ITEA (1996), Vol. 92A N.º 1, 23-35

RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LECHE DE VACAS FRISONAS: ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LOS FACTORES AMBIENTALES DE VARIACIÓN

G.A. María
J. A. Migueltorena

Departamento de Producción Animal
Facultad de Veterinaria
Universidad de Zaragoza
Miguel Servet 177
50013 Zaragoza

RESUMEN

Se realizó un estudio estadístico del tipo de estabulación, número de vacas por ordeñador, automatización del retirado de pezoneras, línea de leche (alta o baja), tiempo de ordeño, lavado/estímulo de ubre, desinfección de pezones, facilidad de ordeño, tipo de secado, frecuencias de limpieza de sala de ordeño y sala de espera, frecuencia de desinfección y retirada de camas, modo de limpieza de la ordeñadora y automatización del lavado, sobre el recuento de células somáticas (SCC) total y mensual. Adicionalmente, se estudió el efecto de la época y el número de parto. Se analizaron datos de un total de 526 lactaciones de vacas frisonas recogidos en 9 ganaderías de la zona norte de Navarra. Los datos fueron transformados a la escala logarítmica a fin de poder aplicar los análisis paramétricos clásicos. El SCC medio en la muestra analizada fue de 380.000 células por ml de leche, con una importante variabilidad entre ganaderías (185.000 a 618.000). La producción lechera media fue de 7.845 kg, con un porcentaje de grasa y proteína de 3.72 y 3.16, respectivamente. La variabilidad entre ganaderías para los caracteres productivos fue marcadamente menor que para el SCC (6.459 a 8.744 kg de leche). Los resultados indican que todos los factores considerados afectaron significativamente al SCC. Su efecto fue menos evidente durante los meses de otoño. Los factores relacionados con la higiene durante el ordeño y en el área de descanso fueron particularmente importantes.

Palabras clave: Bovino, Recuento de células somáticas, Factores ambientales.

SUMMARY
ENVIRONMENTAL EFFECTS OF SOMATIC CELL COUNT IN DAIRY CATTLE

The effect of the type of stall, number of cows per milker, automatic cup removal, height of milk pipeline, milking time, udder washing practice, teat disinfection after milking, milking speed, drying practices, washing practices of milking parlor and milking equipment and bedding practices on somatic cell count (SCC) were analyzed. Data consisted of 526 lactation records taken in 9 Holstein herds located in the North of Navarra (Spain). Data were transformed to the log scale before parametric analysis. Average SCC was 380.000 cells/ml, with an important variation between herds (185.00-618.000). Average milk production was 7.845 kg with 3.72 and 3.16 fat and protein percent, respectively. Variability between herds for productive traits was lower than for SCC (6.459-8.744 kg). The effect of all environmental factors considered was

significant. This effect was less important in autumn. Factors related to hygiene during milking and bedding practices appear to be particularly important.

Key Words: Cattle. Somatic cell count, Environmental factors.

Introducción

La mastitis es una de las enfermedades mas costosas que afectan a los rebaños de producción lechera (BLOSSER. 1979; ZORRAQUINO. 1986; HUTTON et al. 1990; MILES et al., 1992; MARTÍNEZ RUIZ, 1993;). Las pérdidas económicas producidas dentro de la granja han sido estimadas por ANDERSEN (1992) en un equivalente superior a las 54.000 pesetas por cada caso detectado en granja. Asimismo, las pérdidas producidas fuera de granja por baja calidad de la leche procesada se estiman en un valor económico equivalente al 1% de la leche elaborada (MILES et al.. 1992). El control de mastitis es, por tanto, un objetivo prioritario.

La mastitis es una enfermedad multifactorial, resultado de la interacción entre el huésped, el patógeno y el ambiente. A pesar del gran esfuerzo dedicado al conocimiento del sistema de defensas del huésped y la virulencia del patógeno, la mayor parte del progreso logrado en el control de mastitis ha sido mediante la optimización de factores de manejo que reducen su transmisión (SMITH, 1983).

El recuento de células somáticas (SCC) es ampliamente utilizado como indicador sanitario de los rebaño lecheros. Un elevado recuento celular se asocia con infecciones subclínicas de la glándula mamaria de causas diversas (GILL et al., 1990), existiendo una correlación negativa entre SCC y producción lechera (JONES et al.. 1984). Este carácter ha sido propuesto como un posible criterio de selección con el objetivo de lograr animales genéticamente resistentes a mastitis (MADSEN et al., 1987). El SCC se encuentra influído por numerosos factores ambientales de variación (BARTLETT et al., 1992). El uso efectivo del SCC en el control de mastitis, tanto desde un punto de vista genético como ambiental, depende en gran medida del claro entendimiento de los factores que lo afectan así como de la interacción entre estos factores con aquel ambiente de producción y manejo en que se hallen los rebaños (RENEAU, 1986; MADSEN et al. 1987).

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto de algunos factores ambientales de manejo y granja sobre el recuento de células somáticas en leche de vacas Frisonas, criadas y explotadas en régimen intensivo, según las condiciones existentes en los valles del norte de Navarra. Asimismo se pretende ilustrar una metodología estadística para su correcta valoración.

Material y Métodos

Los datos utilizados en este estudio fueron recogidos en 9 ganaderías del norte de Navarra durante la campaña 1994-1995. El esquema de muestreo fue diseñado con el fin de disponer de la información necesaria que permitiera poner en evidencia los distintos factores ambientales de variación que a priori consideramos podían estar afectando el recuento de células somáticas (LINDSTROM, 1983; NIELSEN.1989; BART-

LETT et al., 1992). Cada uno de los ganaderos seleccionados fue visitado por un técnico con el fin de recopilar la información necesaria para el estudio. En el momento de la visita, se verificó el normal funcionamiento de los sistemas de ordeño.

Se dispuso de un total de 526 lactaciones de vacas de raza Frisona, controladas por el Instituto Técnico de Gestión del Vacuno de Navarra. Se registró el recuento de células somáticas (SCC) mensual. Adicionalmente, se dispuso de la información productiva por lactación referida a kg de leche, % de grasa y % de proteína. Los factores ambientales de variación estudiados se describen en el Cuadro 1. En la descripción de estos factores se pueden constatar las variaciones de manejo existentes entre las ganaderías consideradas. El manejo nutricional y reproductivo que se lleva en estas ganaderías fue el tradicional de bovino lechero en sistemas intensivos de estabulación libre de la zona norte de Navarra.

Se efectuaron las pruebas de normalidad para la variable SCC. Para tal fin se utilizó el procedimiento Univariate del paquete estadístico SAS (SAS 1988). Este carácter suele mostrar skewness positiva (i.e., la media es mayor que la mediana) y una marcada heterogeneidad de varianzas entre grupos. Para la aplicación válida del análisis paramétrico de varianza y otros procedimientos relacionados, es necesario que la variable analizada cumpla con los requisitos de normalidad. No obstante, si tales condiciones no se cumplen, éstas pueden ser alcanzadas mediante una adecuada transformación de los datos. En el presente estudio los valores de SCC fueron transformados a la escala logarítmica. Esta transformación, propuesta por ALI y SHOOK (1980), demuestra una máxima potencia al aplicar el análisis de transformación de BOX y COX (1964). Adicionalmente, los resultados de SCC son discutidos en relación con el método de linear score (EBERHARDT et al., 1979). Este método asume una escala discreta subyacente de tipo umbral, cuyos límites se presentan en la Figura 1.

Se calcularon los estadísticos descriptivos de la muestra analizada. El efecto de los factores de variación planteados fue estudiado mediante la técnica de análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM de SAS. Todos los efectos excepto el error residual fueron fijos. Los estudios estadísticos fueron realizados en el Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 2 se presentan los resultados para la transformación utilizada en la normalización de los datos. Se observa que tanto los valores de Skewness, Kurtosis y Shapiro-Wilk Statistic, demuestran un claro alejamiento de la normalidad en la muestra analizada. La transformación logarítmica propuesta por ALI y SHOOK, 1980, fue la que mejor se aproximó a las condiciones de normalidad deseadas. También se observó una mayor homogeneidad de las varianzas. Consecuentemente, los análisis de varianza paramétricos fueron realizados sobre los datos transformados a esta escala.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados para las variables de producción y recuento de células somáticas en el conjunto de la muestra y por ganaderías. La producción media de leche por lactación fue de 7.845 kg, variando entre 8.744 kg en la ganadería 2 y 6.459 kg en la ganadería 6. El contenido medio de grasa fue de 3.72 % y el de proteína de 3.16 % . Las producciones observadas, pueden ser consideradas como

CUADRO 1
DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES DE VARIACIÓN ANALIZADOS

Factor	Niveles	Descripción
Ganadería	9	
Número de parto	7	
Epoca de Parto	4	1: primavera, 2: verano, 3: invierno, 4: otoño
Tipo de estabulación	3	1: libre cubículos, 2: libre cama, 3: libre con acceso a pradera
Vacas por ordeñador	4	1: 6 vacas, 2: 8 vacas, 3: 10 vacas, 4: 12 vacas
Retirado pezoneras	2	1: automático (ACR), 2: manual
Línea de leche	2	1: alta, 2: baja
Tiempo de ordeño	5	1: 7', 2: 10', 3:12', 4: 15', 5: 18'
Lavado de ubre	5	1: no lava, 2: elimina los 1.^{os} chorros (ECH) y no lava, 3: lava, ECH y no seca, 4: lava,
ECH		y seca, 5: lava, ECH, seca y desinfecta
Desinfección pezones	3	1: inmersión, 2:pulverización, 3: no desinfecta
Limpieza sala	2	1: 1 por día, 2: 2 por día
Limpieza s. de espera	3	1: no limpia, 2: 1 por día, 3: 2 por día
Desinfección camas	5	1: no desinfecta, 2: 1 por mes, 3: 2 por mes, 4: 3 por mes, 5: > de 3 por mes
Desinfección cubículos	3	1: no desinfecta, 2: 1 por día, 3: 1 por semana
Retirada de camas	4	1: 2 por año, 2: 4 por año, 3: 9 por año, 4: 18 por año
Tipo lavado ordeñadora	2	1: automático, 2: manual
Uso de detergentes	5	1: algunos ordeños sin detergente, 2: todos los ordeños detergente + ácido, 3: ácido cada 2 días, 4: ácido cada 4 días, 5: ácido cada 7 días
Tipo de secado	2	1: brusco, 2: gradual
Tipo de vaca	2	1: dura, 2: blanda

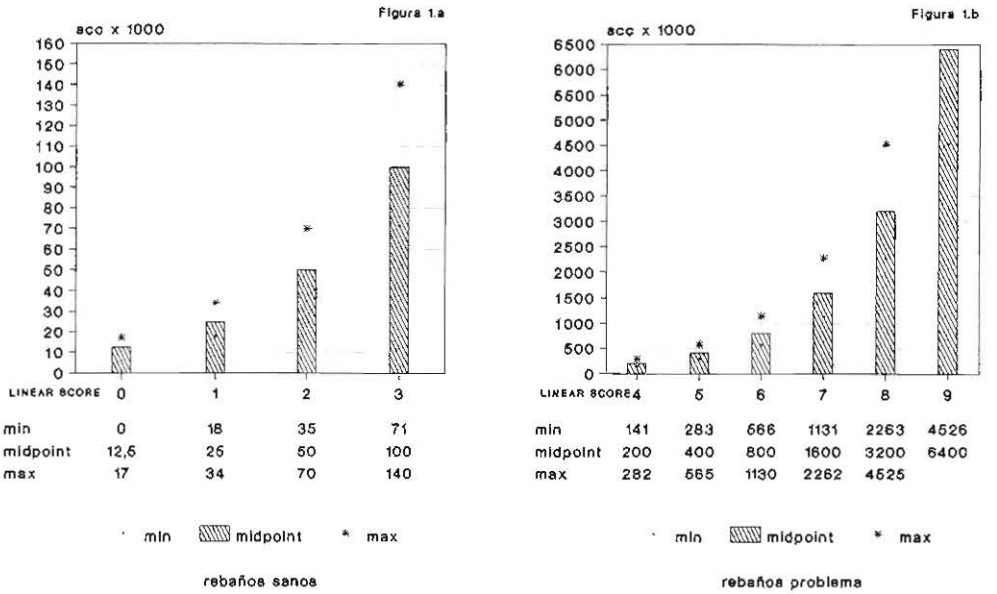


Figura 1. Relación entre el valor de linear score y el recuento de células somáticas en leche (SCC)

representativas de la población Frisona en el norte de Navarra (ITG, 1995, comunicación personal).

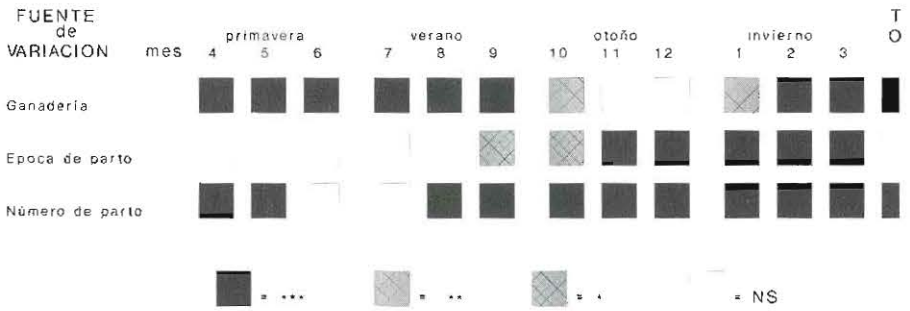
El recuento medio de células somáticas fue de 380.000 (*linear score*=5), con una marcada variabilidad entre ganaderías. La ganadería número 1 tuvo recuentos medios superiores a 600.000, mientras que la ganadería número 9 los tuvo inferiores a 200.000. Se observa que la variabilidad entre ganaderías fue muy superior para SCC que para las variables productivas. Lo que indica la presencia de factores de variación diferentes que afectan de manera particular al recuento de células somáticas, tal como indican numerosos trabajos en la bibliografía reciente (LINDSTROM, 1983; RENEAU, 1986; HUTTON et al., 1990; BARTLETT et al., 1992; FAUST y TIMMS, 1995).

Un test bacteriológico adecuado debería ser capaz de establecer la presencia o ausencia de enfermedad minimizando la frecuencia de falsos positivos o falsos negativos. Sin embargo, cuando utilizamos tests cuantitativos como el SCC, siempre se encuentra un área de superposición entre análisis positivos y negativos. Es posible, por tanto, variar los resultados desplazando el umbral a partir del cual se asume positividad (RENEAU, 1986). ANDREW et al. (1983) establecen un nivel umbral de 200.000 células por ml para realizar tratamientos preventivos al secado. Sin embargo, en los programas de control de mastitis el valor umbral debe ser establecido en función de la dinámica de la enfermedad, procurando que los falsos negativos sean equivalentes a los falsos positivos (RENEAU, 1986). Un valor umbral de SCC en torno a las 250.000 células es considerado razonable para asegurar este objetivo (LESLIE, 1983). Cuando se utiliza el sistema de score lineal (SL), este valor umbral es de 5 puntos de SL, equiva-

CUADRO 2
RESULTADOS DEL ANÁLISIS UNIVARIATE DE SAS

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	MTOT
SK	6.00	4.04	5.65	5.63	4.96	5.62	3.84	4.84	4.21	4.03	4.92	5.64	2.55
SK (*)	–0.12	–0.22	–0.10	–0.21	0.01	0.09	–0.01	–0.02	–0.04	0.20	0.03	0.55	0.21
KU	51.4	20.9	45.0	49.4	33.2	44.6	18.0	30.2	21.8	19.43	30.9	40.9	9.75
KU (*)	–0.13	–0.38	–0.52	–0.70	–0.74	–0.87	–0.78	–0.72	–0.67	–0.70	–0.47	0.23	–0.69
W	0.50	0.55	0.51	0.55	0.49	0.49	0.54	0.49	0.52	0.51	0.50	0.44	0.74
W (*)	0.97	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.92	0.92	0.93	0.92	0.95	0.96	0.97

SK: Skewness; KU: Kurtosis; W: Shapiro-Wilk Statistic
(*) datos transformados a escala logarítmica
M1 a M12: SCC enero (M1) a diciembre (M12), MTOT: SCC anual
SCC: recuento células somáticas



TO= SCC TOTAL
***: p<0.001; **: p<0.01; *: p<0.05

Figura 2. Síntesis de los resultados de los análisis de varianza realizados. Factores ganadería, época de parto y número de parto.

lente a 283.000 células (EBERHART et al., 1979).

Asumiendo un valor umbral de 283.000 células, los resultados de la muestra analizadas indican que un 68 % de los recuentos se hallan por debajo de este umbral, pudiendo ser asumidos como indicativos de ausencia de infección (NI). Se observó una importante variabilidad entre ganaderías, con valores cercanos al 90 % de vacas sanas en la ganadería 9, hasta proporciones casi equivalentes de animales infectados o no infectados en la ganadería 1. Si se observan los valores de SL, constatamos que prácticamente todas las ganaderías estudiadas se hallan en torno al valor umbral de 5, con la excepción de la ganadería 1, que presentó un SL de 6.

Las Figuras 2, 3 y 4 presentan una síntesis de los resultados de los análisis de varianza realizados. En general, la mayor parte de los factores fijos de variación estudiados tuvieron una influencia significativa sobre el SCC. No obstante, su acción no fue uniforme a lo largo del año. Fue durante los meses de otoño cuando se observó una mayor independencia del SCC respecto de los factores de manejo considerados.

La influencia de los factores ganadería, época de parto y número de parto, se representa en la Figura 2. Los tres factores tuvieron una incidencia significativa sobre el SCC total. En general, las vacas incrementan su SCC con el número de parto. Las novillas de primer parto presentan recuentos celulares inferiores a 200.000 por ml, con una proporción de vacas NI del 82%. Las vacas adultas con más de 5 partos, superaron las 400.000 células, con proporciones equivalentes de vacas infectadas y no infectadas. Asimismo, y hablando en términos generales, aquellas vacas paridas en primavera, mostraron recuentos celulares más elevados que las paridas en verano, mientras

CUADRO 3
MEDIA Y ERROR ESTÁNDAR PARA PRODUCCIÓN DE LECHE (LE, EN KG), PORCENTAJE GRASA (PG), PORCENTAJE DE PROTEÍNA (PP) Y RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS (SCC X 1000), EN EL CONJUNTO DE LA MUESTRA Y POR GANADERÍA[1]

Muestra	LE	PG	PP	SCC	LS(2)
Total	7.845 (74)	3.72 (0.02)	3.16 (0.01)	380 (40)	5
G1	8.615 (152)	3.51 (0.04)	3.20 (0.02)	618 (68)	6
G2	8.744 (194)	3.88 (0.05)	3.12 (0.02)	246 (23)	4
G3	6.801 (172)	3.56 (0.05)	3.20 (0.02)	516 (48)	5
G4	6.558 (171)	3.63 (0.04)	3.19 (0.02)	416 (47)	5
G5	8.513 (165)	3.87 (0.07)	3.18 (0.01)	472 (37)	5
G6	6.459 (154)	3.85 (0.06)	3.17 (0.03)	363 (35)	5
G7	7.228 (316)	3.69 (0.08)	3.04 (0.04)	354 (58)	5
G8	7.908 (204)	3.66 (0.05)	3.11 (0.02)	250 (23)	4
G9	7.837 (259)	3.78 (0.07)	3.15 (0.03)	185 (24)	4

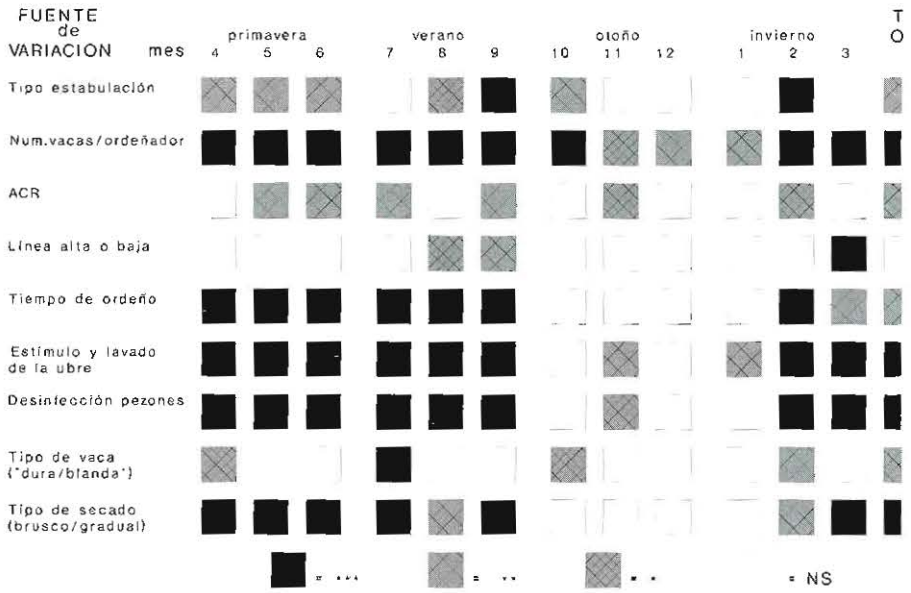
(1) Error estándar entre paréntesis. (2) linear score
G1 a G9: Ganadería 1 a Ganadería 9. Producciones por lactación

que las que tuvieron sus partos durante los meses de otoño e invierno presentaron valores de SCC intermedios. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en vacas de esta misma raza por ALI y SHOOK (1980).

En la Figura 3 se presenta un resumen de las significaciones de los factores referidos a tipo de estabulación y prácticas de ordeño. El tipo de estabulación *per se* ejerció cierta influencia sobre el SCC, en especial durante meses de estaciones extremas. No obstante no se trata de uno de los factores más importantes de variación. En general, se observa cierta ventaja de las ganaderías que poseen cubículos (NI=74 %) sobre aquellas que no los tienen (NI=62-66 %).

El número de vacas por ordeñador ejerció una fuerte influencia sobre el SCC. Es claro que, a medida que el operario controla un mayor número de vacas, se reduce el nivel de vacas NI, pasando del 73 % con 6 vacas al 50 % cuando se duplicaba este número de animales. Esto supone un 20 % más de mastitis, que en un rebaño de 100 vacas representa una cifra cercana al millón de pesetas (ANDERSEN, 1992). Es lógico pues cuestionarse hasta qué punto es conveniente reducir costes de mano de obra incrementando el número de vacas por ordeñador. Estos resultados coinciden con los hallados por GILL et al. (1990) y por BARTLETT et al., 1992. El primero de estos autores observa, además, mejores resultados en SCC cuando el ordeño es realizado por el propio dueño que cuando lo efectúa personal empleado.

El retirado automático de pezoneras (ACR) demostró una escasa incidencia sobre el SCC. Sólo se observó una acción significativa de este factor durante algunos meses de primavera y verano. Aquellas ganaderías que realizaban el retirado de sus pezoneras de forma manual, registraron un



TO= SCC TOTAL
***: p<0.001; **:p<0.01: *:p<0.05

Figura 3. Síntesis de los resultados de los análisis de varianza realizados. Factores relacionados con el ordeño y el tipo de estabulación.

menor recuento celular (NI=69 %) que las que poseían ACR en sus equipos de ordeño (NI=62 %). Estas diferencias fueron más notorias en aquellas ganaderías con un bajo número de vacas por ordeñador.

El tipo de línea de leche en la sala de ordeño (alta o baja) prácticamente no tuvo influencia sobre el SCC mensual y total. Sólo se observó una ligera superioridad en algunos meses (marzo, agosto y septiembre) a favor de las ordeñadoras de línea alta (NI=68 % frente a NI=66 %).

El tiempo de ordeño, la preparación de la ubre antes del ordeño y la desinfección de pezones, fueron tres importantes factores de variación para el SCC mensual y total. No obstante, aún para estas variables, se observó el patrón general que refleja una escasa incidencia durante los meses de otoño. Por encima de un tiempo umbral de 10 minutos, se observó una relación inversa entre el número de animales NI y el tiempo de ordeño. Es probable que esta relación pueda tener justificación en una mayor frecuencia de sobreordeño.

La preparación de la ubre antes del ordeño afectó de forma significativa al SCC total y mensual, en especial durante la primavera y el verano. Los peores resultados se observaron en aquellos ordeñadores que

no lavan la ubre (NI=61 %) y en aquellos que lavan la ubre pero no secan (NI=61 %). Los mejores resultados de SCC fueron obtenidos cuando se procedió a eliminar los primeros chorros de leche, lavar y secar con toallas descartables las ubres (NI=90 %).

La desinfección de pezones tras el ordeño fue, probablemente, el factor de variación más importante de todos los considerados en este estudio. Con la excepción de los meses de otoño, afectó de forma muy significativa al recuento de células somáticas. Aquellos ordeñadores que no desinfectaban los pezones de sus vacas tuvieron un porcentaje de animales NI inferior al 54 %, mientras que aquellos que sí lo hacían lo tuvieron cercano al 70 %. La desinfección por inmersión demostró una ligera superioridad sobre la desinfección por pulverización (NI=72 % frente a NI=69 %).

En general, los resultados para estos tres factores de variación que conciernen a las prácticas de ordeño, son coincidentes con los observados en la bibliografía más reciente (GILL et al., 1990; BARTLETT et al., 1992). Es claro que una buena labor de apoyo lavando y secando la ubre, eliminando los primeros chorros de leche, así como una posterior desinfección de los pezones por inmersión evitando el sobreordeño, reduciría de forma importante el nivel de SCC en los rebaños y, consecuentemente, incrementaría el número de animales NI.

Es frecuente en los rebaños lecheros, la presencia de vacas de una especial sensibilidad, propensas a retener la leche durante el ordeño. Son las comúnmente llamadas vacas duras. Una elevada frecuencia de este tipo de vacas puede entorpecer las labores de ordeño y prolongar en demasía el tiempo de ordeño. La frecuencia de vacas duras en los rebaños estudiados fue del 4 %. La incidencia de este factor de variación fue, en conjunto, escasa. No obstante, cuando su efecto fue significativo, se observó un mayor recuento de células somáticas en las vacas duras (NI=54 %) en relación con aquellos animales con una normal bajada de la leche (NI=67 %).

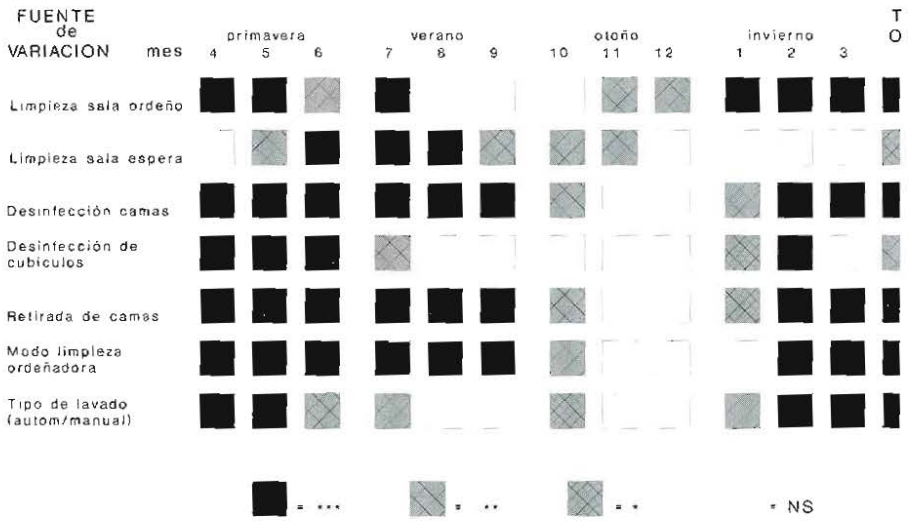
El tipo de secado de las vacas, brusco o gradual, afectó significativamente al SCC. Con la excepción de los meses de otoño, este factor de variación mostró una elevada significación. Los ganaderos que secaron bruscamente a sus vacas, presentaron mejores resultados de SCC que los que optaron por el sistema de secado gradual (NI=70 % frente a NI=57 %). El cese del estímulo (ordeño) provoca la casi inmediata interrupción de la síntesis láctea. La presión intramamaria inhibe la secreción de leche y produce concomitantemente la destrucción del epitelio glandular. Se induce así la involución forzada de la glándula. Este remodelado del tejido glandular tiene lugar por la acción en cascada de un complejo sistema de endopeptidasas conocido como *plasmin system*, favoreciendo una óptima producción en la siguiente lactación (TURNER and HUYNH, 1991). Un secado brusco favorece el remodelado de la glándula mamaria (HURLEY, 1989; OLIVER y SORDILLO, 1989).

Los resultados referidos a los factores relacionados con el acondicionamiento de camas y ordeñadora se presentan en la Figura 4. Para este grupo de factores también se observa una escasa incidencia durante los meses de otoño. No obstante, todos ellos demostraron un efecto significativo sobre el SCC. Aquellos ganaderos que limpiaban la sala después de cada ordeño, obtuvieron mejores resultados que los que sólo lo hacían a ordeños alternos (NI=69 % frente a NI=59 %). La limpieza de la sala de espera tuvo un efecto menos importante. No obstante, los ganaderos que limpiaban la sala de espera, 1 ó 2 veces por día, tenían

una menor incidencia de vacas que superaban el límite umbral aceptable de 283.000 células (31 %) que los que no limpiaban sistemáticamente su sala de espera (38 %).

De los tres factores relacionados con la zona de descanso, la frecuencia del retirado de camas fue el más importante, seguido de la desinfección de camas y por último la desinfección de cubículos. Las vacas a las que se les cambiaba la cama con mayor frecuencia presentaban un menor índice de SCC (NI= 70-82 %) en relación con aquellas a las que se les mantenía la misma cama por mayor tiempo (NI= 55-61 %). La misma tendencia se observó, aunque algo menos evidente, para la desinfección de camas y cubículos. Estos resultados coinciden con los clásicamente observados en la bibliografía (McFARLAND, 1991; IRISH y MERRILL, 1986). Estos autores indican que el establo ideal para vacas en estabulación libre debe proveer un ambiente libre de estrés al mínimo coste y la menor labor posible. Asimismo, señalan que la zona de descanso en este tipo de establos, debe ser más atractiva y confortable que ninguna otra zona potencial de reposo.

El modo de limpieza de los equipos de ordeño tuvo un efecto significativo sobre el SCC. La variación parece estar fundada en



TO= SCC TOTAL
***: p<0.001; **: p<0.01; *: p<0.05

Figura 4. Síntesis de los resultados de los análisis de varianza realizados. Factores relacionados con la higiene en la sala de ordeño y zonas de descanso.

la frecuencia del uso de detergente ácido. El uso diario de detergente ácido no parece una medida recomendable (NI=60 %). Los mejores resultados se obtuvieron en los rebaños en que se hacía uso del detergente ácido a días alternos (NI=78 %). No obstante, es importante resaltar que este factor estará altamente condicionado por el tipo de agua existente en la zona en que se halle situada la granja.

El lavado automatizado del equipo de ordeño parece ejercer una acción positiva sobre el estado sanitario del rebaño. En efecto, el tipo lavado afectó significativamente al SCC total y mensual, con la excepción ya mencionada de los meses de otoño y finales del verano (NI=68 % frente a NI= 55 %).

SPENCER (1989), señala que un buen lavado del equipo debe cumplir con las siguientes pautas mínimas: uso de los químicos apropiados y en su concentración adecuada; un adecuado tiempo de contacto; velocidad suficiente de los líquidos limpiadores; cantidad adecuada de agua caliente y que la solución limpiadora haga contacto con todas las superficies que han estado en contacto con la leche. Se asume el uso de equipos automáticos.

En conclusión, se observa una importante variabilidad mensual del SCC. La variación entre ganaderías fue muy superior a la observada para las variables de producción (i.e. kg de leche) lo que indica la presencia de factores de variación propios para SCC. Ademas, prácticamente todos los factores considerados tuvieron un efecto significativo sobre el SCC. Su influencia fue menos evidente durante los meses de otoño. No hemos hallado una justificación aparente a esta mayor independencia del SCC durante esta época del año respecto de los factores considerados. No obstante, consideramos que estos factores ambientales de variación deberían ser tenidos en consideración al aplicar modelos estadísticos más complejos (i.e. modelos mixtos), en especial aquellos que pretendan evaluar genéticamente animales resistentes a mastitis utilizando el SCC como criterio de selección. Sin embargo, habría que preguntarse si el aplicar una elevada presión de selección para rebajar el SCC no supondría estar seleccionando animales inmunológicamente poco reaccionantes.

Agradecimientos

Agradecemos a los ganaderos y técnicos consultados por su interés y apoyo durante la recopilación de los datos. Este estudio fue parcialmente subvencionado por el Programa de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza.

Bibliografía

ALI, A.K.A. and SHOOK, G.E., 1980. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. J. Dairy Sci., 63:487.

ANDERSEN, O., 1992. Health control. Summary Annual Report of the National Committee on Danish Cattle Husbandry. pp 9-17.

ANDREW, R.J., KITCHEN, B.J., KWEE, W.S. and DUNCLAIE, F., 1983. Relationship between individual cow somatic cell counts and the mastitis infection status of the udder. Aust. J. Dairy Technol. 38:71.

BARTLETT, P.C., MILLER, G.Y., LANCE, S.E. and HEIDER, L.E., 1992. Managerial determinants of intramammary coliform and environmental streptococci infections in Ohio dairy herds. J. Dairy Sci., 74:1561.

BLOSSER, T.H., 1979. Economic losses from and the National Research Program on Mastitis in the United States. J. Dairy Sci., 62:119.

BOX, G.E.P. and COX, D.R., 1964. An analysis of transformations. J. Royal Stat. Soc. Ser. B., 26:211.

EBERHART, R.J., HUTCHINSON, L.J. and SPENCER, S.B., 1979. Relationships of bulk tank somatic cell counts to prevalence of intramammary infection and to indices of herd production. J. Food Prot. 45:1125.

FAUST, M.A. and TIMMS, L.I., 1995. Estimates of variability for somatic cell count measurements in the Iowa Dairy Industry. J. Dairy Sci., 78:546.

GILL, R., HOWARD, W.H., LESLIE, K. and LISSEMORE, K., 1990. Economics of mastitis control. J. Dairy Sci., 73:3340.

HURLEY, W.L., 1989. Mammary gland function during involution. J. Dairy Sci., 72:1637.

HUTTON, C.T., FOX, L.K. and HANCOCK, D.D., 1990. Mastitis control practices: differences between herds with high and low milk somatic cell counts. J. Dairy Sci., 73:1135.

IRISH, W.W. and MERRILL, W.G., 1986. Design parameters for free stalls. Dairy free stall housing. Proc. Dairy Free Stall Housing Symp., NRAES-24. N.E. Reg. Agric. Engin. Serv., Ithaca. NY

JONES, G.M., PEARSON, R.E., CLABAUGH, G.A. and Heald, W., 1984. Relationships between somatic cell counts and milk production. J. Dairy Sci., 67:1823.

LESLIE, K.E., 1983. Somatic cells in bovine milk. Comp. Cont. Educ. Pract. Vet., 5:9.

LINDSTROM, U.B., 1983. Effects of some herd factors and traits of the cow on bacterial scores and cell counts in quarter samples. Acta Agric. Scand. 33:389-394.

MADSEN, P., NIELSEN, S.M., RASMUSSEN, M.D., KLASRUP, O., JENSEN, N.E., MADSEN, P.S., LARSEN, B., HYLDGAARD-JENSEN, J. and JENSEN, P.T., 1987. (Investigation on Genetic Resistance to Mastitis). Report from the Natl. Inst. Anim. Sci., Copenhagen, Denmark.

MARTINEZ RUIZ, A., 1993. Mastitis Bovina. Mundo Ganadero. 5:50.

MCFARLAND, D.F., 1991. Experiences with free stall design in Pennsylvania. Paper 914568, ASAE. St. Joseph, MI

MILFS, H., LESSER, W. and SEARS, P., 1992. The economic implications of bioengineered mastitis control. J. Dairy Sci., 75:596.

NIELSEN, A., 1989. (Investigation on Feeding and Production). National Committee on Danish Cattle Husbandry. Summary of Annual Report. Aahrus 1988:10-31.

OLIVER, S P and SORDILLO, L.M., 1989. Approaches to the manipulation of mammary involution. J. Dairy Sci., 72:1647.

RENEAU, J.K., 1986. Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. J. Dairy Sci., 69:1708.

SAS® User's guide: Statistics, Version 6 Edition. 1988. SAS Inst., Cary, NC.

SMITH, K.L., 1983. Mastitis control: a discussion. J. Dairy Sci., 66:1790

SPENCER, S.B., 1989. Recent research and developments in machine milking: A review. J. Dairy Sci. 72:1907.

TURNER, J.D. and HUYNH, H.T., 1991. Role of tissue remodeling in mammary epithelial cell proliferation and morphogenesis. J. dairy Sci., 74(suppl. 2):2.

ZLOTNIK, I., 1947. Types of cells present in cow's milk. J. Comp. Pathol., 57:196.

ZORRAQUINO, M.A., 1986. Programas de Control de Mamitis. Bovis, 11:79-85.

(Aceptado para publicación el 21 de noviembre de 1995)