

CAMBIOS EN LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN LÁCTEA POR EFECTO DEL INCREMENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LECHE DE VACAS¹

Changes in the production and composition of cow's milk in response to an increase in somatic cells

Carlos Pedraza G.², Alberto Mansilla M.³, Paola Fajardo R.² y Hernán Agüero E.⁴

ABSTRACT

A study was carried out in five herds from Central and Southern Chile in order to establish the effect of increasing somatic cell counts on the production and composition of milk. Information coming from a monthly control system for each of the animals belonging to the experimental dairy herds was managed in a computer database designed for said purpose. Starting from the records registered in two years of data collection, the relations existing among the somatic cell count and the production and composition of milk were studied. A general adjustment model was established allowing an adequate explanation of this phenomenon ($y = a + bx + cx^2 +$, where a, b, and c are parameters; y = Total Solids, % (ST); Butterfat, % (MG) and Non Fat Solids, % (SNG); and x = level of mastitis (assessed in ranges 0 to 9)). The main results were the following: a one unit increment in somatic cell count represented a decrease in milk production of 0.760 and 0.790 kg d⁻¹, for range 1 vs. 0.530 and 0.810 (P < 0.05) for range 9, for heifers and dairy cows, respectively. The values found for the composition parameters, in the same order, were as follows: 0.095 and 0.092 for range 1 vs. 0.024 and 0.092 for range 9 for ST; 0.021 and 0.031 vs. 0.010 and 0.015 for MG; 0.068 and 0.065 vs. 0.025 and 0.068 for SNG. These results confirm that losses due to sub-clinical mastitis have an important and detrimental effect on milk production and composition.

Key words: milk quality, dairy herd, milk production.

INTRODUCCIÓN

En el último tiempo se ha dado gran énfasis a la obtención de leche de óptima calidad, desde el punto de vista composicional (grasa, proteína y

otros) y sanitario, expresado como recuentos bacteriológicos y de células somáticas.

El concepto de higiene de la leche tiene hoy día dos enfoques principales: el primero de ellos se refiere a la contaminación de la leche por bacterias, fenómeno en el que se reconocen fases bien determinadas como son: concentración inicial en la secreción láctea a partir de la flora propia de la ubre, generalmente bacterias de tipo saprófitas, o bien flora patógena específica de la ubre. Esta flora detiene su crecimiento a los 7°C, por lo tanto, no reviste gran importancia

¹Recepción de originales: 03 de febrero de 1999.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile. E-mail: cpedraza@platina.inia.cl.

³Universidad de Chile, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales, Casilla 1004, Santiago, Chile.

⁴Universidad de Chile, Facultad de Cs. Veterinarias y Pecuarias, Casilla 1004, Santiago, Chile.

dada la refrigeración del producto a 4°C. Por lo tanto, el principal deterioro ocurre por contaminación del equipo de ordeño y etapas posteriores de almacenamiento y transporte, los cuales son determinantes en la calidad final del producto. Las bacterias que se incorporan en estas etapas tienen capacidad amplia para crecer, incluso bajo condiciones de refrigeración apropiadas. (Levican, 1992).

El segundo criterio de higiene de la leche está referido a la concentración de células somáticas, aspecto que día a día adquiere mayor relevancia al comprobarse su estrecha relación con la capacidad productiva de los animales. Las células somáticas son una expresión del grado de inflamación que presenta la glándula mamaria como consecuencia de la agresión de patógenos u otros factores de índole traumática, generalmente derivados de un defectuoso manejo del ordeño, inadecuadas instalaciones y manejos generales. Son principalmente leucocitos y células desquamativas de los epitelios secretores y conductos de la glándula. La influencia de las células somáticas sobre la producción en volumen de la leche y también sobre la composición de la secreción láctea concentra la atención de la investigación en el último tiempo (Dohoo y Meek., 1982; Munro *et al.*, 1984; Pedraza *et al.*, 1994a, 1994b; Barría y Jara 1998).

Muchos trabajos, y en particular, los de Pedraza *et al.* (1994a, 1994b), Barría y Jara (1998), en Chile, y Tyler *et al.* (1989) en el extranjero, incluyen factores de reconocida importancia en la producción y calidad láctea, tales como el predio, el período del año, la raza, el nivel productivo y el tiempo de lactancia, entre otros. Todas estas fuentes de variación muestran considerable influencia en las respuestas productivas, y en consecuencia parecería que el efecto relativo de las células somáticas en ellas pasa a tener una magnitud de segundo orden.

Estos resultados no son sorprendentes, ya que ha sido ampliamente demostrado que los factores

mencionados, que son difíciles de alterar por el productor, son responsables de grandes cambios en la producción. Como consecuencia, los resultados y los modelos que se derivan de estos trabajos no son adecuados para orientar y predecir las pérdidas de producción, tanto en volumen como en composición de la leche, como consecuencia del incremento de las células somáticas de la leche.

Así, parece interesante dar un enfoque distinto al problema en estudio, para estimar en un sentido más amplio, independiente de los primeros factores y en términos promedios de una lactancia completa, los efectos del nivel de células somáticas, aspecto que puede ser modificado con un manejo sanitario más eficaz del productor.

Bajo este planteamiento, el presente estudio tiene como objetivo proponer un modelo matemático simple que constituya una herramienta de fácil construcción e interpretación, para orientar sobre las pérdidas de producción, tanto en volumen de leche como en su composición, producidas por el incremento de las células somáticas en la leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un control sistemático en cinco rebaños lecheros, que representaron una masa de 1.200 vacas, con periodicidad mensual durante dos años consecutivos, para obtener la información básica. Los predios utilizados tenían sistemas productivos permanentes, con pariciones biestacionales, correspondiendo dos a la zona Sur del país (IX y X regiones), que aseguraban una producción lechera pareja a lo largo del año, y tres predios de la zona central y centro sur del país, con pariciones a lo largo de todo el año, situación que de igual forma aseguraba un aporte permanente de leche. Las razas involucradas fueron Frisón Negro y Holandés Europeo para la zona sur, y Holstein Friesian Americano en la zona central.

Las lecherías que colaboraron en el estudio fueron sometidas a muestreos mensuales, oportunidad en que se obtenía una muestra de leche compuesta (50 cc) en proporciones iguales entre la ordeña AM y PM, proveniente del medidor proporcional o volumétrico, siendo enviadas al laboratorio de análisis, previa adición de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) para alcanzar una concentración de 0,06%, para su correcta preservación. La información concerniente al estado reproductivo, sanitario y antecedentes de la lactancia en curso, fueron registrados en fichas especialmente diseñadas, todo lo cual se ingresaba a una base de datos desarrollada en el Centro Regional de Investigación La Platina del INIA. La base de datos se construyó en Fox Pro, permitiendo un fácil manejo de la entrada de datos provenientes de los predios, así como también una rápida y didáctica recuperación de la información de utilidad directa para el productor lechero, como para su uso en análisis estadísticos. Esta herramienta, se encuentra permanentemente en uso en el laboratorio de control de leche, de tal forma que periódicamente es factible recuperar la información para diversos análisis.

Los principales parámetros determinados en la leche fueron: Recuento de células somáticas (RCS); Sólidos totales (ST) ($kg\ día^{-1}$); Sólidos no grasos (SNG) ($kg\ día^{-1}$) y Materia grasa (MG) ($kg\ día^{-1}$). En el análisis de laboratorio se utilizaron Fossomatic 90 y Milkoscan 133B, para el recuento electrónico de células y aspectos composicionales respectivamente, ambos equipos de la línea FossElectric (1993). Además de las determinaciones mencionadas se incorporaron: producción diaria de leche (PDL), fecha del control, edad, fecha y número ordinal del parto, fecha de secado, raza y predio.

La recuperación de la información registrada en la base computacional estuvo orientada a relacionar directamente el nivel de células de acuerdo al criterio planteado por el DHIA (1986) y la producción de leche a partir de la información de lactancias completas de 305 días. Para

ello se utilizó el siguiente modelo de ajuste, separado para vaquillas y vacas:

$$PDL, ST, MG, SNG = a + b * RCS + c * RCS^2$$

Donde:

PDL = Producción diaria de leche ($L\ día^{-1}$); ST = sólidos totales ($kg\ día^{-1}$); MG = materia grasa ($kg\ día^{-1}$); SNG = sólidos no grasos ($kg\ día^{-1}$); a, b y c parámetros que definen la función. RCS = Escala de puntaje del recuento de células somáticas, score en valores desde 0 a 9, siendo 0 = de 0 a 12.500 $cel\ mL^{-1}$; 1 = de 12.501 a 25.000; 2 = de 25.001 a 50.000; 3 = de 50.001 a 100.000; 4 = de 100.001 a 200.000; 5 = de 200.001 a 400.000; 6 = de 400.001 a 800.000; 7 = de 800.001 a 1.600.000; 8 = de 1.600.001 a 3.200.000 y 9 = > 3.200.001 $cel\ mL^{-1}$. Esta escala de puntaje corresponde a la función $\logaritmo_2(\text{recuento celular}/100.000) + 3$.

A partir de este modelo se calcularon las tasas de disminución de PDL, ST, MG y SNG por cada unidad de incremento en los RCS, comparándose dichas tasas mediante la prueba "t" de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra los parámetros del modelo para las producciones: PDL, ST, MG y SNG en función de la variable RCS.

En primer lugar cabe destacar el alto grado de ajuste logrado con el modelo, ya que los coeficientes de determinación van desde 0,86 a 0,99, todos ellos significativos al 1%. Los valores promedios del R^2 son de 0,993 en vaquillas y 0,985 en vacas, indicando que sobre el 90% de la variación encontrada en las variables respuestas se explica por el efecto del rango de mastitis.

Respecto a los coeficientes del modelo, a, b, c, todos ellos resultaron significativos al 5%. Cuando se ajustó un modelo lineal con parámetros a y b solamente, los coeficientes de deter-

Cuadro 1. Parámetros de las curvas de regresión de sólidos totales, materia grasa y sólidos no grasos en función de los rangos de mastitis sub-clínica en vaquillas y vacas

Table 1. Regression curve parameters related to total solids, butterfat and non-butterfat solids according to sub-clinical mastitis ranges in heifers and cows

Variable	Parámetros ¹			Coeficiente de determinación
	a	b	c	
		Vaquillas		
Producción diaria de leche	24,035	-0,7721	0,01400	0,96*
Sólidos totales	2,83740	-0,09900	0,00443	0,95*
Materia grasa	0,73290	-0,02020	0,00069	0,86*
Sólidos no grasos	2,09600	-0,07040	0,00265	0,96*
		Vacas		
Producción diaria de leche	25,370	-0,7869	-0,00150	0,99*
Sólidos totales	3,03040	-0,09217	0,00002	0,98*
Materia grasa	0,80990	-0,03214	0,00102	0,99*
Sólidos no grasos	2,23100	-0,06436	-0,00019	0,98*

¹a, b y c son los parámetros del modelo $y = a + b x + c x^2$, donde y = producción diaria de leche, sólidos totales, materia grasa y sólidos no grasos y x = rango de mastitis.

*Indica significancia del coeficiente ($P < 0,01$).

minación disminuyeron consistentemente entre 4 y 7 puntos porcentuales, lo que indica que el modelo cuadrático proporciona un significativo mejor ajuste que un modelo lineal, a pesar de su mayor complejidad. Cabe hacer notar, sin embargo, que el coeficiente c, que modela la curvatura de las funciones, en todos los casos resultó muy pequeño aunque significativo, mostrando tendencias ligeramente curvas, casi lineales. Este hecho facilita la interpretación de los resultados, ya que las tasas de cambio que se pueden calcular en cualquiera de las variables respecto a RCS, resultan prácticamente constantes.

Las regresiones encontradas para la producción diaria de leche ($b = -0,77$ y $b = -0,787$ en vaquillas y vacas, respectivamente), son similares a las encontradas por Pedraza *et al.*, 1994a, quienes registraron en vaquillas una disminución de 0,61 kg y en vacas de dos o más lactancias una disminución de 0,73 kg. Tyler *et al.* (1989) encontraron descensos de 0,89 y 1,11 kg por in-

crementos equivalentes a una unidad de RCS, en vaquillas y vacas, respectivamente.

En los Cuadros 2 y 3 se presentan las tasas de disminución en producción de leche y sus componentes, además de las pérdidas acumuladas conforme se incrementa el nivel de mastitis subclínica. Llama la atención que en vaquillas se registra una tasa de disminución en leche, como valores absolutos, menor que en las vacas, y sin embargo, las vaquillas muestran una mayor sensibilidad a la pérdida, al comparar distintos rangos de concentración de células somáticas. Así por ejemplo, el valor de pérdida en el rango 9 (0,530) es un 30% menor que el registrado en el rango 1 (0,760). Esta tendencia de que los rangos inferiores de células se encuentran más afectados en términos relativos, tiene gran significado en el control de la mastitis subclínica, dado que las metas de un programa de control apuntan a lograr los valores inferiores de recuentos de células. Debe considerarse en este análisis que las pérdidas

Cuadro 2. Tasas de disminución de producción diaria de leche, sólidos totales, materia grasa y sólidos no grasos en función del rango de células somáticas en vaquillas**Table 2. Decreasing rates of daily milk production, total solids, butterfat and non butterfat solids according to somatic cell count in dairy cows at first calving**

Rango de mastitis subclínica	Disminución diaria de leche (L)	Pérdida acumulada (L día ⁻¹)	Sólidos totales (kg día ⁻¹)	Pérdida acumulada (kg día ⁻¹)	Materia grasa (kg día ⁻¹)	Pérdida acumulada (kg día ⁻¹)	Sólidos no grasos (kg día ⁻¹)	Pérdida acumulada (kg día ⁻¹)
0								
1	0,760 a	0,760	0,095 a	0,095	0,021 a	0,021	0,068 a	0,068
2	0,730 ab	1,490	0,086 a	0,181	0,020 a	0,041	0,062 a	0,130
3	0,700 bc	2,190	0,077 ab	0,258	0,019 a	0,060	0,057 ab	0,187
4	0,670 cd	2,860	0,068 ab	0,326	0,017 a	0,077	0,052 ab	0,239
5	0,650 cd	3,510	0,059 bc	0,385	0,016 ab	0,093	0,047 bc	0,286
6	0,620 de	4,130	0,050 bc	0,435	0,014 b	0,107	0,041 bc	0,327
7	0,590 ef	4,720	0,041 c	0,480	0,013 b	0,120	0,036 c	0,363
8	0,560 fg	5,280	0,033 cd	0,513	0,012 b	0,132	0,031 cd	0,394
9	0,530 g	5,810	0,024 d	0,537	0,010 b	0,142	0,025 d	0,419

Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según la prueba "t" de Student.

Cuadro 3. Tasas de disminución de producción diaria de leche, sólidos totales, materia grasa y sólidos no grasos en función del rango de células somáticas en vacas**Table 3. Decreasing rates of daily milk production, total solids, butterfat and non-butterfat solids according to the range of somatic cell count in dairy cows**

Rango de mastitis subclínica	Disminución diaria de leche (L)	Pérdida acumulada (L día ⁻¹)	Sólidos totales (kg día ⁻¹)	Pérdida acumulada (kg día ⁻¹)	Materia grasa (kg día ⁻¹)	Pérdida acumulada (kg día ⁻¹)	Sólidos no grasos (kg día ⁻¹)	Pérdida acumulada (kg día ⁻¹)
0								
1	0,790 a	0,790	0,092 a	0,092	0,031 a	0,031	0,065 a	0,065
2	0,790 a	1,580	0,092 a	0,184	0,029 a	0,060	0,065 a	0,195
3	0,790 a	2,370	0,092 a	0,276	0,027 a	0,087	0,065 a	0,260
4	0,800 ab	3,170	0,092 a	0,368	0,025 a	0,112	0,066 a	0,326
5	0,800 ab	3,970	0,092 a	0,460	0,023 ab	0,135	0,066 a	0,392
6	0,800 ab	4,770	0,092 a	0,552	0,021 b	0,156	0,066 a	0,458
7	0,810 b	5,580	0,092 a	0,644	0,019 b	0,175	0,067 a	0,525
8	0,810 b	6,390	0,092 a	0,736	0,017 b	0,192	0,067 a	0,592
9	0,810 b	7,200	0,092 a	0,828	0,015 b	0,207	0,068 a	0,660

Letras diferentes dentro de cada columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$) según la prueba "t" de Student.

son acumulativas, es decir, si un resultado indica grado 9 significa en el caso de las vaquillas, que el animal ha perdido los litros correspondientes al nivel 1 más los correspondientes al nivel 2 y así sucesivamente hasta los correspondientes al grado 9, lo cual representa un total de 5,81 L día⁻¹. En vaquillas el comportamiento de las pérdidas sigue una tendencia cuadrática, en cambio a las vacas, aparte de registrar mayores pérdidas absolutas, muestran una tendencia de cambio más constante, siendo su comportamiento prácticamente una recta (Cuadro 3). Al utilizar un ejemplo similar para una vaca ubicada en el rango 9, ésta perdería un total de 7,2 L día⁻¹.

La composición de la leche se ve claramente afectada por el incremento de las células somáticas, tal como se aprecia en los Cuadros 2 y 3. En vaquillas los cambios son más drásticos que en vacas, registrándose diferencias significativas entre los rangos inferiores prácticamente en todos los componentes medidos en el estudio. Así, en este grupo, al igual que en producción de leche, las mayores pérdidas relativas ocurren a nivel de los rangos menores del RCS, siendo las pérdidas en sólidos totales 4 veces mayor que las registradas en el rango 9. En materia grasa y en sólidos no grasos estas pérdidas representan dos y tres veces, respectivamente, entre los mismos rangos extremos.

En vacas, las pérdidas son mayores en valor absoluto, aunque prácticamente constantes a través de los diferentes rangos con excepción de la materia grasa, donde se registra un cambio significativo de las pérdidas a partir del nivel 6.

La relación negativa entre producción absoluta de grasa (kg) y rango o score de mastitis (Cuadro 1), coincide con los resultados de otros autores, que han encontrado el mismo tipo de asociación entre LnRCS (Logaritmo natural del Recuento de Células Somáticas) y producción de grasa por lactancia (Kennedy *et al.*, 1982; Monardes y Hayes, 1985), así como entre recuento celular de leche de estanques y producción diaria de grasa (Eberhart *et al.*, 1982).

La literatura extranjera presenta trabajos en los que se ha estudiado la relación RCS, ST y SNG. Asby *et al.* (1977) determinaron una relación lineal entre concentración de sólidos totales y recuento de células somáticas, equivalente a un descenso de 0,0266 unidades por cada incremento de 100.000 células. Dawson *et al.* (1974), encontraron -0,14% en la concentración de sólidos totales como consecuencia del aumento de una unidad en el LnRCS. Correlaciones negativas y significativas han sido determinadas entre sólidos no grasos y recuento de células somáticas de -0,382 (Natzke *et al.*, 1965) y de -0,41 (Haenlein *et al.*, 1968).

CONCLUSIONES

- La producción de leche disminuye en vaquillas y vacas en forma cuadrática a razón de $-0,77 \times \text{Rango} + 0,014 \times \text{Rango}^2$ y $-0,79 \times \text{Rango} + 0,092 \times \text{Rango}^2$ kg día⁻¹ respectivamente, por cada incremento de una unidad del rango o score de células somáticas. Los componentes de la leche, ST, MG y SNG también se afectan negativamente en diferentes magnitudes, según se incrementa el score celular.
- El efecto detrimental de crecientes concentraciones de células somáticas, permite observar pérdidas de leche que en el grado 9 del score de mastitis, alcanzan a 5,81 L día⁻¹ en vaquillas, y 7,2 L día⁻¹ en vacas.
- Se puede concluir que existe concordancia entre los valores determinados en el país y los registrados en otros rebaños por diferentes autores. Queda suficientemente clara la gran influencia del nivel de mastitis subclínica que registran los animales, representado por el recuento de células somáticas o score en este estudio, y el nivel de producción de leche, sólidos totales y sólidos no grasos obtenidos.

RESUMEN

Se realizó un estudio en cinco lecherías de la Zona Central y Sur de Chile, destinado a establecer el efecto de concentraciones crecientes de células somáticas sobre la producción y composición de leche de vacas. Se utilizó la información proveniente de controles sistemáticos mensuales, de cada uno de los animales pertenecientes a los rebaños experimentales, siendo manejada en una base computacional específicamente diseñada para dicho fin. A partir de los antecedentes registrados en dos años de recopilación, se estudiaron las relaciones existentes entre el recuento de células somáticas y la producción y composición de la leche, lográndose establecer un modelo general de ajuste ($y = a + bx + cx^2$, donde a, b, c son parámetros, y = Sólidos totales (ST), Materia grasa (MG), Sólidos no granos (SNG), x = score o rango de mastitis (0 a 9)), herramienta que permite dar adecuada explicación al fenómeno. Los principales resul-

tados fueron: el incremento de una unidad en el recuento de células representó en el volumen diario de producción de leche, una tasa de disminución expresada en kg d^{-1} de 0,760 y 0,790 para el nivel o rango 1 vs 0,530 y 0,810 ($P < 0,05$) en el rango 9, para vaquillas y vacas, respectivamente. En igual secuencia los valores encontrados en los parámetros composicionales fueron: 0,095 y 0,092 en el rango 1 vs 0,024 y 0,092 en el rango 9 para ST; 0,021 y 0,031 vs 0,010 y 0,015 para MG; 0,068 y 0,065 vs 0,025 y 0,068 en SNG. Estos resultados permiten concluir que las pérdidas registradas como consecuencia de la mastitis subclínica, constituyen un importante factor detrimental de la producción y composición de leche.

Palabras clave: calidad de leche, lechería, producción de leche.

LITERATURA CITADA

- ASBY, C. B.; GARD, R. B. AND WATKINS, J. H. 1977. The relationship between bulk milk composition and cell count in commercial dairy herds. *J. Dairy Res.* 44 (3): 585-587.
- BARRÍA, N. P. Y JARA, A. 1998. Efecto del recuento de células somáticas sobre la producción y los componentes lácteos en vacas lecheras. XXIII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. 21 octubre 1998. Chillán, Chile. p. 3.
- DAWSON, R. R.; ROOK, J. A. F. AND WOOD, P. D. P. 1974. Some factors associated with the late-winter decline in the lactose content of herd bulk milks. *J. Dairy Res.* 41 (3): 317-329.
- DHIA. 1986. How to read your DHIA reports. Dairy Herd Improvement Association. Pennsylvania, USA. March 1986. 20 p.
- DOHOO, I. R. AND MEEK, A. H. 1982. Somatic cell counts in bovine milk. *Can. Vet. J.* 23: 119-125.
- EBERHART, R. I.; HUTCHINSON, L. J. AND SPENCER, S. B. 1982. Relationship of bulk tank somatic cell counts to prevalence of intramammary infection and to indices of herd production. *J. Food Prot.* 45(12): 1125-1128.
- HAENLEIN, G. F. W.; SCHULTZ, L. H. AND HANSEN, L. R. 1968. Relation of milk fat-depressing rations and subclinical mastitis to milk proteins. *J. Dairy Sci.* 51 (4): 535-542.
- KENNEDY, B. W.; SETHAR, M. S.; MOXLEY, J. E. AND DOWNEY, B. P. 1982. Heritability of somatic cell counts and its relationship with milk yield and composition in Holstein. *J. Dairy Sci.* 65(5): 843-847.

- LEVICAN, J. 1992. Caracterización de la flora psicrotrófica y sus proteasas en la leche cruda refrigerada. Tesis de Bioquímico. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica. 149 p.
- MONARDES, H. G. AND HAYES, J. F. 1985. Genetic and phenotypic relationships between lactation cell counts and milk yield and composition of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 68: 1250-1256.
- MUNRO, G. L.; GRIEVE, P. A. AND KITCHEN, B. J. 1984. Effects of mastitis on milk yield, milk composition processing properties and yield and quality of milk products. *Austr. J. Dairy Technol.* 39: 7-16.
- NATZKE, R. P.; SCHULTZ, L. H.; BARR, G. R. AND HOLTSMANN, W. B. 1965. Variation in mastitis screening test and milk composition of udders quarters under normal condition and following omission of a milking. *J. Dairy Sci.* 48 (4): 1295-1304.
- PEDRAZA, C. G.; AGÜERO, H. E.; GÓMEZ, M. C.; JAHN, E. B.; LANUZA, F. A.; HAZARD, S. T.; VIDAL, A. V.; FAJARDO, P. F. Y LEIVA, R. A. 1994a. Relación entre la concentración de células somáticas y producción diaria de leche, determinada en cinco rebaños de Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 54: 259-267.
- PEDRAZA, C. G.; AGÜERO, H. E.; GÓMEZ, M. C.; FLORES, H. P.; MANSILLA, A. M. Y FAJARDO, P. R. 1994b. Relación entre el recuento de células somáticas y características de la curva de lactancia en vacas lecheras. *Agricultura Técnica (Chile)* 54: 268-276.
- TYLER, J. W.; THURMOND, M. C. AND LASSLO, L. 1989. Relationships between test-day measures of somatic cell count and milk production in California dairy cows. *Can. J. Vet. Res.* 53(2): 182-187.