

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**CUENTA DE CÉLULAS SOMÁTICAS
EN LECHE DE CABRA MEDIANTE LAS PRUEBAS DIAGNOSTICAS:
PRUEBA DE CALIFORNIA, WISCONSIN, CUENTA MICROSCÓPICA Y
CONTADOR INFRARROJO**

TESIS
PARA OBTENER EL TITULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

LUIS GABRIEL FIGUEROA MARTÍNEZ

ASESORES

**MVZ MSc SALVADOR ÁVILA TÉLLEZ
MVZ PhD ANDRÉS DUCOING WATTY**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres

Verónica Martínez Reyes y Roberto Figueroa López

Por ustedes nunca me faltó amor ni cariño. Gracias por compartir conmigo el resultado de su trabajo y por prestar atención a mi educación, gracias a ello hoy me encuentro realizando uno de mis más grandes sueños.

A mis hermanos Tania Ivonne Figueroa Martínez y Roberto Carlos Figueroa Martínez, por acompañarme en todo momento y demostrarme siempre su cariño.

A mis sobrinas Brenda Estephania Campos Figueroa y Karla Sophia Campos Figueroa, nunca se rindan, recuerden que a todo gran esfuerzo siempre le llega una gran recompensa.

Y a ti, que siempre me has brindado tu corazón, y que cuando ha sido necesario colocas el mío en su lugar, gracias Cyndy Beky Quintana Vite.

Sientan este triunfo profesional como suyo.

“Donde quiera que me encuentre, mi corazón siempre estará con ustedes”

AGRADECIMIENTOS

A mi familia

A mí querida Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia así como a las personas que en ella laboran.

A mis amigos:

Ivan Carrizosa Urbina
Alfredo Hernández Bautista
Heladio Moreno Melo
Antonio Paniagua Camarillo
Hugo Oswaldo Toledo Alvarado

Por darme su amistad, cariño consejo y compañía.

A mis asesores MVZ MsC Salvador Ávila Téllez mi gran maestro y amigo y al MVZ PhD Andrés Ducoing Watty.

A mi jurado

MVZ MCV Alicia Soberón Mobarak
MVZ Aldo Alberti Bruno
Dr. Jan Bouda
MVZ MCV José Fernando Nuñez Espinosa

Y a todo el personal del departamento de producción animal: Rumiantes.

CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN

HIPÓTESIS

OBJETIVO

MATERIAL Y MÉTODOS

RESULTADOS

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

CUADROS

Palabras clave: cuenta de células somáticas, cuenta microscópica de células somáticas, contador infrarrojo, prueba de California para mastitis, prueba de Wisconsin para mastitis.

RESUMEN

FIGUEROA MARTÍNEZ LUIS GABRIEL. Cuenta de células somáticas en leche de cabra mediante las pruebas diagnósticas: prueba de California, Wisconsin, cuenta microscópica y contador infrarrojo (bajo la dirección de MVZ MsC Salvador Avila Téllez y MVZ PhD Andrés Ducoing Watty).

La cuenta de células somáticas (CCS) en leche de cabra está ampliamente aceptada como indicador del estado de salud de la glándula mamaria. Para su determinación, se dispone de diferentes procedimientos los cuales se basan en la identificación del ADN de las células somáticas, entre estos procedimientos se encuentran la prueba de California para mastitis (PCM), la prueba de Wisconsin para mastitis (PCM) la cuenta microscópica de células somáticas (CMCS) y el contador infrarrojo (CI) entre otras. El objetivo del presente estudio fue evaluar la correlación entre los resultados obtenidos por las pruebas antes mencionadas con respecto a la cuenta microscópica de células somáticas en muestras de leche provenientes de glándulas mamarias de caprinos aparentemente sanos, considerando el cultivo bacteriológico de las muestras de leche. Se muestrearon 60 cabras de diferentes edades, etapas de lactación y número de partos, ordeñadas mecánicamente, con una producción promedio de 0.75 litros de leche y provenientes de un sistema de producción intensivo. Los resultados fueron analizados con el paquete estadístico JMP versión 5.1. La correlación encontrada entre la CMCS y el CI fue de 97%, entre la CMCS y la PCM de 89% y entre la CMCS y la PWM de 63%. La prueba que más se correlaciona con la CMCS es el CI seguido de la PCM y la PWM. El *Staphylococcus spp* estuvo presente en el 92% de los casos positivos al cultivo bacteriológico.

INTRODUCCIÓN

México produce el 42.8 % del total de la leche de cabra en el continente Americano ^[1], 1,065,458 litros registrados durante el año 2005 ^[2], que con respecto a la producción de leche de vaca representan el 1.6%.

La producción caprina juega un importante papel social y económico, debido a que en muchos sectores marginales, la cabra constituye la única riqueza y fuente de subsistencia al ser la principal suministradora de productos, tanto lácteos como cárnicos ^[3]; además el precio promedio del litro de leche de cabra es un 19% superior al precio promedio por litro de leche de bovino ^[4].

Como todo alimento, la leche de cabra debe cumplir con ciertos estándares sanitarios y comerciales, es por ello que existen procedimientos encaminados a determinar la calidad de la leche de cabra y el estado de salud de las glándulas mamarias, tal es el caso de la cuenta de leucocitos en leche procedentes de la sangre y de las células epiteliales derivadas de la descamación del epitelio glandular, a este conjunto de leucocitos y de células epiteliales en leche se les conoce como células somáticas (CS) ^[5, 6, 7,8].

La cuenta de células somáticas (CCS) en la leche de cabra está ampliamente aceptada como indicador del estado de salud de la glándula mamaria. Para su determinación, se dispone de diferentes procedimientos los cuales se basan en la identificación del ADN de las CS. Los procedimientos más empleados en México son la prueba de California para mastitis (PCM) y la prueba de Wisconsin para mastitis (PWM) ^[9, 10]. Otros métodos de importancia son la cuenta microscópica de células somáticas (CMCS) que es utilizada como referencia, el contador infrarrojo (CI) o contador de células DeLaval[®] (DCC) y el contador electrónico (CE) o Fossomatic[®] (FOSS) ^[11, 12].

Existen algunos factores que afectan la CCS en la leche de cabra, entre ellos se encuentran: la raza, la edad, la etapa de lactación, el estro, el nivel de producción, las condiciones de manejo, y las infecciones intramamarias presentes en el momento de la medición, [5, 13,14].

En vacas sanas la CCS varía de entre 40,000 y 80,000 células/ml [15]; Schalm *et al.* [10] afirman que en leche de cabra las muestras con reacciones negativas a la PCM presentan un promedio de 68,000 células/ml, en tanto que en las reacciones positivas a, trazas, uno, dos y tres, la CCS que se presenta es de 268,000; 800,000; 2,560,000 y $\leq 10,000,000$ células/ml, respectivamente [10]; en la reacción clase tres se pueden encontrar desde 3,000,000 hasta 8,800,000 células/ml [16]. Otros investigadores afirman que la CCS en leche de cabras proveniente de glándulas negativas a mastitis varía desde 68,000 hasta 500,000 células/ml. En glándulas donde, tanto la CMCS, como el cambio en la reacción de la PCM indican que existe una patología, la CCS es de 268,000 a 10,000,000 células/ml; todos estos resultados fueron obtenidos mediante la PCM, CMCS, FOSS y CI [11].

Al comparar los resultados obtenidos en la CCS de leche de cabra con el CI (DCC) y el CMCS se han encontrado correlaciones del 95% [11]; mientras que al comparar los resultados de la PCM contra el FOSS se han obtenido correlaciones de entre 95 y 97% [17].

Como se puede apreciar existen diferencias entre los resultados obtenidos por los autores citados, en cuanto a la CCS en leche de cabras y, únicamente Schalm [10] ha determinado diferentes cantidades en la CCS presentes en leche de cabra por medio de la PCM con el fin de conocer el grado de afectación de la glándula mamaria en caprinos.

JUSTIFICACIÓN

Dada la importancia de estimar la cuenta de células somáticas en leche de cabra como indicador del estado de salud de la glándula mamaria, es necesario contar con un método seguro, rápido, y de fácil realización; por ello resulta primordial conocer la correlación existente de la cuenta de células somáticas realizada por la prueba de California para mastitis, la prueba de Wisconsin para mastitis y el contador infrarrojo con el método referido por la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 que es la cuenta microscópica de células somáticas. Además en este trabajo se considerará el cultivo microbiológico de las muestras de leche como un indicador más, del estado de salud de las glándulas mamarias.

HIPÓTESIS

En muestras de leche de cabra proveniente de glándulas libres de microorganismos patógenos, la cuenta de células somáticas obtenida mediante el contador infrarrojo y la cuenta microscópica de células somáticas presentarán alta correlación, aunque menor con respecto a los resultados obtenidos con la prueba de California para mastitis y la prueba de Wisconsin para mastitis, dado que a partir de estos dos últimos se obtiene la cuenta de células somáticas de forma indirecta.

OBJETIVO

El objetivo fue evaluar la correlación entre los resultados obtenidos por las pruebas para diagnóstico de mastitis: California, Wisconsin y el contador infrarrojo con respecto a los obtenidos por medio de la cuenta microscópica de células somáticas, en muestras de leche provenientes de glándulas mamarias de caprinos, considerando el cultivo bacteriológico, para identificar cuál de estos métodos es el que más se aproxima a los resultados obtenidos por medio de la cuenta microscópica de células somáticas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional analítico de la cuenta de células somáticas (CCS) en leche cruda de cabra, proveniente del ordeño matutino, utilizando cuatro métodos para determinar si los resultados obtenidos con la prueba de California para mastitis (PCM), la prueba de Wisconsin para mastitis (PWM), y el contador infrarrojo (CI) son similares a los obtenidos por la cuenta microscópica de células somáticas (CMCS).

Para este estudio se muestrearon 60 cabras en un sistema de producción intensivo (44 Alpino Francés, 10 Saanen, 3 cruza Alpino Francés con Boer, 2 Boer y 1 Toggenburg), ubicadas en el Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEIPSA) de la FMVZ-UNAM, ubicado en el Km 28 de la carretera federal México-Cuernavaca Topilejo.

Las cabras presentaron diferentes edades, etapas de lactación y número de partos. La producción promedio fue de 0.75 litros de leche por cabra. El ordeño se realiza de forma mecánica una vez al día en una sala tipo paralelo. La alimentación es a base de concentrado, ensilado, alfalfa y avena. De las 60 cabras que se muestrearon en este estudio, 25 son seropositivas al virus de la artritis encefalitis caprina por medio de la prueba de ELISA competitiva realizada en el departamento de Microbiología e inmunología de la FMVZ-UNAM.

Las muestras se tomaron antes de iniciar el ordeño de la mañana, para ello se limpiaron los pezones de cada glándula con torundas impregnadas de alcohol desnaturalizado al 70%. Se descartaron los primeros tres chorros de leche de forma manual sobre un tazón de fondo oscuro, para después obtener una muestra de 50 ml de leche de cada glándula. Las muestras fueron

almacenadas en frascos estériles, los cuales se identificaron con el número del animal y la glándula (izquierda o derecha) a la cual pertenecen; éstas fueron transportadas en refrigeración para su posterior análisis al laboratorio del Departamento de Producción Animal Rumiantes de la FMVZ-UNAM, en un tiempo no mayor de cuatro horas para después ser sometidas a las pruebas de PCM, PWM, CMCS y CI.

Las pruebas de PCM y PWM se realizaron según los procedimientos descritos por Schalm [10], y en el caso de la prueba de la PCM los resultados fueron convertidos a células somáticas/ml como se señala en las tablas del mismo autor^[10].

La CMCS se llevó a cabo según se indica en la norma Mexicana NMX-F-700-COFOCALEC-2004,^[18] tomando una muestra de 10 μ l con una micro-pipeta calibrada a la misma cantidad, dicha muestra se colocó y se dispersó uniformemente con ayuda de un capilar sellado en uno de sus extremos sobre el área circular de 1cm de diámetro delimitada por una línea negra sobre la laminilla, después de lo cual se procedió a teñirla con la técnica de Wrigth. A continuación, con el objetivo de inmersión y aumento de 1000X se procedió a la identificación y cuenta de las células somáticas observadas en cada campo, siguiendo una dirección longitudinal a través del diámetro de la superficie marcada en la laminilla. El total de células identificadas se multiplicó por el factor único de franja (FUF), obteniendo así el número total de células somáticas por ml de leche^[18].

Para el análisis de las muestras de leche con el CI, se tomó una muestra de 40 μ l de leche con el cartucho especial del equipo; mismo que se introdujo en la

ranura del lector, para después activar el análisis automático de la muestra ^[19], y el resultado en células somáticas/ μ l de leche en la pantalla del equipo.

Además, cada muestra fue sembrada en medios bacteriológicos para el crecimiento de microorganismos Gram positivos (agar gelosa-sangre) y para microorganismos Gram negativos (Agar Mc Conkey) siguiendo el procedimiento descrito por Brown *et al.* ^[20], y en los casos donde se encontraron microorganismos con formas esféricas se aplicó la prueba de catalasa para determinar si se trataba de *Staphylococcus* spp (catalasa +) o *Streptococcus* spp. (catalasa -).

Los resultados del conteo celular fueron convertidos a número de células somáticas por ml de leche con el objetivo de uniformar la unidad de medición para su análisis.

La información obtenida en el presente estudio fue analizada con ayuda de un modelo lineal en el paquete estadístico JMP versión 5.1 ^[21]. Así mismo se realizaron correlaciones simples entre variables en las que se incluyó como variables dependiente la CMCS y como variables independientes, los resultados obtenidos por PCM, PWM y CI.

Para conocer el efecto del resultado positivo o negativo al cultivo bacteriológico sobre la CCS se realizó una regresión logística; y para estimar si la presencia del virus de artritis encefalitis caprina afecta los resultados de la CCS en leche de cabra se utilizó un modelo lineal así como la comparación de medias entre cabras positivas y negativas. ^[22].

RESULTADOS

De las 118 muestras de leche analizadas por medio de la cuenta microscópica de células somáticas (CMCS), 42/118 (35.5%) resultaron negativas a mastitis subclínica con cuentas de células somáticas (CCS) que van de 40,526 a 258,358 células/ml; de estas 42 muestras, 40/42 (95%) resultaron negativas a los cultivos bacteriológicos y presentaron CCS iguales a las expresadas anteriormente; las dos muestras restantes (5%) fueron positivas, una a *Staphylococcus spp.* con 131,712 células/ml y la otra a *Streptococcus spp.* con 207,699 células/ml. Las 76/118 muestras restantes (64.5%) resultaron positivas a mastitis subclínica, con cuentas que varían en un rango de 268,490 a 7,158,046 células/ml; de estas 65/76 (81.5%) muestras resultaron negativas a los cultivos bacteriológicos con CCS de 268,490 a 4,660,582 células/ml, y 11/76 (18.5%) resultaron positivas a mastitis subclínica con cuentas que varían de 385,004 a 7,158,046 células/ml, con una media de 2,459,727 células/ml, muestras de las que se aisló *Staphylococcus spp.* (Cuadro 1).

Con la aplicación del contador infrarrojo (CI), 36/118 (30.5%) muestras resultaron negativas a mastitis subclínica, con CCS que variaron entre 36,000 a 257,000 células/ml; de estas muestras 35/36 (97%) resultaron negativas a los cultivos bacteriológicos, presentando CCS entre 36,000 a 257,000 células/ml. Una de las 36 muestras resultó positiva a *Staphylococcus spp.* con una CCS de 147,000 células/ml. Las 82/118 (69.5%) muestras restantes fueron positivas a mastitis subclínica, con cuentas de entre 271,000 a 6,780,000 células/ml, y de estas 70/82 (85.4%) fueron negativas a cultivos bacteriológicos con cantidades de entre 271,000 a 5,601,000 células/ml. De las 12/82 (14.6%) muestras restantes en una se aisló *Streptococcus spp.* con una CCS de 301,000

células/ml y en las otras *Staphylococcus spp* donde la CCS vario de 301,000 a 6,768,000 células/ml con una media de 1,987,400 células/ml (Cuadro 1).

Con la prueba de Wisconsin para mastitis (PWM) se obtuvieron 42/118 (35.5%) muestras negativas a mastitis subclínica, con CCS de entre 90,000 hasta 260,000 células/ml, de las cuales 40/42 (95.2%) fueron negativas al cultivo bacteriológico con números de células somáticas que variaron de 90,000 a 260,000 células/ml y 2/42 (4.8%) fueron positivas a *Staphylococcus spp.* con cuentas menores a 120,000 células/ml. Las 76/118 (64.5%) muestras restantes, resultaron positivas a mastitis subclínica con cantidades entre 340,000 hasta 5,000,000 células/ml; de estas 65/76 (85.5%) resultaron negativas al cultivo bacteriológico con CCS de 340,000 a 5,000,000 células/ml, y 11/76 (14.5%) fueron positivas al cultivo bacteriológico, aislando en una muestra *Streptococcus spp.* con una cuenta de 400,000 células/ml y 10 a *Staphylococcus spp.* con 340,000 y hasta 5, 000,000 células/ml con una media de 1,784,999 células/ml (Cuadro 1)

Al analizar las muestras mediante la prueba de California para mastitis (PCM), 40/118 (33.9%) resultaron negativas a mastitis subclínica, con una cuenta de 68,000 células/ml, de éstas, 36/40 (90%) muestras resultaron negativas al cultivo bacteriológico con un numero de células somáticas de 68,000 células/ml. Las 4 restantes (3.4%) fueron positivas al cultivo bacteriológico con una CCS de 68,000 células/ml, de éstas se aisló en uno de los casos *Streptococcus spp.* y en los otros tres *Staphylococcus spp.*

Las 78/118 (66.1%) muestras restantes resultaron positivas a reacción traza, uno, dos y tres con una cuenta entre 268,000 a 5, 000,000 células/ml; de éstas, 69/78 (88.5%) muestras resultaron negativas a los cultivos bacteriológicos, con

un número de células somáticas de entre 268,000 a 5,000,000 células/ml y 9/78 (11.5%) fueron positivas a los cultivos bacteriológicos con CCS de entre 268,000 a 5,000,000 células/ml. En todas estas muestras se aisló *Staphylococcus spp.* (Cuadro 1).

De las 13/118 muestras de leche positivas al cultivo bacteriológico 12 (92%) resultaron positivas *Staphylococcus spp.*

En el análisis del modelo de regresión se observó que el CI explica significativamente ($P < 0.01$) la variación en CMCS con un coeficiente de regresión de < 0.0001 . El coeficiente de determinación de dicho modelo (r^2) fue de 0.957042.

Al eliminar la variable CI del modelo de regresión, el coeficiente de regresión es de 0.0168 para la PWM y de < 0.0001 para la PCM con un coeficiente de determinación (r^2) de 0.8187 lo que indica que la PCM explica significativamente ($P < 0.01$) la variación en la CMCS seguida de la PWM (Cuadro 2).

La correlación encontrada entre la CMCS y el CI fue de 97%, entre la CMCS y la PCM de 89% y entre la CMCS y la PWM de 63% (Cuadro 3).

La regresión logística para las muestras positivas al cultivo en agar sangre indica que la PCM explica significativamente la variación en los resultados para este medio de cultivo ($P = 0.0213$), en tanto que para las muestras positivas al cultivo en agar McConkey la PWM explica significativamente esta variación ($P = 0.0279$).

Al incluir en el modelo lineal el efecto de seropositividad a artritis encefalitis caprina no se observó significancia del mismo ($P = 0.05$), pero al realizar la

comparación de medias, la significancia con la CMCS fue de 0.016; con el CI fue de 0.017; con la PWM fue de 0.002 y con la PCM fue de 0.003.

DISCUSIÓN

Los resultados del modelo de regresión lineal indican que el contador infrarrojo (CI) comparativamente con la prueba de California para mastitis (PCM) y la prueba de Wisconsin para mastitis (PWM) es el método que mejor explica la variación en la cuenta global de células somáticas realizada por la cuenta microscópica de células somáticas (CMCS) ^[9, 11, 19].

Al comparar los resultados obtenidos por medio del CI con los obtenidos con la CMCS la correlación calculada es del 97%, lo que coincide con la investigación de Berry *et al.* (2007) ^[11]. La diferencia que existe entre ambas pruebas se puede atribuir a que el CI controla el error de lectura inducido por fallas humanas, tales como deficiencias en la técnica de tinción, así como en la observación campo por campo de la muestra de leche. Comparativamente con la CMCS, el CI es un método rápido, al indicar la lectura del número de células somáticas en menos de un minuto, ^[19] con una precisión similar. El CI es un equipo portátil que se puede llevar con facilidad a las instalaciones lecheras ^[11], lo cual no resulta práctico en el caso de la CMCS, que además de ser una prueba que requiere experiencia del operador, sólo se puede llevar a cabo en instalaciones específicas como un laboratorio requiriendo mayor esfuerzo y tiempo del operador ^[11].

Al comparar los resultados de la PCM convertidos a número de células somáticas con base a lo mencionado por Schalm *et al.* (1971) ^[10], con los resultados de la CMCS, se encontró una correlación de 89%. Estos resultados indican que a pesar de que la PCM se trata de una prueba que evalúa la cuenta de células somáticas (CCS) en forma indirecta, resultó ser confiable, rápida y de bajo costo ^[23]; sin embargo debe tenerse en consideración que la persona que realiza esta prueba cuente con experiencia tanto en el

procedimiento para realizar la prueba como en la interpretación de los resultados ^[12].

La diferencia en los resultados entre la CMCS y la prueba de PCM se puede atribuir al amplio rango del número de células somáticas indicado para cada reacción con la prueba PCM; haciéndose notar que en este estudio se utilizó la media indicada por Schalm *et al.* (1971) ^[10] para leche de cabras.

En las muestras que resultaron negativas a mastitis subclínica por una baja CCS pero positivas al cultivo bacteriológico, donde se aislaron *Staphylococcus spp.* y *Streptococcus spp.* Se infiere que pudiera tratarse de casos en los cuales no hay una respuesta del sistema de defensa orgánica por tratarse de infecciones latentes ^[10].

Al comparar la CCS obtenida e cada una de las pruebas aplicadas con el resultado obtenido al cultivo bacteriológico por medio de la regresión logística, se encontró que PCM es la que más explica los casos de infección por microorganismos Gram-positivos, en tanto que PWM fue mas útil para relacionar la CCS con infecciones por microorganismos Gram-negativos. Estos resultados son similares a los reportados por Sargeant *et al.* ^[24] y Yáñez ^[25] en vacas, donde la PCM presento una alta sensibilidad al diferenciar entre glándulas infectadas y no infectadas.

Al realizar la comparación entre las CCS pertenecientes a cabras seropositivas a artritis encefalitis caprina y las negativas al mismo virus por medio de un modelo lineal no se encontraron diferencias significativas, pero al realizar la comparación de medias entre estos dos grupos se presentaron diferencias significativas lo cual indica que de existir un incremento en la CCS por la

infección debida a la artritis encefalitis caprina este es mínimo como lo indica Sánchez *et al.* ^[26].

CONCLUSIONES

- 1 La cuenta de células somáticas realizada por el contador infrarrojo fue tan confiable como la realizada por la cuenta microscópica de células somáticas en leche de cabra.
- 2 La cuenta de células somáticas realizada por la prueba de California para mastitis resulta ser una prueba útil, práctica y de bajo costo para inferir el número de células somáticas en leche de cabra a nivel de campo.
- 3 La prueba de Wisconsin para mastitis resulta ser menos eficiente para realizar la cuenta de células somáticas en leche de cabra, en comparación a los otros procedimientos realizados.
- 4 El microorganismo mas encontrado en casos donde la cuenta de células somáticas es mayor a 268,000 células/ml es el *Staphylococcus* spp.
- 5 La presencia de artritis encefalitis caprina no altera los resultados obtenidos por las pruebas realizadas.

REFERENCIAS

1. FAOSTAT. Agricultural statistics FAO, Rome, Italy. 2005. Disponible en URL:<http://www.fao.org>
2. SIAP-SAGARPA. Datos elaborados por el servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2005. Disponible en URL:http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_compec_mens.html
3. Arbiza SI, de Lucas J. La leche caprina y su producción. México 2001. Editores Unidos Mexicanos. Pág. 248
4. SIAP-SAGARPA. Datos elaborados por el servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2004. Disponible en URL:http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comanupec04.html
5. Perrin GG, Baudry C. Numerations cellulaires du lait de chevre. Le Lait 1993; 73:489-497.
6. Droke EA, Paape MJ, Di Carlo AL. Prevalence of high somatic cell counts in bull tank goat milk. J Dairy Sci 1993; 76:1035-1039.
7. Bernacka H. Cytological quality of goat milk on the basis of the somatic cell count. J Central Europ Agric 2006; 7:773-778.
8. Shearer JK, Harris Jr. Mastitis in dairy goats. University of Florida. IFAS Extension. (En línea) 1992. [7 Págs.]. Disponible en URL: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/DS/DS12000.pdf>
9. Lazcano PR. Número de células somáticas en leche de tanque mediante la aplicación de las pruebas para mastitis: PCM, PWM, CMCS, CE y CI

- (tesis de licenciatura). México (D.F) México. Univ Nacional Autónoma de México, 2006.
10. Schalm WO; Carrol EJ and Jain NC. Bovine mastitis. Philadelphia: Lea & Febiger. 1971:128-157.
 11. Berry E, Broughan J. Use of the DeLaval cell counter (DCC) on goats' milk. J Dairy Res 2007; 74: 345-348.
 12. Avila TS, Valdivieso NG. Fisiopatología de la glándula mamaria y ordeño. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (Libro en CD-ROM). Centro de Cómputo de la FMVZ.UNAM. FMVZ-UNAM; 2001.
 13. Poutrel B, Crémoux R, Ducelliez M, Verneau D. Control of intramammary infections in goats: impact on somatic cell counts. J Anim Sci. 1997; 75:566-570.
 14. McDougall S, Voermans M. Influence of estrus on somatic cell count in dairy goats. J Dairy Sci 2002; 85: 378-383.
 15. Paape MJ, Contreras A. Limitaciones legales y problemática de los recuentos celulares en leche de vaca y cabra en los Estados Unidos. Ovis 2000; 67:13-22.
 16. McDougall S, Murdough P, Pankey W, Delaney C, Barlow J, Scruton D. Relationships among somatic cell count, California mastitis test, impedance and bacteriological status of milk in goats and sheep in early lactation. Small Rum Res 2001; 40:245-254.
 17. Marin MP, Burrows J, Ramos JC. Producción y calidad de leche caprina en rebaños bajo sistemas de manejo extensivo de la zona central de Chile. Arch Zootec 2001; 50:363-366.

18. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados AC. Sistema Producto Leche-Alimento-lácteo leche Cruda de Vaca Especificaciones Fisicoquímicas y Métodos de Prueba, NMX-F-700-COFOCALEC-2004. México (Guadalajara): COFOCALEC, 2004.
19. DeLaval[®]. DeLaval cell counter DCC[®] Instruction Book. DeLaval[®]. 2005; 1(32)-30(32).
20. Brown WR, Morse IG, Newbould S H F. Microbiological procedures for the diagnosis of bovine mastitis. National mastitis council, Inc, Washington D.C. 1969.
21. JMP (programa de cómputo) versión 5.1. SAS Inst Inc. 1989-2003.
22. Gómez GM, Danglot BC, Veja FL. Non parametric statistical tests sinopsis. R Mex Ped. 2003; 70:91-99.
23. Perrin GG, Mallereau MP, Lenfant D, Baundry C. Relationships between California mastitis test (PCM) and somatic cell counts in dairy goats. Small Rum Res 1997; 26: 167-170.
24. Sargeant JM, Leslie KE, Shirley LE. Sensivity and specificity of somatic cell count and California mastitis test for identifying intramammary infection in early lactation. J Dairy Sci 2001; 84:2018-2024.

25. Yáñez RBM. Sensibilidad de las pruebas: California (P.C.), cuenta de células somáticas (C.S.) y número de unidades formadoras de colonias para detectar mastitis subclínica en el ganado lechero. (tesis de licenciatura). México (D.F.). Universidad Nacional Autónoma de México, 1980.

26. Sánchez A, Contreras A, Corrales JC, Marco JC. Relationships between infection with caprine arthritis encephalitis virus, intramammary bacterial infection and somatic cell counts in dairy goats. *Vet Rec* 2001; 23:711-714.

Cuadro 1.-Comparación de los resultados de la cuenta de células somáticas (CCS) realizada por la cuenta microscópica de células somáticas (CMCS), el contador infrarrojo (CI), la prueba de California para mastitis (PCM), la prueba de Wisconsin para mastitis (PWM); y el resultado al cultivo bacteriológico considerando dos grupos: grupo "A" o negativos a mastitis subclínica (< 268,000 células/ml) y grupo "B" o positivos a mastitis subclínica (≥268,000 células/ml)

INDICADORES	CMCS		CI		PWM		PCM	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Grupo	A	B	A	B	A	B	A	B
CCS	<268000	>268000	<268000	>268000	<268000	>268000	<268000	>268000
No. GLÁNDULAS (%)	42 (35.5%)	76 (64.5%)	36 (30.5%)	82 (69.5%)	42 (35.5%)	76 (64.5%)	40 (33.9%)	78 (66.1%)
MÍNIMO-MAXIMO	40526-258358	268490-7158046	36000-257000	271000-6780000	90000-260000	340000-5000000	68000	268000-5000000
MEDIA DE LA CCS	145582	1526281	134472	1555426	117619	1262315	68000	1756102
BACTERIOLOGIA (-) (%)	40 (95%)	65 (81.5%)	35 (97%)	70 (85.4%)	40 (95.2%)	65 (85.5%)	36 (90%)	69 (88.5%)
MÍNIMO-MAXIMO	40526-258358	268490-4660582	36000-257000	271000-5601000	90000-260000	340000-5000000	68000	268000-5000000
MEDIA DE LA CCS	144376	1374709	134114	1431242	118000	1164297	68000	1662608
BACTERIOLOGIA (+) (%)	2 (5%)	11 (18.5%)	1 (3%)	12 (14.6%)	2 (4.8%)	11 (14.5%)	4 (3.4%)	9 (11.5%)
MÍNIMO-MAXIMO	121712-207699	385004-7158046	147000	301000-6768000	120000	340000-5000000	68000	268000-5000000
MEDIA DE LA CCS	169705	2421936	147000	2279833	110000	1841514	68000	2472888

Cuadro 2.-Coeficientes obtenidos del modelo de regresión para la cuenta de células somáticas obtenida por el contador infrarrojo (CI), la prueba de California para mastitis (PCM) y la prueba de Wisconsin para mastitis (PWM), comparados con la cuenta microscópica de células somáticas (CMCS):

Prueba	Coeficiente de regresión
CI	<.0001
PCM	0,4014
PWM	0,8507

Cuadro 3.- Correlaciones entre la cuenta microscópica de células somáticas (CMCS) y los resultados obtenidos por el contador infrarrojo (CI), la prueba de California para mastitis (PCM) y la prueba de Wisconsin para mastitis (PWM) con

	CMCS	CI	PCM	PWM
CMCS	1	0.978	0.89	0.632