dependiendo de factores como la localización de los predios y la cantidad, calidad y precios de los bienes e insumos de la producción, siendo de mayor relevancia la cantidad de capitales requeridos para la explotación. Diversas investigaciones indican que los factores que determinan en mayor medida los resultados económicos de una lechería corresponden a la alimentación y nutrición, genética, reproducción, salud animal, manejo del medio ambiente, tamaño adecuado del rebaño, producción por vaca, producción de alimento de calidad por hectárea, control de costos de producción e inversión y registros productivos precisos y completos. (Bath *et al.*; 1985, Wernli; 1985., Etgen y Raves; 1992, y Martínez; 1998, citados por LOBOS *et al.* 2001),

**2.1.4 Mercado internacional.** Según cifras señaladas por Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la producción mundial de leche alcanzó los 507 millones de toneladas en 2003, mostrando una baja tasa de crecimiento a nivel global (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO. 2006).

En el CUADRO 3 se puede observar que los principales productores son la Unión Europea (22%), India (14%) y Estados Unidos (13%) (FAO, 2006). De acuerdo a lo señalado por VARGAS (2001), el 65% de la producción mundial se originaría en países desarrollados, lo cuales en su gran mayoría cuentan con un conjunto de políticas de apoyo y protección (Griffin, 1999, citado por VARGAS, 2001).

Más de la mitad de las exportaciones mundiales provienen de países que subsidian sus exportaciones como una manera de disminuir el exceso de inventarios locales, lo

que lleva a distorsionar fuertemente los precios internacionales. Por otra parte, el hecho que la mayoría de las importaciones son realizadas por países en desarrollo, que suelen mostrar alta inestabilidad económica, contribuye a la mayor volatilidad de precios en este mercado. (FAO, 2006).

### CUADRO 3. Principales países productores de leche.

Año	Producción de leche (millones de toneladas)		
	2003	2004	2005
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>507</b>	<b>603</b>	622
Estados Unidos	77	77	80
India	36	37	38
Federación de Rusia	33	31	30
Alemania	28	28	27
Francia	24	24	25
China	17	22	24
Brasil	23	23	23
Nueva Zelanda	14	14	14
Reino Unido	15	14	14

FUENTE: FAO (2006).

## 2.2 Condiciones higiénicas de producción de leche

Durante el procedimiento de ordeño, la leche se puede contaminar a partir de tres fuentes principales: el equipo de ordeño, la superficie del pezón, y desde dentro de la ubre. (Bramley y McKinnon, 1990; Slaghuis, 1996, citados por HOLM *et al.*, 2004 ).

Los equipos y utensilios de ordeña, el estiércol y el forraje se encuentran típicamente en el ambiente de las vacas y contaminarán inevitable las superficies del pezón. (HOLM *et al.*, 2004).

**2.2.1 Condiciones de ordeño.** Una buena "rutina de ordeño" involucra una serie de medidas higiénicas y de manejo desde que el animal entra a la sala hasta que sale una vez finalizada la ordeña. Estas medidas, que han sido ampliamente recomendadas por el *National Mastitis Council* de los EE.UU. (Bramley y col., citados por KRUZE, 1998), permiten reducir considerablemente la contaminación microbiana de la leche, aumentar la producción, acortar el tiempo de la ordeña y reducir la transmisión de organismos patógenos contagiosos y ambientales (Philpot y Nickerson, 1991 citados por KRUZE, 1998).

**2.2.1.1 Rutina de ordeño.** Una adecuada rutina de ordeño involucra una serie de procedimientos que deben realizarse cuidadosamente en cada período de ordeño en forma correcta, y consistente, que se pueden resumir en los siguientes aspectos: proporcionar un ambiente limpio y tranquilo a las vacas evitando el estrés; extraer y examinar los primeros chorros de leche para detectar mastitis clínica y estimular la bajada de la leche (KRUZE, 1998).

También la preparación de la ubre antes de la ordeña es un factor determinante en la calidad de la leche. Pankey citado por SCHREINER y RUEGG (2003), señalan que los recuentos bacterianos en leche aumentan cuando la limpieza y secado de pezones no es adecuada. Esto también tendría incidencia en infecciones intramamarias ya que se asocia a la mastitis con un elevado número de los patógeno presentes en el extremo del pezón.

También es importante observar y ajustar cuando sea necesario las unidades de ordeño para evitar la entrada de aire al sistema; cortar el vacío antes de retirar las pezoneras; y desinfectar los pezones al término de la ordeña con una solución desinfectante segura y eficaz. (KRUZE, 1998).

**2.2.1.2 Condiciones del animal.** La vaca debe estar en perfecto estado de salud libre de mastitis y otras enfermedades. Además, es de mucha importancia cuidar la higiene del animal, ya que la vaca se encuentra expuesta a la humedad, al barro y al estiércol que son reservorios de patógenos ambientales, y cuando los pezones y la ubre están mojados y sucios, un alto número de bacterias tienen la oportunidad de infectar la ubre. (RUEGG, 2006).

**2.2.1.3 Condiciones del establo o lugar de alojamiento de las vacas.** La instalación en compartimientos individuales es una forma de estabulación libre, en local cerrado, en donde la vaca dispone de un espacio individual de pequeñas dimensiones concebido de tal forma que las deyecciones no caigan nunca sobre la cama. (ALAIS, 1985); esto con el fin de evitar la contaminación con estiércol ya que las vacas lecheras propagan bacterias en sus heces (RUEGG, 2006)

**2.2.1.4 Sala de ordeño.** Si se considera que este es un lugar donde se maneja un alimento como lo es la leche, entonces el piso debería ser totalmente de baldosas u hormigón, para facilitar su limpieza, cumpliendo de esta forma con lo dispuesto en el Reglamento Sanitario de los Alimentos. Este señala que: los pisos del lugar donde se elaboran alimentos se deben construir de materiales impermeables, no absorbentes, lavables, antideslizantes y atóxicos, al igual que las paredes, y no tendrán grietas y serán fáciles de limpiar además deben tener una pendiente suficiente para que los líquidos escurran hacia las bocas de los desagües (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2005).

Existen diversos modelos de salas de ordeña: dispuestos en paralelo, en tándem, en espiga, o espina de pescado. Según ANRIQUE *et al.* (2004), es este último, el tipo de sala que predomina en los predios de la X región. En las salas de ordeño, los animales no están atados y puede hacerse una distribución del alimento concentrado mediante una tolva, durante el ordeño. Un ejemplo de algunos tipos de sala de ordeña se puede ver en la FIGURA 2.



FIGURA 2. Ejemplo de algunos tipos de sala de ordeña.

FUENTE: WESTFALIA<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> [www.westfalia.com/hq/en/products\\_services/proformance\\_equipment/products](http://www.westfalia.com/hq/en/products_services/proformance_equipment/products)

**2.2.1.5 Equipo de ordeño mecánico.** En relación a las características del equipo de ordeña, este debe cumplir con una serie de exigencias y condiciones para su correcto funcionamiento y para la obtención de una leche de buena calidad higiénica. Así por ejemplo, la bomba de la ordeñadora mecánica debe mantener un valor de vacío fijo que debe ser de alrededor de 35 cm de Hg. Una depresión muy fuerte (40 cm de Hg o mas) provoca un flujo de leche muy rápido y se ejerce vacío dentro del mismo pezón lo que podría causar lesiones e infección en esta zona. (ALAIS, 1985).

En lo que respecta a las pezoneras, estas deben ser fáciles de limpiar, y deben mantener sus cualidades de elasticidad, forma, y una superficie interior lisa, de tal manera que también puedan ser desinfectadas normalmente (ALAIS, 1985), ya que, según Loo y Jones (1999), citados por CARRILLO *et al.* (2004), las mayores causas de altos niveles de microorganismos en la leche, son la falta de limpieza de los equipos después de su uso, la utilización de pezoneras con grietas, o de piezas de caucho que están deterioradas por los años de uso.

**2.2.1.6 Higienización de equipos.** Según ROWE *et al.* (2003), una limpieza y desinfección inadecuada del equipo de ordeña permitiría que este se constituya en una fuente de contaminación de bacterias psicrotóxicas, las cuales producen enzimas termoresistentes, que provocan problemas tecnológicos en la leche y productos lácteos. La complejidad de estos equipos dificulta que se remuevan por completo los residuos de leche y las bacterias asociadas.

De acuerdo a lo señalado por REINEMANN *et al.* (2003), la limpieza del equipo de ordeña se logra por una combinación de procesos químicos, térmicos y físicos que, cuando están combinados, tienen un tiempo de reacción mínimo para ser eficaces. Estos factores se pueden intensificar para compensar una carencia en otro, hasta un cierto punto.

Un buen programa de limpieza comienza con el análisis completo del agua. Es muy importante conocer la dureza que permita la selección de los químicos compatibles con el agua (PHILPOT y NICKERSON, 2000). Por otro lado, también es importante la calidad microbiológica de ésta.

**2.2.2 Mastitis.** Según SMITH (2002), una leche normal debería estar libre de signos detectables producto de la inflamación e infección de los cuartos mamarios.

La mastitis bovina ha sido descrita como la enfermedad más costosa para el sector lechero, y tiene como consecuencia, una reducción en la producción de leche, un incremento en el costo de su producción, y una disminución de su calidad (SANTOS *et al.*, 2003). Además de cambios en la composición de la leche, existe el riesgo de superar los límites permitidos por tanque a granel y la pérdida de bonificación para bajos recuentos de células somática por tanque a granel (Allore *et al.* y Hogeveen, citados por SWINKELS *et al.*, 2005 ).

**2.2.2.1 Definición de mastitis.** Se define como una inflamación de la ubre que afecta a una gran cantidad de vacas lecheras en el mundo. La enfermedad se puede presentar principalmente de dos formas: como mastitis clínica o subclínica. La mastitis clínica tiene como resultado la alteración en la composición y el aspecto de la leche, disminución en la producción de leche, elevación de la temperatura corporal, hinchazón y enrojecimiento en los cuartos mamarios infectados, por lo que es fácil de detectar. Sin embargo, la detección de cuartos mamarios infectados con mastitis subclínica es más difícil, porque sus muestras no son evidentes. Por lo tanto, la mastitis subclínica que es la forma mas frecuente de la enfermedad, a menudo no es percibida. (OLIVER *et al.*, 2004).

Las mastitis causadas por organismos contagiosos, como *Staphilococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*, se transmiten mucho más fácilmente durante la ordeña porque el principal reservorio de infección es la glándula infectada; en cambio, las infecciones por patógenos ambientales, como *E.coli*, *Klebsiella sp*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae* y *Pseudomonas*, son más frecuentes en los períodos de interordeña, especialmente en animales estabulados, debido a que los pezones se contaminan ya sea por contacto directo con las fecas o por contacto con descargas vaginales, camas contaminadas, o por succión cruzada entre animales (Bramley y Dodd, citados por KRUZE, 1998).

En muchos países, el predominio de bacterias contagiosas, tales como, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae* se ha reducido, y los estafilococos coagulasa-negativa y *corynebacterium bovis*, considerados tradicionalmente como patógenos de menor importancia en mastitis, han llegado a ser más comunes. (PITKÄLÄ *et al.*, 2005).

**2.2.2.2 Control de mastitis.** Debido a que la mastitis es un problema de salud multifactorial, son necesarias varias estrategias para obtener una mejor comprensión de los factores de riesgo implicados en la enfermedad, y sus consecuencias en la calidad de la leche. (Urech *et al.*, 1999 y Coulon *et al.*, 2002 citados por BARNOUIN *et al.*, 2004).

Según RODRIGUES y RUEGG (2005), el control de la mastitis se basa en la prevención de nuevas infecciones y la eliminación de las infecciones existentes. El plan de 5 puntos que comprende la desinfección post-ordeña del pezón, terapia seca universal de la vaca, tratamiento apropiado de casos clínicos, desecho de vacas infectadas con mastitis crónica, y el mantenimiento regular de la máquina de ordeño, es lo más acertado.

**2.2.3 Almacenamiento de la leche.** Según ANRIQUE *et al.* (2004), en Chile casi la totalidad de las explotaciones medianas y grandes posee algún tipo de equipo de enfriamiento, predominando el estanque enfriador, que entre las regiones X y VIII es predominantemente propiedad de la industria.

LATRILLE (1995), señala que el almacenamiento de la leche enfriada en predios por un período largo, produce una reducción de la microflora mesófila. Sin embargo, genera problemas ya que las bajas temperaturas en leche cruda producen una multiplicación de bacterias psicrófilas lo que afecta la durabilidad de los productos lácteos pasteurizados. Prolongar el almacenaje de la leche cruda antes de la pasteurización resulta en un aumento de bacterias psicrófilas que producen enzimas, lipolíticas y proteolíticas, provocando problemas en el proceso de la leche y en la calidad de los productos lácteos.

Las condiciones de almacenamiento de la leche cruda en el predio y su posterior transporte a la planta lechera son de primordial importancia para la obtención de una materia prima de óptima calidad microbiológica, química, y enzimática.

Si se parte de una leche cruda proveniente de vacas sanas y bien alimentadas, empleándose técnicas de ordeña adecuadas, se garantizará un producto de buena calidad higiénica y composicional.

La finalidad de la refrigeración será conservar esa calidad inicial de la leche hasta el momento de su utilización o transformación en la planta. Un factor importante a considerar es la capacidad del estanque para enfriar rápidamente desde los 33 hasta los 4°C, que es la temperatura de almacenamiento recomendada, y esta temperatura debe mantenerse constante durante el periodo de almacenamiento. (LATRILLE, 1995).

### **2.3 Normativa relacionada con la calidad higiénica de la leche**

Para la obtención de una leche de buena calidad, es necesario seguir una serie de normas que garanticen que este producto no provocará ningún daño a la salud del consumidor y que además mantenga intactas las características organolépticas de la leche fresca. A continuación se describen algunas normas relacionadas con la calidad de la leche.

**2.3.1 Normativa chilena.** Según lo establecido por el Reglamento Sanitario de los Alimentos (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2005), las características que debe tener la leche cruda son las siguientes:

- Caracteres organolépticos normales
- Exenta de materias extrañas
- pH: 6,6 – 6,8
- Acidez : 12 a 21 ml de hidróxido de sodio 0,1 N (¹Relamento anterior 16 a 21 ml)
- Exenta de sangre y pus
- Exenta de antisépticos, antibióticos y neutralizante

Los requisitos microbiológicos para leche cruda, serán los que aparecen en el CUADRO 4.

CUADRO 4. Requisitos microbiológicos para leche cruda.

Parámetro	Plan de muestreo		Límite general por gr/ ml			
	Categoría	Clases	n	c	m	M
Recuento de aeróbios mesófilos	3	3	5	1	$5 \times 10^5$	$10^6$

FUENTE: CHILE, MINISTERIO DE SALUD (2005).

Donde:

Categoría: es la relación entre el grado de peligrosidad que representa el alimento para la salud en relación con las condiciones posteriores a la manipulación.

Plan de 3 clases: Un plan de muestreo por atributos, donde la calidad de un producto, de acuerdo con los criterios microbiológicos puede dividirse en tres clases: aceptable, medianamente aceptable, y rechazable.

n: es el número de unidades de muestras a ser examinadas.

m: es el valor del parámetro microbiológico para el cual o por debajo del cual no representa un riesgo para la salud.

c: es la cantidad máxima de unidades defectuosas que puede contener la muestra para que cumpla con los requisitos establecidos.

M: valor del parámetro microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.

**2.3.2 Normativa internacional.** Con respecto a la calidad higiénica de la leche, el Codex Alimentario señala que desde la producción de las materias primas hasta el punto de consumo, los productos regulados por esta norma deberán estar sujetos a una serie de medidas de control, las cuales podrán incluir, por ejemplo, la pasteurización, y deberá mostrarse que estas medidas pueden lograr un nivel apropiado de protección de la salud pública. Además, los productos deberán ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos para los alimentos.

En relación al ordeño, el Codex Alimentario señala que el ordeñador debería examinar la leche de cada animal en busca de indicadores organolépticos, químicos o físicos; la

leche que no parezca normal no se debería usar para el consumo humano; y la primera leche obtenida de cada tetilla debería ser desechada o recogida por separado y no se debería utilizar para el consumo humano, a menos que se pueda demostrar su inocuidad e idoneidad. (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) y ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS, 2000)

**2.3.3. Exigencias de la industria.** En el caso de Chile la industria lechera tiene sus propias exigencias de calidad para la leche recepcionada en planta; de acuerdo a estas condiciones de calidad se establece el precio a pagar al productor lechero. Estas exigencias aparecen en las denominadas “pautas de pago”. Un ejemplo de este tipo de pautas aplicada por una industria de la décima región es la que aparece en el ANEXO 3; vigente hasta septiembre del 2006. En ella se considera un precio base por cada litro de leche, más bonificaciones según su contenido de materia grasa y proteínas, y bonificaciones o descuentos al precio base según el recuento de células somáticas, recuento de unidades formadoras de colonias, entre otros parámetros. Además, considera que el predio de donde proviene la leche se encuentre libre de enfermedades como brucelosis y tuberculosis.

#### **2.4 Buenas Prácticas Ganaderas (BPG)**

“El concepto de Buenas Prácticas Ganaderas” se viene desarrollando con fuerza en el continente europeo, desde mediados de los años 90, a raíz de hechos que cuestionaban la seguridad e inocuidad de los productos pecuarios como la aparición de la encefalopatía espongiforme bovina, y el rebrote de la fiebre aftosa”. (ROJAS, 2004).

Se entiende por Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) todas las acciones involucradas en la producción primaria y transporte de productos alimenticios de origen pecuario, orientadas a asegurar su inocuidad. Dependen de la voluntad del productor y de su deseo de participar en la nueva etapa económica que vive Chile. (CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2003)

Las BPG en la actualidad más que un atributo, son un componente de competitividad, que permite al productor diferenciar su producto de los demás oferentes, con todas las

implicancias económicas que ello hoy supone (mejores precios, acceso a nuevos mercados, consolidación de los actuales, etc.). Las BPG constituyen una herramienta cuyo uso persigue la sustentabilidad ambiental, económica y social de las explotaciones agropecuarias, especialmente la de los pequeños productores subsistenciales, lo cual debe traducirse en la obtención de productos alimenticios y no alimenticios más inocuos y saludables para el autoconsumo y el consumidor. (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, FAO, 2004).

Si bien existen en todo el mundo regulaciones y normas que de alguna forma determinan los sistemas de producción animal, como son las normas sanitarias y de bioseguridad, las regulaciones de transporte y el faenamiento del ganado, los niveles de residuos en los productos finales, los niveles de inclusión de ciertos alimentos y aditivos en las dietas de los animales, el bienestar animal, etc., todos ellos son prácticas que cruzan las Buenas Prácticas Agrícolas (ROJAS, 2004).

### **2.5 Plantel Animal Bajo Certificación Oficial (PABCO)**

Luego de las expectativas que se abrieron para la exportación de carne bovina a diferentes mercados externos, se comenzaron a difundir e implementar iniciativas que tuvieran como base las BPG y buscar cumplir con los requerimientos de estos nuevos mercados; de esta manera el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) crea en 1998 el programa Planteles Animales Bajo Certificación Oficial (PABCO) (ROJAS, 2004). Su objetivo es implementar un programa de acciones conjuntas entre productores bovinos, el SAG, médicos veterinarios acreditados y laboratorios habilitados por el SAG, con el propósito de fortalecer la competitividad de los planteles insertos en este programa, a través de medidas de prevención de introducción de enfermedades exóticas, erradicación y control de enfermedades prevalentes y fomentar el uso de Buenas Prácticas Ganaderas destinadas a obtener una excelente condición sanitaria del ganado y productos de buena calidad, permitiendo la certificación oficial para el comercio nacional e internacional. (CHILE, SERVICIO AGRÍCOLA y GANADERO (SAG), 2002).

Las Buenas Prácticas Ganaderas que debe cumplir un plantel para ingresar a PABCO Bovino, consideran los siguientes aspectos:

- Identificación individual de los animales.
- Registros:
  - a) De movimiento de los animales (ingreso y origen, egresos).
  - b) Sanitarios: morbilidad, mortalidad.
  - c) Reproductivos: inseminación artificial, pariciones, abortos.
  - d) Control de medicamentos: inventario de productos, tratamientos, etc.
  - e) Alimentos: ingreso de productos, almacenaje.
- Medidas de bioseguridad: buen estado de cercos perimetrales, con el objeto de evitar el ingreso de animales ajenos al predio; contar con mangas y corrales funcionales y en buen estado, que eviten el daño a los animales y a los trabajadores al momento de usarlas (vacunaciones, aplicación de tratamientos, etc.).

El cumplimiento del convenio PABCO obliga a los productores, el Médico Veterinario Acreditado (MVA) y el SAG a cumplir las responsabilidades correspondientes en cada uno de sus roles (SAG, 2002).

## **2.6 Manejo de residuos**

Un mal manejo y disposición no sanitaria de residuos provoca la proliferación de ratas e insectos, que pueden contaminar la leche, además, estos residuos puede dañar el suelo y el agua de lagos, ríos y mantos acuíferos.

El mayor riesgo de contaminación estaría dado por la falta de manejos prediales adecuados.

**2.6.1 Producción de residuos en predios.** Los contaminantes en los predios pueden definirse como: físicos (suelo erosionado, o emisiones gaseosas), químicos (nutrientes), o biológicos (bacterias). Las fuentes de contaminación pueden ser: residuos animales, efluente ensilado, escorrentías contaminadas procedentes de la

zona de los corrales, lavados lácteos, pesticidas, etc. De estos el más significativo es el estiércol. (KIELY, 1999).

En los últimos años los sistemas de producción de leche se han intensificado, existiendo un aumento en el uso de concentrados, fertilizantes, cultivos forrajeros y ensilajes. Esto se ha traducido en un aumento en la producción de leche, pero también, en la generación de grandes cantidades de efluentes: purines, aguas sucias (i.e. aguas residuales del lavado de equipos de ordeña) y estiércol. El manejo y utilización de estos efluentes requiere de buenas prácticas agrícolas. Si los efluentes no son manejados adecuadamente esto puede causar serios problemas de contaminación (Freitas y Burr, 1996; Archer y Marks, 1997; Carpenter *et al*, 1998; citado por SALAZAR *et al.*, 2003).

**2.6.2 Disposición de residuos.** Con respecto al manejo de residuos sólidos, el SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO, SAG (2001), señala que se debe implementar un sistema de almacenaje de residuos sólidos como tambores tapados, además la disposición final de residuos sólidos debe hacerse en lugares autorizados por el Servicio de Salud, para cada uno de los tipos de residuos.

Se debe evitar en lo posible la quema de residuos ya que esta se transforma en contaminación atmosférica.

Con respecto a los envases de pesticida se deberá considerar su triple lavado y perforación para evitar su reutilización.

En lo referente a la disposición final de animales muertos, esta se debe encontrar a 100 m de los corrales, instalaciones del plantel y viviendas aledañas.

Con respecto a los residuos líquidos, SAG (2001), indica que los residuos líquidos no deben ser descargados directamente, sin un manejo previo o tratamiento, a canales y cursos de agua superficial, ya que dicha práctica está prohibida.

### 3 MATERIAL y MÉTODO

#### 3.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la X región en un total de 100 predios lecheros de alta producción, ubicados entre las provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue. Y cuya entrega de leche individual a la planta el año 2005 superó los 500.000 L.

#### 3.2 Selección de la muestra

Para la selección de la muestra de los 100 predios, se consideró el volumen de entrega de leche anual a la industria, quedando el 75% clasificados dentro del rango de los productores grandes según la estratificación realizada por ANRIQUE (1999) en el estudio Competitividad de la Producción Lechera Nacional, y descrita también posteriormente por AMTMANN y BLANCO (2003). Estos establecieron tres estratos para los productores lecheros de Chile, clasificándolos en pequeños, medianos y grandes.

Cabe destacar que de acuerdo a la selección realizada la muestra corresponde a un 12,6% del total país perteneciente a este estrato de predios de alta producción, y a un 20% del mismo estrato de la X región. El volumen total de leche vendido por estos productores a la industria representó un 14,3% del total de la décima región el año 2005.

#### 3.3 Elaboración de la pauta de evaluación

Para obtener los datos sobre las condiciones de producción higiénica de leche del grupo de predios estudiados, se elaboró una pauta de evaluación, la que fue posteriormente aplicada en terreno en cada uno de los predios.

**3.3.1 Recopilación y análisis de las condiciones de producción para elaborar la pauta.** Para el diseño de la pauta de evaluación (ANEXO 1), se revisaron las pautas aplicadas en la investigación de CARREÑO (2004) y ASPEE (2001); también se realizó una revisión bibliográfica tomando en consideración lo establecido por el Reglamento

Sanitario de los Alimentos, el Servicio Nacional de Salud, el Servicio Agrícola y Ganadero, y el Ministerio de Agricultura, el Codex Alimentario, algunas Directivas de la Comunidad Económica Europea, y algunas directivas de Nueva Zelanda, entre otros.

**3.3.2 Diseño de la pauta de evaluación.** Teniendo en consideración la metodología establecida por HERNÁNDEZ *et al.* (1998) y lo indicado anteriormente, se diseñó la pauta de evaluación (encuesta), con el fin de recopilar información en terreno sobre características de la lechería, las condiciones higiénicas de obtención de leche a nivel predial, y aspectos relacionados con la producción limpia y las buenas prácticas de obtención de leche, entre otras.

Como lo señala la metodología descrita por HERNÁNDEZ *et al.* (1998), una vez elaborada la pauta de evaluación se procedió a aplicar una prueba piloto del instrumento de medición, y sobre la base de esta prueba piloto, la pauta fue modificada, ajustada, y mejorada, para ser aplicada definitivamente a la muestra de los 100 predios.

Las preguntas o variables elaboradas fueron del tipo cerradas con alternativas delimitadas, y agrupadas en ítems. Estas variables, para ser sometidas al análisis estadístico, fueron codificadas con una escala de medidas del tipo ordinal, correspondiendo el puntaje más alto a la respuesta más correcta, y decreciendo hasta asignar el menor puntaje a la respuesta menos correcta, esto según bibliografía, normas y directivas revisadas. En el ANEXO 1 se puede observar la pauta de evaluación aplicada en terreno y los valores aplicados en la codificación.

### **3.4 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis estadístico de los datos recolectados en la pauta de evaluación, con el fin de caracterizar los sistemas de producción estudiados desde un punto de vista del manejo y obtención de leche.

Para procesar los datos obtenidos en la investigación se utilizó el paquete estadístico “R”, creado por Ross Ihaka y Robert Gentleman, el cual, tiene una naturaleza doble: de programa y lenguaje de programación, y es considerado como un dialecto del lenguaje

S creado por los Laboratorios AT&T Bell. Este permitió realizar el análisis estadístico multivariado.

“R” es más que un paquete de procedimientos estadísticos, constituye un lenguaje y ambiente para el análisis de datos y representaciones gráficas. Debido a su amplitud y calidad, se está convirtiendo día a día en el “estándar” en estadística-computacional.

“R” no sólo contiene los métodos estadísticos clásicos sino también métodos desarrollados específicamente para distintas áreas de aplicación, bioinformática, genética, ecología, etc. Así mismo, el lenguaje permite la programación de nuevos métodos y constituye una plataforma para la transferencia de metodologías estadísticas (<sup>11</sup>).

Actualmente, la utilización y aplicación de métodos estadísticos está ligada a la disponibilidad y acceso a paquetes/software “modernos” en estadística. Sin embargo, son relativamente pocos los softwares que permiten la aplicación de estos métodos estadísticos modernos, entre ellos SAS, SPLUS, SPSS, etc., los que son de alto costo.

En los últimos años, comenzó el desarrollo, a través de una red internacional de profesionales en estadística-informática, de este paquete “gratuito” en estadística, el cual a través de esta red se está actualizando y mejorando constantemente.

“R” permite realizar los análisis estadísticos básicos de manera muy sencilla y al mismo tiempo es una herramienta muy potente para la resolución de problemas estadísticos de alta complejidad.

**3.4.1 Estadística descriptiva.** Se utilizó estadística descriptiva para organizar, resumir y presentar los datos de manera informativa. Los datos se organizaron por medio de: media, varianza, distribución de frecuencia, etc. Para caracterizar los datos de manera general. En el ANEXO 2 se encuentran los cálculos de estos estadísticos para cada variable, los que fueron realizados mediante planilla electrónica excel.

---

<sup>1</sup> [Http://www.rproject.org](http://www.rproject.org)

**3.4.2 Análisis estadístico multivariable.** El análisis multivariante 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).

Para la caracterización de los grupos de productores según sus variables de producción higiénica, se utilizaron tres técnicas de análisis multivariable, estas fueron: reglas de asociación, análisis de correspondencias múltiples, y análisis de conglomerados o clusters.

**3.4.2.1 Reglas de asociación.** En este estudio las reglas de asociación fueron utilizadas para determinar que variables iban más frecuentemente ligadas, y que grado de asociación tenían, de manera que se pudieran establecer algunos patrones de comportamiento del grupo de productores encuestados. Por ejemplo: cuando realiza control de mastitis (CMT), aplicará tratamiento de mastitis subclínica.

Para establecer las reglas de asociación se utilizó el algoritmo a priori, cuyo fin es encontrar todas las reglas que satisfacen con la condición de confianza y soporte mínimos dada por el usuario, donde:

Soporte: fracción de las observaciones en que el conjunto de variables observadas, aparecen ligadas.

Confianza: que es una estimación de la probabilidad de B dado A.

El algoritmo a priori consta de dos pasos:

- a) Encontrar todos los conjuntos frecuentes de ítems, que cumplen con la condición de que el soporte sea igual o mayor al soporte mínimo.
  
- b) Usar los conjuntos frecuentes de ítems obtenidos para generar reglas que cumplan con la condición de que la confianza sea igual o mayor a la confianza mínima (LEBART *et al.*, 1995).

**3.4.2.2 Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM).** Esta es una técnica multivariable, que es aplicada sobre variables cualitativas. Estudia la relación existente entre múltiples variables cualitativas. Debido a la naturaleza no numérica de estas

variables no permite generar en forma directa un espacio coordinado como ocurre en un análisis de componentes principales. La información numérica necesaria para esto es generada en un ACM a través de un proceso que 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 (modalidades o categorías), las que proveen la información necesaria para formar un espacio gráfico matemático y poder medir similitudes (o disimilitudes) entre las variables (HAIR et al., 1992).

Una de las aplicaciones más corrientes del ACM es el tratamiento del conjunto de respuestas a una encuesta.

En este caso el análisis de correspondencias múltiples se realizó con el objeto de reducir el número de variables utilizadas en el análisis de conglomerados, y utilizar solo aquellas que permiten discriminar grupos de productores de una mejor forma.

**3.4.2.3 Análisis de conglomerados.** El análisis de conglomerados es una herramienta eficaz para organizar información multivariada e identificar grupos de elementos similares entre sí. Estos grupos son los que normalmente se denominan taxonomías o tipologías. Este método permite simplificar una gran cantidad de información, difícil de comprender debido a su vastedad. Esta información es la que, en lugar de describir a cada uno de los individuos originales, describe los conglomerados en los que cada individuo de la población puede ser clasificado. Los conglomerados deben ser contruidos en forma tal de ser lo más homogéneos posibles, y en un número significativamente inferior al número de individuos encuestados (SMITH et al., 2002).

Para el análisis de conglomerados se empleó como algoritmo de clasificación el método de "k-means o de k-medias". Esta metodología 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 centros de cada grupo. 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. (VIVANCO, 1999).

Este análisis se utilizó para conformar los distintos grupos de predios con características similares, sobre la base de las variables que según el análisis de correspondencias múltiples, permiten la discriminación de grupos.

**3.4.3 Relación entre la calidad higiénica de leche y las condiciones de producción a nivel predial.** Con el objetivo de analizar la calidad higiénica de la leche de los predios pertenecientes a cada uno de los grupos establecidos a través del k – means, medida a través del recuento de unidades formadoras de colonias y del recuento de células somáticas presentes en ésta, se realizó un análisis descriptivo de los datos quincenales de la temporada 2005 aportados por la industria y por los propios productores: estos se agruparon por frecuencias de clasificación de acuerdo con los rangos establecidos para cada parámetro, según el esquema de pago de una de las industrias de la X Región, vigente a septiembre de 2006 (ANEXO 3). En este caso se eligió el esquema de la industria a la que más predios de la muestra entregaban su leche al momento del presente estudio.

Los rangos establecidos son los que se indican en el ANEXO 3, en el que se establece que para el caso de recuento de células somáticas, a partir de 400.001 cs/ ml se aplican descuentos, de igual manera para el recuento de unidades formadoras de colonias a partir de 200.001 ufc/ ml, también se aplican descuentos; por lo que se desprende que desde esos valores hacia arriba la industria asume que la calidad de la leche es deficiente.

## 4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Luego de obtener los datos y codificarlos, se ingresaron a una planilla Excel, la que fue depurada, eliminando las variables numéricas (como superficie total, y número de vacas), para realizar posteriormente el análisis estadístico.

### 4.1 Análisis estadística descriptiva

Por medio de la planilla Excel se calcularon: media, moda, varianza, distribución de frecuencia (ANEXO 2), con el fin de caracterizar los datos de manera general. De éste análisis se obtuvieron en primer término variables que en el 95% de los casos o más presentaron el mismo comportamiento; estas variables no fueron incluidas en los análisis posteriores, ya que para efectos de la caracterización de grupos y asociación, al tener el mismo comportamiento para la mayoría de los productores, las variables son independientes de otras, y no permiten discriminar grupos. Estas variables se observan en el CUADRO 5.

Además, se estableció que dentro de las variables que presentaban un comportamiento similar en prácticamente todos los predios se encuentran la frecuencia de ordeña, la cual se realiza dos veces al día en el 98% de los casos, y la disponibilidad de terneras para la cría de terneros durante sus primeros meses de vida en el 95% de los predios.

Las variables que tuvieron el mismo comportamiento en la mayoría de los predios evaluados y que aparecen en el CUADRO 5, se describen a continuación.

**4.1.1 Identificación animal.** Se estableció que en el el 99% de los predios, las vacas tienen identificación animal, medida de manejo de gran importancia para implementar un sistema de registro y la trazabilidad del rebaño y de su producción. Al respecto, la FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE LA LECHERÍA (FIL) y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) (2004),

señalan que: “antes de su introducción en la explotación, todos los animales deberán ser examinados para detectar enfermedades, especialmente aquellas que son comunes en la región de origen o en la nueva localización. Esto significa que cada animal debe tener un sistema de identificación que permita la trazabilidad desde su origen (desde el nacimiento hasta la muerte), y algún tipo de declaración del vendedor en la que se detalle la situación sanitaria del rebaño y cualquier tratamiento / vacunas, etc., que se haya llevado o se esté llevando a cabo (esto significa que los potenciales vendedores de ganado deben mantener los registros adecuados y permanentes de las enfermedades y de sus tratamientos)”.

**4.1.2 Número de ordeñas.** Se estableció que en el 98% de los predios se ordeña dos veces al día. Al respecto EUREGAP (Euro-Retail Produce Working Group, Good Agricultural Practices) (2005), señala que las vacas lecheras se deben ordeñar regularmente. El productor debe detallar la rutina de ordeño.

**4.1.3 Piso de la sala de ordeña.** En lo que respecta a la sala de ordeña, se encontró que en el 100% de éstas el piso es de hormigón, con lo que se cumpliría lo indicado en el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA), en donde se establece que los pisos de un establecimiento donde se elaboren alimentos, como en este caso la leche, se construirán de materiales impermeables, no absorbentes, lavables, antideslizantes, y atóxicos. (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2005); lo que coincide con lo indicado en la DIRECTIVA 93/43/CEE, (UNIÓN EUROPEA, 1993), la que en uno de sus párrafos establece que: en los locales donde se preparan, tratan o transformen los alimentos, las superficies de los suelos deberán conservarse en buen estado y ser fáciles de limpiar y, cuando sea necesario, de desinfectar. Ello requerirá el uso de materiales impermeables, no absorbentes, lavables y no tóxicos.

Al respecto, EUREPGAP (2005), indica que las instalaciones de ordeña, incluidos los pisos, deben ser construidas para evitar peligros a las vacas. Para ello se debe inspeccionar la sala de ordeño de manera de evitar por ejemplo pisos resbaladizos, obstáculos, bordes afilados, etc.

CUADRO 5. Variables en las que un alto porcentaje de los predios estudiados tuvieron un comportamiento similar.

Inventario del ganado lechero bovino	ala de ordeña	reparación e la vaca ara el ordeño	ontrol de mastitis	avado e higienización de quipos	Estado y funcionamiento del equipo de ordeña	Características del ordeñador	Rutinas o protocolos relacionados con las BPG
<b>Tipo de cubierta:</b> en el 97% de los predios se utiliza la inseminación artificial.	<b>Piso sala de ordeña:</b> en el 100% de los predios es de cemento.	<b>Eliminación de los chorros de leche:</b> en el 99% de los predios se elimina.	<b>Terapia de secado:</b> el 99 % de los productores aplica terapia de secado a todas las vacas.	<b>Enjuague del detergente alcalino:</b> el 99% de los productores, lava con detergente alcalino.	<b>Limpieza de las mangueras de vacío:</b> el 95% de las mangueras de vacío se encuentran limpias.	<b>Prácticas higiénicas:</b> el 97% de los ordeñadores evita prácticas antihigiénicas.	<b>Distancia de basuras con pozo de agua:</b> en el 97% de los casos, la disposición final de la basura se encuentra a más de 100 metros del pozo con agua.
<b>Identificación animal:</b> en el 99% de los predios los animales llevan identificación.			<b>Tratamiento para vacas con mastitis clínica:</b> el 98% de los productores aplica este tratamiento.	<b>Uso del detergente ácido:</b> El 98% de los productores lava con detergente ácido	<b>Funcionamiento del vacuometro:</b> en el 98% de los casos el vacuo metro funciona bien.		<b>Tiempo de resguardo de medicamentos:</b> el 96% de los productores respeta los tiempos de resguardo.
<b>Registros productivos:</b> en el 96% de los predios se llevan registros			<b>Dipping:</b> El 99% de los productores aplica dipping a todas las vacas.	<b>Enjuague para eliminar restos de detergente ácido:</b> el 98% de los productores enjuaga.	<b>Funcionamiento de los pulsadores:</b> en el 98% de los casos funcionan bien.		<b>Plan de emergencia para derrame de hidrocarburos:</b> el 99% de los productores indicó no tener un plan de emergencia.
<b>Registros reproductivos:</b> en el 96% de los predios se llevan registros.			<b>Aplicación del dipping:</b> el 98% de los productores aplica dipping por inmersión de pezones.	<b>Desinfecta con agua con cloro antes de ordeñar:</b> el 98% de los productores desinfecta a la concentración adecuada.	<b>Pezoneras:</b> el 98% de los productores cuelga las pezoneras.		
<b>Número de ordeñas:</b> el 98% de los predios se ordeña 2 veces/ día.				<b>Temperatura del agua para enjuague con cloro:</b> en el 95% de los casos es adecuada	<b>Limpieza de mangueras:</b> el 96% de las mangueras cortas y el 95% de las mangueras largas, se encuentran limpias		

**4.1.4 Eliminación de los primeros chorros de leche.** El 99% de los productores elimina los primeros chorros de leche de cada cuarto de las ubres de las vacas antes de ordeñar, lo que según varios investigadores es una práctica correcta. Al respecto Hassan *et al.* (2001), citados por RUEGG (2006), señalan que el “despunte” o eliminación de los primeros chorros de leche ha demostrado disminuir significativamente (2,5 veces menos probable) el riesgo de contaminación de la leche con *Listeria monocytogenes*. Por su parte KRUZE (1998), señala que el examen de los primeros chorros de leche previo a la ordeña (“despunte”), es una práctica importante para la detección oportuna de los casos clínicos de mastitis. La leche que presenta evidentes anormalidades no es apta para el consumo humano y no debe mezclarse con leche de animales sanos.

El despunte es adecuado cuando se extraen 2-3 chorros, con él se previene el crecimiento de microorganismos y es el medio más efectivo para estimular la bajada de la leche. (RUEGG *et al.*, 2000).

**4.1.5 Terapia de secado.** Se estableció que el 99 % de los productores aplica terapia de secado a todas las vacas. Este es un paso importante en la prevención de infecciones intramamarias, ya que durante el periodo seco, la ubre es altamente susceptible a ciertas infecciones y el 50% de las infecciones intramamarias adquiridas durante este período persistirán en la lactancia siguiente si no son suprimida con un apropiado tratamiento, como lo es la terapia de secado. (BERRY y HILLERTON, 2002)

Esta terapia fue adoptada como piedra angular de las estrategias de control de la mastitis en los años 60 y es una terapia clásica dirigida contra los patógenos contagiosos. (Smith *et al.*, 1966, citados por BRADLEY y GREEN, 2001)

Según lo señalado por TARABLA y CANAVESIO (2003), y por RAYMOND *et al.* (2006), este es un paso muy importante en la prevención de infecciones de la ubre, ya que con ella se eliminarán las infecciones intramamarias existentes, y prevendrá nuevas infecciones causadas por patógenos importantes durante el periodo de no lactancia; además la terapia de secado se utiliza para mejorar los índices de curación de tratamientos intramamarios de mastitis clínica y subclínica durante la lactancia.

**4.1.6 Tratamiento de las vacas con mastitis clínica.** El 98% de los productores aplica tratamiento en vacas con mastitis clínica. El tratamiento de mastitis es muy importante en la economía del predio, ya que, según MARCUENDE *et al.* (2006), la mastitis es una enfermedad que provoca importantes pérdidas en las explotaciones de vacuno lechero derivadas de la disminución de la producción, de la leche retirada, del costo por la reposición de los animales, etc.

Por otro lado, RUEGG (2002), señala que los ordeñadores en las grandes lecherías algunas veces son incentivados a no detectar o reportar todos los casos de mastitis, por que la identificación de mastitis clínica merma velocidad al proceso, reflejando un mal desempeño en su trabajo, lo cual podría explicar que algunos productores no aplicaran tratamiento de mastitis a todas las vacas.

**4.1.7 Utilización y aplicación “dipping”.** Con respecto a la aplicación de dipping, o “baño de pezones” se estableció que el 99% de los productores utiliza esta práctica en todas las vacas. Según lo señalado por RUEGG (2002), ésta tiene como propósito reducir las poblaciones de bacterias que quedan en la piel cuando la unidad de ordeño ha sido removida, reduciendo la colonización en la piel y penetración de bacterias en el canal del pezón. Por su parte Natzke *et al.*, 1972; Pankey *et al.*, 1984, citados por GALTON (2004), señalan que el dipping post ordeña, se ha establecido y aceptado extensamente como una práctica para controlar infecciones intramamarias recientes. Además, el dipping es otra de las medidas de importancia utilizadas en la prevención de la mastitis, ya que según Adkinson *et al.* (1991); e Ingwa *et al.* (1992), citados por MAGNUSSON *et al.* (2006), el uso de diversos sanitizantes o desinfectantes en preparaciones mejora la limpieza del pezón más que la limpieza con agua de una manguera seguida de un secado con toalla de papel.

Aunque usar un desinfectante implica el riesgo de agregar residuos a la leche, siempre es recomendable y se obtienen buenos resultados (Galton *et al.*, 1984; Rasmussen *et al.*, 1991; citados por MAGNUSSON *et al.*, 2006).

**4.1.8 Forma de aplicación del “dipping”.** Se estableció que el 98% de los productores aplica dipping por inmersión de pezones, la que en ocasiones

reemplazada por la aplicación de la solución desinfectante en “spray”, con lo que se aceleraría el proceso de ordeño, sin embargo el spray sólo es satisfactorio si se tiene la precaución de asegurar que toda la piel del pezón sea completamente cubierta con el desinfectante, lo que no siempre ocurre. Es común observar a ordeñadores que aplican el spray de frente a los pezones dejando gran parte de la superficie de la piel sin cubrir. En la práctica, los rociadores manuales pueden ahorrar tiempo, pero a expensas de una pobre desinfección (Shearn, 1981 citado por KRUZE, 1998). Por esto es recomendable que la desinfección de pezones se realice sumergiendo el pezón en la solución desinfectante.

La inmersión de pezones es una medida de gran importancia para la prevención de infección en las ubres y pezones, ya que según lo señalado por RUEGG (2002), ésta reduce la tasa de nuevas infecciones. Se ha demostrado que la no inmersión del pezón esta relacionada con la producción de leche de mala calidad.

**4.1.9 Enjuague del detergente alcalino.** Con respecto a las medidas tomadas para la limpieza de equipos, se estableció que el 99% de los productores, enjuaga con agua después de lavar con detergente alcalino. El lavado con detergente alcalino y el posterior enjuague es uno de los cuatro pasos fundamentales en la limpieza de quipos de ordeña, según lo señalado por WALKER et. al. (2005), quien indica que en los Estados Unidos, los sistemas de ordeña son limpiados comúnmente siguiendo 4 pasos: una aclaración con agua caliente, lavado con una solución altamente alcalina, una aclaración con una solución ácida, y finalmente enjuague con un desinfectante justo antes del uso siguiente del equipo.

Por otro lado, WATTIAUX (2006), señala que un lavado con detergente alcalino y agua entre 50 y 75°C ayuda a remover las proteínas, remover la grasa, y previene la formación de depósitos de sal dependiendo de la dureza del agua, mientras que el enjuague con agua es opcional.

**4.1.10 Uso de detergente ácido.** En lo que respecta al uso de detergente ácido en el lavado e higienización de equipos, se estableció que el 98% de los productores lo usa, cumpliendo así con lo estipulado en el Código Internacional Recomendado Revisado

de Prácticas-Principios Generales de Higiene de los Alimentos, el que señala que la sedimentación de sales minerales en el equipo puede causar la formación de una escama dura (“piedra”), especialmente en presencia de grasa o proteínas. En consecuencia, tal vez haya que usar un ácido o detergente alcalino, o ambos, para eliminar tales depósitos, ya que la piedra puede ser una de las principales fuentes de infección bacteriana. (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION y ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, 1997).

Con respecto al uso de detergente ácido en el lavado de equipos de ordeña, REINEMANN *et al.* (2003), señalan que, el uso de un detergente ácido tiene por finalidad eliminar los depósitos minerales de la leche y de las aguas duras. El pH bajo del detergente ácido también inhibe el crecimiento de las bacterias durante el periodo en que el equipo de ordeño no está en funcionamiento.

Además, según lo señalado por WATTIAUX (2006), el lavado de equipos de ordeña con un detergente ácido favorece la higiene y conservación del equipo, ya que neutraliza los residuos de cloro y alcalinos al lavar a una temperatura entre 35 y 45°C, (prolonga la vida de las partes de goma), previene los depósitos minerales y ayuda a prevenir la “piedra de leche”, y elimina las bacterias.

**4.1.11 Enjuague para eliminar restos de detergente ácido.** Con respecto al enjuague, el 98% de los productores enjuaga para eliminar restos de detergente ácido. WATTIUX (2006), señala que es necesario enjuagar con agua tibia luego del lavado ácido, para eliminar restos de este tipo de detergente.

**4.1.12 Desinfección con agua con cloro antes de ordeñar.** El 98% de los productores desinfecta con agua con cloro los equipos y utensilios de ordeña antes de ordeñar, y lo hace en la concentración adecuada. Según REINEMANN *et al.* (2003), los desinfectantes se aplican inmediatamente antes del ordeño para eliminar a las bacterias que han sobrevivido el proceso de la limpieza. Los productos en base a compuestos clorados son la forma más común para desinfectar equipos de ordeña en

predios lecheros, ya que elimina una amplia gama de microorganismos, probablemente más amplia que la de cualquier otro desinfectante aprobado.

**4.1.13 Temperatura del agua para enjuague con cloro.** La temperatura del agua para enjuague con cloro es adecuada en un 95% de los predios, cumpliendo así con lo indicado por EUREGAP (2005), que en su manual Criterio de Cumplimiento, Aseguramiento Integrado de Fincas, señala que es necesario asegurar que la temperatura del agua utilizada para el ciclo de lavado sea adecuada y constante.

**4.1.14. Estado y funcionamiento del equipo de ordeña.** Con Respecto al estado y funcionamiento de ordeña, se encontró que sobre un 95% de los predios, mantenía en buen estado el vacuómetro y los pulsadores, mantenían limpias las mangueras, y colgaba las pezoneras, cumpliendo en éstos ítems con lo señalado por EUREGAP (2005), que indica que el equipo de ordeña se debe mantener limpio, se debe probar y se debe hacer el mantenimiento según los requerimientos de la industria y del fabricante.

**4.1.15 Prácticas higiénicas del ordeñador.** Se estableció que el 97% de los ordeñadores evita prácticas antihigiénicas, cumpliendo así con lo señalado en el Reglamento Sanitario de los Alimentos, el cual establece que: en las zonas donde se manipulen alimentos, deberá prohibirse todo acto que pueda contaminarlos: como comer, fumar, masticar chicle, o realizar otras prácticas antihigiénicas, tales como escupir. (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2005). Es por esto que el ordeñador y todo el personal de un predio lechero, debe recibir capacitación con relación a la higiene personal, ropa y equipo de trabajo. (CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2003).

**4.1.16 Distancia de basuras con pozo de agua.** En lo que respecta a la ubicación de la basura, en el 97% de los casos, la disposición final de ésta dentro del predio se encuentra a más de 100 metros del pozo que abastece de agua a la lechería. Al respecto, la normativa de la Unión Europea referente al vertido de residuos señala que para la ubicación de un vertedero deben tenerse en consideración: las vías fluviales,

masas de agua y otras zonas agrícolas o urbanas, además de la existencia de aguas subterráneas, sin especificar distancias para ello; sin embargo, debe cumplir con los siguientes requisitos: la base y los lados del vertedero consistirán en una capa mineral que, para residuos no peligrosos deberá tener una permeabilidad=  $1,0 \times 10^{-9}$  m/s y espesor= 1 m, (UNIÓN EUROPEA, 1999).

**4.1.17 Tiempo de resguardo de medicamentos.** El 96% de los productores respeta los tiempos de resguardo de los medicamentos veterinarios, lo que es una práctica correcta según lo señalado por el Ministerio de Agricultura el cual indica que, por ejemplo, para evitar la presencia de residuos en la carne u otros tejidos del animal, es esencial que el encargado del ganado observe el periodo de resguardo establecido para cada producto y régimen de dosificación, o un período de resguardo de duración adecuada, determinado por un veterinario (CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2003).

**4.1.18 Plan de emergencia ante un derrame de hidrocarburos.** El 99% de los productores dice no tener un plan de emergencia antiderrame para hidrocarburos (petróleo). Esto es una práctica incorrecta, ya que según lo señala el Ministerio de Salud, las sustancias peligrosas deberán almacenarse en recintos específicos destinados para tales efectos; el empleador debe mantener en el lugar de trabajo un plan detallado de acción para enfrentar emergencias y una hoja de seguridad donde se incluyan, a lo menos los siguientes antecedentes: nombre comercial, fórmula química, compuesto activo, cantidad almacenada, características físico- químicas, tipo de riesgo mas probable ante una emergencia, croquis de ubicación dentro del recinto donde se señalen las vías de acceso y elementos existentes para prevenir y controlar emergencias (CHILE, MINISTERIO DE SALUD 2001).

## **4.2 Reglas de asociación**

Con el fin de identificar aquellas variables que aparecen, mas frecuentemente ligadas, descubrir su grado de dependencia y establecer patrones de comportamiento que ayuden a caracterizar mejor los grupos de productores, se utilizaron reglas de asociación las cuales fueron determinadas por medio del algoritmo a priori.

Para este análisis se establecieron los siguientes parámetros:

**Soporte:** fracción de las observaciones en que el conjunto de variables observadas, aparecen ligadas.

**Confidencia:** estimación de la probabilidad de B dado A.

Como resultado, a cada regla de asociación aparecerá asociado un lift, el que indicará el grado de asociación entre las variables, el lift se define como:

$$\frac{P(A \text{ y } B)}{P(A) \cdot P(B)}$$

Mientras más lejano de 1 más significativa es la asociación.

Cuando el lift= 1, no existe asociación entre las variables.

Cuando el lift > 1, la asociación entre las variables es positiva.

Cuando el lift es < 1, la asociación entre las variables es negativa.

En el ANEXO 4, se observan a modo de ejemplo las reglas de asociación para el ítem aspectos sanitarios:

De las asociaciones encontradas en el ítem aspectos sanitarios, se desprende lo siguiente: cuando el predio se encuentra libre de leucosis, también se encuentra libre de tuberculosis. Esta asociación tiene una confidencia de 96% y un lift de 1,102, y tiene un soporte de 0,52 lo que de acuerdo a la definición indicada anteriormente, quiere decir que un 52% de los productores cumple con ambas condiciones simultáneamente. En este caso entonces, un porcentaje importante de los predios ha sido declarado por el Servicio Agrícola y Ganadero libre de una de las enfermedades (tuberculosis), la que le permite acceder a una bonificación adicional por cada litro de leche que venden a la industria. Al respecto es importante señalar que la Unión Europea, en su DIRECTIVA 64/432/CEE: indica que: la leche cruda debe originarse de vacas pertenecientes a un rebaño que se encuentre oficialmente libre de tuberculosis y leucosis. (UNIÓN EUROPEA, 1964).

Además se encontró que cuando un predio se encuentra libre de ambas enfermedades (tuberculosis y leucosis), entonces, también se encuentra libre de brucelosis con una confianza de 0,98, y con un soporte de 0,5, lo que quiere decir que en un 50% de los casos se encuentra libre de estas tres enfermedades a la vez. Esta asociación tiene un lift de 1,1.

De las asociaciones encontradas en el ítem sala de ordeña se observó que: cuando el piso de la sala de ordeña está en buen estado, entonces, la pendiente del piso es adecuada, esta asociación tiene una confianza de 0,98, y un soporte de 0,59, es decir, ambas condiciones se dan simultáneamente en un 59 % de los casos, con un lift de 1,143. Esto indica que la mayoría de los predios estudiados cumple con lo indicado en el RSA, referente al estado de los pisos de un lugar donde se elaboran alimentos, este reglamento señala que los pisos, no tendrán grietas y serán fáciles de limpiar. Según el caso, se les dará una pendiente suficiente para que los líquidos escurran hacia las bocas de los desagües. (CHILE, MINISTERIO DE SALUD, 2005).

Por otra parte, en el ítem control de mastitis se encontraron 13 reglas de asociación entre las distintas variables, de las cuales se puede resumir las siguientes:

Cuando se realiza control de mastitis, es decir, cuando se hace un diagnóstico periódico cuarto por cuarto, por ejemplo a través de CMT a cada una de las vacas, en el caso de dar positivo, también se realiza tratamiento de vacas con mastitis subclínica, esta asociación tiene una confianza de 0,91 y un soporte de 0,42, es decir estas variables se observan juntas en un 42% de los casos, con un lift de 2,17. Esta asociación es importante, ya que es dable esperar que si se realiza un diagnóstico, los casos positivos debieran ser tratados, en especial pensando en las consecuencias que origina en el rebaño, en la producción, en la composición de la leche y en los productos lácteos la mastitis subclínica.

El control de mastitis un tanto más exhaustivo proporcionaría la información necesaria sobre el patógeno para evaluar programas de la salud de la ubre, particularmente durante el período seco. (SARGEANT et al. ,2001).

El control de las mastitis subclínicas es más importante que el simple tratamiento de los casos clínicos según lo señalado por WATTIAUX (2006), ya que los rebaños que poseen casos subclínicos son reservorios de organismos que conducen a infecciones de otras vacas; y la mayor parte de los casos clínicos comienzan como subclínicos; por lo tanto, el controlar los casos de mastitis subclínica es la mejor forma de reducir los casos clínicos.

De las reglas de asociación obtenidas para las variables relacionadas con el almacenamiento de leche se puede desprender que cuando se utiliza preenfriador mas estanque de enfriamiento para el almacenamiento de la leche, entonces, en un 81% de los casos, el tiempo que se demora la leche en llegar a los 4°C es menor o igual a 2 horas, esto, según ALAIS (1985), permite mantener bajos recuentos de ufc/ml. Esta regla tiene un soporte de 0,38, y un lift de 1,41. Según lo señalado por CARRILLO *et al.* (2004), el enfriamiento es un punto de importancia en la calidad microbiológica de la leche cruda, ya que ésta se ve afectada cuando el enfriamiento es insuficiente. Un rápido enfriamiento de la leche cruda impedirá la rápida proliferación de microorganismos que afectan la calidad de la leche.

De las reglas obtenidas del ítem lavado de equipos, se puede resumir lo siguiente: cuando las escobillas son de plástico, y se encuentran en buen estado, entonces en un 88% de los casos, el equipo se encuentra limpio, con un soporte de 0,51, es decir este comportamiento o asociación se presenta simultáneamente en un 51% de los casos con un lift de 1,046.

De las reglas de asociación para variables relacionadas con equipos de ordeña se observó que cuando el estado de la trampa de vacío era “bueno”, y el regulador de vacío estaba limpio; entonces, en un 98% de los casos el estado de la línea de vacío es bueno, ya que su confianza es de 0,98. Esta regla tiene un soporte de 0,79, lo que quiere decir que estas variables se presentan en forma simultánea en el 79% de los casos con un lift de 1,1.

Con respecto a la línea de vacío, cuando esta se encuentra en buen estado, entonces en un 93% de los casos, la línea se encuentra limpia. Estas variables se presentan unidas en un 83% de los casos, con un lift de 1,047.

De las reglas de asociación para variables relacionadas con buenas prácticas ganaderas se desprende que cuando la distancia de la disposición final de basura con la lechería es mayor a 100m, entonces, en un 96% de los casos la distancia de la disposición final de basura con cursos de agua, también es mayor a 100m. Estas tres variables se presentan simultáneamente en un 74% de los casos, con un lift de 1,044. Con respecto a la disposición de desechos sólidos en la industria láctea, la Comisión Nacional del Medio Ambiente señala que la práctica más recomendable es: para los plásticos, maderas, metales y papeles generados, separarlos y entregarlos a terceros para su reciclaje y/o reutilización. También pueden ser dispuestos en rellenos municipales y/o incinerados en instalaciones adecuadas para ello. (CHILE, COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, 1998).

Cuando la distancia de la disposición final de la basura con la lechería es mayor a 100 m, y la distancia de la lechería con el área de disposición de animales muertos es mayor a 100 m, entonces, en un 97% de los casos la distancia de la disposición final de basuras con cursos de agua es mayor a 100 m. Estas tres variables se presentan en forma simultánea en un 69% de los casos, con un lift de 1,05. En relación a la disposición de los animales muertos, el SAG, señala que cada predio deberá contar con un lugar especialmente diseñado para este propósito, y que deberá estar a una distancia mínima de 100 metros de los corrales, instalaciones en general del plantel y viviendas aledañas. (CHILE, SERVICIO AGRÍCOLA y GANADERO. SAG. 2001). La fosa destinada para la disposición de animales muertos, no debe contener otro tipo de residuos tales como basuras domésticas, farmacéuticas o líquidos. Idealmente no se deben quemar animales muertos, y esta práctica se encuentra prohibida en la región metropolitana.

#### **4.3 Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM)**

Con el objetivo de identificar cuales son las variables que permiten discriminar y caracterizar grupos, se realizó un análisis de correspondencias múltiples. Para

identificar las variables que permiten discriminar grupos de predios, se observaron las variables proyectadas en el primer plano factorial, formado por los ejes uno y dos, los que aportan la mayor cantidad de información, ya que reúnen el 12,8% de la varianza explicada, los ejes restantes cuentan con varianzas mucho menores, como se observa en el ANEXO 5. En la representación gráfica del ACM, (ANEXO 6) se observan los predios representados por puntos. Aquellos puntos que se encuentran cercanos representan a productores con un comportamiento similar, si se encuentran más lejanos, quiere decir que muestran comportamientos distintos. Se graficó esta distribución para cada una de las variables estudiadas, donde aquellas variables que mostraban un mayor grado de separación entre las “nubes” que encerraban a los productores que respondieron a una determinada categoría, indicaban que dicha variable permitía discriminar grupos. Estas variables que sí permiten discriminar distintos grupos de productores son las que se observan en los ANEXOS 6 y 7, y son las que permitieron la conformación de grupos en el análisis de cluster.

**4.3.1 Variables relacionadas con el manejo.** Como se señaló anteriormente las variables relacionadas con el manejo y que permitieron discriminar para la conformación de los grupos presentan una mayor separación en las nubes que encierran a los grupos de productores con un comportamiento similar. Estas variables fueron las siguientes: control de mastitis, tratamiento de mastitis subclínica, limpieza del equipo de ordeña, temperatura del agua para enjuagar el equipo de ordeña, limpieza de la línea de vacío, estado de la línea de vacío, línea de vacío lavada recientemente, estado de la trampa de vacío, estado de las mangueras de vacío, limpieza de la trampa de vacío, limpieza del regulador de vacío, estado del regulador de vacío, limpieza de los colectores, estado de los colectores, limpieza de las pezoneras, estado de las pezoneras, estado de las gomas de las pezoneras, estado de la bomba del estanque de leche, estado de la válvula de desagüe del estanque de leche, presentación personal del ordeñador, recibe incentivo por volumen o calidad, uso de medicamentos autorizados, almacenamiento adecuado de productos veterinarios, manejo adecuado de pesticidas y manejo adecuado de fertilizantes.

**4.3.2 Variables relacionadas con infraestructura.** En cuanto a las variables relacionadas con infraestructura y que permitieron discriminar grupos, se encuentran en el ANEXO 7; estas variables fueron: existencia de pozo purinero, sala de leche

separada del área de ordeño, pendiente del piso de la sala de leche, estado de las paredes de la sala de leche, iluminación adecuada de la sala de ordeño.

#### **4.4 Agrupamiento k- means**

Con el objetivo de formar grupos de predios con características similares, se aplicó el algoritmo de k-means; análisis del cual resultaron 4 grupos de productores. Este análisis se hizo a partir de las variables identificadas en el Análisis de Correspondencias Múltiples, como variables que permiten discriminar grupos, las que se encuentran en los ANEXOS 6 y 7.

En la FIGURA 3 se observa la distribución de los 4 grupos formados por el algoritmo de k- means, con respecto a las variables que por medio del análisis de correspondencias múltiples, permitieron discriminar a los distintos grupos.

La proyección de los grupos (formados por k- means), se encuentra representada en el primer plano factorial, formado por el primer eje (RS1) que tiene una varianza del 24% y por el segundo eje (RS2) que tiene una varianza de un 10 %, siendo estos los ejes que aportan la mayor varianza de acuerdo a los antecedentes que aparecen en el ANEXO 8, ambos en conjunto tienen un porcentaje de varianza explicada de un 34%, lo que significa que son los ejes que aportan mayor cantidad de información.

En el ANEXO 9 se observa que aquellas variables que tuvieron mayor peso en el primer eje (RS1) son estado de la línea de vacío (22%), estado de las pezoneras (7,8%) y limpieza de los colectores (7,3%), estado de las mangueras de vacío (6,9%), y limpieza de las pezoneras (6,7%).

En el segundo eje (RS2), las variables de mayor peso fueron: manejo adecuado de pesticidas (20,2%), y manejo adecuado de fertilizantes (20,2%), seguidas de control de mastitis (10%), línea de vacío lavada recientemente (10,4%), y tratamiento de mastitis subclínica (9,6%).

En la FIGURA 3 se observa que en el tercer cuadrante, en la parte inferior izquierda, se encuentran agrupados los predios pertenecientes al grupo 4. De su ubicación en el plano, se desprende que éstos obtuvieron menores puntajes en las variables que

tienen más peso en el eje 2, como: manejo adecuado de pesticidas, manejo adecuado de fertilizantes, control de mastitis y tratamiento para vacas con mastitis subclínica. Los predios que se encuentran ubicados en el extremo superior de este eje (cuadrantes I y II), obtuvieron los puntajes mas altos en dichas variables, es decir tenían un mayor grado de cumplimiento de estas variables. Los predios que se encuentran ubicados en el extremo izquierdo de la figura (primer cuadrante), pertenecen al grupo 3. Éstos obtuvieron mayores puntajes en las variables que tienen mayor peso en este eje como: estado de la línea de vacío, estado de las pezoneras y limpieza de los colectores. A medida que se avanza en forma horizontal hacia la derecha, los puntajes comienzan a decrecer (grupo 2), resultando los predios que cuentan con el menor puntaje en estas variables, aquellos que se encuentran ubicados en el extremo derecho de la figura (grupo1), es decir los que mostraron un menor grado de cumplimiento.

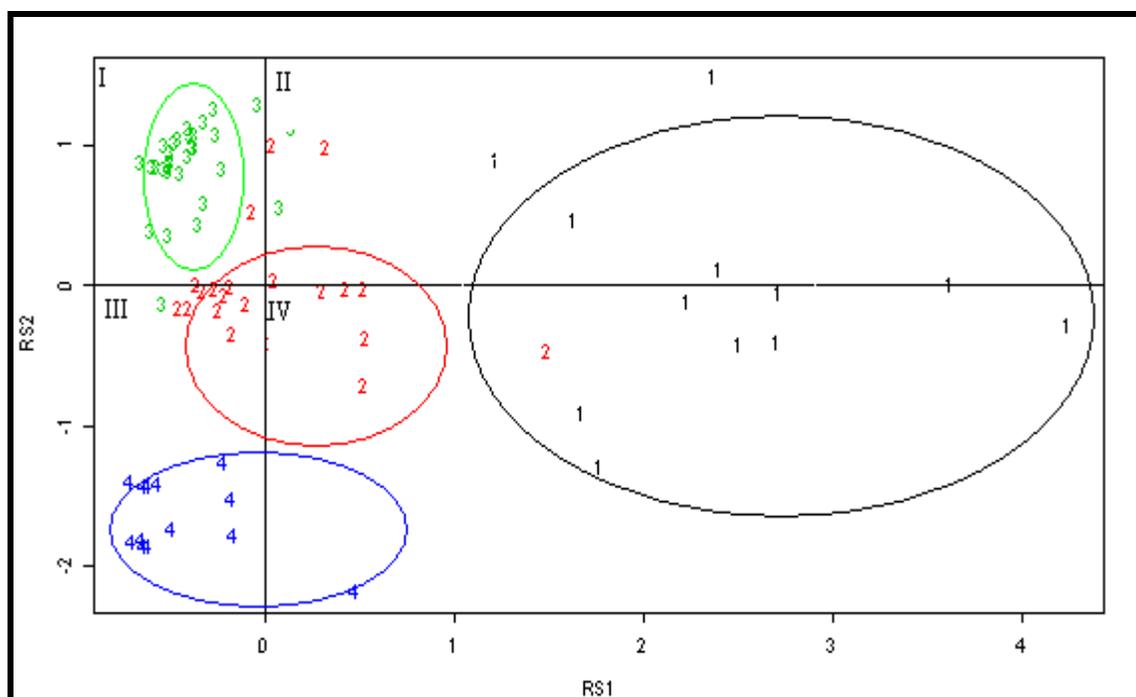


FIGURA 3. Distribución de los 4 grupos de predios en el primer plano factorial.

**4.4.1 Caracterización de los grupos.** Luego de realizar el agrupamiento, por medio del algoritmo de k-means, se elaboró el CUADRO 6, cuyos antecedentes permitieron analizar más en detalle el comportamiento de las variables que permitieron caracterizar

a los 4 grupos de predios lecheros. En este cuadro se observa el porcentaje de cumplimiento para cada una de dichas variables.

Se observa que el grupo de productores que tiene el mayor porcentaje de cumplimiento en prácticamente todas las variables, o en el que las variables relacionadas con una adecuada condición de producción higiénica mostraron mayoritariamente un mejor comportamiento, es el grupo 3, mientras que el que presentó un menor porcentaje de cumplimiento o en el que las variables relacionadas con una inadecuada condición de producción higiénica se repitieron en un mayor porcentaje fue el grupo 1. A continuación se describen las características de cada grupo.

**Grupo 1.** Este grupo, conformado por el 13% de los predios, se caracterizó principalmente porque en la mayoría de los casos no se hace control ni tratamiento cuando las vacas tienen mastitis subclínica. Los equipos y utensilios de ordeña, en general, se encontraban sucios, al igual que la línea de vacío la que además estaba en mal estado. En la mayoría de los predios, en los equipos de ordeña, las pezoneras estaban sucias y en mal estado (54%), al igual que el regulador de vacío, el que en el 100% de los predios de este grupo se encuentra sucio, y en un 69% en mal estado.

En relación a las características de construcción de la sala de ordeña, en un alto porcentaje de los predios de este grupo, las paredes de ésta estaban en malas condiciones (sucias y/o destruidas) (85%), y la pendiente del piso no era la adecuada en un 62% de los casos, ya que se observó aposamiento de agua y restos de leche.

En lo que respecta a las buenas prácticas agrícolas, se observó que en un alto porcentaje (62%) de los predios no se almacenaban adecuadamente los productos veterinarios.

CUADRO 6. Comportamiento de las variables que caracterizaron a los 4 grupos de acuerdo al agrupamiento de k- means. (% de cumplimiento)

<b>Variables</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>	<b>Grupo 4</b>
Control de mastitis	23%	12%	88%	5%
Tratamiento a vacas con mastitis subclínica	23%	8%	83%	5%
Equipos y utensilios limpios	8%	8%	93%	95%
Mide temperatura del agua para lavar equipos	23%	4%	64%	62%
Línea de vacío limpia	38%	92%	98%	95%
línea de vacío en buen estado	38%	96%	93%	62%
Línea de vacío fue lavada recientemente	69%	100%	95%	48%
Mangueras de vacío en buen estado	61%	100%	98%	95%
Trampa de vacío limpia	39%	96%	95%	100%
Regulador de vacío limpio	0%	96%	93%	100%
Regulador de vacío en buen estado	31%	100%	93%	100%
Colectores limpios	46%	96%	95%	100%
Colectores en buen estado	54%	92%	98%	100%
Pezioneras limpias	46%	96%	98%	100%
Pezioneras en buen estado	46%	92%	98%	95%
Gomas de las pezioneras en buen estado	54%	88%	98%	100%
Bomba de lavado en buen estado	54%	96%	88%	100%
Ordeñador recibe incentivo por calidad o volumen	62%	88%	93%	95%
Pendiente adecuada del piso de la sala de ordeña	38%	66%	86%	95%
Sala de leche separada del área de ordeña y otras dependencias	54%	34%	88%	76%
Paredes de la sala de ordeña en buenas condiciones	15%	25%	74%	95%
Iluminación adecuada de la sala de ordeña	69%	71%	98%	95%
Utiliza medicamentos autorizados	85%	88%	100%	95%
Almacenamiento adecuado de productos veterinarios	38%	63%	93%	90%
Manejo adecuado de pesticidas	100	100%	100%	5%
Manejo adecuado de fertilizantes	100	100%	100%	5%

**Grupo 2.** En este grupo, que se encuentra formado por el 24% de los predios, al igual que en el caso de los predios del grupo 1, un alto porcentaje (88%) no hacía control de mastitis, ni tratamiento de mastitis subclínica (92%). Y los equipos y utensilios de ordeña se encontraban sucios (92%). Sin embargo, en este grupo el resto de las variables relacionadas con las condiciones de producción higiénica de la leche en un alto porcentaje de los predios mostró un comportamiento adecuado.

En lo que respecta al diseño higiénico de la sala de ordeña, al igual que en el grupo 1, en un alto porcentaje de los predios (75%), las paredes de ésta se encontraban en mal estado. Además en el 66% la sala de leche no se encontraba separada de la sala de ordeño.

**Grupo 3.** Éste se encuentra formado por el 42% de los predios estudiados, a diferencia de los dos grupos anteriores, en un alto porcentaje de los predios se hace control de mastitis (88%) y tratamiento de mastitis subclínica (83%), los equipos y utensilios de ordeña se encontraban limpios (93%), al igual que la línea de vacío (98%), la que también se encontraba en buen estado (93%), la trampa de vacío también se encontraba limpia (95%). En un alto porcentaje de los predios también se encontró que el regulador de vacío estaba limpio y en buen estado (93%), al igual que las pezoneras (98%).

En lo relacionado con el diseño higiénico de la sala de ordeña, se encontró que un alto porcentaje cuenta con paredes en buen estado (74%), y con un piso que permite el adecuado escurrimiento de líquidos (86%), además en su mayoría la sala de leche se encontraba separada del área de ordeño y otras (88%).

Con respecto a las buenas prácticas agrícolas, se encontró que en todos los predios de este grupo se utilizaban sólo medicamentos autorizados, y realizaban un adecuado manejo de pesticidas y fertilizantes, y la mayoría de ellos realizaba un adecuado almacenamiento de productos veterinarios (93%).

En resumen, de los antecedentes anteriormente descritos se puede señalar que en este grupo de predios el comportamiento de las variables de producción higiénica en

un mayor porcentaje que los dos descritos anteriormente, mostró un comportamiento adecuado.

**Grupo 4.** Este grupo que se encuentra formado por el 21% de los predios estudiados. A pesar que en general se caracteriza por tener un alto porcentaje de cumplimiento en la mayoría de las variables relacionadas con producción higiénica, llama la atención que en un alto porcentaje de los predios no se realiza control ni tratamiento a las vacas con mastitis subclínica (95%). Todos los predios de este grupo se caracterizaron porque en el equipo de ordeña, la trampa de vacío estaba limpia, al igual que el regulador de vacío, el que además estaba en buen estado, al igual que sus colectores. Además, en la mayoría de los casos este grupo se caracterizó porque los equipos de ordeña contaban con pezoneras limpias (100%) y en buen estado (95%).

En relación al diseño higiénico de la sala de ordeña, se puede señalar que en la mayoría de los casos las paredes de ésta se encuentran en buenas condiciones (95%), y el piso cuenta con una pendiente adecuada (95%), y en la mayoría de los predios de este grupo la sala de leche se encuentra separada del area de ordeño y otras.

Con respecto a las buenas prácticas agrícolas, en la mayoría de los predios de este grupo, se realizaba un adecuado almacenamiento de productos veterinarios (90%), sin embargo en la mayoría no se realizaba un manejo adecuado de pesticidas ni de fertilizantes (95%).

**4.4.2 Análisis descriptivo del recuento de células somáticas presentes en las partidas de leche de los predios en estudio.** En las FIGURAS 4, 5, 6 y 7 aparece la distribución de las frecuencias de clasificación de las partidas de leche según el recuento de células somáticas, de los predios que formaron los cuatro grupos según el agrupamiento de k – means.

**4.4.2.1 Análisis general del recuento de células somáticas.** De todas las figuras se desprende en primer lugar que, los niveles del recuento de células somáticas en un alto porcentaje de las partidas de leche y de los predios de los cuatro grupos fue inferior a las 400.000 cél/ ml, con lo que recibirían parte o la totalidad de la bonificación

que entrega la industria por este concepto, de acuerdo a los rangos que aparecen en el ANEXO 3.

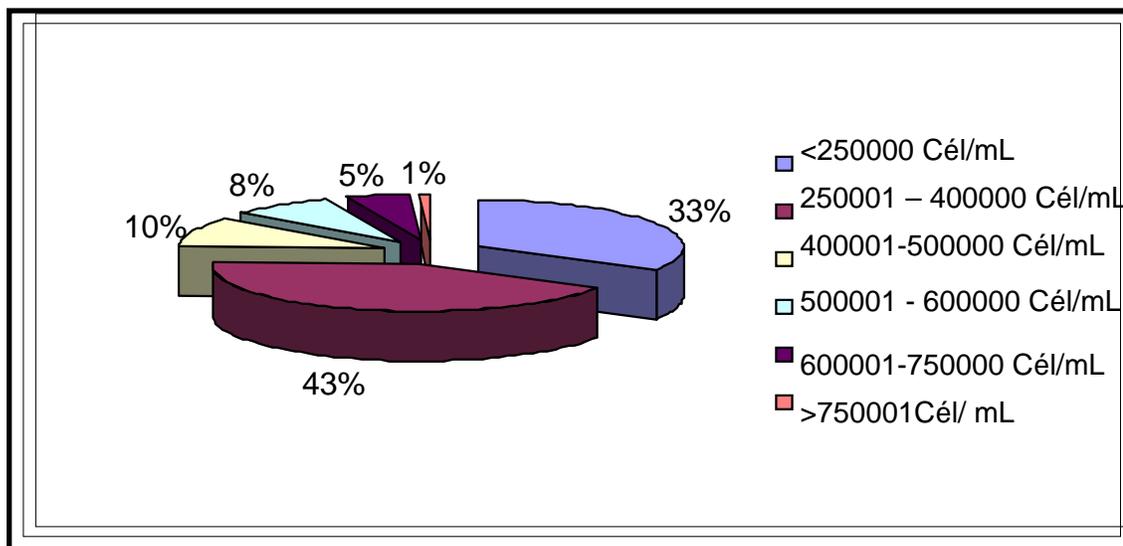
En el caso de los grupos 3 y 4 que constituyen un 63% del total de predios estudiados, los recuentos de células somáticas de las partidas de leche fueron menores que 250.000 cél/ ml, con lo que de acuerdo a los mismos rangos que aparecen en el ANEXO 3, éstos habrían alcanzado la máxima bonificación que entrega la industria por este concepto.

Lo anterior significa entonces que para la industria ésta sería una leche de “buena” calidad. Al respecto RUEGG (2001), KOIVULA et al. (2005), y HAAS et al., (2002), señalan que leches con recuentos de células somáticas menores a 250.000 cél/ mL. provienen de vacas cuya ubre funciona normalmente; pese a que otros autores como SURIYASATHAPORN et al. (2000) y, CARAVIELLO, et al., 2005 indican que leches con recuentos iguales o menores a 200.000 cél/ mL. provendrían de vacas ( o ubres ) sanas y libres de mastitis.

**4.4.2.2 Análisis por grupo para el recuento de células somáticas.** A continuación se presenta un análisis por grupo para el recuento de células somáticas presentes en las partidas de leche de los predios estudiados.

**Grupo 1.** En la FIGURA 4 se observa que en el grupo 1 el 24% de las partidas de leche presentaron recuentos superiores a las 400.001 cél/mL, lo que según el esquema de pago del ANEXO 3, se encuentra en el rango sujeto a descuento.

Sin embargo, la mayoría de las partidas de leche se encuentran en el tramo entre 250.000 y 400.000 cél/ mL (43%), rango dentro del cual, según el esquema de pago, se recibe bonificación; pese a esto, habría que señalar que la leche provendría de vacas con cierto grado de mastitis, ya que según lo señalado por RUEGG (2001) y KOIVULA et al. (2005), cualquier vaca, sin considerar la parición o estado de lactancia cuya leche tenga un recuento de células somáticas mayor a 250.000 tendría mastitis subclínica.



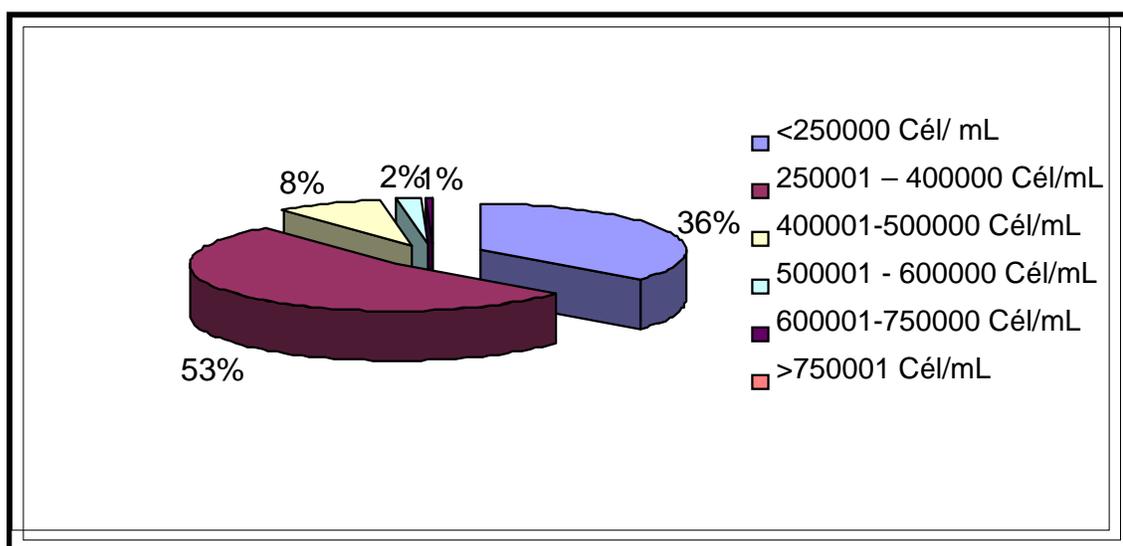
**FIGURA 4. Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 1 en los distintos rangos de células somáticas/ ml establecidos.**

El mayor porcentaje de partidas de leche de este grupo con niveles superiores a las 400.000 células somáticas /mL (24%) y entre 250.000 y 400.000 (43%), en comparación con los grupos 3 y 4, coincidió con el mayor número de predios que no realizaban control de mastitis, ni tratamiento de mastitis subclínica. Por otro lado, en la mayoría de los predios de este grupo las pezoneras de los equipos de ordeño se encontraban sucias, constituyéndose en una potencial fuente de propagación de la mastitis. Al respecto RUEGG (2002), señala que el reservorio primario para patógenos contagiosos es la ubre de la vaca, y la ruta principal de transmisión es de vaca a vaca a través de equipos contaminados. También en la mayoría de los predios se encontraban los colectores sucios, lo que según KRUZE (1998), puede producir un movimiento de leche contaminada de un cuarto mamario a otro.

**Grupo 2.** En la FIGURA 5 se observa que solo en un 11% de las partidas de leche del grupo 2 los recuentos fueron superiores a 400.000 cél/mL, es decir según la pauta de pago que se encuentra en el ANEXO 3, un 11% de las partidas de este grupo se encontraban en el rango sujeto a descuento, mientras que el 89% restante se encontraba en el tramo en que reciben bonificación por este concepto. De este último porcentaje, la mayoría de las partidas de leche (53%) clasificó en el rango que va entre 250.000 y 400.000 cél/mL. WATTIAUX (1996), señala que recuentos cercanos a las

400.000 cél/ ml, son característicos de los rebaños que poseen buenas prácticas de manejo, pero que no hacen un particular énfasis en el control de la mastitis.

Coincidiendo un tanto con los mayores porcentajes de partidas de leche con recuentos de células somáticas superiores a las 250.000 cél/ ml, en relación a los grupos 3 y 4, y al igual que en el grupo 1, los predios de este grupo se caracterizaron por tener un bajo grado de cumplimiento de las variables relacionadas con el control de mastitis y con el tratamiento de mastitis subclínica (ver CUADRO 6), lo que favorecería la proliferación y “mantención” de esta enfermedad. Según lo indicado por WATTIAUX (2006), el control de las mastitis subclínicas es más importante que el simple tratamiento de los casos clínicos ya que: las vacas que poseen casos subclínicos son reservorios de organismos que conducen a infecciones de otras vacas; y la mayor parte de los casos clínicos comienzan como subclínicos; por lo tanto, el controlar los casos de mastitis subclínica es la mejor forma de reducir los casos clínicos.

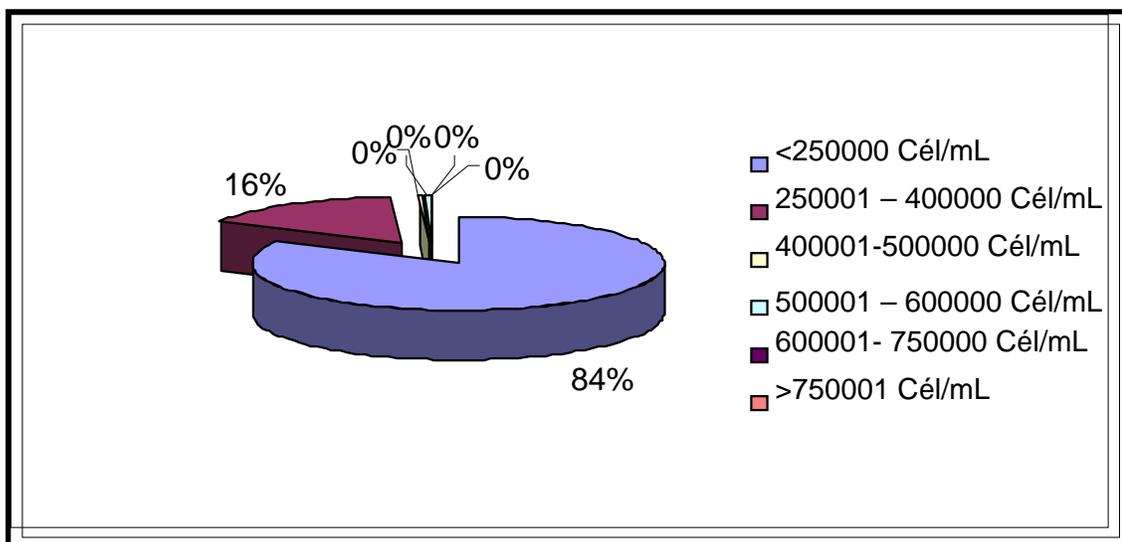


**FIGURA 5. Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 2 en los distintos rangos de células somáticas/ ml establecidos.**

Además, este grupo se caracterizó porque en la mayoría de sus predios los equipos y utensilios de ordeña se encontraban sucios. Al respecto PHILPOT (2001), señala que otros factores causantes de mastitis son: las máquinas de ordeño, el alojamiento y el ambiente, la genética y el manejo.

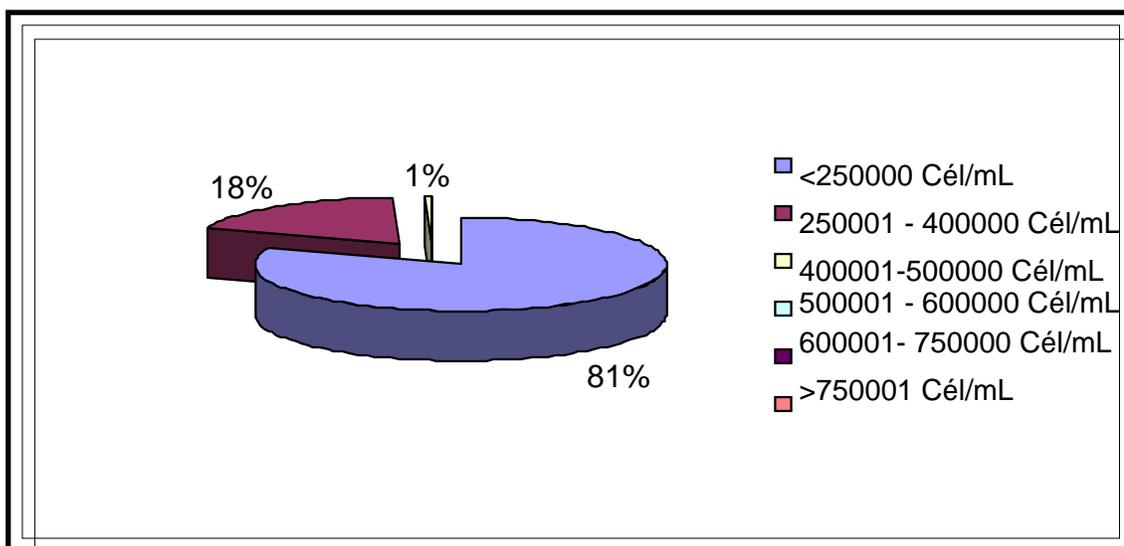
**Grupo 3.** En la FIGURA 6, se observa que el mayor porcentaje de partidas de leche de este grupo (84%), se encontraba bajo las 250.000 cél/ mL, a diferencia de los dos grupos anteriores, con lo que según el esquema de pago del ANEXO 3, recibirían la máxima bonificación entregada por la industria por recuento de células somáticas; además como se indicó en el punto 4.4.2.1, estas partidas de leche provendrían de vacas sanas.

“El buen estado de salud” de las vacas de este grupo, coincide con el hecho que en la mayoría de los predios se detectó un mayor grado de cumplimiento de las variables de producción higiénica. Así por ejemplo, en la gran mayoría se realizaba control de mastitis, y tratamiento de mastitis subclínica, prácticas adecuadas para la prevención de infecciones intramamarias, además se caracterizaban por tener sus equipos de ordeña limpios, y a diferencia de los grupos 1 y 2, las pezoneras se encontraban limpias y en buen estado. Con respecto a este punto RODRIGUES *et al.* (2005), señalan que el análisis regular del sistema de ordeño, disminuiría la incidencia de mastitis; también KRUIZE (1998), indica que las unidades de ordeño constituyen un factor importante de transmisión de bacterias durante la ordeña, especialmente de los patógenos contagiosos, ya que las heridas de pezones colonizadas con bacterias y las fecas también pueden contaminar las gomas de las pezoneras durante la ordeña.



**FIGURA 6.** Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 3 en los distintos rangos de células somáticas/ ml establecidos.

**Grupo 4.** En la FIGURA 7 se observa que las partidas de leche del grupo 4 presentaron un comportamiento muy similar al del grupo 3 en cuanto a los recuentos de células somáticas, con un alto porcentaje de recuentos menores a 250.000 cél/ ml (81%), y solo un 1% con recuentos sobre las 400.000 cél/ mL, es decir, según la pauta de pago que se encuentra en el ANEXO 3, la gran mayoría de las partidas de leche proveniente de este grupo recibiría la máxima bonificación por este concepto, lo que indicaría también que la mayor parte de esta leche proviene de vacas sanas. Sin embargo, llama la atención que en la mayoría de los predios las partidas de leche presentaron recuentos bajos, a pesar que en la mayoría de estos predios no se hacía control de mastitis, ni tratamiento de la mastitis subclínica; con esta excepción, el grupo 4 se caracteriza en general por presentar un muy “buen” manejo de las variables estudiadas y que podrían afectar la calidad higiénica.



**FIGURA 7. Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 4 en los distintos rangos de células somáticas/ ml establecidos.**

Un comportamiento que podría explicar en parte los bajos recuentos de células somáticas es que el adecuado manejo que se hace de las variables que influyen en la calidad higiénica incidió positivamente en que los recuentos de células somáticas sean bajos. Con respecto a esto, en un estudio conducido en Gran Bretaña se encontró que la incidencia de la mastitis clínica fue reducida en los predios en donde se hizo una práctica más rigurosa del saneamiento y de la higiene comparadas con los predios que descuidaron más éstas prácticas (Peeler, 2000, y Khaita *et al.* 2000, citados por

SCHREINER y RUEGG. 2003). Barkema et al. 1998, citados por SCHREINER Y RUEGG. (2003), encontraron que el tipo de desinfección de pezones previo a la ordeña se encontraba relacionado con los recuentos de células somáticas, y en general que en aquellas manadas en las que se puso más atención en las prácticas higiénicas, se encontraron recuentos de células somáticas más bajos.

Lo señalado anteriormente coincide con el comportamiento de las prácticas higiénicas observadas en el grupo 4, como: limpieza de equipos y utensilios, estado y limpieza de las pezoneras, trampa de vacío limpia, estado y limpieza del regulador de vacío pendiente adecuada en el piso de la sala de ordeña, y buen estado de las paredes de la sala de ordeña. Variables en las que el grado de cumplimiento fue superior al resto de los grupos, coincidiendo esto con los bajos recuentos de células somáticas obtenidos.

**4.4.3 Análisis descriptivo del recuento de unidades formadoras de colonias presentes en la leche de los predios en estudio.** En las FIGURAS 8, 9, 10 y 11 aparecen la distribución de las frecuencias de clasificación de las partidas de leche según el recuento de unidades formadoras de colonias, de los predios que conformaron los cuatro grupos según el agrupamiento de k – means.

**4.4.3.1 Análisis general del recuento de unidades formadoras de colonias.** De todas las figuras se desprende en primer lugar que, los niveles del recuento de unidades formadoras de colonias, en un alto porcentaje de las partidas de leche (sobre el 90% del total) y de los predios de los cuatro grupos fue inferior a las 20.000 ufc/ mL., con lo que recibirían gran parte o la totalidad de la máxima bonificación que entrega la industria por este concepto, según la clasificación utilizada por ésta (ver ANEXO 3). Esto significa que, considerando este parámetro, la leche de la mayoría de los predios de toda la muestra de este estrato es de “buena calidad” para la industria, ya que cumple con la máxima exigencia establecida por ésta. Al respecto, es importante mencionar que de acuerdo a la INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/ FIL, 2002), en Dinamarca la clasificación de leche para este parámetro en cuatro categorías establecía que una leche de “muy buena calidad” era aquella que contenía un recuento

total de bacterias menor o igual a 30.000 ufc/ml; lo que en alguna medida coincide con la clasificación de “buena calidad”.

En otros países como Argentina y Bélgica, clasificaban a los productores dentro de la mejor categoría, si la leche de éstos alcanzaba un recuento igual o inferior a las 100 mil ufc/ml; mientras que Grecia y Austria un recuento inferior o igual a las 50 mil ufc/mL, valor que según el esquema de pago utilizado en el presente estudio como referencia (ANEXO 3), corresponde al segundo tramo de bonificación para la leche.

En Nueva Zelanda las exigencias eran mayores, ya que en la mejor categoría (I), clasificaban sólo las leches que presentaban un recuento igual o inferior a las 10 mil ufc/ml (IDF/FIL, 2002).

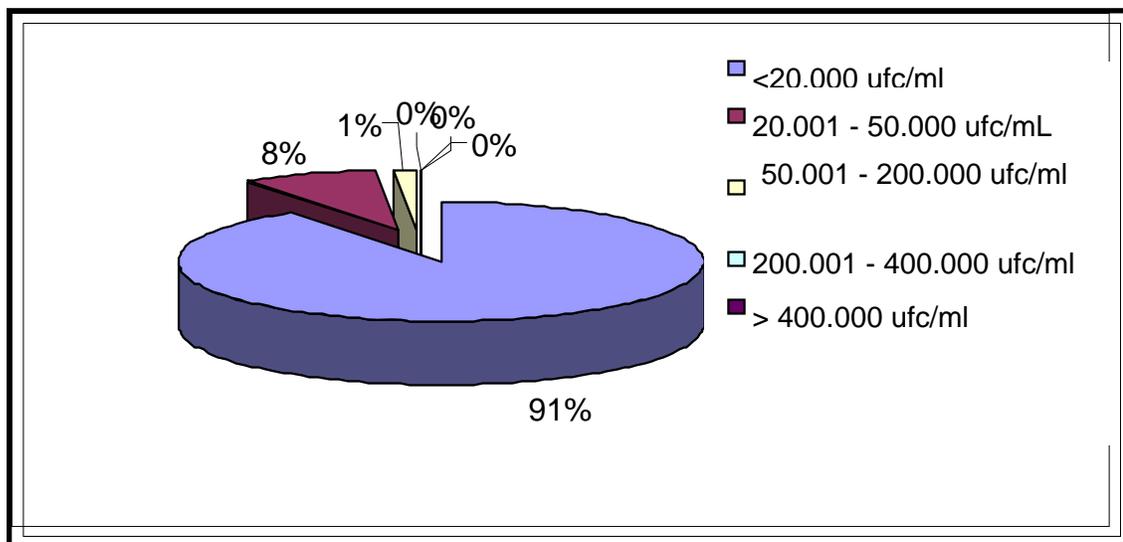
#### **4.4.3.2. Análisis por grupo para el recuento de unidades formadoras de colonias.**

A continuación se hace una descripción de los niveles de ufc/mL de las partidas de leche para cada uno de los grupos, según la clasificación que aparece en ANEXO 3.

**Grupo 1.** En el grupo 1 el 91% de las partidas de leche presentó recuentos menores o iguales a 20.000 ufc/mL, por lo que éstas clasificaron en el tramo que permitía recibir la bonificación más alta por este concepto; el 9% restante de las partidas clasificó en el tramo sujeto sólo a una bonificación parcial.

Pese a que el porcentaje de partidas de leche de este grupo que clasificó en un rango superior a 20.000 ufc/ml fue reducido (9%), fue mayor a las de los grupos 3 y 4. Coincidentemente en este grupo, en un alto porcentaje de los predios, los equipos y utensilios, se encontraban sucios al momento de la visita (ver CUADRO 6), lo que podría afectar negativamente la calidad microbiológica de la leche. Loo y Jones (1999), citados por CARRILLO *et al.* (2004), indican que la calidad microbiológica de la leche cruda, se ve afectada por una mala limpieza de los equipos de ordeña, además de un insuficiente enfriamiento de la leche en el estanque de almacenamiento o un mal manejo de parte del operario encargado. Esto también es señalado por RUEGG (2003), quien indica que una pobre preparación de la ubre o manejo poco higiénico de

las maquinas de ordeño pueden conducir a la contaminación de la leche por bacterias coliformes.



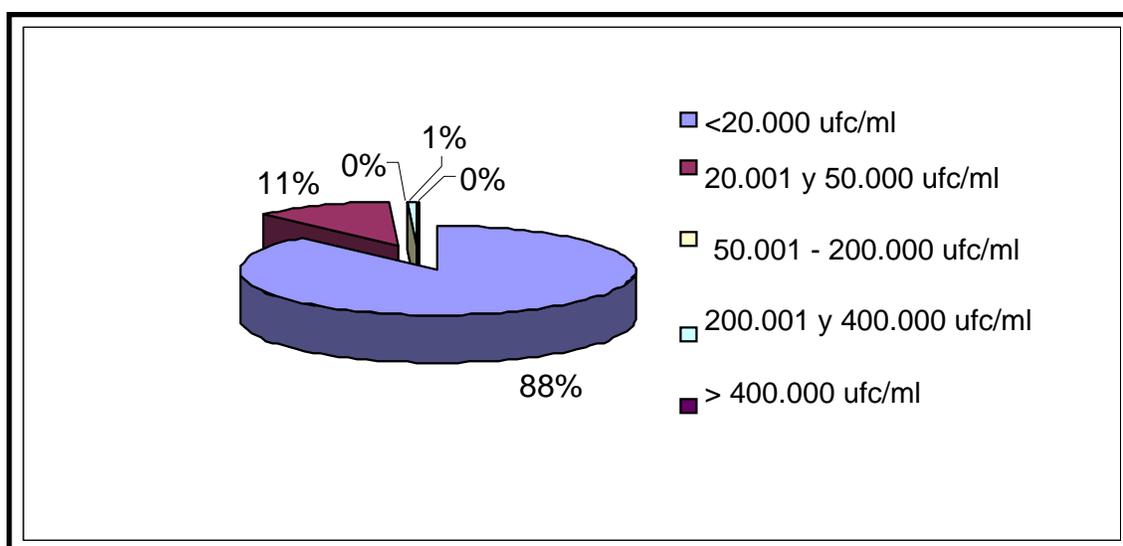
**FIGURA 8. Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 1 en los distintos rangos de ufc/ml establecidos.**

EUREPGAP (2005), señala la importancia de la higiene del equipo de ordeña, al indicar que, para la obtención de una leche de buena calidad higiénica, es necesario mantener el equipo de recolección de leche limpio, estableciendo una rutina para esta limpieza.

**Grupo 2.** En la FIGURA 9 aparece la distribución del porcentaje de partidas de leche del grupo 2 según los distintos rangos de ufc/ml establecidos. Allí se observa que un 88% de las partidas de leche pertenecientes a este grupo clasificaron en el tramo en que reciben el total de la bonificación por este concepto, un 11% en el rango en que solo recibieron una bonificación parcial, y un 1% clasificó en el tramo en que de acuerdo al esquema de pago quedaron sujetas a un descuento. Si bien el porcentaje de partidas de leche que no logró la mejor clasificación fue solo un 12%, este porcentaje fue mayor que en el caso de las partidas de leche de los grupos 3 y 4. Coincidiendo con ello, y al igual que el caso del grupo 1, en un alto porcentaje de estos predios los equipos y utensilios estaban sucios (ver CUADRO 6). Al respecto, Gehriger (1980) citado por CARRILLO *et al.* (2004), señala que el contenido de bacterias en la

leche depende especialmente del grado de limpieza de las máquinas, utensilios de lechería y de la correcta higiene durante la extracción de la leche.

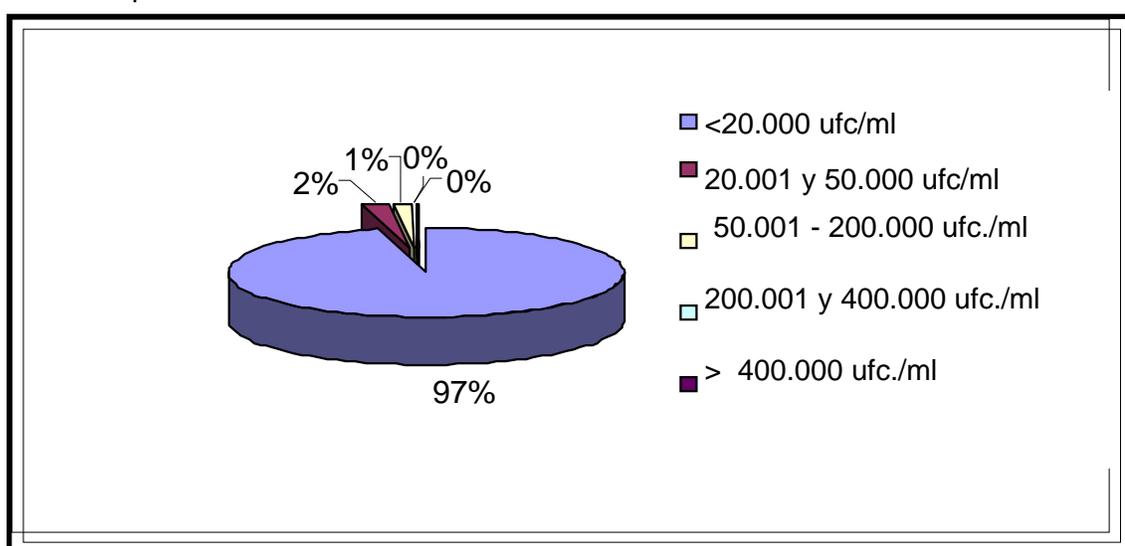
Además, como se observa en el CUADRO 6, este grupo se caracteriza por que la sala de leche no se encuentra separada de la sala de ordeña y otras, dependencias, lo que afecta la calidad microbiológica de la leche. En la Guía de Manejo y Buenas Prácticas para el sector lechero de la zona central de Chile, se señala que la sala de ordeño y la sala de leche, deben contar con una separación adecuada de toda fuente de contaminación, tal como los servicios higiénicos y los estercoleros, de modo de evitar todo riesgo de contaminación de la leche. (CHILE, SERVICIO AGRÍCOLA y GANADERO, 2001).



**FIGURA 9. Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 2 en los distintos rangos de ufc/ml establecidos.**

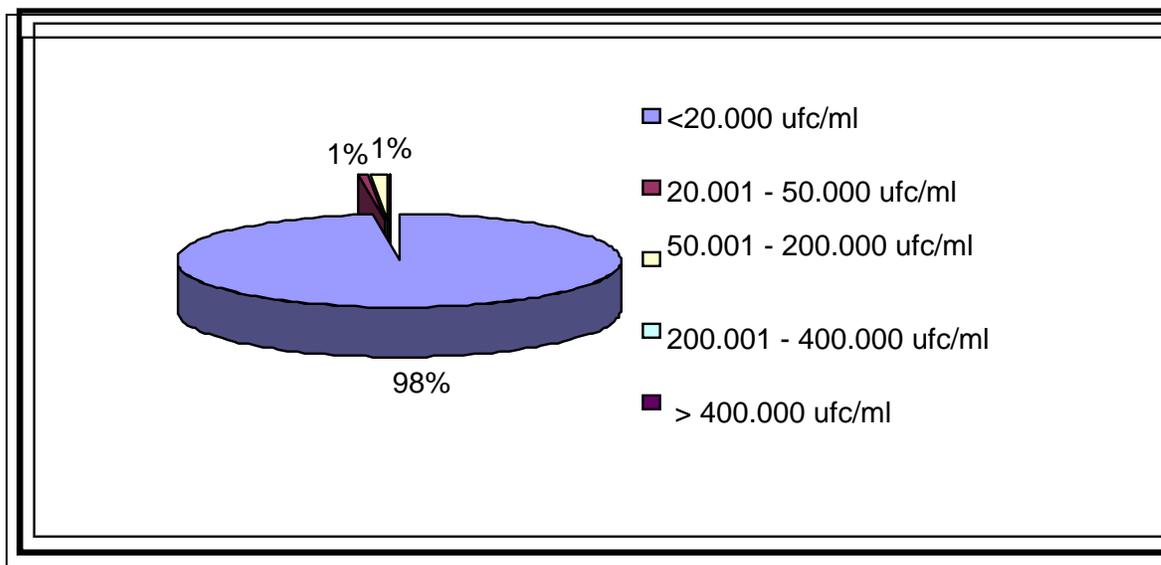
**Grupo 3.** De acuerdo a los antecedentes que aparecen en la FIGURA 10, en el grupo 3 el 97% de las partidas de leche clasificó en el tramo de recuentos menores o iguales a 20.000 ufc/ml, obteniendo éstas, la máxima bonificación que entrega la industria por este concepto de acuerdo a la pauta de pago que se encuentra en el ANEXO 3; el 3% restante de las partidas de leche recibiría una bonificación parcial. El alto y mayor

porcentaje de partidas de leche de este grupo que clasificó en el mejor rango, en comparación a los dos grupos anteriores, coincidió con el hecho que un alto y mayor porcentaje de los predios de este grupo las variables o condiciones relacionadas con la calidad higiénica fueron adecuadas (ver CUADRO 6). Así por ejemplo, en un alto porcentaje de los predios los equipos y utensilios de lechería estaban limpios y en buen estado, prácticas importantes para mantener una “buena calidad higiénica de la leche”. Al respecto REINEMANN *et al.* (1998), señala que si no se limpia y desinfecta adecuadamente el equipo de ordeño las bacterias se multiplican y se vuelven una fuente importante de contaminación.



**FIGURA 10. Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 3 en los distintos rangos de ufc/ml establecidos.**

**Grupo 4.** En el grupo 4 el 97% de las partidas de leche presentaron recuentos iguales o menores a 20.000 ufc/ml, por lo que recibirían la máxima bonificación por bajo recuento de ufc/ml, encontrándose solo un 2% en el tramo de bonificación parcial. Coincidentemente y tal como se señala en el punto 4.4.2.2 este grupo se caracterizó por realizar un buen manejo de las variables relacionadas con calidad higiénica, encontrándose un grado de cumplimiento mayor que el de los grupos restantes en las variables: limpieza de equipos y utensilios, estado y limpieza de las pezoneras, trampa de vacío limpia, estado y limpieza del regulador de vacío pendiente adecuada en el piso de la sala de ordeña, y buen estado de las paredes de la sala de ordeña.



**FIGURA 11. Distribución del porcentaje de partidas de leche de los predios del grupo 4 en los distintos rangos de ufc/ml establecidos.**

## 5 CONCLUSIONES

La mayoría de las características de producción higiénica evaluadas, mostraron un comportamiento adecuado y similar en la mayoría de los 100 predios estudiados, lo cual coincidió con las partidas de leche que presentaron una adecuada calidad higiénica, desde el punto de vista de las exigencias de la industria.

A partir de las variables que permitieron discriminar y a través del análisis estadístico, se establecieron cuatro grupos de predios con condiciones de producción higiénica similares.

El grupo 1 conformado por el 13%, se caracterizó porque en la mayoría de los casos las variables o condiciones de producción higiénica, mostraron un comportamiento inadecuado, lo que coincidió con que un mayor porcentaje de partidas de leche de este grupo, tuviera recuentos de células somáticas superior a 250.000 cél/mL.

En el caso del grupo 2, conformado por el 24% de los predios, pese a que alguna de las variables o condiciones de producción higiénica, mostraron un comportamiento inadecuado, similar al del grupo 1 se logró diferenciar de este en que presentó un mejor manejo higiénico y estado de las pezoneras, líneas de vacío, y reguladores de vacío del equipo de ordeña.

El grupo 3, constituido por el 42% de los predios, a diferencia del 1 y 2, se caracterizó porque en la mayoría de los casos prácticamente todas las variables de producción higiénica mostraron un comportamiento adecuado, coincidiendo ello también con un mayor porcentaje de partidas de leche que clasificó en el rango menor a las 250.000 cél/mL. y en el rango menor a 20.000 ufc/mL.

Finalmente, en el grupo 4 constituido por el 21% de los predios, pese a que en un alto porcentaje de los predios no se hacía control ni tratamiento de las vacas con mastitis

subclínica, “la gran mayoría” de las variables relacionadas con calidad higiénica, mostró un comportamiento adecuado, coincidiendo ello con el alto porcentaje de partidas de leche que clasificó en los rangos de mejor calidad.

## 6 RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar las condiciones de producción higiénica de leche en 100 predios de alta producción de la X región, ubicados entre las provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue, se diseñó, y aplicó una pauta de evaluación a nivel predial, junto con ello se recopiló información acerca del contenido de células somáticas, y recuento total de bacterias de la leche de estos predios, inflamación que fue suministrada por las industrias lecheras. El análisis estadístico multivariable incluyó tres etapas: Reglas de asociación, Análisis de Correspondencias Múltiples, y análisis de conglomerados.

El análisis general mostró que la mayoría de las variables de producción higiénica mostraron un comportamiento adecuado, lo que coincidió con que un alto porcentaje de las partidas de leche clasificara en los rangos de mejor calidad higiénica de acuerdo con las exigencias de la industria.

Se lograron establecer 4 grupos. Como era esperable, el grupo conformado por el 42% de los predios que presentó el mejor comportamiento respecto al manejo higiénico mostró un mayor número de partidas de leche con bajos recuentos de células somáticas. El grupo conformado por el 21% de los productores a pesar de no realizar control ni tratamiento de vacas con mastitis subclínica, mostró un comportamiento adecuado en la mayoría de las variables relacionadas con la calidad higiénica. Ambos grupos obtuvieron leche dentro de los rangos de mejor calidad. Otros dos grupos, formados por el 24% y 13% de los predios, respectivamente, se caracterizaron por presentar un manejo inadecuado en la gran mayoría de sus características de producción higiénica, diferenciándose en el estado y manejo higiénico de pezoneras, líneas de vacío, y reguladores de vacío del equipo de ordeña, lo que se reflejó en un alto porcentaje de partidas de leche con recuentos superiores a las 250.000 cél/mL .

## 7 SUMMARY

With the aim to characterize the hygienic milk production conditions in 100 high production milk farms from Xth region, located between Valdivia, Osorno and Llanquihue provinces, an evaluation instrument was designed and applied, thus data about somatic cells content and bacterial total count from milk industries was collected. The multivariable statistical analysis included three stages: Association rules, analysis of multiple correspondence and analysis of conglomerates.

It was possible to establish 4 clusters. As it is expected, the cluster formed by 42% of farms with the best behaviour respect to hygienic management, showed the biggest number of milk deliveries with low scores of somatic cells. Another cluster with 21% of producers, despite of do not perform subclinical mastitis control, showed an adequate behaviour on the most hygienic quality variables. Both clusters obtained the best milk hygienic quality scores. Two additional clusters formed by 24 and 13% of farms, respectively, were characterized with unadequated management on the most of hygienic productions features, they were differentiated by the state and managment of teatcup liners, vacuum lines and vacuum controllers of milking machine which indicated a high percentage of milk deliveries with bacterial total counts over 250.000 cells/ml.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- ALAIS, C. 1985. Ciencia de la leche, principios de técnica lechera. Editorial Reverté S.A, Barcelona, España. 837p.
- ATMANN, 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). Editorial La Columna. Buenos Aires. Argentina. Pág. 123 – 148.
- ANRIQUE, R.; LATRILLE, L.; BALOCCHI, O., PINOCHET, D; MOREIRA, V.; SMITH, R.; ALOMAR, D.; VARGAS, G. 2004. La producción lechera en Chile: caracterización técnica a nivel predial. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 59 p.
- ANRIQUE, R.; LATRILLE, L.; BALOCCHI, O.; ALOMAR, D.; MOREIRA, V.; SMITH, R.; PINOCHET, D.; VARGAS, G. 1999. Competitividad de la producción lechera nacional. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 2 vol.
- ASPEE, 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. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 160 p.
- BARNOUIN, J., CHASSAGNE, M., BAZIN, S. y BOICHARD, D. 2004. Management Practices from Questionnaire Surveys in Herds with Very Low Somatic Cell Score Through a National Mastitis Program in France. *Journal of Dairy Science*. 87:3989–3999.
- BERRY, E y HILLERTON, J. 2002. The Effect of Selective Dry Cow Treatment on New Intramammary Infections. *Journal of Dairy Science*, 85:112–121
- BRADLEY, A y GREEN, M, 2001. An Investigation of the Impact of Intramammary Antibiotic Dry Cow Therapy on Clinical Coliform Mastitis. *Journal of Dairy Science*. 84:1632–1639.
- CARAVIELLO, D., WEIGEL, K., SHOOK, G. y RUEGG, P. 2005. Assessment of the Impact of Somatic Cell Count on Functional Longevity in Holstein and Jersey Cattle Using Survival Analysis Methodology. *Journal of Dairy Science*. 88:804–811.
- CARREÑO, E. 2004. Factores determinantes de la calidad higiénica de la leche de pequeños productores en tres centros de acopio de la provincia de Valdivia. Tesis Ingeniería en Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. 76 p.

- CARRILLO, B., GONZÁLEZ, M., SCHÖBITZ, R., MOLINA, L. y BRITO, C. 2004. Niveles de contaminación microbiológica en equipos de recepción y almacenamiento de leche, en centros de acopio de la provincia de Valdivia. *Agro Sur*. 32 (2):45-53.
- CHILE, COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. 1998. Guía Para el Control y Prevencion de la Contaminacion Industrial. 59 p.
- CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2003. Cuaderno de capacitación. Las buenas prácticas ganaderas, Editorial Fucoa, Santiago, Chile, 15 p.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 2005. Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA). Editorial Jurídica Manuel Montt S.A, Santiago, Chile. 317 p.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD 2001. Reglamento sobre condiciones sanitarias ambientales básicas en los lugares de trabajo. DS. N 594. 55p.
- CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS, ODEPA 2006a. Temporada Agrícola N° 26, julio 2006. 120 p.
- CHILE, OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS, ODEPA 2006b. Leche: producción, recepción, precios y comercio exterior. Enero – octubre 2006. 30 p.
- CHILE, SERVICIO AGRICOLA y GANADERO, SAG. 2002. Planteles bajo control oficial bovino. Manual de procedimientos. 28p.
- CHILE, SERVICIO AGRÍCOLA y GANADERO, SAG, 2001. Guía de Manejo y Buenas Prácticas Para el Sector Lechero de la Zona Central. 23 p.
- EUREPGAP. (EURO-RETAILER PRODUCE WORKING GROUP, GOOD AGRICULTURAL PRACTICES), 2005. Criterios de Cumplimiento, Aseguramiento Integrado de Fincas. 2005. 105 p. Copyright: EUREPGAP c/o FoodPLUS GmbH, Köln (Cologne); Alemania.
- FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE LECHERÍA (FIL), y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2004. Guía de buenas prácticas en explotaciones lecheras. 38 p
- GALTON, D. 2004. Effects of an Automatic Postmilking Teat Dipping System. *J. Dairy Sci*, 87:225–231.
- HAIR, J., ANDERSON, R., TATHAM, R. y BLACK, W. 1992. Multivariate data analysis with readings. Macmillan Publishing Company. New York. USA. 544 p.

- HAAS, Y., BARKEMA, H., Y. VEERKAMP, R., 2002. The Effect of Pathogen-Specific Clinical Mastitis on the Lactation Curve for Somatic Cell Count. *Journal of Dairy Science*, 85:1314–1323
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, P. 1998. Metodología de la investigación. Editorial Mc Graw – Hill. México, 501 p.
- HOLM, C., JEPSEN, L., LARSEN, M., y JESPERSEN, L. 2004. Predominant microflora of Danish bulk tank milk, *Journal of Dairy Science*. Vol. 87: 1151- 1157.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. IDF/FIL. 2002. Federation international de laitieri-international Dairy Federation. Payment systems for ex-farm milk results of IDF questionnaire 379p.
- KIELY, G. 1999. Ingeniería ambiental, fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Editorial Mc Graw – Hill / Interamericana. España 1331 p.
- KRUZE, J. 1998. La rutina de ordeño y su rol en los programas de control de mastitis bovina. *Arch. Med. Vet.* Vol. 30 (2): 7 - 16
- KOIVULA, M. MAANTYSAARI, A. NEGUSSIE, E. y SERENIUS T. 2005. Genetic and Phenotypic Relationships Among Milk Yield and Somatic Cell Count Before and After Clinical Mastitis. *Journal of Dairy Science*. 88:827–833.
- LATRILLE, L. 1995. Producción Animal. Uniprint, Imprenta Universitaria, S.A. Valdivia, Chile. 161p.
- LEBART, L., MORINEAU, A y PIRON, M. 1995. Statistique exploratoire multidimensionnelle. Editorial Dunod, París, Francia. 439 pp.
- LOBOS, A., SOTO. R.; ZENTENO. F. y PRIZANT, A. 2001. Análisis de Eficiencia y Rentabilidad Económica en dos Lecherías de la Región del Maule, Chile. *Agríc. Téc.* 61 (3): 367-378.
- MAGNUSSON, M., CHRISTIANSSON, A., SVENSSON, B. y KOLSTRUP, C. 2006. Effect of different premilking manual teat-cleaning methods on bacterial spores in milk. *Journal of Dairy Science*, 89:3866–3875.
- MARCUENDE, R., JIMÉNEZ, G. y TALAVERA, S. 2006. Importancia de un buen programa de control de mastitis y calidad de leche. *Mundo Ganadero*. N° 87: 46-51 2006.
- OLIVER, S., GILLESPIE, B., HEADRICK, S., MOOREHEAD, H., LUNN, P., DOWLEN, H., JOHNSON, D., LAMAR, K., CHESTER, S. y MOSELEY, W., 2004. Efficacy

of extended ceftiofur intramammary therapy for treatment of subclinical mastitis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87. (8): 2393 – 2397.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. (FAO) 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?lang=es&item=882&year=2005>, leído: 22 de noviembre de 2006.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2004. Las buenas prácticas agrícolas (BPA): En búsqueda de la sostenibilidad, competitividad y seguridad alimentaria. 45 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) Y ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) 2000, Codex Alimentarius, Leche y productos lácteos. 130 pp.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) Y ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), 1997 Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos. 85p.

PHILPOT, N. 2001. Relación entre el manejo del hato y la mastitis. Disponible en: <http://www.cnmweb.bizland.com/publicaciones/DrPhilpot1.PDF> . Leído el 28 de noviembre de 2006.

PHILPOT, N. y NICKERSON, S. 2000. Ganando la Lucha Contra la Mastitis. Westfalia Surge, Inc. Naperville, Estados Unidos. 188 p.

PITKÄLÄ., A. HAVERI., S. PYÖRÄLÄ., M. MYLLYS, V. y HONKANEN-BUZALSKI., T, 2005. Monitoring Bovine Mastitis in Finland – changes in prevalence from 1988 to 2001, *Mastitis Newsletter, IDF*. pp. 24 - 25.

RAYMOND, M. J. , WOHRLE, R. D. y CALL, D. R. 2006. Assessment and Promotion of Judicious Antibiotic Use on Dairy Farms in Washington State. *Journal of Dairy Science*, 89: 3228–3240.

REINEMANN, D., WOLTERS, G., BILLON, P., LIND, O. y RASMUSSEN, M. 2003. Review of Practices for Cleaning and Sanitation of Milking Machines. *Bulletin of the International Dairy Federation*, V. 381, pág 4 - 11.

REINEMANN. D, MEIN. G, BRAY. D, REID. D, y BRITT. J, 1998. Resolviendo los altos recuentos bacterianos en leche. *Novedades lácteas*, 402: 1 – 19.

RODRÍGUES, A. y RUEGG. P, 2005. Actions and Outcomes of Wisconsin Dairy Farms. *Journal of Dairy Science*. 88:2672–2680.

- RODRIGUES. A, CARAVIELLO. D, Y. L. RUEGG, P, 2005. Management of Wisconsin Dairy Herds Enrolled in Milk Quality Teams. *Journal of Dairy Science*. 88:2660–2671.
- ROJAS, C. 2004. Manual de producción de bovinos de carne para la VIII, IX, y X regiones. Temuco, Chile, 254 pp.
- ROWE., M, DUNSTALL, G., KILPATRICK, D, y WISDOM, B. 2003. Effect of growth phase on the subsequent growth kinetics of psychrotrophic bacteria of raw milk origin. *International Journal of Dairy Technology*, 56 (1):35 -38
- RUEGG, P 2006. The role of higiene in efficient milking. *Advances in Dairy Technology*. 18: 285-293
- RUEGG, P. 2003. Practical Food Safety Interventions for Dairy Production. *Journal of Dairy Science*. 83: 1- 9.
- RUEGG, P. 2002. Control de la mastitis. *Novedades Lácteas*. 405: 1-10.
- RUEGG, P 2001. Secreción de leche y estándares de calidad. *Novedades Lácteas*. 404: 1-10.
- RUEGG. P., RASMUSSEN. D, y REINEMANN. DOUG . 2000. The 7 habits of highly successful milking routines. *Dairy Updates*: 401:1-8.
- SALAZAR, F., DUMONT, J., SANTANA, M., PAIN, B., CHADWICK, D. y OWEN., E. 2003. Prospección del manejo y utilización de efluentes de lecherías en el sur de Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*: 35(2): 215 – 225.
- SANTOS., M, MA., Y, y BARBANO, D. 2003. Effect of somatic cell count on proteolysis and lipólisis in pasteurized fluid milk during shelf – life storage. *Journal of Dairy Science*. 86. (8): 2491 – 2495.
- SARGEANT, J., LESLIE, K., SHIRLEY, E .,PULKRABEK, B y LIM, G. 2001. Sensitivity and Specificity of Somatic Cell Count and California Mastitis Test for Identifying Intramammary Infection in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*, 84:2018–2024.
- SCHREINER, D. y RUEGG, P. 2003. Relationship Between Udder and Leg Hygiene Scores and Subclinical Mastitis. *Journal of Dairy Science*, 86:3460–3465.
- SCHNETTLER, B., LÓPEZ, P., y BARCHIESI, C. 2004. Rentabilidad económica de sistemas lecheros con distinta inversión y financiamiento en la región de la araucanía, Chile. *Agricultura Técnica*, 64(2):192-204.

- SMITH, K. 2002. A discusión of normal and abnormal milk based on somatic cell count and clinical mastitis. *Bulletin of the International Dairy Federation*, Vol. 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, Chile*. Julio-Septiembre 2002, 62 (3): 375-395.
- SURIYASATHAPORN, W., SCHUKKEN, Y., NIELEN, M., y BRAND, A. 2000. Low Somatic Cell Count: a Risk Factor for Subsequent Clinical Mastitis in a Dairy Herd. *Journal of Dairy Science*. 83:1248–1255.
- SWINKELS, J., ROOIJENDIJK, J, ZADOKS, R. y HOGEVEEN. H, 2005. Use of partial budgeting to determine the economic benefits of antibiotic treatment of chronic subclinical mastitis caused by *Streptococcus uberis* or *Streptococcus dysgalactiae*. *Journal of Dairy Research*, 72: 75–85.
- TARABLA, H. y CANAVESIO, V. 2003. Prevalence of intramammary infections by major pathogens at parturition in dairy cows after intramuscular antibiotic therapy at drying-off. *Journal of Dairy Research*,70: 233-235.
- 3ª UNIÓN EUROPEA. DIRECTIVA UNIÓN EUROPEA. 1964. Relativa a problemas de policía sanitaria en materia de intercambios intracomunitarios de animales de las especies bovina y porcina. DIRECTIVA 64/432/CEE del Consejo, de 26 de junio de 1964. 1p.
- 2ª UNIÓN EUROPEA. DIRECTIVA UNIÓN EUROPEA. 1993. Relativa a la higiene de los productos alimenticios. DIRECTIVA 93/43/CEE. De 14 de junio de 1993, 24 p.
- 1ª UNIÓN EUROPEA. DIRECTIVA UNIÓN EUROPEA. 1999. DIRECTIVA 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos. 19p.
- VARGAS, G. 2001. Cambio estructural en el sector lechero chileno: potencial exportador y desafíos. *Ciencia e Investigación Agraria* 28:117-129.
- VIVANCO, M. 1999. *Análisis Estadístico Multivariable. Teoría y práctica*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 234 p.
- WALKER, S., DEMIRCI, A., GRAVES, R., SPENCER, S. y ROBERTS, R. 2005. Response surface modelling for cleaning and disinfecting materials used in milking systems with electrolysed oxidizing water. *Internacional Journal of Dairy Technology*, 58 (2): 65-73.
- WATTIAUX, M. 2006. Procedimiento de ordeño. *Esenciales Lecheras*. 25: 97-100.
- WATTIAUX, M. 1996. Mastitis: prevención y detección. *Esenciales lecheras*, 93 – 96.

## ANEXOS

## ANEXO 1. Pauta de evaluación aplicada en terreno a la muestra de 100 predios

Universidad Austral de Chile  
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos  
Proyecto Fondef D03i1151.

Desarrollo e introducción de un sistema georreferenciado para apoyar en línea las decisiones de producción bovina de la Décima Región.

### Codificación Pauta de Evaluación Predial. Modulo “gestión para la certificación de predios aptos para la producción de leche de calidad”.

**Nº Encuesta:**

I	<b>IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO</b>
1	Superficie total predio <b>Ha # &gt;0 (hectáreas)</b>
2	Superficie total lechería <b>Ha_l # &gt;0 (hectáreas)</b>
3	Industria vende leche <b>Ind_lech</b> 1. Colum 2. Soprole 3. Nestlé 4. Loncoleche (Watts) 5. Queseras
4	Tiempo productor lechero <b>Prod_año</b> 0. >20 años 1. 10-20 años 2. 5-10 años 3. < 5 años
II	<b>ASPECTOS SANITARIOS</b>
5	Predio libre brucelosis <b>Pred_libb</b> 0. no 1. si
6	Predio libre tuberculosis <b>Pred_libt</b> 0. no 1. si
7	Predio libre leucosis <b>Pred_libl</b> 0. no 1. si
III	<b>INVENTARIO DEL GANADO LECHERO BOVINO</b>
8	*Total de vacas <b>Tot_vaca # &gt;0</b>
9	*Vacas en ordeño <b>Vaca_ ord # &gt;0</b>
10	* Raza de las vacas <b>Raza</b> 0. Frisón negro 1. Frisón rojo 2. Holstein 3. Jersey

## (Continuación ANEXO 1)

11	Épocas de pariciones <b>Paric</b> 0. todo el año 1. primavera 2. otoño 3. primavera y otoño 4. invierno 5. invierno y otoño
12	*Cubierta <b>Cubie</b> 0. inseminación artificial 1. toro con registro 2. toro sin registro 3. transferencia de embriones
13	Identificación animal <b>Ident</b> 0. no 1. si
14	Registros productivos <b>Reg_pro</b> 1. si 0. no
15	Registros reproductivos <b>Reg_rep</b> 1. si 0. no
16	Registros movimiento animales <b>Reg_mov</b> 1. si 0. no
17	Registros sanitarios <b>Reg_san</b> 1. si 0. no
18	*Volumen de leche anual <b>Vol # &gt;0 (litros)</b>
19	*Promedio vaca/día <b>Vol_vaca # &gt;0 (litros)</b>
20	Número de ordeñas al día <b>N_ord</b> 0. una 1. dos
IV	<b>CONFINAMIENTO DEL REBAÑO LECHERO</b>
21	Periodo en confinamiento <b>Conf_per (si es sin confinamiento pasa a la 46)</b> 0. todo el año 1. parcial (invierno) 2. sólo nocturno 3. sin confinamiento
V	<b>PATIO DE ALIMENTACIÓN</b>
22	Patio de alimentación <b>Alim (si es sin pasa a la 57)</b> 0. sin 1. con
VI	<b>TERNERERAS</b>
23	Ternerera <b>Ter (si es sin pasa a la 68)</b> 1. sin 0. con
VII	<b>CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN DE LOS SILOS:</b>

## (Continuación ANEXO 1)

24	Piso silo <b>Silo_piso</b> 1. cemento 0. tierra
25	Escorrentía líquidos <b>Silo_liq</b> 0. algún curso de agua superficial 1. potrero adyacente 2. sobre el suelo próximo 3. sin
26	Distancia a fuente abastecimiento agua <b>Silo_dist</b> 0. <15 1. 15 – 59 2. 60 – 100 3. >100
VIII	<b>SALA DE ORDEÑA</b>
27	Construcción sala ordeña <b>Ord_const</b> 1. sala 0. galpón
28	Sala localizada distancia $\geq$ a 20 metros de drenes, quebradas o cursos de agua <b>Ord_dist</b> 1. si 0. no
29	Piso <b>Ord_piso</b> 2. cemento 1. madera 0. tierra
30	Piso pendiente adecuada <b>Ord_pisopen</b> 1. si 0. no
31	Estado piso <b>Ord_pisoest</b> 2. bueno 1. regular 0. malo
32	Destino estiércol y purines <b>Ord_purines</b> 3. a pozo purinero 2. distribución sobre potreros 1. canal de evacuación 0. algún curso de agua superficial
33	Escorrentía purines curso de agua superficial <b>Ord_puragua</b> 1. no 0. si
34	Aguas lluvias destino <b>Ord_lluvia</b> 2. canaletas 1. arrastre a potrero 0. canaletas en conjunto con estiércol

## (Continuación ANEXO 1)

35	Ventilación <b>Ord_vent</b> 2. buena 1. regular 0. mala
36	Acceso <b>Ord_ac</b> 2. cemento 1. ripio 0. tierra
37	Condiciones acceso <b>Ord_accond</b> 2. bueno 1. regular 0. malo
38	Tipo sala <b>Tipo_sala</b> 1. salida frontal 2. espina pescado 3 rotativa
39	* Unidades <b>Ord_unid</b> 1. <10 2. 10 – 16 3. 16 – 20 4. >20
IX	<b>CARACTERÍSTICAS Y MANEJO DEL POZO PURINERO</b>
40	Pozo purinero <b>Pozo_pur (si es sin pase a la 96)</b> 1. con 0. sin
41	Pozo purinero aislado del suelo <b>Pozo_suel</b> 1. si 0. no
42	Tiempo distribución <b>Puri_dist</b> 1. <15 días 2. 15 – 60 días 3. > 60 días
43	Tratamiento <b>Pozo_trat</b> 1. con 0. sin
44	Rebalse <b>Pozo_esc</b> 1. no 0. si
45	Escurrimiento curso de agua superficial <b>Pozo_puragua</b> 1. no 0. si
46	Recibe sólo estiércol más orina <b>Pozo_rec</b> 0. no 1. si
47	Distancia agua abastecimiento <b>Pozo_aguad</b> 0. < 20 m 1. 20 – 60 2. 61 – 100 3. >100

## (Continuación ANEXO 1)

48	Ubicación agua abastecimiento <b>Pozo_aguas</b> 1. aguas abajo 0. aguas arriba
49	Pozo localizado distancia $\geq$ a 20 metros de drenes, quebradas o cursos de agua <b>Pozo_dist</b> 1. si 0. no
50	Distancia sala de leche <b>Pozo_sale</b> 0. < 20 m 1. 20 – 60 2. 61 – 100 3. >100
X	<b>ABASTECIMIENTO DEL AGUA</b>
51	Fuente abastecimiento <b>Agua_abas</b> 0. cursos de agua superficial 1. pozo superficial 2. pozo profundo 3. red agua potable
52	Foco contaminación <b>Agua_fcont</b> 0. <20 mt 1. 20 – 60 2. >60 3. no hay
53	Estanque abastecimiento agua <b>Agua_est (si es no pase a la 101)</b> 1. si 0. no
54	Herméticamente cerrado o aislado <b>Agua_estcerr</b> 1. si 0. no
55	Análisis calidad agua <b>Agua_ana</b> 1. si 0. no
56	Cloración <b>Agua_cl</b> 1. con 0. sin
XI	<b>PREPARACIÓN DE LA VACA PARA EL ORDEÑO</b>
57	Elimina primeros chorros <b>E_ch</b> 1. si 0. no
58	Prueba fondo oscuro <b>P_fos</b> 1. si 0. no
59	Lavado pezones <b>L_pez</b> 1. si 0. no
60	Secado pezones <b>S_pez</b> 0. no seca 1. usa paños individuales 2. usa toallas desechables
61	Lavado manos ordeña <b>Lav_manoord</b> 0. no 1. si

## (Continuación ANEXO 1)

62	Leche residual <b>Lec_res</b> 0. utiliza "pesos" en vacas duras 1. apoyo pezoneras, ordeña a fondo, o retiro automático
63	Recolecta leche de vacas anomalías o infecciones <b>Lech_ano</b> 1. no 0. si
64	Alimentación momento ordeña <b>Alim_ord</b> 1. no 0. si
XII	<b>CONTROL DE MASTITIS</b>
65	Control mastitis <b>C_mast</b> 0. no 1. si
66	Terapia secado <b>T_sec</b> 0. ninguna vaca 1. algunas 2. todas
67	Tratamiento vacas mastitis subclínica <b>M_sub</b> 1. si 0. no
68	Tratamiento vacas mastitis clínica <b>M_cli</b> 1. si 0. no
69	Dipping <b>Dipp</b> 0. ninguna vaca 1. algunas 2. todas
70	*Producto nombre comercial <b>M_prod</b>
71	Aplicación <b>Apl</b> 1. inmersión pezones 0. aspersion
XIII	<b>ALMACENAMIENTO DE LA LECHE</b>
72	Tipo <b>Leche_al</b> 0. estanque 1. estanque de enfriamiento 2. preenfriador más estanque enfriamiento
73	Tiempo en alcanzar los 4°C <b>T_enf</b> 0. 3 horas ó más 1. >2,5 horas < 3 horas 2. >2 horas < 2,5 horas 3. <=2 horas
74	Sala de leche separado área ordeño <b>Sala_ord</b> 1. si 0. no

## (Continuación ANEXO 1)

75	Libre artículos innecesarios <b>Sala_art</b> 1. si 0. no
76	Piso buenas condiciones <b>Sala_pisopen</b> 1. si 0. no
77	Paredes buenas condiciones <b>Sala_pare</b> 1. si 0. no
78	Ventilación <b>Sala_vent</b> 1. si 0. no
79	Control roedores <b>Sala_roe</b> 1. si 0. no
80	Iluminación <b>Sala_luz</b> 1. con 0. sin
81	Motores y fuente para calentar agua, en cuarto separado <b>Sala_mot</b> 1. si 0. no
XIV	LIMPIEZA DE LA SALA DE ORDENA
82	Sala <b>Ord_lim</b> 1. limpia 0. sucia
83	Patio espera <b>Patio_lim</b> 1. limpio 0. sucio
84	Frecuencia limpieza <b>Ord_limf</b> 1. después de cada ordeña 0. una vez al día
XV	LAVADO E HIGIENIZACION DE EQUIPOS Y/O UTENSILIOS
85	El equipo y/o utensilios <b>L_vis</b> 1. limpio 0. sucio
86	Métodos limpieza <b>L_met</b> 0. limpieza manual 1. limpieza semiautomática 2. limpieza automática (mecánica)
87	Preenjuague <b>L_preenj</b> 0. no 1. a veces 2. si

## (Continuación ANEXO 1)

88	<p>Agua para enjuagar <b>L_agprenj</b></p> <p>0. fría</p> <p>1. tibia</p> <p>2. caliente</p>
89	<p>Uso detergente alcalino <b>Det_al</b></p> <p>3. detergente desinfectante (más desinfección por separado)</p> <p>2. detergente alcalino (más desinfección por separado)</p> <p>1. detergente desinfectante (sin desinfectar posteriormente)</p> <p>0. detergente alcalino (sin desinfectar posteriormente)</p>
90	<p>Agua lavado caliente <b>L_aglav</b></p> <p>1. si</p> <p>0. no</p>
91	<p>Enjuaga detergente alcalino <b>Det_alenj</b></p> <p>1. si</p> <p>0. no</p>
92	<p>Uso detergente ácido <b>Det_ac (si es no pase a la 96)</b></p> <p>1. si</p> <p>0. no</p>
93	<p>Lavado ácido <b>Det_acfrec</b></p> <p>0. dos veces / mes</p> <p>1. una vez / semana</p> <p>2. dos veces / semana</p> <p>3. una vez / día</p>
94	<p>Agua lavar detergente ácido caliente <b>Det_acagu</b></p> <p>1. si</p> <p>0. no</p>
95	<p>Enjuaga eliminar restos detergente ácido <b>Det_acenj</b></p> <p>1. si</p> <p>0. no</p>
96	<p>Enjuaga agua con cloro antes de ordeñar <b>Cloro (si es no pase a la 99)</b></p> <p>1. si</p> <p>0. no</p>
97	<p>Concentración 200 ppm de cloro <b>Cl_conc</b></p> <p>1. si</p> <p>0. no</p>
98	<p>Agua cloro fría <b>Cl_agu</b></p> <p>1. si</p> <p>0. no</p>
99	<p>Calentar agua <b>Agu_cal</b></p> <p>0. calentador leña</p> <p>1. calefont</p> <p>2. caldera</p> <p>3. eléctrico</p>
100	<p>Mide temperatura <b>Tem</b></p> <p>1. si</p> <p>0. no</p>
101	<p>Escobillas para lavar <b>Esc</b></p> <p>1. esparto</p> <p>2. plásticas</p>
102	<p>Estado escobillas <b>Esc_est</b></p> <p>0. malo</p> <p>1. regular</p> <p>2. bueno</p>
XVI	<p>MANEJO DE LAS AGUAS DE LAVADO</p>
103	<p>Eliminación agua lavado <b>Ag_la</b></p> <p>0. desagüe a potrero</p> <p>1. desagüe a pozo purinero</p> <p>2. desagüe a fosa séptica</p>

## (Continuación ANEXO 1)

104	Construcción desagüe <b>Agla_const</b> 0. tierra 1. tubos 2. cemento
105	Recibe sólo aguas lavado <b>Agla_re</b> 1. si 0. no
106	Tratamiento <b>Agla_tra (si es sin pasa a la 156)</b> 1. con 0. sin
107	Tipo tratamiento <b>Agla_trat</b> 2. fosa séptica más cámara decantación más tubos infiltrados 1. fosa séptica más cámara decantación 0. fosa séptica
108	Distancia sala de leche <b>Agla_sale</b> 0. <20mt 1. 20 – 60mt 2. 60 – 100mt 3. > 100mt
109	Distancia del pozo del agua <b>Agla_agu</b> 0. <20mt 1. 20 – 60mt 2. 60 – 100mt 3. > 100mt
110	Desbordes <b>Agla_des</b> 1. no 0. si
111	Escurrimiento <b>Agla_e</b> 1. no 0. si
XVII	<b>ESTADO Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE ORDENA</b>
112	Años uso <b>Eq_años</b> 0. >20 años 1. 10-20 años 2. 5-10 años 3. < 5 años
113	mantención <b>Eq_mant</b> 3. cuatro veces al año 2. dos veces al año 1. una vez al año 0. menos de una vez al año
114	Línea vacío <b>Bo_lim</b> 1. limpia 0. sucia
115	línea vacío estado <b>Bo_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
116	Línea vacío lavada <b>Bo_It</b> 1. si 0. no
117	Mangueras vacío <b>Man_lim</b> 1. Limpias 0. sucias

## (Continuación ANEXO 1)

118	Mangueras vacío estado <b>Man_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
119	Trampa vacío <b>Tra_lim</b> 1. limpia 0. sucia
120	Trampa vacío estado <b>Tra_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
121	Regulador vacío <b>Reg_lim</b> 1. limpio 0. sucio
122	Regulador vacío estado <b>Reg_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
123	Vacuómetro funciona <b>Vac_fun</b> 1. bien 0. mal
124	Pulsadores funcionan <b>Pul_fun</b> 1. bien 0. mal
125	Sistema pulsación <b>Pul_sist</b> 1. neumático 2. mecánico 3. electrónico
126	Colectores <b>Colect_lim</b> 1. limpios 0. sucios
127	Colectores estado <b>Colect_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
128	Pezoneras colgadas <b>Pez_colg</b> 1. si 0. no
129	Pezoneras <b>Pez_lim</b> 1. limpios 0. sucios
130	Pezoneras estado <b>Pez_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
131	Gomas estado <b>Gom_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
132	Gomas reemplazadas correctamente <b>Gom_reme</b> 0.no 1. si
133	Mangueras cortas <b>Mancor_lim</b> 1. limpias 0. sucias
134	Mangueras largas <b>Manlar_lim</b> 1. limpias 0. sucias

## (Continuación ANEXO 1)

135	*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
136	Estanque estado <b>Est_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
137	Bomba lavado estado <b>Bolav_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
138	Boquilla aspersión estado <b>Boasp_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
139	Paletas agitación estado <b>Palagi_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
140	Válvula desagüe estado <b>Valdes_est</b> 0. mal 1. regular 2. buen
141	Manual equipo <b>Man_equi</b> 1. si hay 0. no hay
142	Bitácoras mantención <b>Bit_man</b> 1. si 0. no
XVIII	ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA
143	Lugar almacenamiento adecuado <b>Prod_al</b> 1. si 0. no
XIX	CARACTERÍSTICAS DEL ORDENADOR
144	Escolaridad <b>Esc_ord</b> 0. básica incompleta 1. básica completa 2. media incompleta 3. media completa 4. técnico profesional
145	*Antigüedad <b>Ant_ord</b> 0. < 2 años 1. 2 – 5 años 2. > 5 años
146	Entrenamiento formal <b>Cap_ord</b> 2. capacitado hace menos 3 años 1. capacitado hace más de 3 años 0. no capacitado
147	Vestimenta completa <b>Vest_ord</b> 1. si 0. no

## (Continuación ANEXO 1)

148	Limpieza y conservación vestimenta <b>Lim_vest</b> 1. si 0. no
149	Guardarropía <b>Guard</b> 1. si 0. no
150	Presentación personal <b>Hyl_ord</b> 1. limpio 0. sucio
151	Manos <b>Manos_ord</b> 2. limpias y lisas 1. limpias y cuarteadas 0. sucias
152	Control médico <b>Med_ord</b> 1. si 0. no
153	Enfermedades <b>Enf_ord</b> 1. si 0. no
154	Evita prácticas antihigiénicas <b>Pract_ord</b> 1. si 0. no
155	Servicios higiénicos <b>Ser_hig (si es no pase a la 215)</b> 1. si 0. no
156	Evacuación aguas servidas <b>Ser_eva</b> 0. Fosa séptica 1. cañerías 2. desagüe
157	Lavamanos agua y javón <b>Lav_manos</b> 1. si 0. no
158	Seguridad trabajo <b>Seg_tra</b> 0. malas 1. regular 2. buenas
159	Incentivo <b>Incen</b> 1. si 0. no
XX	RUTINAS O PROTOCOLOS RELACIONADOS CON LAS BPA
160	Predio aislamiento sanitario <b>Pred_san</b> 1. si 0. no
161	Accesos <b>Pred_acc</b> 2. bueno 1. regular 0. malo

## (Continuación ANEXO 1)

162	Presencia o signos de roedores <b>Roed_pre</b> 1. no 0. si
163	Roedores <b>Roed</b> 1. si 0. no
164	Almacenamiento residuos sólidos <b>Bas_alm</b> 1. si 0. no
165	Separación residuos sólidos <b>Bas_sep</b> 1. si 0. no
166	Tratamiento <b>Bas_trat</b> 0. ninguno 1. entierro 2. incineración 3. municipal
167	Envases pesticidas <b>Bas_pest</b> 1. si 0. no
168	Distancia con la lechería > 100mt <b>Bas_distle</b> 1. si 0. no
169	Distancia con pozo agua > 100 mt <b>Bas_distag</b> 1. si 0. no
170	Distancia cursos aguas > 100 mt <b>Bas_distest</b> 1. si 0. no
171	Area disposición final animales muertos a más de 100 mt <b>Anim_mdís</b> 1. si 0. no
172	Tratamiento animales muertos <b>Anim_mtr</b> 0. ninguno 1. incineración 2. entierro
173	Productos degradación materia orgánica <b>Anim_mprd</b> 1. si 0. no
174	Evita mezclar residuos animales con otros residuos <b>Anim_mres</b> 1. si 0. no
175	Medicamentos autorizados <b>Med_aut</b> 1. si 0. no

## (Continuación ANEXO 1)

176	Resguardos <b>Med_res</b> 1. si 0. no
177	Almacenamiento productos veterinarios <b>Med_alm</b> 1. si 0. no
178	Disposición final desinfecta materiales <b>Med_desin</b> 1. si 0. no
179	Disposición final lugares autorizados <b>Med_final</b> 1. si 0. no
180	Uso líquidos hidrocarburos, el lugar almacenamiento distancia sala de leche >100mt <b>Hidro</b> 1. si 0. no
181	Plan emergencia <b>Hidro_plan</b> 1. si 0. no
182	Pesticidas <b>Pest</b> 0. si 1. no
183	Fertilizante <b>Fert</b> 0. si 1. no
184	Focos contaminantes sala de ordeña <b>Focos_ord</b> 1. no 0. si
185	Conocimiento normas <b>Con_normas</b> 2. si 1. algunas 0. no

## ANEXO 2: Cálculo de estadísticos de resumen por variable.

Estadístico	Ind_lech	Prod_año	brucelosis	tuberculosis	leucosis	Raza	Paric	cubie	Ident
Media aritmética	2,45918367	2,25	0,92929293	0,89	0,53	3,13	2,08	1,96	0,99
Moda	1	3	1	1	1	3	1	2	1
Frecuencia	52	65	92	89	53	69	62	97	99
Varianza	2,84883232	1,34090909	0,06637807	0,09888889	0,25161616	1,97282828	2,15515152	0,0589899	0,01

Estadístico	Reg_pro	Reg_rep	Reg_mov	Reg_san	Vol_anual	N_ord	Conf_per	Conf_lug	Conf_piso
Media aritmética	0,96	0,96	0,94	0,88	2107881,78	0,98989899	2,15	0,625	1,625
Moda	1	1	1	1	1200000	1	3	1	2
Frecuencia	96	96	94	88	9	98	59	25	31
Varianza	0,03878788	0,03878788	0,0569697	0,10666667	7,029E+12	0,01010101	1,15909091	0,24038462	0,54807692

Estadístico	Conf_pisopen	conf_pisolim	Conf_vent	Conf_lluvia	Conf_purines	Conf_puragua	Conf_limf	Conf_cama
Media aritmética	0,875	1,525	1,9	1,025	2,625	0,825	1,375	0,875
Moda	1	2	2	1	3	1	2	1
Frecuencia	35	25	38	23	28	33	25	35
Varianza	0,11217949	0,46089744	0,19487179	0,43525641	0,44551282	0,14807692	0,75320513	0,11217949

Estadístico	Conf_dist	Conf_agua	Alim	Alim_piso	Alim_pisopen	Alim_pisolim	Alim_purines	Alim_limf	Alim_puragua
Media aritmética	0,925	0,975	0,74	1,89333333	0,84	1,41333333	2,66666667	1,49333333	0,84
Moda	1	0	1	2	1	2	3	2	1
Frecuencia	37	19	74	69	63	42	57	50	61
Varianza	0,07115385	0,99935897	0,19434343	0,15063063	0,13621622	0,54306306	0,46846847	0,76684685	0,16324324

## (Continuación ANEXO 2)

Estadístico	Alim_lluvia	Alim_agua	Alim_dist	Tenera	Ter_piso	Ter_pisopen	Ter_pisolim	Ter_purines	Ter_limf
Media aritmética	0,97333333	1,09333333	0,90666667	0,96	0,78947368	0,81052632	1,48421053	1,95789474	0,77894737
Moda	1	2	1	1	0	1	2	2	0
Frecuencia	49	31	68	94	53	75	54	90	51
Varianza	0,35063063	0,97765766	0,08576577	0,0589899	0,87010078	0,17648376	0,42262038	0,14714446	0,81231803

Estadístico	Ter_puragua	Ter_lluvia	Ter_agua	Ter_dist	Silo_piso	Silo_liq	Silo_dist	Ord_const	Ord_dist
Media aritmética	0,91578947	1,12631579	1,21052632	0,93684211	0,58	1,89	2,04	0,89	0,94
Moda	1	1	2	1	0	2	2	1	1
Frecuencia	87	59	44	89	63	75	90	89	94
Varianza	0,07793953	0,3668533	0,99776036	0,05979843	0,67030303	0,30090909	0,09939394	0,09888889	0,0569697

Estadístico	Ord_piso	Ord_pisopen	Ord_pisoest	Ord_purines	Ord_puragua	Ord_lluvia	Ord_vent	Ord_ac	Ord_accond
Media aritmética	2	0,97	1,54	2,33	0,75	1,16	1,85	1,72	1,57
Moda	2	1	2	3	1	1	2	2	2
Frecuencia	100	75	50	72	63	56	87	52	65
Varianza	0	0,25161616	0,77616162	1,25363636	0,31060606	0,41858586	0,16919192	0,52686869	0,40919192

Estadístico	Tipo_sala	Ord_unid	Pozo_pur	Pozo_suel	Puri_dist	Pozo_trat	Pozo_esc	Pozo_puragua	Pozo_rec
Media aritmética	1,68	1,92	0,9	0,34693878	0,74489796	0,31632653	0,3877551	0,66326531	0,09183673
Moda	2	2	1	0	0	0	0	1	0
Frecuencia	64	49	90	64	53	67	60	65	89
Varianza	0,38141414	1,02383838	0,09090909	0,22890806	0,81054071	0,21849358	0,23984852	0,22564696	0,08426257

## (Continuación ANEXO 2)

Estadístico	Pozo_aguad	Pozo_aguas	Pozo_dist	Pozo_sale	Agua_abast	Agua_fcont	Agua_est	Agua_estcerr	Agua_ana
Media aritmética	2,74489796	0,63265306	0,79591837	1,34693878	1,17	2,29	0,87	0,6	0,47
Moda	3	1	1	1	2	3	1	1	0
Frecuencia	83	62	78	47	48	49	87	60	53
Varianza	0,41878813	0,23479907	0,16410688	0,55880497	1,01121212	0,67262626	0,11424242	0,24242424	0,25161616

Estadístico	Agua_cl	E_ch	P_fos	L_pez	S_pez	Lav_manoord	Lec_res	Lech_ano	Alim_ord
Media aritmética	0,2	0,99	0,43	0,85	1,03	0,91	0,89	0,91	0,37
Moda	0	1	0	1	2	1	1	1	0
Frecuencia	80	99	57	85	41	91	89	91	63
Varianza	0,16161616	0,01	0,24757576	0,12878788	0,79707071	0,08272727	0,09888889	0,08272727	0,23545455

Estadístico	C_mast	T_sec	M_sub	M_cli	Dipp	Apl	Leche_al	T_enf	Sala_ord
Media aritmética	0,46	1,99	0,43	1	2	0,98989899	1,47	2,35	0,67
Moda	0	2	0	1	2	1	1	3	1
Frecuencia	54	99	57	99	99	98	53	57	67
Varianza	0,25090909	0,01	0,24757576	0	0	0,01010101	0,25161616	0,75505051	0,22333333

Estadístico	Sala_art	Sala_pisopen	Sala_pare	Sala_vent	Sala_roe	Sala_luz	Sala_mot	Ord_lim	Patio_lim
Media aritmética	0,24	0,77	0,57	0,82	0,87	0,86	0,45	0,78	0,69
Moda	0	1	1	1	1	1	0	1	1
Frecuencia	76	77	57	82	87	86	55	78	69
Varianza	0,18424242	0,17888889	0,24757576	0,14909091	0,11424242	0,12161616	0,25	0,17333333	0,21606061

## (Continuación ANEXO 2)

Estadístico	Ord_limf	L_vis	L_met	L_agprenj	Det_al	L_aglav	Det_alenj	Det_ac	Det_acfrec
Media aritmética	0,72	0,85	2,32	1,24242424	2,78787879	0,91919192	1	0,98989899	2,02020202
Moda	1	1	2	1	3	1	1	1	3
Frecuencia	72	85	50	55	83	91	99	98	38
Varianza	0,20363636	0,12878788	0,40161616	0,38961039	0,29128015	0,07503608	0	0,01010101	0,75468975

Estadístico	Det_acagu	Det_acenj	Cloro	Cl_conc	Cl_agu	Agu_cal	Tem	Esc	Esc_est
Media aritmética	0,90909091	1	0,98989899	0,98989899	0,95959596	1,97979798	0,44444444	1,84848485	1,56565657
Moda	1	1	1	1	1	3	0	2	2
Frecuencia	90	99	98	98	95	48	55	85	69
Varianza	0,08348794	0	0,01010101	0,01010101	0,03916718	1,40775098	0,24943311	0,15027829	0,51350237

Estadístico	Ag_la	Agla_const	Agla_re	Agla_tra	Agla_sale	Agla_agu	Agla_est	Agla_des	Eq_años
Media aritmética	0,78	1,08	0,27	0,11	1,25	1,90909091	1,72	0,31	1,58
Moda	1	2	0	0	1	2	2	0	1
Frecuencia	54	40	73	90	51	78	65	69	37
Varianza	0,41575758	0,72080808	0,19909091	0,11909091	0,49242424	0,3283859	0,60767677	0,21606061	0,93292929

Estadístico	Eq_mant	Bo_lim	Boa_est	Bo_lt	Man_lim	Man_est	Tra_lim	Tra_est	Reg_lim
Media aritmética	1,34343434	0,90909091	1,90909091	0,86868687	0,96969697	1,94949495	0,91919192	1,8989899	0,86868687
Moda	1	1	2	1	1	2	1	2	1
Frecuencia	50	90	87	86	96	94	91	89	86
Varianza	0,65635951	0,08348794	0,14471243	0,11523397	0,0296846	0,04844362	0,07503608	0,09173366	0,11523397

## (Continuación ANEXO 2)

Estadístico	Reg_est	Vac_fun	Pul_fun	Pul_sist	Colect_lim	Colect_est	Pez_colg	pez_lim	Pez_est
Media aritmética	1,90909091	1	0,98989899	2,71717172	0,92929293	1,92929293	0,98989899	0,92929293	1,8989899
Moda	2	1	1	3	1	2	1	1	2
Frecuencia	90	97	98	72	92	92	98	92	90
Varianza	0,08348794	0,02040816	0,01010101	0,22531437	0,06637807	0,06637807	0,01010101	0,06637807	0,11214183

Estadístico	Gom_est	Gom_reem	Mancor_liim	Manlar_lim	Est_tipo	Est_est	Bolav_est	Boasp_est	Palagi_est
Media aritmética	1,90909091	0,85858586	0,97979798	0,95959596	1,41414141	1,82828283	1,92929293	1,98989899	1,98989899
Moda	2	1	1	1	1	2	2	2	2
Frecuencia	91	85	97	95	61	84	92	98	98
Varianza	0,1038961	0,12265512	0,01999588	0,03916718	0,32673676	0,18449804	0,06637807	0,01010101	0,01010101

Estadístico	Valdes_est	man equip	Bit_man	Prod_al	Esc_ord	Ant_ord	Cap_ord	Vest_ord	Lim_vest
Media aritmética	1,94949495	0,18181818	0,11111111	0,44	1,77	2,44	1,27	0,85	0,89
Moda	2	0	0	0	1	3	2	1	1
Frecuencia	94	81	88	56	50	60	49	85	77
Varianza	0,04844362	0,15027829	0,09977324	0,24888889	1,67383838	0,61252525	0,70414141	0,12878788	0,22010101

Estadístico	Guard	Hyl_ord	Manos_ord	Med_ord	Pract_ord	Ser_hig	Ser_eva	Lav_manos	Seg_tra
Media aritmética	0,25	0,91	1,47	0,09	0,97	0,4	0,65	0,3	1,65
Moda	0	1	1	0	1	0	0	0	2
Frecuencia	75	91	63	91	97	60	69	71	68
Varianza	0,18939394	0,08272727	0,45363636	0,08272727	0,02939394	0,24242424	1,01767677	0,23232323	0,29040404

Estadístico	Incen	Pred_san	Pred_acc	Roed_pre	Roed_cont	Bas_alm	Bas_sep	Bas_trat	bas_pest
Media aritmética	0,89	0,64	1,39	0,44	0,86	0,5	0,13	1,17	0,12
Moda	1	1	2	0	1	0	0	2	0
Frecuencia	89	64	51	56	84	50	87	47	88
Varianza	0,09888889	0,23272727	0,48272727	0,24888889	0,14181818	0,25252525	0,11424242	0,86979798	0,10666667

Estadístico	Bas_distle	Bas_distag	Bas_distest	Anim_mdis	Anim_mtr	Anim_mprod	Anim_mres	Med_aut	Med_res
Media aritmética	0,77	0,97	0,92	0,93	1,62	0,24	0,8	0,94	0,96
Moda	1	1	1	1	2	0	1	1	1
Frecuencia	77	97	92	93	79	76	80	94	96
Varianza	0,17888889	0,02939394	0,07434343	0,06575758	0,58141414	0,18424242	0,16161616	0,0569697	0,03878788

Estadístico	Med_alm	Med_desin	Med_final	Hidro	Hidro_plan	Pest	Fert	Focos_ord	Con_normas
Media aritmética	0,79	0,17	0,25	0,61	0,01	0,79	0,79	0,32	0,4
Moda	1	0	0	1	0	1	1	0	0
Frecuencia	79	83	75	61	99	79	79	68	61
Varianza	0,16757576	0,14252525	0,18939394	0,24030303	0,01	0,16757576	0,16757576	0,21979798	0,26262626

### ANEXO 3. Resumen del esquema de pago aplicado por COLUN hasta septiembre del 2006.

PARÁMETRO	Bonificación o descuento (\$/kg.)
Precio Base (P.B): Leche fresca fluída, enfriada a 4°C, con 3% de materia grasa y 3,15% de proteína.	73,79
Unidades formadoras de colonias (ufc/ml): 0 – 20.000 20.001 – 50.000 50.001 – 200.000 200.001 – 400.000 400.000 o más	6,99 5,05 2,14 -1,26 -3,69
Recuento de Células Somáticas (rcs/ml): Se calcula con la media geométrica de las 4 últimas quincenas. 0 – 250.000 250.001 – 400.000 400.001 – 500.000 500.001 – 600.000 600.001 – 750.000 750.001 o más	6,99 2,14 -1,26 -1,26 -4,66 -17,77
Bonificación por volumen: Corresponde a producción acumulada de los últimos 12 meses, se paga mensualmente, con el tope de la producción promedio de leche de invierno.	
Rango de producción (kilos) 100.000 a 200.000 200.001 a 300.000 300.001 a 400.000 400.001 a 500.000 500.001 a 600.000 600.001 a 700.000 700.001 a 800.000 800.001 a 900.000 900.001 a 1.000.000 1.000.001 a 1.500.000 1.500.001 a 2.000.000 2.000.001 a 2.500.000 2.500.001 a 3.000.000 3.000.001 a 3.500.000 3.500.001 o más	3,79 4,27 4,81 5,34 5,49 5,73 5,87 5,97 6,26 6,89 7,18 7,57 7,82 8,20 8,45
Relación Verano/ Invierno: <i>Verano: Oct., Nov., Dic. Y Ene.; Invierno: May., Jun., Jul. Y Ago.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tramo A: Relación &lt; o = 1,0</li> <li>• Tramo B: Relación &gt; 1,0 y &lt; ó = 1,2</li> <li>• Tramo C: Relación &gt; 1,2 y &lt; ó = 1,5</li> <li>• Tramo D: Relación &gt; 1,5 y &lt; ó = 2,0</li> <li>• Tramo E: Relación &gt; 2,0 y &lt; ó = 2,5</li> <li>• Tramo F: Relación &gt; 2,5 y &lt; ó = 3,0</li> <li>• Tramo G: Relación &lt; 3,0</li> </ul>	16,12 14,47 12,14 8,06 4,08 0,00 -4,08
Presencia de inhibidores: El castigo se aplica a cada entrega de leche, la cual no recibe bonificaciones por otros conceptos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1ª vez</li> <li>• 2ª vez</li> <li>• 3ª vez</li> <li>• 4ª vez en adelante</li> </ul> <i>Frecuencia se mide en el período móvil de los últimos 4 meses</i>	Descuento del precio base  10% 20% 30% Decomiso
Bonificación por frío: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estanque de la planta</li> <li>• Estanque del productor</li> </ul>	0,49 1,94
Sanidad animal: Certificado extendido por el S.A.G. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Predios libre de Brucelosis.</li> <li>• Predios libre de Tuberculosis</li> <li>• Predios libre de Tuberculosis y Brucelosis</li> </ul>	1,94 1,94 4,85

## ANEXO 4 Reglas de asociación para variables relacionadas con aspectos sanitarios

```

R : Copyright 2005, The R Foundation for Statistical Computing
Version 2.2.1 (2005-12-20 r36612)
ISBN 3-900051-07-0

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

> caro<-read.table("san.txt",h=T)
> local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)))
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})
> carol<-acm.disjonctif(caro)
> local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)))
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})
Loading required package: stats4
Loading required package: Matrix
> carol<-as.matrix(carol)
> tran<-as(carol[,1:11],"transactions")
> tran
transactions in sparse format with
 100 transactions (rows) and
  11 items (columns)
> reglas<-apriori(tran,parameter=list(supp=0.5,conf=0.90))

apriori - find association rules with the apriori algorithm
version 4.21 (2004.05.09) (c) 1996-2004 Christian Borgelt
set item appearances ...[0 item(s)] done [0.00s].
set transactions ...[11 item(s), 100 transaction(s)] done [0.00s].
sorting and recoding items ... [6 item(s)] done [0.00s].
creating transaction tree ... done [0.00s].
checking subsets of size 1 2 3 4 5 done [0.00s].
writing ... [42 rule(s)] done [0.00s].
creating 84 object ... done [0.02s].
> summary(reglas)
set of 42 rules

```

## (Continuación ANEXO 4)

```

rule length distribution (lhs + rhs):
  1  2  3  4  5
  2 11 16 10  3

      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
      1.000  2.000   3.000   3.024  4.000   5.000

summary of quality measures:
      support      confidence      lift
Min.   :0.5000   Min.   :0.9000   Min.   :0.990
1st Qu.:0.6000   1st Qu.:0.9311   1st Qu.:1.007
Median :0.6700   Median :0.9472   Median :1.030
Mean   :0.6869   Mean   :0.9493   Mean   :1.030
3rd Qu.:0.7800   3rd Qu.:0.9725   3rd Qu.:1.045
Max.   :0.9400   Max.   :0.9851   Max.   :1.102
> inspect (reglas)
  lhs      rhs      support confidence      lift
1 {}      => {X1.1}  0.92  0.92000000  1.00000000
2 {}      => {X4.1}  0.94  0.94000000  1.00000000
3 {X3.1}  => {X2.1}  0.52  0.9811321  1.1023956
4 {X3.1}  => {X1.1}  0.51  0.9622642  1.0459393
5 {X5.1}  => {X1.1}  0.73  0.9240506  1.0044029
6 {X5.1}  => {X4.1}  0.77  0.9746835  1.0368974
7 {X6.0}  => {X1.1}  0.78  0.9397590  1.0214772
8 {X6.0}  => {X4.1}  0.78  0.9397590  0.9997437
9 {X2.1}  => {X1.1}  0.84  0.9438202  1.0258915
10 {X1.1} => {X2.1}  0.84  0.9130435  1.0258915
11 {X2.1} => {X4.1}  0.83  0.9325843  0.9921109
12 {X1.1} => {X4.1}  0.87  0.9456522  1.0060130
13 {X4.1} => {X1.1}  0.87  0.9255319  1.0060130
14 {X2.1,
    X3.1} => {X1.1}  0.50  0.9615385  1.0451505
15 {X1.1,
    X3.1} => {X2.1}  0.50  0.9803922  1.1015642
16 {X5.1,
    X6.0} => {X1.1}  0.61  0.9384615  1.0200669
17 {X5.1,
    X6.0} => {X4.1}  0.64  0.9846154  1.0474632
18 {X2.1,
    X5.1} => {X1.1}  0.67  0.9571429  1.0403727
19 {X1.1,
    X5.1} => {X2.1}  0.67  0.9178082  1.0312452
20 {X2.1,
    X5.1} => {X4.1}  0.68  0.9714286  1.0334347
21 {X1.1,
    X5.1} => {X4.1}  0.71  0.9726027  1.0346838
22 {X4.1,
    X5.1} => {X1.1}  0.71  0.9220779  1.0022586
23 {X2.1,
    X6.0} => {X1.1}  0.70  0.9722222  1.0567633
24 {X2.1,
    X6.0} => {X4.1}  0.67  0.9305556  0.9899527
25 {X1.1,

```

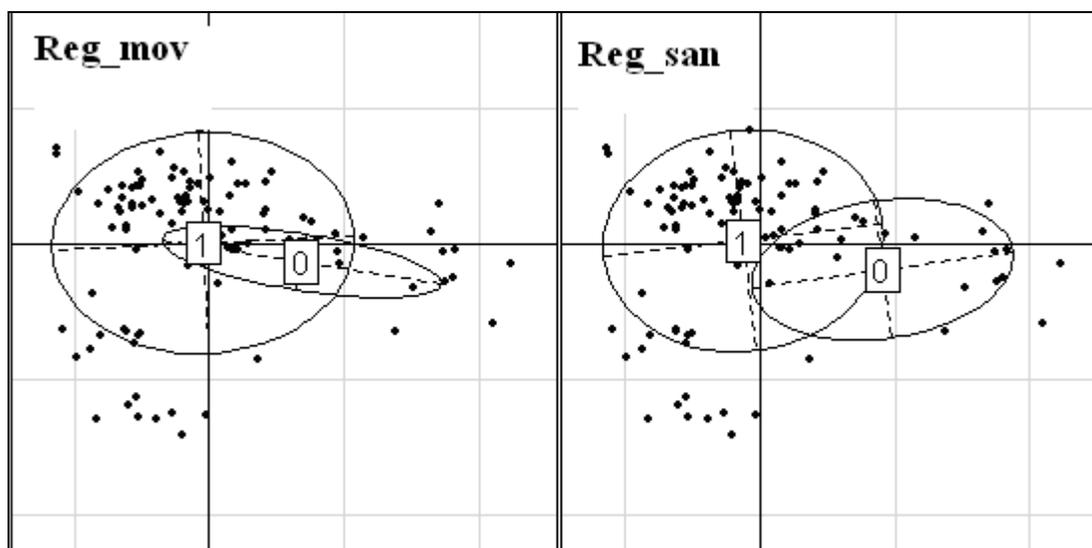
## (Continuación Anexo 4)

	X6.0) => {X4.1}	0.74	0.9487179	1.0092744
26	{X4.1, X6.0) => {X1.1}	0.74	0.9487179	1.0312152
27	{X1.1, X2.1) => {X4.1}	0.79	0.9404762	1.0005066
28	{X2.1, X4.1) => {X1.1}	0.79	0.9518072	1.0345731
29	{X1.1, X4.1) => {X2.1}	0.79	0.9080460	1.0202764
30	{X2.1, X5.1, X6.0) => {X1.1}	0.55	0.9821429	1.0675466
31	{X1.1, X5.1, X6.0) => {X2.1}	0.55	0.9016393	1.0130779
32	{X2.1, X5.1, X6.0) => {X4.1}	0.55	0.9821429	1.0448328
33	{X1.1, X5.1, X6.0) => {X4.1}	0.60	0.9836066	1.0463900
34	{X4.1, X5.1, X6.0) => {X1.1}	0.60	0.9375000	1.0190217
35	{X1.1, X2.1, X5.1) => {X4.1}	0.65	0.9701493	1.0320737
36	{X2.1, X4.1, X5.1) => {X1.1}	0.65	0.9558824	1.0390026
37	{X1.1, X4.1, X5.1) => {X2.1}	0.65	0.9154930	1.0286438
38	{X1.1, X2.1, X6.0) => {X4.1}	0.66	0.9428571	1.0030395
39	{X2.1, X4.1, X6.0) => {X1.1}	0.66	0.9850746	1.0707333
40	{X1.1, X2.1, X5.1, X6.0) => {X4.1}	0.54	0.9818182	1.0444874
41	{X2.1, X4.1, X5.1, X6.0) => {X1.1}	0.54	0.9818182	1.0671937
42	{X1.1, X4.1, X5.1, X6.0) => {X2.1}	0.54	0.9000000	1.0112360

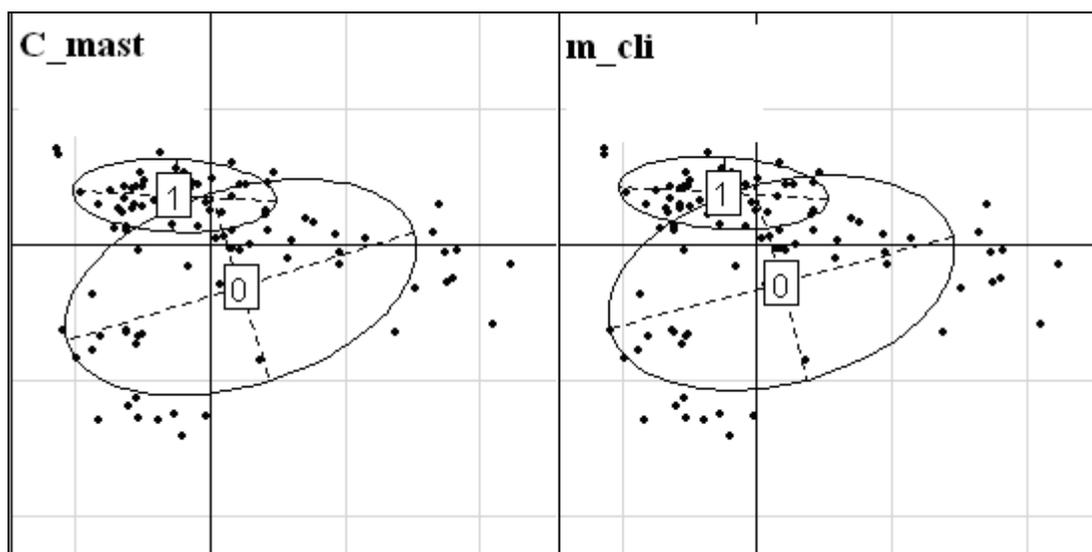
### ANEXO 5. Varianza explicada por los primeros 27 ejes en el Análisis de Correspondencias Múltiples.

Número	Valor propio	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	0,1395	8,628	8,628
2	0,0674	4,164	12,79
3	0,0551	3,405	16,2
4	0,0454	2,809	19,01
5	0,0447	2,764	21,77
6	0,0414	2,558	24,33
7	0,0394	2,438	26,77
8	0,0375	2,316	29,08
9	0,0346	2,137	31,22
10	0,0338	2,087	33,31
11	0,033	2,041	35,35
12	0,0323	1,998	37,35
13	0,0316	1,955	39,3
14	0,0302	1,865	41,17
15	0,0286	1,767	42,93
16	0,0284	1,754	44,69
17	0,0277	1,711	46,4
18	0,0271	1,677	48,07
19	0,0262	1,617	49,69
20	0,0251	1,551	51,24
21	0,0248	1,536	52,78
22	0,0242	1,497	54,28
23	0,023	1,424	55,7
24	0,0223	1,381	57,08
25	0,0223	1,376	58,46
26	0,021	1,3	59,76
27	0,0207	1,282	61,04

**ANEXO 6. Variables relacionadas con el manejo que permitieron discriminar grupos**

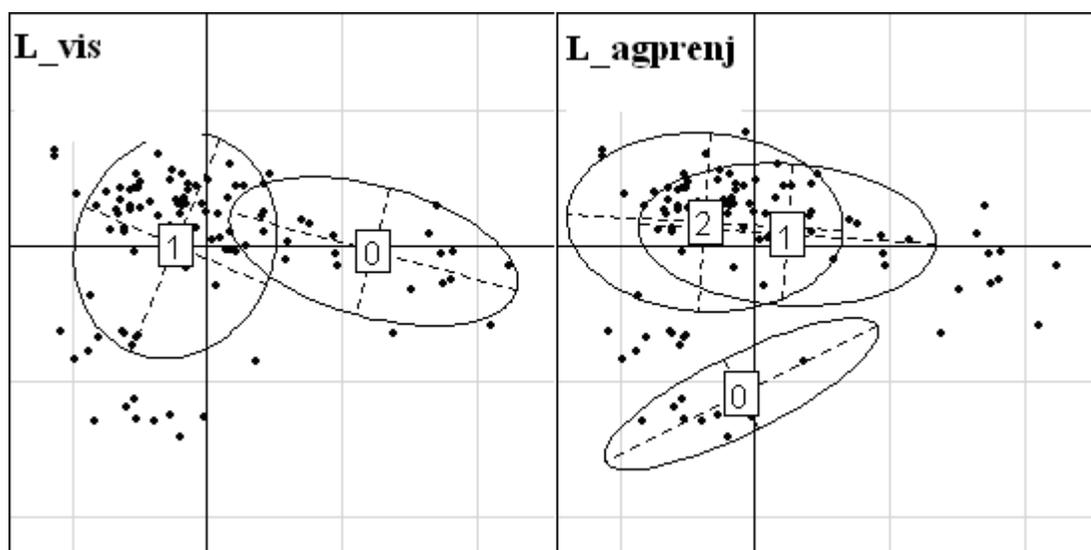


Reg\_mov: Cuenta con registro de movimiento de animales; Reg\_san: cuenta con registro sanitario

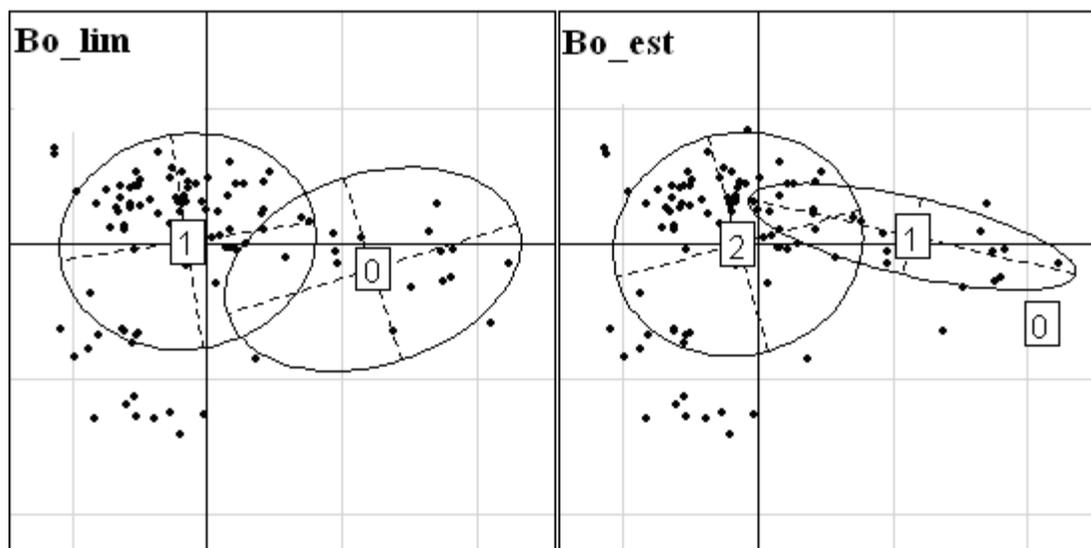


C\_mast: realiza control de mastitis; m\_cli: realiza tratamiento a vacas con mastitis subclínica

(Continuación ANEXO 6)

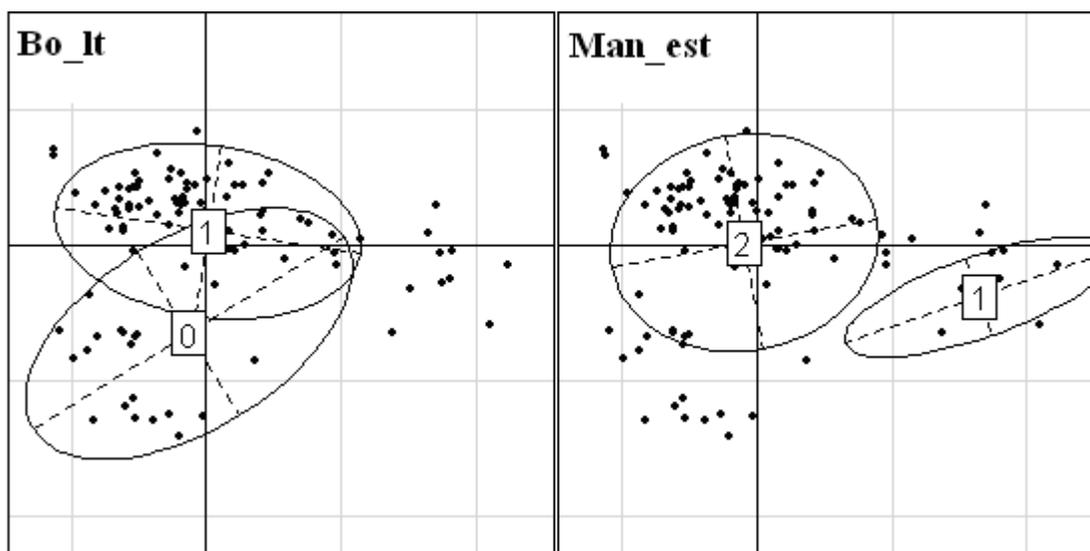


L\_vis: equipos y utensilios se encuentran limpios; L\_agprenj: temperatura del agua para enjuagar.



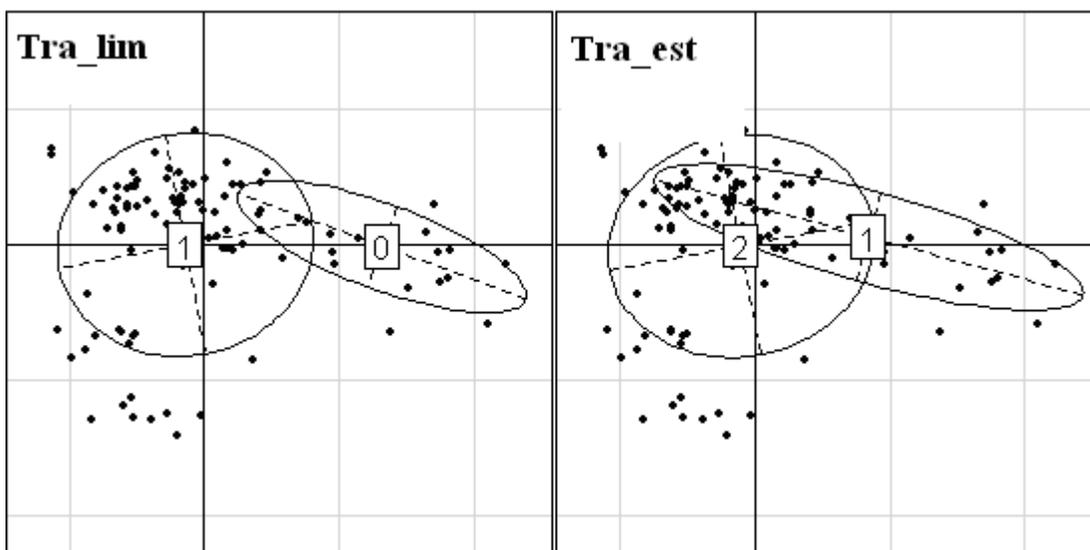
Bo\_lim: línea de vacío se encuentra limpia    Bo\_est: estado de la bomba de vacío

(Continuación ANEXO Anexo 6)



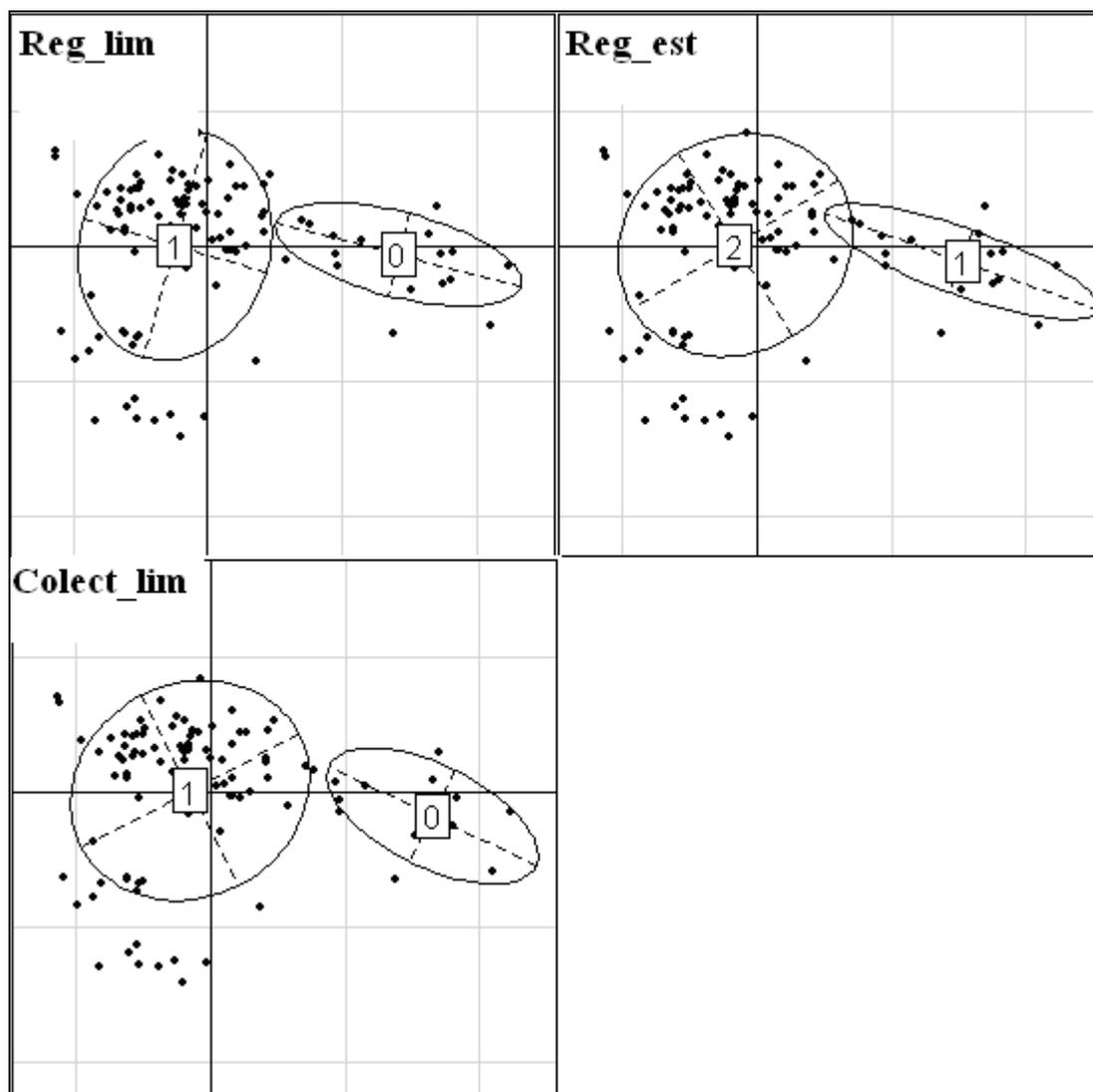
Bo\_it: línea de vacío se encuentra lavada

Man\_est: estado de las mangueras de vacío.



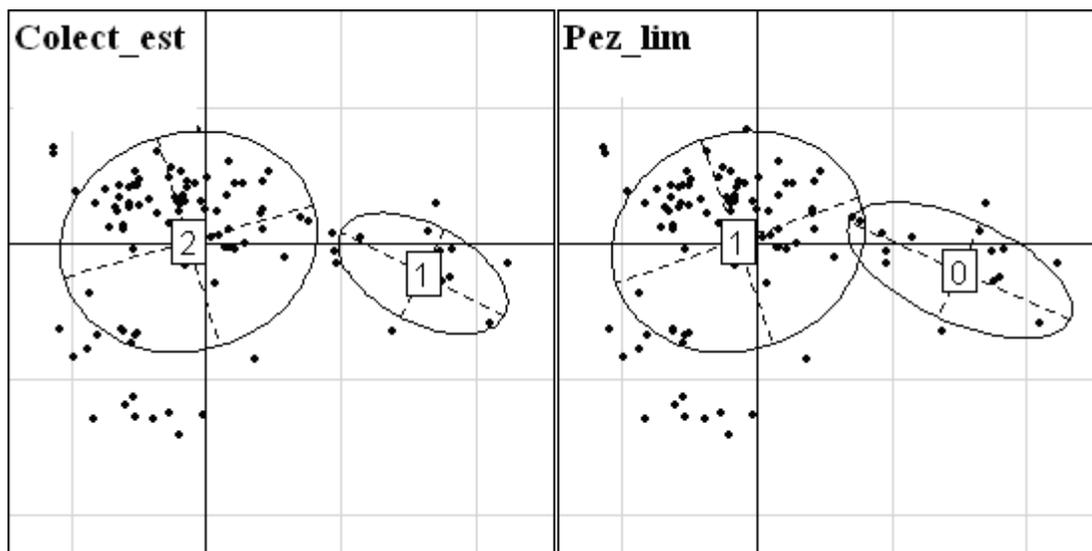
Tra\_lim: limpieza de la trampa de vacío; Tra\_est: estado de la trampa de vacío.

(Continuación ANEXO Anexo 6)

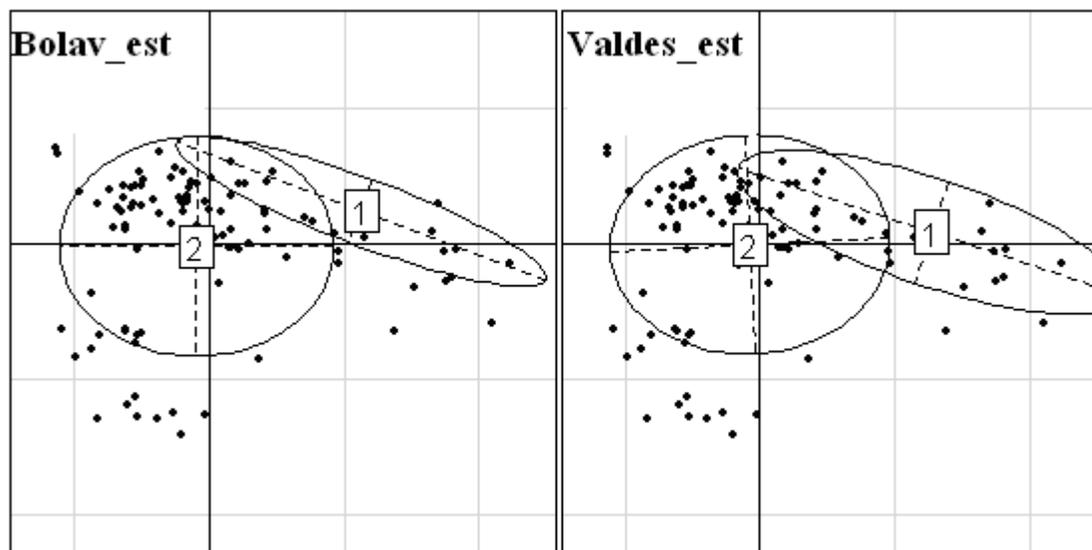


Reg\_lim: limpieza del regulador de vacío; Reg\_est: estado del regulador de vacío; Colect\_lim: limpieza de los colectores de vacío.

(Continuación ANEXO Anexo 6)

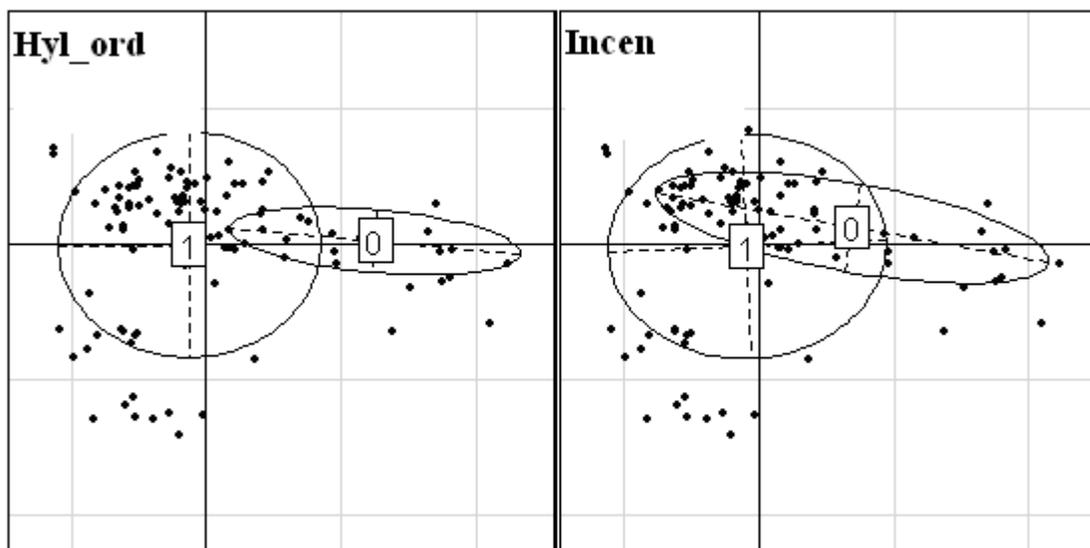


Colect\_est: estado de los colectores de vacío. Pez\_lim: limpieza de las pezoneras.

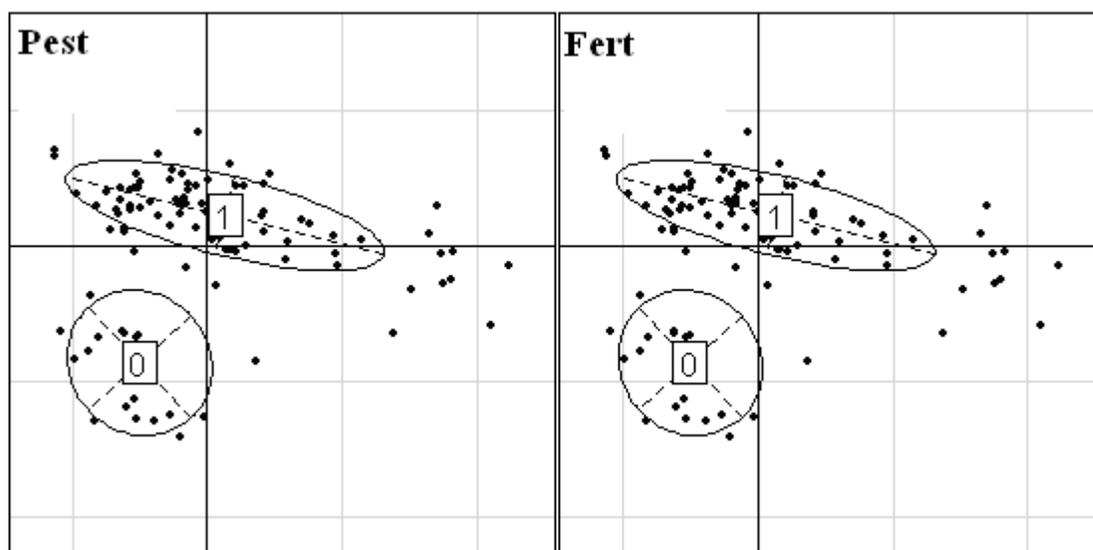


Bolav\_est: estado de la bomba de lavado. Valdes\_est: estado de la válvula de desagüe.

(Continuación ANEXO Anexo 6)



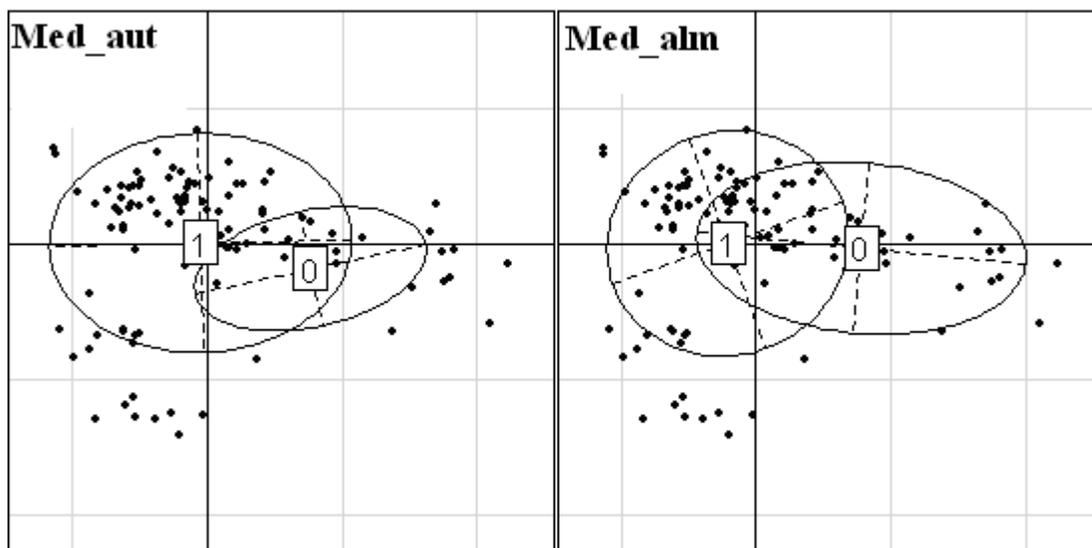
Hyl\_ord: Presentación personal del ordeñador. Incen: ordeñador recibe incentivo por calidad o volumen.



Pest: manejo adecuado de pesticidas.

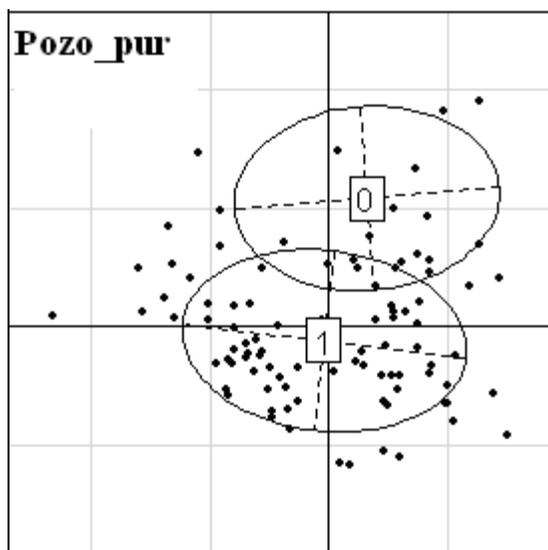
Fert: manejo adecuado de fertilizantes.

(Continuación ANEXO Anexo 6)

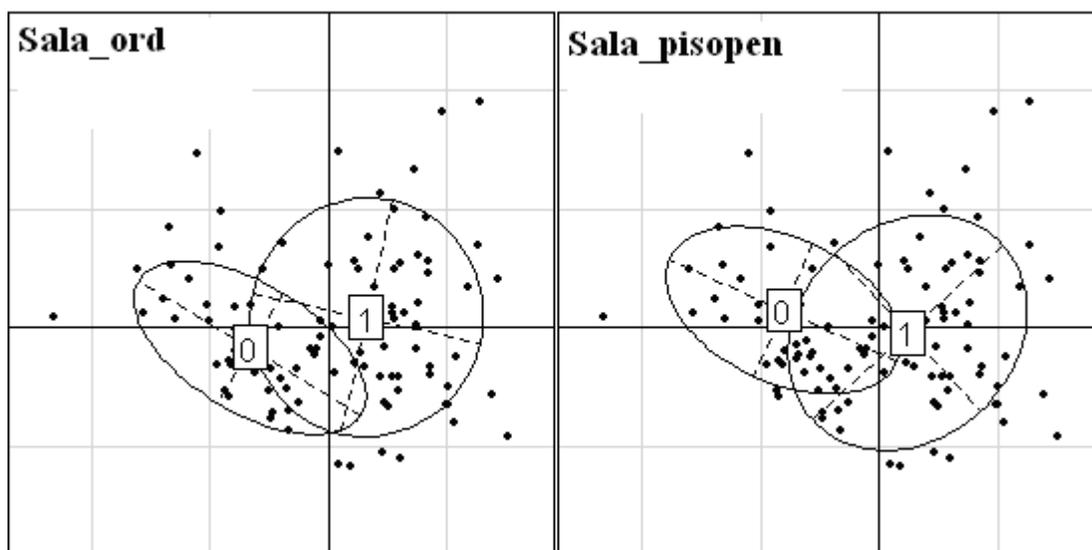


Med\_aut: utiliza solo medicamentos autorizados. Med\_alm: almacenamiento adecuado de productos veterinario.

### ANEXO 7 Variables relacionadas con infraestructura que permitieron discriminar grupos.

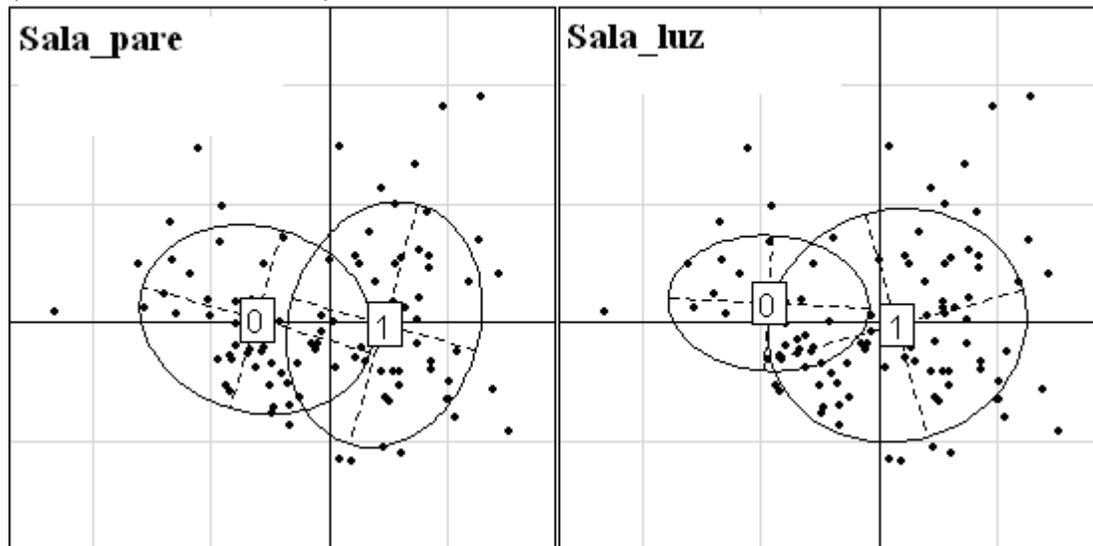


Pozo\_pur: cuenta con pozo purinero.



Sala\_ord: sala de leche se encuentra separada del area de ordeño y otros. Sala\_pisopen: el piso de la sala de leche cuenta con una pendiente adecuada.

(Continuación ANEXO 7)



Sala\_pare: Estado de las paredes de la sala de leche. Sala\_luz: iluminación de la sala de leche

**ANEXO 8. Varianza explicada para los primeros planos del agrupamiento k means.**

Número	Valor propio	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	0,27270824	24,5912283	24,5912283
2	0,11194578	10,0946131	34,6858414
3	0,0968951	8,73743092	43,4232723
4	0,082774	7,46407357	50,8873459
5	0,06228763	5,61673272	56,5040786
6	0,05471034	4,93345746	61,437536
7	0,05201431	4,69034476	66,1278808
8	0,04194752	3,7825811	69,9104619
9	0,03849844	3,47156304	73,3820249
10	0,033637	3,03318737	76,4152123
11	0,03171159	2,8595652	79,2747775
12	0,02860186	2,57914809	81,8539256
13	0,02450135	2,2093879	84,0633135
14	0,02255081	2,03349993	86,0968134
15	0,01828338	1,64868805	87,7455015
16	0,01763087	1,58984799	89,3353495
17	0,01674066	1,50957408	90,8449235
18	0,01610877	1,45259395	92,2975175
19	0,01460466	1,31696268	93,6144802
20	0,01337706	1,20626483	94,820745
21	0,01072002	0,96666802	95,787413
22	0,00921915	0,83132855	96,6187416
23	0,00784162	0,70711162	97,3258532
24	0,0057957	0,52262193	97,8484751
25	0,00551425	0,49724296	98,3457181
26	0,00445864	0,40205398	98,7477721
27	0,00353265	0,31855337	99,0663254
28	0,00346912	0,31282497	99,3791504
29	0,00320412	0,28892855	99,6680789
30	0,00230622	0,20796174	99,8760407
31	0,00137467	0,12395931	100

### ANEXO 9. Peso de las variables en cada eje para el agrupamiento de k-means

Variable	Porcentaje de influencia en el eje 1	Porcentaje de influencia en el eje 2
Control de mastitis	0,11894335	10,0206764
Tratamiento de mastitis subclínica	0,09628854	9,6955486
Limpieza de equipos y utensilios de ordeña	3,85942796	0,02573604
Mide la temperatura para lavar equipos	0,27291455	0,04526615
Limpieza de la línea de vacío	3,56913862	0,35372558
Estado de la línea de vacío	22,4450487	0,73669656
Línea de vacío ha sido lavada	0,00059242	10,4234529
Estado de la trampa de vacío	2,31447783	1,52850296
Estado de la manguera de vacío	6,93677704	4,20262722
Limpieza de la trampa de vacío	4,30554448	0,32849625
Limpieza del regulador de vacío	4,72344843	0,02564747
Estado del regulador de vacío	6,23207791	0,05973833
Limpieza de los colectores de vacío	7,33890691	0,0654633
Estado de los colectores de vacío	5,75347584	0,23566438
Limpieza de las pezoneras	6,70078673	0,52173383
Estado de las pezoneras	7,82506627	2,67626175
Estado de las gomas de las pezoneras	5,50701054	2,74221584
Estado de la bomba del lavado	2,28829523	3,74149995
Estado de la válvula de desagüe	4,17515565	4,03003109
El ordeñador recibe incentivo por calidad o volumen	0,76062241	0,18831606
Utiliza solo medicamentos autorizados	0,54437424	6,86983782
Almacenamiento de productor médicos es adecuado	1,09553182	0,01091367
Manejo adecuado de pesticidas	0,32245634	20,2070938
Manejo adecuado de fertilizantes	0,32245634	20,2070938
Tiene pozo purinero	0,2051896	0,0827148
El piso de la sala de ordeña cuenta con una pendiente adecuada	1,06530277	0,29165066
La sala de leche se encuentra separada del área de ordeña y otras	0,10771803	0,00160966
Paredes de la sala de leche en buenas condiciones	0,52788654	0,61062338
Iluminación adecuada de la sala de leche	0,58508489	0,07116181