



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

"RELACION ENTRE LA CUENTA DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LECHE Y DIFERENTES VARIABLES PRODUCTIVAS DE VACAS HOLSTEIN, EN UN ESTABLO EN EL MUNICIPIO DE TEOLOYUCAN, ESTADO DE MÉXICO EN EL PERÍODO MARZO-JULIO DEL 2000"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :
JORGE CRUZ SERRATO

ASESORES:

MVZ RAFAEL PÉREZ GONZÁLEZ
MVZ DCV JOSÉ SALVADOR MORALES ROURA
MVZ MPA MARCELINO E. ROSAS GARCÍA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ESTADO LIBRE Y SOBERANO
DE QUERÉTARO
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Relación entre la cuenta de células
somáticas en leche y diferentes variables productivas de
vacas Holstein en un establo en el municipio de Teoloyucan,
Estado de México en el período Marzo-julio del 2000.
que presenta el pasante: Jorge Cruz Serrato
con número de cuenta: 9130222-1 para obtener el título de :
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de Mayo de 1 2002.

- PRESIDENTE MVZ. José Margarito Rojo López
- VOCAL Dr. Tonatiuh Alejandro Cruz Sánchez
- SECRETARIO MVZ. Rafael Pérez González
- PRIMER SUPLENTE MVZ. Martha Elizabeth Pérez Arias
- SEGUNDO SUPLENTE MVZ. Graciela Castañeda Aceves

AGRADECIMIENTOS

MVZ RAFAEL PÉREZ GONZÁLEZ

MVZ DCV JOSÉ SALVADOR MORALES ROURA

MVZ MPA MARCELINO E. ROSAS GARCÍA

DEDICATORIA

A MIS PADRES POR SU AMOR Y APOYO EN EL CAMINO QUE HE ELEGIDO

A MI HERMANO

A TODA MI FAMILIA

ÍNDICE

TEMA	PAGINA
RESUMEN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	3
INTRODUCCION.....	5
OBJETIVO.....	22
MATERIAL Y METODO.....	23
RESULTADOS.....	25
DISCUSION.....	28
CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFIA.....	35

RESUMEN

Relación entre la cuenta de células somáticas en leche y diferentes variables productivas de vacas Holstein, en un establo en el municipio de Teoloyucan, Estado de México en el período marzo-julio del 2000 (bajo la dirección de Rafael Pérez González, José Salvador Morales Roura y Marcelino E. Rosas García).

Con el objetivo de determinar la relación entre la cuenta de células somáticas en leche, determinada por la prueba de Wisconsin modificada, y diferentes variables productivas fueron utilizados los registros de 3,150 pruebas realizadas en un establo comercial en el Estado de México. Por medio de un modelo lineal fue determinado el efecto de los días en leche, del número de parto, del estado gestacional y del mes de realizada la prueba. No se encontró efecto ni del estado gestacional de los animales ni del mes de realizada la prueba ($P > 0.05$), en cambio fue detectado efecto del número de parto de los animales y de los días en leche de los mismos ($P < 0.05$). Se concluye que el conteo de células somáticas en leche de vacas Holstein es influenciado por el número de parto de los animales y por la etapa de la lactancia en que se encuentran.

Esta información resulta útil siendo un evaluador de salud de ubre del hato y como la corrección de "manejo" puede incrementar sus ganancias al productor.

JUSTIFICACIÓN

Si consideramos que la leche de calidad no es aquella que contiene solo elementos nutritivos sino que también presenta cualidades que permiten que esta se consuma sin ningún problema (olor, sabor, etc.).

El valor nutritivo puede ser contrarrestado con la existencia accidental de contaminantes biológicos (bacterias) y químicos (fármacos, tóxicos, etc.).

En el caso de la mastitis subclínica se produce un aumento de componentes indeseables en la leche (como microorganismos o células) y disminución de las deseables (nutrientes propios de la leche). (Philpor W.N.).

Aproximadamente del 70 al 80% de todas las pérdidas se deben a la mastitis subclínica. Los hatos con un conteo de células somáticas de 400,000 están perdiendo 586 litros de leche por vaca adulta al año.

La leche pasteurizada que es procesada de leche cruda con un conteo celular somático menor de 250,000 tiene mayor vida de anaquel.(Philpor W.N.).

Para prevenir este problema y evitar pérdidas económicas se recomienda un plan completo de control de mastitis, en el cual no debe de faltar una prueba de

detención de mastitis subclínica, en la que al encontrar conteo celular somático alto nos ayude a separar las vacas infectadas, hacer aislamiento de microorganismos, antibiograma y por lo tanto aplicar las medidas correctivas (tratamientos) en forma precisa.

INTRODUCCIÓN

En México, para el año de 1999, la población de bovinos productores de leche correspondió a 1,863,977 animales, los cuales totalizaron una producción de 8,877,314,000 de litros del lácteo en el año (SAGARPA, 2001), de esta manera, el promedio por vaca fue de 4762 litros por año, es decir, 3979 litros por lactancia de 305 días. Dicha cantidad, a pesar de representar un crecimiento de la producción nacional del 44% en la pasada década (SAGARPA, 2001), dista mucho de los promedios de países desarrollados como Estados Unidos, el cual alcanza un promedio nacional superior a los 8000 litros por lactancia (Stevenson, 2001).

Uno de los aspectos donde resulta prioritario trabajar arduamente con el fin de aumentar la producción láctea nacional es la salud de la ubre, cuyas patologías, especialmente la mastitis clínica y subclínica, repercuten negativamente en el comportamiento productivo de las vacas lecheras y constituyen la enfermedad más importante de la industria lechera (Smith y Hogan, 1993).

El término mastitis proviene de la palabra griega mastos (glándula mamaria) y el sufijo itis (inflamación). La mastitis es caracterizada por el daño en el epitelio

glandular seguido por una inflamación clínica o subclínica, pudiendo presentarse con cambios localizados o generalizados dependiendo de la magnitud del daño

(Giesecke, 1975). La forma más común se inicia por la penetración de un microorganismo patógeno a través del orificio del pezón al interior de la glándula. De ser favorable el medio en el interior el microorganismo se multiplica y los productos del metabolismo de éste lesionan los tejidos internos de la glándula causando inflamación (Ávila, 1984). A este respecto se ha estimado que al menos el 80% de los casos de mastitis están asociados a la invasión de microorganismos y el resto es resultado de lesiones traumáticas con o sin invasión secundaria de microorganismos (Blanco, 2001).

Los principales agentes infecciosos causantes de mastitis son *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus*, *Micoplasmas*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus faecalis*, *E. coli*, *klebsiellas*, *serratias* y *levaduras* (Aguado, 2001).

Con respecto a la mastitis subclínica, el conteo de células somáticas es un criterio de diagnóstico ampliamente utilizado (Schepers et al. , 1997). Las células

somáticas son una combinación de células blancas y células epiteliales, las primeras pasan a la leche como resultado de la inflamación y constituyen casi la totalidad de las células somáticas (alrededor del 98%) (Blowey y Edmonson, 1995).

Para dicho conteo se utilizan una gran variedad de pruebas las cuales han quedado restringidas casi exclusivamente a la determinación de la cantidad de DNA y, por lo tanto, del número aproximado de leucocitos en la muestra. Entre las principales pruebas se encuentran las siguientes:

PRUEBA CALIFORNIA

Es una de las más utilizadas y refleja la cantidad de células somáticas (leucocitos y células epiteliales) de la leche. La combinación del DNA nuclear de las células en la leche con un detergente (Alquil-Auril-Sulfonato más Púrpura de Bromocresol) en un recipiente de la paleta especial produce un gel y los resultados se leen como negativos, traza, 1+, 2+ y 3+ según la cantidad de gel.

PROCEDIMIENTO:

Para hacer la prueba de California para mastitis (CTM), se colocan en una charola de plásticos, con cuatro compartimientos, aproximadamente 2 ml de leche de cada cuarto y se depositan en cada uno de los compartimientos con leche, la misma cantidad del reactivo de California, se mezcla la leche y el reactivo mediante un movimiento rotativo suave logrando el pico de reacción a los 10 segundos, movimiento en que se hace la lectura (Ávila).

Cuadro 1.

Interpretación de la Prueba de California para Mastitis.

INTERPRETACIÓN	REACCIÓN	CÉLULAS POR MILILITRO
Negativo	Sin evidencia	0-200, 000
Traza	Precipitación leve	300, 000-400, 000
1+	Sin formación de gel	500, 000-1 000, 000
2+	Mezcla espesa	1000, 000-5 000, 000
3+	Formación de pico central	>5000000

(Blanco, 2001)

PRUEBA DE WISCONSIN

La prueba de Wisconsin modificada para mastitis es la segunda técnica más utilizada para el diagnóstico de la mastitis subclínica, requiere de una gradilla de 12 tubos de plástico fijos con capacidad de 15 ml y graduación de 1 a 6 ml. Presentan un orificio aereador colocado lateralmente con un diámetro de 3.15 mm. Los tapones de hule llevan un orificio central de 1.1 mm y el reactivo utilizado es el mismo que el de la prueba de California para mastitis diluido en proporción 1:1 usando agua destilada. En esta prueba se mezclan en cada tubo 3 ml de leche con 3 ml de reactivo, posteriormente se agitan durante 10 segundos y se deja reposar la mezcla por 15 segundos, luego se vierte 15 segundos y se procede a realizar la lectura.

Cuadro 2.

Interpretación de la Prueba de Wisconsin modificada.

MILILITROS EN TUBO	CELULAS POR ML DE LECHE
0-1	0-100, 000
1.1-1.5	100, 000-500, 000
1.6-1.8	500, 000-700, 000
1.9-2	700, 000-1 000, 000
2.1-2.5	1 000, 000-1 700, 000
2.6-3	1 700, 000-2 500, 000
3.1-6	>2 500, 000

(Blanco, 2001)

Si se utiliza el procedimiento original de la prueba de Wisconsin poniendo 2 ml de leche y 2 ml de reactivo se deberá interpretar de acuerdo al Cuadro 3.

Cuadro 3.

Interpretación de la Prueba de Wisconsin.

MILILITROS EN TUBO	CELULAS POR MILILITRO DE LECHE
5	0-75, 000
10	75, 000-190, 000
15	190, 000-350, 000
20	350, 000-570, 000
25	570, 000-830, 000
30	830, 000-1 200, 000
>30	>1500000

(Blanco, 2001)

CONTEO DIRECTO

Uno de los procedimientos más empleados por su utilidad y sencillez para el estudio de la leche es la determinación directa o indirecta del número de células somáticas. Para realizar este método es necesario calibrar cada uno de los microscopios a utilizar, tomando una laminilla graduada en milímetros, colocándola en la platina para su enfoque con el objetivo seco débil y localizar las graduaciones.

Después el objetivo se cambia a seco fuerte y se procede a estudiar la calibración lineal midiendo con exactitud el campo microscópico en milímetros.

Posteriormente se calcula el factor microscópico determinando el área de campo. Se divide 100 entre el área de campo microscópico y el resultado se multiplica por 100 obteniéndose entonces el factor microscópico. Después de teñidas las muestras de leche en el frotis se cuentan el número de células por campo y se multiplica por el factor microscópico calculado, obteniéndose entonces el número de células por mililitro.

Para una mejor observación y un adecuado tñido de la muestra se recomienda utilizar el reactivo de Newman-Limpert que permite observar las células somáticas de color naranja en el frotis y cuya fórmula es citada a continuación:

Alcohol al 95%.....54 ml
Tetracloroetano.....40 ml
Ácido acético glacial.....5 ml
Polvo de rojo neutro.....1 g
Polvo de verde brillante.....0.5 g

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La evaluación de la conductividad eléctrica como un método para la detección de mastitis se basa en el aumento en la cantidad de sodio y cloro presente en la leche cuando existe una alteración de la glándula mamaria, provocándose entonces un aumento en la conductividad de la misma. Existe un detector de conductividad portátil que tiene un recipiente con electrodos de metal donde se coloca la leche. Dichos electrodos transmiten la información a una unidad electrónica que mide la conductividad, la cual aparece en un visor expresada en unidades. Dicho detector tiene un solo recipiente colector y la expresión en el visor del resultado se mantiene mientras la leche está presente en la copa de modo que ese dato debe ser registrado manualmente en un anotador en forma inmediata antes de poder volcar la leche y limpiar el recipiente para realizar otra medición, para completar el análisis en los cuatro cuartos de cada vaca. En años recientes se ha probado un detector con cuatro copas que permite la obtención de cuatro muestras simultáneas para considerar los cuatro cuartos de la vaca en un solo momento.

Se han hecho numerosos intentos para desarrollar sistemas en línea de ordeño para medir la conductividad eléctrica que ayuden a detectar la mastitis. El mayor problema técnico ha sido el desarrollo de electrodos aplicables a la leche.

Este sistema que detecta fallas en la conductividad de la leche diagnostica mastitis antes de que existan alteraciones en la leche. Los métodos de conductividad tienen la ventaja sobre otros procedimientos de diagnóstico porque la información que se obtiene es inmediata, logrando hacerlo muy práctico y automatizado.

COLOR EN LECHE

En la leche la relación lactosa: cloro es influenciada por:

- Estado lactacional
- Presentación de mastitis

En los casos de mastitis el contenido de cloro en la leche tiende a incrementarse en proporción a la lactosa lo que ocasiona en la leche un sabor ligeramente salado.

En el calostro, el contenido de cloro es elevado pero disminuye rápidamente a medida que el calostro es substituido por leche, de tal manera que durante la primera semana de lactación el contenido de cloro en la leche es de 0.14-0.8 g.

DETERMINACIÓN DE PH

El PH identificado en el calostro es de 6.4 en tanto que en la leche es de 6.5-6.8, cantidad que a media lactación es de 6.6-6.7 y al final de 6.8 o mayor.

Se considera que en la leche proveniente de glándulas mamarias afectadas por mastitis, el pH es alcalino, lo que se atribuye a la disminución de la lactosa e incremento de sales que pasan a la leche. El PH ha sido señalado como indicador en el estado de salud de la glándula mamaria, sin embargo, los cambios en PH por mastitis son mínimos por lo que el diagnóstico es de poco valor.

Por otro lado, microorganismos tales como *S. agalactiae* bajo condiciones de crecimiento muy acelerado pueden convertir lactosa en ácido láctico que en presencia de púrpura de bromocresol resulta en un color amarillo, acusando una acidez en la leche. Para determinar el PH en la leche se puede emplear púrpura de bromocresol, azul de bromotimol, potenciómetro o papel indicador de PH.

N-ACETYL-BETA-D-GLUCOSAMINIDASA (NAGASA)

Recientemente se ha empezado a popularizar una prueba en la leche de vacas con mastitis llamada NAGASA, la cual es una enzima que ha demostrado

altas correlaciones entre su presencia y el número de células somáticas en la leche. Esta correlación no varía entre los diferentes agentes etiológicos ni tiene influencia el número de recaídas de las vacas.

En vacas sanas se ha encontrado una correlación entre NAGASA y el conteo de células somáticas de 0.88. La fase de la lactancia tuvo un efecto marcado sobre los niveles de NAGASA, con niveles elevados al inicio de la lactancia, niveles bajos a mitad y elevados nuevamente al final de la lactancia y durante el periodo seco. Debido a estas variaciones solo un valor mayor de 2.9 de NAGASA debe ser tomado como indicativo de mastitis cuando se toma una muestra entre los 4 y 280 días después del parto.

Se considera que la prueba de NAGASA puede ser utilizada como un método rápido de identificación de muestras sospechosas para análisis subsecuentes con métodos estándar.

CUADRO 4

Cambios en la concentración de algunos componentes de la leche asociada con altos valores de células somáticas.

COMPONENTES	LECHE NORMAL	LECHE CON ALTOS VALORES DE CÉLULAS SOMÁTICAS
Grasa	3.5	3.2
Lactosa	4.9	4.4
Proteína Total	3.61	3.56
Caseína total	2.8	2.3
Albúmina	0.02	0.07
Inmunoglobulinas	0.10	0.60
Calcio	0.120	0.04
Sodio	0.057	0.105
Potasio	0.173	0.157

(Madison W I)

EFFECTO ECONÓMICO DE LA MASTITIS

Por otra parte, es conocido que la mastitis afecta la economía de las explotaciones lecheras tanto de manera directa como indirecta:

DIRECTA:

- Leche desechada
- Costo de medicamentos y servicios veterinarios

INDIRECTA:

- Disminución de la producción láctea debido a daño de la ubre y/o infección subclínica
 - Castigo al precio de la leche por exceso de células somáticas
- 1.- Conteo celular inferior a 200,000.....10 centavos de premio por litro
 - 2.- Conteo celular de 200,001—300,000.....10 centavos de premio por litro
 - 3.- Conteo celular de 300,001—400,000.....5 centavos de premio por litro
 - 4.- Conteo celular de 400,001—500,000.....Nada
 - 5.- Conteo celular de 500,001—600,000.....5 centavos de castigo

-Labor extra requerida en tratamientos

-Altas tasas de desecho (Hasta el 6% anual)

-Muertes

(Lucey y Rowlands, 1984; Bartlett et al., 1990; Blowey y Edmonson, 1995)

De hecho, se ha estimado un costo de un caso de mastitis clínica en más de 100 dólares (Hoblet et al., 1991; Miller et al., 1993) lo que da una idea de la magnitud del problema.

Con respecto a la mastitis subclínica, el siguiente ejemplo (Cuadro 5) detalla la relación entre los resultados de una prueba de diagnóstico de mastitis subclínica, el conteo de células somáticas y la pérdida de producción de las vacas afectadas.

Cuadro 5.

Relación entre el resultado de la prueba de Wisconsin y la pérdida de producción láctea.

RESULTADO PRUEBA WISCONSIN	CONTEO DE CÉLULAS SOMATICAS	PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN
2	100 000	3%
5	200 000	6%
8	300 000	
10	400 000	8%
12	500 000	9%
14	600 000	10%
16	700 000	
18	800 000	11%
20	900 000	
22	1000 000	12%
25	>1 200 000	>12%

(Aguado, 2001)

OBJETIVO

El objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre la cuenta de células somáticas en leche, determinada por la prueba de Wisconsin modificada, y diferentes variables productivas como son los días en leche, número de partos y estado gestacional de vacas Holstein.

MATERIAL Y MÉTODO

El presente estudio se realizó en el establo "Cantarranas", ubicado en la colonia Venecia, perteneciente al municipio de Teoloyucan, Estado de México. Teoloyucan se encuentra localizado en las coordenadas 19° 45' de latitud Norte y 99° 11' de longitud Oeste, a una altitud de 2,270 msnm y donde predomina el clima templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2001).

El mencionado establo es una explotación comercial dedicada a la producción intensiva de leche con alrededor de 1,050 vacas Holstein en ordeña y que cuenta con un programa integral de control de mastitis el cual incluye el uso de selladores post-ordeña, terapia de vacas con mastitis, terapia de vacas al secado, pruebas rutinarias para la estimación de la cuenta de células somáticas, etc...

Fueron revisados los resultados de 3,150 pruebas de Wisconsin modificadas correspondientes a los meses de marzo, mayo y julio del año 2000. Se determinó el efecto de los días en leche, número de parto, estado gestacional (recién parida, inseminada, gestante o no gestante, y no inseminada) y el mes de prueba (marzo, mayo o julio) sobre la cuenta de células somáticas. Lo anterior por

medio de un modelo lineal donde se incluyeron los efectos fijos de dichas variables productivas (Gill, 1978).

Debe aclararse que, para una simplificación del análisis, los días en leche fueron agrupados en 4 categorías, de 1 a 90 días, de 91 a 180, de 181 a 270 y mayores de 270 días. Por su parte, en lo que respecta al número de parto, los mayores a 6 fueron considerados como dicho número para efectos del análisis.

RESULTADOS

En el Cuadro 6 pueden verse las características de los animales, en lo que respecta a días en leche y número de parto, de los animales utilizados.

Cuadro 6.

Días en leche y número de parto de los animales utilizados.

	MEDIA \pm DESVIACION ESTANDARD	RANGO
DIAS EN LECHE	204.59 \pm 72.41	1-780
NUMERO DE PARTO	2.52 \pm 1.55	1-9
CONTEO DE CÉLULAS SOMÁTICAS	637, 985 \pm 1 392, 419	0-80,000

El modelo lineal utilizado mostró efecto ($P < 0.05$) del número de parto y de los días en leche sobre la cuenta de células somáticas. Por su parte, el estado gestacional ni el mes de prueba influyó sobre dicha cuenta ($P > 0.05$).

Con respecto al número de parto o lactancia, las vacas con mayor número de estos tuvieron un mayor número de células somáticas (Cuadro 7).

Cuadro 7.

Células somáticas por ml de leche de acuerdo al número de parto (x 1000).

NÚMERO DE PARTO	N	MEDIA DE CUADRADOS MINIMOS ± ERROR ESTANDARD
1	1092	469.40 ± 48.94 a
2	831	607.69 ± 52.65 b
3	440	669.40 ± 69.34 b
4	384	699.40 ± 74.38 bc
5	242	906.56 ± 91.94 cd
≥6	163	698.01 ± 99.78 bd

Diferente literal indica diferencia estadística (P<0.05)

N = Número de animales que se encuentran en este rango.

Por su parte, en lo que respecta a los días en leche, fue notado como las vacas con menos de 91 días de paridas fueron las vacas que menor número de

Células somáticas presentaron y las de más de 270 días fueron las que mostraron el mayor conteo (Cuadro 8).

Cuadro 8.

Células somáticas por ml de leche de acuerdo a los días en leche (x 1000)

DÍAS EN LECHE	N	MEDIA DE CUADRADOS
		MINIMOS ± ERROR ESTANDARD
1-90	711	449.75 ± 80.30 a
91-180	910	627.595 ± 58.81 ab
181-270	624	699.16 ± 65.66 b
>270	949	922.45 ± 57.56 c

Diferente literal indica diferencia estadística (P<0.05)

N = Número de animales que se encuentran en este rango.

DISCUSIÓN

El primer dato importante lo constituye el hecho de que las vacas promediaron 209 días en leche al realizarse las pruebas. Dicho número es elevado con respecto al parámetro comúnmente aceptado que es de alrededor de 165-180 días (Upham, 1991). Lo anterior significa que en el establo en cuestión existe algún(os) problema(s), quizás del orden reproductivo, que han provocado que un mayor número de vacas se encuentren en una fase tardía de la lactancia y seguramente se estén obteniendo producciones subóptimas. Lo anterior deberá dilucidarse en un análisis reproductivo posterior.

El segundo punto a analizar es el promedio de células somáticas del hato utilizado en el presente estudio. Es notado como la media correspondió 637, 000 células por ml de leche, número elevado si es comparado con los establos modernos en nuestro país que entregan su producción láctea a las grandes plantas pasteurizadoras y que, en su mayoría, presentan cuentas del tanque menores a 400, 000 células por ml. Debe mencionarse que dichas plantas han

orientado el mercado en los últimos años hacia la producción de leche con cada vez menos células somáticas, pagando sobreprecios por bajas cuentas y penalizando los conteos elevados. Las razones de dicha orientación es la relación

inversamente proporcional entre el número de células somáticas y el rendimiento en derivados de la leche y la vida de anaquel (Senyk et al., 1985, Ali et al., 1980, Politis y NG-Kwai-Hang, 1988, Klei et al., 1998, Cooney et al., 2000).

Adicionalmente a la producción disminuida por un exceso de días en leche, debe considerarse que dicho promedio de células somáticas se traduce en más del 10% de pérdida de producción por mastitis subclínica (Cuadro 5).

El origen exacto del elevado conteo de células somáticas en el hato estudiado deberá ser dilucidado en un análisis posterior, sin embargo, el elevado promedio de días en leche de las vacas del establo pudieran explicarlo, por lo menos parcialmente.

El número de parto mostró efecto sobre el conteo de células somáticas, incrementándose éste al aumentar el número de lactancias (Cuadro 7).

Varios autores han encontrado un incremento en la cuenta de células somáticas conforme se incrementa la edad de las vacas (Beckley y Johnson, 1966, Blackburn, 1966, Daniel et al., 1966, Gill y Holmes, 1978, Schultz, 1977, Eberhart et al., 1979). Eberhart et al. (1979) reportan promedios de 232, 000., 314 000., 390, 000., 564, 000., 544, 000., 654, 000 y 868, 000 células por ml en vacas de 2, 3, 4, 5, 6, 7 y mayores de 7 años, respectivamente.

Dicho incremento es principalmente debido a un aumento en la prevalencia de infecciones en vacas mayores y no a la edad (Marshall y Edmonson, 1962) ya que al examinar únicamente a las vacas libres de mastitis no se ha encontrado efecto de la edad (Duitschaever y Ashton, 1972, Laevens et al., 1997) o bien, no es tan dramático (Wanasinghe y Frost, 1979), quizás explicado por una mayor prevalencia de daño glandular permanente producto de infecciones previas (Harmon, 1994). A su vez, ha sido encontrado que las vacas viejas tienen una mayor respuesta celular a patógenos menores o mayores (Marshall y Edmonson, 1962). Lo anterior ha sido atribuido a varias causas, incluyendo un mayor número de cuartos afectados, mayor daño a los tejidos y una mayor respuesta en cuartos que han sido previamente infectados (Ward y Schultz, 1972).

Por su parte, la etapa de la lactancia mostró efecto sobre el conteo de células somáticas, notándose como aumenta dicha cuenta al aumentar los días en leche (Cuadro 8).

Es conocido que la cuenta de células somáticas es elevada inmediatamente después del parto, independientemente de que si sufre o no de mastitis. Dicha elevación dura de 5 a 14 días (Cullen, 1968), Sin embargo,

Reneau (1986) reporta que las vacas no infectadas pueden tener menos de 300, 000 células somáticas tan temprano como el día 5 posparto. Después del anterior periodo, se ha reportado que las células somáticas se incrementan conforme avanza la lactación (Beckley y Johnson, 1966, Blackburn, 1966, Schultz, 1977, Sheldrake et al., 1983), sin embargo, como en el caso de la edad, la mayor prevalencia de infecciones subclínicas podrían explicar el citado aumento.

En algunos estudios donde los datos son restringidos a las vacas no infectadas no ha sido encontrada diferencia a lo largo de la lactación (Natzke et al., 1972, Laevens et al., 1997), sin embargo, en otros si ha habido diferencia, por ejemplo, Sheldrake et al., (1983) encontró promedios de 83, 000 células por ml al día 35

postparto contra 160, 000 al día 285 ($P < 0.01$) en vacas libres de infección. Los mismos autores reportan 234, 000 y 1 000, 000 células por ml en vacas infectadas con *S. aureus*. En el caso de vacas próximas al secado algunos investigadores han encontrado una mayor cantidad de células somáticas, sobre todo cuando la producción láctea baja a menos de 4 kg por día (Bodoh, et al., 1976), mientras que otros no han encontrado diferencia (Duitschaever y Ashton, 1972). Dicho efecto, cuando es encontrado, se considera como un efecto de dilución, el cual ocurre por la disminución repentina en el suministro de agua y

alimento que provoca una abrupta disminución de la producción láctea y un aumento proporcional del conteo de células somáticas (Reneau, 1986).

Por otro lado, la estación del año ha influenciado la cuenta de células somáticas en varios estudios donde se ha encontrado una cuenta menor en invierno y una mayor en verano (Bodoh, et al., 1976, Marshall y Edmonson, 1962, Nelson et al., 1969, Wegner et al., 1976, Dohoo y Meek, 1982, Allore, et al., 1997). Lo cual coincide con una mayor incidencia de mastitis clínica durante el verano (Smith et al., 1985), siendo sugerido que el estrés de la alta temperatura y humedad pueden incrementar la susceptibilidad a la infección así como incrementar la cantidad de

patógenos a los que son expuestas las vacas en este periodo. A pesar de lo anterior, en el presente estudio hubo una carencia de efecto del mes cuando se realizó la prueba (marzo, mayo o julio). Lo anterior podría explicarse con el hecho de que las variaciones climáticas en la zona donde se encuentra el establo utilizado no son muy marcadas o bien, a que el periodo evaluado solo contempla la primavera y el principio del verano. Un estudio posterior podría considerar la comparación entre las cuatro estaciones del año.

A su vez, el estado gestacional de las vacas no mostró efecto sobre la cuenta de células somáticas en la leche al no diferir entre vacas recién paridas (menos de 50 días postparto), inseminadas, gestantes y no inseminadas con más de 50 días postparto. El efecto de dicha variable no es reportado en la literatura existente.

CONCLUSIONES

Se concluye que el conteo de células somáticas en leche de vacas Holstein es influenciado por el número de parto de los animales y por la etapa de la lactancia en que se encuentran.

No se encontró efecto ni del estado gestacional de los animales, ni del mes de realizada la prueba.

BIBLIOGRAFÍA

- **Aguado SJA. Características de los diferentes agentes etiológicos causantes de mastitis bovina. Memorias del III Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la Leche. León, Guanajuato, 21-23 de junio del 2001: 75.**
- **Aguado SJA. Conteos somáticos en leche. Nueva estrategia bacteriológica en leche. Memorias de la 17ª. Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero. Guadalajara, Jalisco, 11-13 de julio del 2001: 45.**
- **Allore HG, Oltenu PA, Erb HN. Effects of season, herd size and geographic region on the composition and quality of milk in the northeast. J Dairy Sci 1997; 80: 3040.**
- **Avila Telles S. Producción intensiva de ganado lechero México 1990.**
- **Bartlett PC, Anderson CR, Kirk JH. Milk production and somatic cell count in Michigan dairy herds. J Dairy Sci 1990; 73: 2784.**

- Beckley MS, Johnson T. Five year study of a California mastitis test on a commercial dairy herd. J Dairy Sci; 49: 746.
- Blackburn PS. The variation in the cell count of cows milk throughout lactation and from one lactation to the next. J Dairy Res; 33: 193.
- Blanco OMA. Diagnóstico de la mastitis subclínica bovina. Memorias III Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la Leche. León, Guanajuato 21-23 de junio del 2001: 118.
- Blowey R, Edmonson P. Mastitis control in dairy herds. Farming Press Books. Ipswich, Reino Unido. 1995.
- Bodoh GW, Batista WJ, Schultze LH, Johnston RP. Variation in somatic cell counts in dairy herd improvement milk samples. J Dairy Sci; 59: 1119.
- Cooney S, Tiernan D, Joyce P, Kelly AL. Effect of somatic cell count and polymorphonuclear leucocyte content of milk on composition and proteolysis during ripening of swiss-type cheese. J Dairy Res 2000; 67: 301.

- Cullen GA. Cell counts throughout lactation. *Vet Rec*; 83: 125.
- Daniel RCW, Barnum DA, Rennie JC. Variation in modified California mastitis test scores in dairy cattle. *J Dairy Sci*; 49: 1226.
- Dohoo IR, Meek AH. Somatic cell counts in bovine milk. *Can Vet J* 1982; 23: 119.
- Duitschaever CI, Ashton GC. Variations of somatic cells and neutrophils in milk throughout lactation. *J Milk Fd Tech*; 35: 197.
- Eberhart RJ, Gilmore HC, Hutchinson LJ, Spencer SB. Somatic cell count in DHI samples. Proc 18th Annu Mtg Natl Mastitis Council. Louisville, KY.
- Giesecke WH. The definition of bovine mastitis and the diagnosis of its subclinical types during normal lactation. IDF Seminar on mastitis control. Reading University 1975: 62-69. College of Estate Management, Reading, England.
- Gill J. Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences. Vol 1, Iowa: Iowa State University Press.

- Gill MS, Holmes CW. Somatic cell counts, mastitis and milk production in dairy herds. NZ J Dairy Sci and Tech; 13: 157.
- Harmon RJ. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. J Dairy Sci 1994; 77: 2103.
- Hoblet KH, Schnitkey GD, Arbaugh D, Hogan JS, Smith KL y col. Cost associated with selected preventive practices and with episodes of clinical mastitis in nine herds with low somatic cell counts. JAVMA 1991; 199: 190.

INEGI. Datos geográficos 2001.

- Klei L, Yun J, Sapru A, Lynch J, Barbano D, Sears P, Galton D. Effects of milk somatic cell count on cottage cheese yield and quality. J Dairy Sci 1998; 81: 1205.
- Laevens H, Deluyker H, Schukken YH, De Meulemeester L, Vandermeersch R, De Muelenaere E, De Kruif A. Influence of parity and stage of lactation on the somatic cell count in bacteriologically negative dairy cows. J Dairy Sci 1997; 80: 3219.

- Lucey S, Rowlands GJ. The association between clinical mastitis, somatic cell count and udder conformation. *Livest Prod Sci*; 39: 243.

- Marshall RT, Edmonson JE. Value of California mastitis records to the practitioner. *J Am Vet Med Ass*; 140: 45.

- Miller GY, Bartlett PC, Lance SE, Anderson JD, Heider LE. Cost of clinical mastitis and mastitis prevention in dairy herds. *JAVMA* 1993; 202: 1230.

- Natzke RP, Everett RW, Postle DS. Normal milk somatic cell counts. *J Milk Fd Tech*; 35: 261.

- Nelson FE, Tranmal H, Schun JD, Wegner TN, Stott GH. Criteria of abnormal milk from individual quarters during a period of high temperature. *J Dairy Sci*; 52: 912.

- Reneau JK. Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. *J Dairy Sci*; 69: 1708.

- SAGARPA. Datos estadísticos 2001.

- Schepers AJ, Lam TJGM, Schukken YH, Wilmink JBM, Hanekamp WJA. Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. *J Dairy Sci* 1997.
- Schultz LH. Somatic cell counting of milk in production testing programs as a mastitis control technique. *J Am Vet Med Ass*; 170: 1244.
- Sheldrake RF, Hoare RJT, McGregor GD. Lactation stage, parity and infection affecting somatic cells, electrical conductivity and serum albumin in milk. *J Dairy Sci*; 66: 542.
- Smith KL, Hogan JS. Environmental mastitis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 1993; 9: 489.
- Smith KL, Todhunter DA, Schoenberger PS. Environmental mastitis: cause, prevalence and prevention. *J Dairy Sci*; 68: 1531.
- Stevenson JS. Reproductive management of dairy cows in high milk producing herds. *J Dairy Sci* 2001; 84 (suppl.): E128.

- Upham L. Measuring dairy herd reproductive performance. **Bovine Practitioner** 1991, 26: 49.

- Wanasinghe DD, Frost AJ. The prevalence of udder infection and mastitis in herds producing bulk milk with either consistently high or low cell count. **Aust Vet J**; 55; 374.

- Ward GE, Schultz LH. Relationship of somatic cells in quarter milk to type of bacteria and production. **J dairy Sci**; 55; 1428.

- Wegner TN, Schuh JD, Nelson FE, Stott GH. Effects of stress on blood leucocyte and milk somatic cell counts in dairy cows. **J Dairy Sci**; 59: 949.