

RELACION ENTRE LA CONCENTRACION DE CELULAS SOMATICAS Y PRODUCCION DIARIA DE LECHE, DETERMINADA EN CINCO REBAÑOS LECHEROS DE CHILE¹

Relationship between somatic cell count and daily milk yield, in five dairy herds in Chile

Carlos Pedraza G.², Hernán Agüero E.³, Marcela Gómez C.⁴, Ernesto Jahn B.⁵, Francisco Lanuza A.⁶, Sergio Hazard T.⁷, Agustín Vidal V.⁸, Paola Fajardo R.² y Roberto Leiva A.²

S U M M A R Y

Data collected from five dairy farms belonging to the Instituto de Investigaciones Agropecuarias included in a research project to investigate the effect of subclinical mastitis on milk yield and milk composition were considered. Milk yield and somatic cell counts of 1,000 cows were monthly recorded. This work represents the first evaluation of the relationship between daily milk production and somatic cell count; to achieve this, the information obtained during three years of the project was considered. The data base was 18,247 observations of which 5,979 were for first lactation animals and 12,268 for cows with two and more lactations. The statistical model used considered the somatic cells as a continue variable expressed as the natural logarithm of the cell counts (Ln SCC).

R² values indicate that this model would explain 34 and 45% of the yield variation in first lactation and in older animals, respectively ($P \leq 0.0001$). In both animal groups, the correlation between daily production and LnSCC was -0.14 ($P \leq 0.0001$), showing a linear type relation between both variables. Accordingly the daily yield would be reduced in 0.61 kg (first lactation) and 0.73 kg (two and more lactations) for each unit increase in the Ln SCC, which represents a decrease of 3.4 and 3.7% respect to the corresponding real average of daily production. Considering a level of $\leq 100,000$ cell/ml as a reference cell count, the decrease in milk production would fluctuate approximately between 4-18% (first lactation) and 4-19% (two and more lactations) for counts of 100,000-200,000 and $> 5,000,000$ cells/ml, bearing statistical significance from 200,000 cell/ml both for first lactation and older animals.

Key words: cows, milk production, somatic cell.

INTRODUCCION

El recuento de células somáticas en leche constituye un parámetro de gran valor diagnóstico para

establecer el nivel sanitario de la glándula mamaria de un animal o de un rebaño lechero.

La importancia radica en que este tipo de células se incrementa en la leche de aquellos animales que presentan algún grado de inflamación en su glándula mamaria, afección denominada mastitis subclínica. Numerosos estudios han demostrado la existencia de una asociación negativa entre la concentración de células somáticas de la leche y el volumen de producción diario, deteriorando, además, la calidad composicional de la leche (Miller y otros, 1983; Dohoo, Meek y Martin, 1984; Munro, Grieve y Kitchen, 1984).

De acuerdo a la información existente en Chile, la mastitis subclínica se encuentra vastamente difundida en los rebaños lecheros. Caballero y otros, 1970; Zurita y otros, 1972; Zamorano, 1975; Pedraza y otros, 1978; Rigo-Righi, 1981; Bezama, 1991, han encontrado porcentajes de prevalencia de: 68,02; 74,41; 67,75; 84,20; 66,90 y 64,84 de las vacas y 40,25; 48,81; 55,17; 67,76; 42,20 y 41,1

¹Recepción de originales: 5 de julio de 1994.

Los autores agradecen a todas aquellas personas que colaboraron en el desarrollo de esta investigación, tanto del personal técnico, operarios y administrativos, así como de profesionales que de una u otra forma permitieron, con su anónimo aporte, el éxito de esta investigación.

Parte de la tesis presentada por la tercera autora para optar al título de Médico Veterinario en la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Chile.

²Centro Regional de Investigación La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

³Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Chile, Casilla 2, Correo 15, Santiago, Chile.

⁴Actividad particular

⁵Centro Regional de Investigación Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillan, Chile.

⁶Centro Regional de Investigación Remehue (INIA), Casilla 24-0, Osorno, Chile.

⁷Centro Regional de Investigación Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

⁸Campo Experimental Human (INIA), Casilla 767, Los Angeles, Chile.

de los cuartos, respectivamente. Los porcentajes citados anteriormente corresponden a trabajos realizados en áreas muy restringidas del país, de modo que no pueden ser considerados como prevalencia nacional, antecedente que en la actualidad no existe.

Estos elevados porcentajes de vacas y cuartos afectados indican que la mastitis subclínica, al igual que en otros países, es un grave problema, y con mucha seguridad el que mayores pérdidas provoca a la producción lechera nacional. Moraga (1986), en Chile, estimó pérdidas de 204 millones de litros anuales.

Las investigaciones desarrolladas sobre mastitis subclínica en el país, han estado dirigidas a establecer, de manera principal, el grado de prevalencia de esta patología, principalmente a través del Test de California, y otros métodos indirectos.

La posibilidad de determinar en forma precisa y masiva el número de células somáticas en leche, ha sido posible por la reciente adquisición de un equipo contador electrónico especializado (Fossmatic 90). Efectuada en el Centro Regional de Investigación La Platina.

La investigación que se presenta analiza por primera vez en el país los resultados obtenidos al respecto, dando especial énfasis a la relación concentración celular-volumen de producción diaria.

MATERIALES Y METODOS

El estudio incluyó cinco predios lecheros pertenecientes al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA): La Platina (Región Metropolitana), Quilmapu (VIII Región), Humán (VIII Región), Carillanca (IX Región) y Remehue (X Región). Estos predios aportaron un total de 1.000 vacas en lactancia de raza Holstein, Frisón Negro y cruza de ambas. El promedio de producción por lactancia de dichos rebaños fluctuó entre 5.250 y 7.000 kg, en esta primera evaluación de tres años, la cual se extendió desde junio de 1990 hasta abril de 1993, ambos meses inclusive.

Con una frecuencia mensual se recepcionaba en la Estación Experimental La Platina (actualmente Centro Regional de Investigación La Platina) los datos del control individual de producción de leche, efectuado en cada predio mediante medidores volumétricos o electrónicos. Simultáneamente, con el control de producción, se recolectaron muestras compuestas de leche al término de la ordeña para recuento de células somáticas, utilizando bolsas de

polietileno desechables, convenientemente identificadas, que contenían una tableta de dicromato de potasio como agente preservante, el cual garantiza su conservación por un período aproximado de 15 días a una temperatura de 5 °C y un tiempo menor a 5 días a temperatura ambiente (Heald y otros, 1977). Por esta razón, las muestras de leche correspondientes a los predios ubicados en regiones, eran transportadas por correo a la Estación Experimental La Platina, centro de toda la investigación, donde eran inmediatamente refrigeradas al momento de su arribo. El RCS se realizó mediante el contador electrónico Fossmatic 90 (A/SN Foss Electric) y otras determinaciones destinadas a estudiar la relación entre componentes lácteos y recuento celular de la leche.

Toda esta información fue ingresada a una base de datos, diseñada previamente, donde se especificaba la correcta identificación del animal y predio, así como la fecha y número del control, incluyéndose también algunas variables de interés como edad y número ordinal de parto de las vacas, fechas de parto y de secado e información adicional destinada a otras investigaciones. Es preciso señalar que por ser el primer estudio de esta naturaleza realizado en el país, se presentaron algunos problemas tanto en lo referente a la información general requerida a los predios, como principalmente a nivel de la manipulación y conservación de las muestras, descartándose aquellas que se encontraban en mal estado o en condición dudosa para ser analizadas, razón por la cual el número de observaciones disminuyó respecto al esperado. Además, del total de información ingresada a la base de datos, sólo se consideró con fines de análisis los antecedentes aportados por aquellos animales que se encontraban entre los días 15 y 305 de lactancia. De esta manera, se dispuso de 18.247 observaciones, 5.979 para hembras de primera lactancia y 12.268 para las de dos o más partos.

El siguiente modelo se aplicó separadamente en primíparas y multíparas, con el fin de evaluar la relación entre producción de leche y recuento de células somáticas para el día de control:

$$Y_{ijklm} = \mu + P_i + EL_j + ES_k + NOP_l + B_1(\text{LnRCS}) + B_2(\text{LnRCS}^2) + E_{ijklm}$$

donde:

- Y_{ijklm} : producción de leche en el día de control.
 μ : media poblacional.
 P_i : efecto del i-ésimo predio (i = 1, 2, 3, 4, 5).

- EL_j : efecto de la j-ésima etapa de lactancia (j = 1, 2,.....10).
 ES_k : efecto de la k-ésima estación de parto (k = 1, 2, 3, 4).
 NOP_l : efecto del l-ésimo número ordinal de parto (l = 2, 3, 4, 5 y más).
 B₁(LnRCS) : coeficiente de regresión lineal para la producción diaria de leche sobre el logaritmo natural de la cuenta de células somáticas.
 B₂(LnRCS²) : coeficiente de regresión cuadrático para la producción diaria de leche sobre el logaritmo natural del recuento de células somáticas.

Como se aprecia en el modelo, la lactancia se dividió en 10 clases de 30 días, con excepción de las etapas 1 y 10 que abarcaron los días 15 a 30 y 270 a 305 de la lactancia, respectivamente. Las estaciones de parto consideradas fueron invierno: julio, agosto, septiembre; primavera: octubre, noviembre, diciembre; verano: enero, febrero, marzo; otoño: abril, mayo y junio. En el modelo correspondiente a múltiparas se definieron cuatro grupos de lactancias, incluyéndose en el último a las vacas de cinco y más partos. Las células somáticas fueron tratadas como variable continua, previa transformación logarítmica de los recuentos correspondientes a cada observación, evaluándose mediante regresión, su relación con la producción diaria de leche. Dicho análisis permite establecer el tipo de relación existente entre ambas variables y la disminución en rendimiento asociada a una unidad de incremento del LnRCS.

Los recuentos celulares fueron estratificadas de acuerdo a las 10 categorías de recuento utilizadas en los sistemas de control lechero DHIA (Dairy Herd Improvement Association), de Estados Unidos (DHIA, 1986), estimándose la producción diaria de leche, para cada uno de estos estratos celulares, a través de las ecuaciones de regresión correspondientes a primíparas y múltiparas, con el fin de comparar los descensos en rendimiento lácteo con los resultados de algunas investigaciones que emplean estos rangos de recuento para establecer pérdidas en producción de leche. Además, mediante las mismas ecuaciones, se estimaron los valores de producción para el promedio de siete rangos de recuento celular: <100.000, 100.000-200.000, 200.000-500.000, 500.000-1.000.000, 1.000.000-2.000.000, 2.000.000-5.000.000 y > 5.000.000 células/ml. Estos estratos fueron definidos intentando compatibilizar el número de observaciones y la necesidad de contar con un nivel celular de referencia relativamente bajo (<100.000/ml), que permita analizar el efecto de recuentos celulares asociadas a inflamaciones subclínicas de moderada

y mediana intensidad, así como disponer de rangos que abarquen muestras con recuentos celulares muy elevados. Los siete rangos celulares también fueron definidos con el propósito de determinar a qué nivel de recuento las pérdidas en producción de leche se harían estadísticamente significativas, para lo cual se realizó un análisis de Variancia utilizando los valores reales de producción diaria.

RESULTADOS Y DISCUSION

El modelo utilizado para estudiar la relación entre producción diaria de leche y el recuento de células somáticas, una vez descontados los efectos de predio, etapa de lactancia, estación de parto y número ordinal de parto, fue altamente significativo ($P \leq 0,0001$); los valores de R^2 indican que este modelo explica un 34% y 45% de la variación del rendimiento diario en primíparas y múltiparas, respectivamente (Cuadro 1).

CUADRO 1. Coeficientes de determinación del modelo de producción diaria de leche en animales de primera y de segunda y más lactancias

TABLE 1. Coefficients of determination for the model of daily milk yield in animals of first, and second and more lactations

Fuente de variación	Coeficientes de determinación	
	Primera lactancia	Segunda y más lactancias
Modelo	0,34*	0,45*
Predio	0,15*	0,12*
Etapas de lactancia	0,14*	0,28*
Estación del año	0,04*	0,02*
Nº ordinal de parto	-	0,02*
Ln RCS	0,02*	0,01*
Error	0,66*	0,55

* $P \leq 0,0001$.

La relación negativa entre LnRCS y producción de leche ($P \leq 0,0001$), evidenciada en hembras de primera y de dos o más lactancias (Figura 1), coincide con otras investigaciones que han demostrado que el incremento del recuento celular de la leche se asocia a un descenso significativo de la producción diaria (Miller y otros, 1983; Dohoo, Meek y Martin, 1984; Jones y otros, 1984; Ng-Kwai-Hang y otros, 1984; Salsberg, Meek y Martin, 1984; Batra, 1986; Tyler, Thurmond y Lasslo, 1989), como de la producción por lactancia (Raubertas y Shook, 1982; Salsberg, Meek y Martin, 1984; Serieys, 1985; Batra, 1986; Youl y Nicholls, 1987). Otros autores también han verificado estadísticamente la existen-

cia de esta relación negativa, utilizando mitades de ubre como unidad de estudio (Fox, Shook y Schultz, 1985) o un índice de producción en lugar de la producción real de leche (Gill y Holmes, 1978).

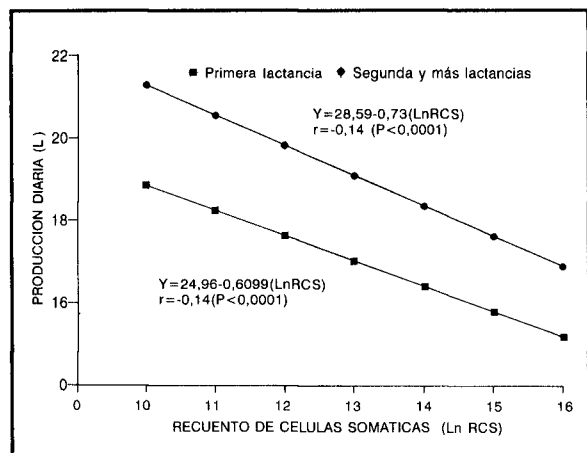


FIGURA 1. Relación entre rendimiento lácteo diario estimado y Ln RCS en animales de primera y de segunda y más lactancias.

FIGURE 1. Relationship between predicted daily milk yield and Ln SCC for animals in first, and second and more lactations.

En el presente trabajo sólo fue significativo el componente lineal de la regresión entre el LnRCS y la producción diaria de leche, lo cual sugiere la existencia de una relación lineal negativa entre ambas variables. También coincide con lo descrito por Miller y otros (1983), quienes comprobaron un descenso de tipo curvilíneo en la producción diaria de leche utilizando una escala real de recuentos celulares. La relación lineal entre el LnRCS y la producción de leche debe interpretarse como una reducción de igual magnitud en el rendimiento por cada unidad de incremento en el logaritmo de los recuentos (Figura 1). Ello indica mayores pérdidas productivas para los cambios que ocurren a niveles bajos de recuento, comparadas con aquellas que se registran a altos niveles celulares, situación que se aprecia en la Figura 2, donde se describe una relación curvilínea entre la producción diaria y el recuento celular real. Ella indica mayores pérdidas a bajos rangos celulares para incrementos de igual magnitud en la escala logarítmica.

Otros investigadores señalan que habría una relación más compleja entre el LnRCS y la producción de leche (Meijering y otros, 1978; Jones y otros, 1984). Dohoo, Meek y Martin (1984) concluyen que dicha relación no sería típicamente lineal, basados en que la disminución en la producción diaria por unidad logarítmica varió, según el nivel celular, en 1,8 kg (< 5 LnRCS); 2,09 kg (5 a 6 LnRCS) y 1,21 kg (> 6 LnRCS).

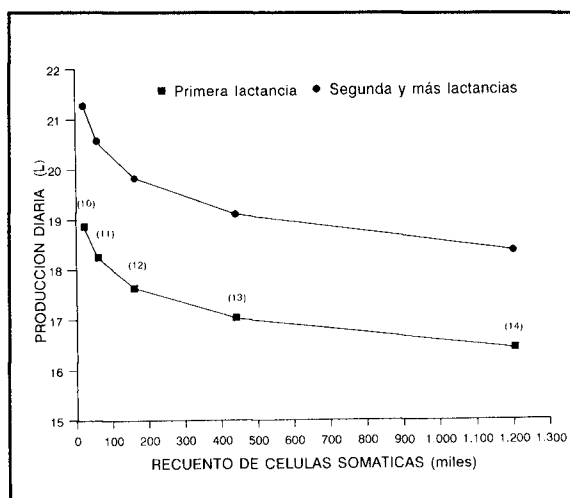


FIGURA 2. Relación entre rendimiento lácteo diario estimado y recuento celular real para animales de primera y de segunda y más lactancias (Ln RCS en paréntesis).

FIGURE 2. Relationship between predicted daily milk yield and actual somatic cell count for animals in first, and second and more lactations (Ln SCC in brackets).

Los coeficientes de correlación calculados para la regresión entre producción diaria de leche y LnRCS, alcanzaron el mismo valor en primíparas y multiparas (-0,14; $P \leq 0,0001$) (Figura 1), mostrando coincidencia con las estimaciones de otros autores: Ng-Kwai-Hang y otros (1984) ($r = -0,16$) en animales de todas las lactancias; Tyler, Thurmond y Lasslo (1989) ($r = -0,19$ y $r = -0,2$), para hembras de primera y segunda o más lactancias, respectivamente. Además, la asociación entre producción por lactancia y LnRCS medida como coeficiente de correlación, exhibiría una magnitud semejante a la evidenciada en el presente estudio para producción diaria: -0,13 (Kennedy y otros, 1982); -0,19 (Monardes, Hayes y Moxley, 1984) y -0,28 (Serieys, 1985).

De lo anterior, se desprende que la variación en el recuento de células somáticas explicaría una proporción relativamente baja de la variación experimentada por la producción de leche, confirmando lo establecido en el modelo estadístico (Cuadro 1), en el sentido que la producción es afectada primariamente por factores distintos a la mastitis cuando ésta se evalúa en términos de recuento de células somáticas. Los coeficientes de correlación representarían una relación promedio entre producción de leche y recuento celular, que no considera el tipo, nivel ni duración de las infecciones intramamarias, factores que incidirían de manera importante sobre su magnitud. Como se indicó, Serieys (1985) determinó un coeficiente de correlación de -0,28 entre rendimiento lactacional y LnRCS ($P \leq 0,01$), comprobando valores del orden de 0,5 para dicha

relación en animales infectados con patógenos mayores ($P < 0,05$) (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*) y correlaciones no significativas en vacas libres de infecciones mamarias o infectadas con patógenos menores (*Staphylococcus epidermidis* y *Corynebacterium bovis*).

En el presente estudio, a partir de los análisis de regresión, se estimó una reducción de 0,61 kg en la producción diaria de leche por unidad de aumento en el LnRCS para hembras de primera lactancia y de 0,73 kg en las de dos o más lactancias. Tales reducciones representan un 3,4 y 3,7% de disminución en el rendimiento, respecto a los correspondientes promedios reales de producción diaria (17,9 y 19,7 kg). Diversos autores han verificado descensos similares en la producción diaria de leche, en relación al rendimiento promedio, por unidad de aumento en el LnRCS: 0,65 kg ó 3,19% (Salsberg, Meek y Martin, 1984); 4,1% (Heald y otros, 1981; Jones y Heald, 1982; citados por Salsberg, Meek y Martin, 1984); 0,89 kg ó 3,7% en primíparas y 1,11 kg ó 3,9% en multíparas (Tyler, Thurmond y Lasslo, 1989). Los coeficientes de regresión tampoco diferirían mayormente de los estimados por Batra (1986), aunque éstos denotan una pérdida levemente menor en primíparas (0,66 kg) vs. multíparas (0,92 kg).

Entre los trabajos consultados, el de Jones y otros (1984) es el único que establece un descenso notablemente superior en la producción diaria de leche para animales de dos y más lactancias, cuyas pérdidas por unidad de aumento del LnRCS duplican a las estimadas en animales de primera lactancia. En las demás investigaciones no se aprecian mayores diferencias a este respecto entre primíparas y multíparas, situación que concordaría con la evidenciada en el presente estudio.

Si bien el coeficiente de regresión entre producción de leche y LnRCS es una medida empleada universalmente para estimar e ilustrar el descenso en rendimiento asociado a los recuentos celulares, no resulta práctico con fines de difusión a productores, o análisis de la situación a nivel de un determinado rebaño lechero. Un sistema utilizado en los centros de procesamiento de registros lecheros en Estados Unidos (DHIA, 1986), consiste en informar los resultados a los productores en una escala de puntaje lineal de 10 rangos, donde los recuentos se duplican sucesivamente a partir de un puntaje 0 que corresponde a un promedio de 12.500 células/ml, lo que determina incrementos de igual magnitud en la escala logarítmica entre todas las categorías de puntaje (0,7 unidades LnRCS).

Los resultados presentados en el Cuadro 2, revelan que la disminución promedio en producción diaria de leche, por cada unidad de aumento de esta escala de puntaje, es de 0,4 kg en primíparas y de 0,51 kg en multíparas, lo que significa un 2,19 y 2,35% de reducción, con respecto a la producción estimada para el primer estrato celular. Batra (1986) determinó una cifra muy similar (0,5 kg) para animales de primera lactancia y algo superior en animales de dos y más lactancias (0,7 kg), lo que corresponde a un 3,1 y 3,0% de descenso en la producción diaria, en relación al rendimiento estimado para el mismo estrato celular de referencia. El descenso lineal en producción diaria de leche, por unidad de aumento en la escala de 10 puntos, representa una cifra intermedia, comparada con las estimaciones efectuadas por Jones y otros (1984), tanto en rebaños de mediana como baja producción, cuyos valores alcanzaron a 0,36 y 0,72 kg para hembras de primera y de dos o más lactancias, respectivamente.

Tomando como base la categoría 0, las pérdidas en primíparas fluctuarían desde un mínimo de 0,42 kg, hasta 3,8 kg y desde 0,51 hasta 4,56 kg en las multíparas. Ello determina rangos de descenso de 2,19% a 19,79% en la producción diaria de las primíparas y de 2,35% a 21,01% en las multíparas (Cuadro 2). Estos valores son similares a los obtenidos por Batra (1986) para las mismas categorías de puntaje: 2,5% y 25,6% (primíparas), y 2,6% y 24,5% (multíparas).

Los descensos en la producción diaria de leche (Cuadro 2) alcanzarían una magnitud importante a niveles celulares relativamente bajos. Al respecto, Jones y otros (1984), determinaron que un recuento de 300.000 células/ml se asociaba a una disminución de la producción del orden de 1 kg en hembras de primera lactancia y de 3 kg en las de dos o más lactancias, lo que representa un 4 y 10% del rendimiento diario estimado para el estrato celular de referencia (12.500/ml), respectivamente. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo, en cuanto a que las pérdidas para el mismo nivel de recuento alcanzarían a 1,93 kg en primíparas y 2,32 kg en multíparas, lo que equivaldría, aproximadamente, a un 10% de reducción en la producción diaria, con respecto a la categoría 0 del sistema de puntajes DHIA.

De acuerdo a otros autores, las pérdidas comenzarían, con recuentos celulares inferiores, a 300.000/ml. Meijering y otros (1978), utilizando leche de cuartos individuales, concluyen que éstas fueron evidentes a niveles de recuento del orden de

CUADRO 2. Relación entre producción diaria de leche estimada y promedios de recuento de 10 rangos celulares correspondientes al sistema de puntaje DHIA¹, para animales de primera y de segunda y más lactancias

TABLE 2. Relationship between predicted daily milk yield and DHIA somatic cell score for animals of first, and second and more lactations

Recuento de células somáticas		Primera lactancia				Segunda y más lactancias			
Puntaje	Promedio RCS (x 10 ²)	Producción diaria (kg)	Cambio ² (kg)	Disminución ³		Producción diaria (kg)	Cambio ² (kg)	Disminución ³	
				(kg)	(%)			(kg)	(%)
0	12,5	19,20	-	-	-	21,70	-	-	-
1	25	18,78	0,42	0,42	2,19	21,19	0,51	0,51	2,35
2	50	18,36	0,42	0,84	4,38	20,69	0,50	1,01	4,65
3	100	17,93	0,43	1,27	6,61	20,18	0,51	1,52	7,00
4	200	17,51	0,42	1,69	8,80	19,67	0,51	2,03	9,35
5	400	17,09	0,42	2,11	10,99	19,17	0,50	2,53	11,66
6	800	16,67	0,42	2,53	13,18	18,66	0,51	3,04	14,01
7	1.600	16,24	0,43	2,96	15,42	18,16	0,50	3,54	16,31
8	3.200	15,82	0,42	3,38	17,60	17,65	0,51	4,05	18,66
9	6.400	15,40	0,42	3,80	19,79	17,14	0,51	4,56	21,01

¹DHIA: Dairy Herd Improvement Association.

²Cambio: diferencia en producción diaria comparada con la clase de células somáticas inmediatamente inferior.

³Disminución: disminución absoluta y porcentual de la producción diaria respecto al rendimiento estimado para el estrado celular base (12.500/ml).

100.000-200.000 células/ml. Incluso, Miller y otros (1983) y Fox, Shook y Schultz (1985), sostienen que las pérdidas en rendimiento lácteo se iniciarían a recuentos menores que 100.000 células/ml.

En relación a lo anterior, uno de los problemas fundamentales que se plantea, es determinar a qué nivel de recuento celular adquiere significancia estadística la disminución de la producción de leche. Bajo las condiciones del presente estudio, ello ocurriría a partir del rango celular de 200.000-500.000/ml, tanto en primíparas como en múltiparas (Cuadro 3), donde la reducción en la producción diaria de leche, estimada mediante las correspondientes ecuaciones de regresión, alcanza, aproximadamente, a un 7% en ambos grupos de animales, incrementándose progresivamente hasta un valor cercano al 20% para el rango celular > 5.000.000/ml (Cuadro 4).

Sin embargo, es preciso destacar que no se ha establecido con exactitud un umbral celular a partir del cual las pérdidas se consideran significativas del punto de vista estadístico. Tyler, Thurmond y Lasslo (1989) señalan que para recuentos celulares menores a 148.000/ml, el descenso en producción respecto a la base (< 20.000/ml) no sería significativo y que el primer nivel celular en el cual éste se hace significativo es de 245.000/ml, tanto en primíparas como en múltiparas, situación que resul-

CUADRO 3. Promedios reales de producción diaria de leche para 7 estratos de recuento de células somáticas (RCS) en animales de primera y de segunda y más lactancias

TABLE 3. Means of actual daily milk yield for 7 classes of somatic cell count in animals of first, and second and more lactations

Recuento de células (x 10 ²)	Primera lactancia		Segunda y más lactancias	
	Nº muestras	Producción diaria (kg)	Nº muestras	Producción diaria (kg)
< 100	3.150	18,69 a ¹	4.679	20,78 a
100 - 200	1.056	18,03 ab	1.744	20,05 ab
200 - 500	934	17,07 bc	2.295	19,63 bc
500 - 1.000	449	16,74 bc	1.559	18,91 dc
1.000 - 2.000	237	16,15 c	1.096	18,54 d
2.000 - 5.000	112	14,48 d	690	16,64 e
> 5.000	41	13,46 d	205	13,96 f

¹Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (P ≤ 0,05).

CUADRO 4. Relación entre producción diaria de leche estimada y recuento de células somáticas (RCS) estratificada en siete rangos para animales de primera y segunda o más lactancias

TABLE 4. Relationship between predicted daily milk yield and somatic cell counts grouped in seven classes of somatic cell count for animals of first, and second and more lactations

RCS (x 10 ³)	Primera lactancia					Segunda y más lactancias				
	Promedio	Nº muestras	Producción diaria (L)	Disminución		Promedio	Nº muestras	Producción diaria (L)	Disminución	
				kg	%				kg	%
< 100	42,05	3.150	18,47	-	-	43,38	4.679	20,80	-	-
100-200	142,61	1.056	17,72	0,75	4	145,01	1.774	19,91	0,89	4
200-500	315,39	934	17,24	1,23	7	327,91	2.295	19,32	1,48	7
500-1.000	708,07	449	16,74	1,73	9	714,06	1.559	18,75	2,05	10
1.000-2.000	1.383,89	237	16,34	2,13	12	1.407,22	1.096	18,26	2,54	12
2.000-5.000	2.862,35	112	15,89	2,58	14	2.969,60	690	17,71	3,09	15
> 5.000	11.082,51	41	15,07	3,40	18	8.592,60	205	16,93	3,89	19

taría comparable a la evidenciada en el presente trabajo. En cambio, Dohoo, Meek y Martin (1984), analizando hembras multíparas, concluyen que ya habría descensos significativos en la producción diaria de leche para recuentos inferiores a 148.000 células/ml, aunque la metodología empleada por estos autores no permite establecer el nivel de recuento en que las pérdidas comienzan a ser estadísticamente significativas.

Por lo tanto, los resultados obtenidos en el presente estudio serían compatibles con lo informado por diversos autores que han demostrado descensos significativos y/o importantes en magnitud a bajos niveles de recuento celular.

CONCLUSIONES

- La producción diaria de leche de hembras primíparas y multíparas, disminuye en 0,61 y 0,73 kg, por unidad de aumento del LnRCS, respectivamente.

- Utilizando como referencia un recuento de 100.000 células/ml, los descensos en producción diaria fluctúan entre, aproximadamente, 4 y 18% en primíparas y 4% y 19% en multíparas.

- En ambos grupos de animales, la relación negativa entre producción diaria de leche y LnRCS fue de tipo lineal, significando esto mayores pérdidas de rendimiento para los incrementos que experimentan las células somáticas a bajos niveles de recuento, comparados con los que se registran a rangos celulares elevados.

- Las pérdidas en producción diaria de leche se hacen estadísticamente significativas a partir de recuentos mayores a 200.000 células/ml, alcanzando una magnitud importante dentro del rango de 200.000-500.000 células/ml.

RESUMEN

El estudio incluyó cinco predios pertenecientes al Instituto de Investigaciones Agropecuarias, incorporados a un proyecto orientado a investigar el efecto de la mastitis subclínica sobre la producción y composición láctea, los cuales aportaron alrededor de 1.000 vacas sometidas mensualmente a controles individuales de producción y recuento electrónico de células somáticas de la leche. Este trabajo

corresponde a una primera evaluación de la relación entre producción diaria y células somáticas, para lo cual se consideró la información obtenida en los tres primeros años del proyecto, disponiéndose de una base de 18.247 datos; 5.979 para animales de primera lactancia y 12.268 para los de dos y más lactancias. Se utilizó un modelo estadístico donde las células somáticas fueron anali-

zadas como variable continua, expresada en base al logaritmo natural de los recuentos (LnRCS), incluyendo otros efectos sobre la producción diaria de leche (predio, etapa de lactancia, estación de parto y número ordinal de parto en el caso de hembras multíparas).

Los valores de R^2 indican que este modelo explicaría un 34 y 45% de la variación del rendimiento en primíparas y multíparas, respectivamente ($P \leq 0,0001$). En las mismas categorías de animales los coeficientes de correlación entre producción diaria y LnRCS fueron de -0,14, estableciéndose entre ambas variables una relación de tipo lineal ($P \leq 0,0001$), según la cual el rendimiento diario se redu-

ciría en 0,61 kg (primíparas) y 0,73 kg (multíparas) por cada unidad de aumento en el LnRCS, lo que representa un 3,4 y 3,7% de disminución respecto a los correspondientes promedios reales de producción diaria. Considerando como estrato de referencia un recuento < 100.000 células/ml, los descensos en producción fluctuarían entre aproximadamente 4-18% (primíparas) y 4-19% (multíparas), para recuentos de 100.000-200.000 y $> 5.000.000$ células/ml, haciéndose estadísticamente significativos a partir de 200.000 células/ml tanto en primíparas como en multíparas.

Palabras claves: vacas, producción de leche, células somáticas.

LITERATURA CITADA

- BATRA, T.R. 1986. Relationship of somatic cell concentration with milk yield in dairy cows. *Can. J. An. Sci.* 66: 607-614.
- BEZAMA, M. 1991. Mastitis del bovino lechero, estudio de prevalencia en la Región Metropolitana y descripción de factores asociados con la enfermedad. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. (Tesis para optar al título de Médico Veterinario).
- CABALLERO, E.; RABY, H. y EBERT, J. 1970. Diagnóstico de mastitis mediante "California Mastitis Test" (CMT) y estudio bacteriológico en las muestras de leche positiva al CMT en lecherías de la comuna de Máfil (Provincia de Valdivia). *Arch. Med. Vet.* 2: 41-46.
- DHIA-DAIRY HERD IMPROVEMENT ASSOCIATION. 1986. How to read your DHIA reports. Pennsylvania. March 1986.
- DOHOO, I.R.; MEEK, A.H. and MARTIN, S.W. 1984. Somatic cell counts in bovine milk: relationships to production and clinical episodes of mastitis. *Can. J. Comp. Med.* 48: 130-135.
- FOX, L.K.; SHOOK, G.E. and SCHULTZ, L.H. 1985. Factors related to milk loss in quarters with low somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 68: 2.100-2.107.
- GILL, M.S. and HOLMES, C.W. 1978. Somatic cell counts, mastitis and milk production in dairy herds. *N. Z. J. Dairy Sci. Technol.* 13: 157-161.
- HEALD, C.W.; JONES, G.M.; NICKERSON, S.C.; PETERSON, W.N. and VINSON, W.E. 1977. Preliminary evaluation of the Fossomatic Somatic Cell Counter for analysis of individual milk cow samples in a central testing laboratory. *J. Food Protec.* 40: 523-526.
- JONES, G.M.; PEARSON, R.E.; CLABAUGH, G.A. and HEALD, C.W. 1984. Relationships between somatic cell counts and milk production. *J. Dairy Sci.* 67: 1.823-1.831.
- KENNEDY, B.W.; SETHAR, M.S.; MOXLEY, J.E. and DOWNEY, B.R. 1982. Heritability of somatic cell count and its relationship with milk yield and composition in Holstein. *J. Dairy Sci.* 65: 843-847.
- MEIJERING, A.; JAARTSVELD, F.H.J.; VERSTEGEN, M.W.A. and TIELEN, M.J.M. 1978. The cell count of milk in relation to milk yield. *J. Dairy Res.* 45: 5-14.
- MILLER, R.H.; EMANUELSSON, U.; PERSSON, E.; BROLUND, L.; PHILIPSSON, J. and FUNKE, H. 1983. Relationships of milk somatic cell counts to daily milk yield and composition. *Acta Agric. Scand.* 33: 209-223.
- MONARDES, H.G.; HAYES, J.F. and MOXLEY, J.E. 1984. Heritability of lactation cell count measures and their relationships with milk yield and composition in Ayrshire cows. *J. Dairy Sci.* 67: 2.429-2.435.
- MORAGA, L. 1986. Pérdidas económicas atribuibles a la mastitis. IV Curso Mastitis del bovino y su impacto económico. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Escuela de Postgrado, Universidad de Chile. p.: 146-153.
- MUNRO, L.G.; 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.
- NG-KWAI-HANG, K.F.; HAYES, J.F.; MOXLEY, J.E. and MONARDES, H.G. 1984. Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with yield and compositional changes of bovine milk. *J. Dairy Sci.* 67: 361-366.
- PEDRAZA, G., CARLOS; ALEGRIA, R., GASTON; BARRALES, V., LUIS; y SILVA, F., FERNANDO. 1978. Influencia de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus agalactiae*, determinada por examen bacteriológico directo y metodo de Hotis en leches sometidas al Test de California. *Agricultura Técnica (Chile)* 38: 30-35.
- RAUBERTAS, R.F. and SHOOK, G.E. 1982. Relationship between lactation measures of somatic cell concentration and milk yield. *J. Dairy Sci.*, 65: 419-425.

- RIGO-RIGHI, C. 1981. Estudio de prevalencia de mastitis subclínica bovina en predios lecheros de un sector de la comuna de Chillán. Universidad de Concepción, Fac. Ciencias Agropecuarias y Forestales. (Tesis para optar al título de Médico Veterinario). 44 p.
- SALSBERG, E.; MEEK, A.H. and MARTIN, S.W. 1984. Somatic cell counts: associated factors and relationship to production. Can. J. Comp. Med. 48: 251-257.
- SERIEYS, F. 1985. Relation entre concentration cellulaire du lait individuel, production laitière, et sensibilité des vaches aux infections mammaires. Ann. Rech. Vét. 16: 271-277.
- TYLER, J.W.; THURMOND, M.C. and LASSLO, L. 1989. Relationship between testday measures of somatic cell count and milk production in California Dairy Cows. Can. J. Vet. Res. 53: 182-187.
- YOUL, B.S. and NICHOLLS, T.J. 1987. The relationship between somatic cell counts and lactation yield of dairy cows. Aust. J. Dairy Technol. 42: 68-70.
- ZAMORANO, C.G. 1975. Diagnóstico de mastitis subclínica en la comuna de Osorno. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Pecuarias y Veterinarias. (Tesis para optar al título de Médico Veterinario). 19 p.
- ZURITA, L.; PALAVICINO, I.; CRIPE, W.; TIMM, P. y STYLES, L. 1972. Contribución al estudio de la mastitis del bovino, formas de presentación y etiología más frecuente. Arch. Med. Vet. 41: 51-57.