

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

NÚMERO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LECHE DE TANQUE MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE LAS PRUEBAS PARA MASTITIS: CMT, WMT, CMCS, CE y CI

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

RAMÓN LAZCANO PIÑA

ASESORES

MVZ MSc. SALVADOR AVILA TÉLLEZ
MVZ MSc. ARTURO OLGUIN Y BERNAL



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.

DEDICATORIA

A mis padres:
María Elvia Piña Angeles
y
Ramón Lazcano Reyes Lira

Quienes con su apoyo incondicional y cariño me han impulsado para lograr todas las metas que me he propuesto, y me alientan para llegar cada vez mas lejos.

A mi Hermana:
Pamela Lazcano Piña

Con quien siempre cuento en todo proyecto que inicio y me alienta para terminarlo.

A Bogdan

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por todo el cariño y apoyo, sin los cuales hubiese sido muy difícil llegar a este punto de mi vida.

A mis profesores, los cuales han contribuido a lo largo de mi formación académica para lograr lo que hasta ahora es mi meta más preciada.

A mis Asesores:

MVZ MSc. Salvador Avila Téllez

MVZ MSc. Arturo Olguin Y Bernal

MVZ MC Jaime Alonso Navarro Hernández

Por sus consejos y apoyo para la realización de este trabajo y por todo lo que me enseñaron durante este tiempo.

A los Médicos del C.A.I.T.S.A.:

Antonio Vázquez G.

Rafael Soto Castor

Noel Ocampo A.

Por el apoyo que siempre me brindaron y por las enseñanzas durante mi preparación para el desarrollo de este trabajo.

A mis amigos:

Alonso, Víctor, Omar, Erandi, Itzayana, Fernando, Rafael, por el apoyo incondicional tanto en aspectos académicos como personales y por estar conmigo en las buenas y las malas.

A los integrantes del Departamento de Producción Animal: Rumiantes de la FMVZ-UNAM por sus consejos y amistad.

CONTENIDO

	Página
1.0 RESUMEN	1
2.0 INTRODUCCIÓN	3
2.1 JUSTIFICACIÓN	5
2.2 OBJETIVO	5
2.3 HIPOTESIS	6
3.0 MATERIAL Y MÉTODOS	6
4.0 RESULTADOS	12
5.0 DISCUSIÓN	13
6.0 CONCLUSIONES	14
7.0 REFERENCIAS	15
8.0 CUADROS	18

RESUMEN

LAZCANO PIÑA RAMON. Número de células somáticas en leche de tanque mediante la aplicación de las pruebas para mastitis: CMT, WMT, CMCS, CE y CI (Bajo la dirección del: MVZ MSc Salvador Avila Téllez MVZ MSc Arturo Olguin y Bernal)

Entre los diversos procedimientos empleados para determinar la salud de la ubre a través del análisis de células somáticas en la leche, se dispone de métodos como: Prueba de California para Mastitis (CMT), Prueba de Wisconsin (WMT), Cuenta Microscópica de Células Somáticas (CMCS) y el uso de Contadores Electrónicos como el Fossomatic® (CE) y el Contador Infrarrojo (CI) también conocido como DeLaval (DCC®). El objetivo fue determinar si los métodos CMT, WMT, CE y CI miden concentraciones de células somáticas, equivalentes al método CMCS en muestras de leche cruda, obtenidas de tanque recolector del ordeño. Se realizó un estudio observacional analítico en 32 unidades de producción de leche (establos), con 230 vacas Holstein con producción de 24 litros diarios por vaca, en promedio, en cada unidad ganadera alojadas en cubículos de acceso libre y en las que son ordeñadas diariamente dos veces con equipo mecánico. En cada establo, después del ordeño vespertino y matutino, se procedió a la toma higiénica de una muestra de leche de 50 mL de la parte alta del tanque de almacenamiento, previa agitación de la leche durante un ciclo de 10 minutos. Para la determinación del número de células somáticas se utilizaron las pruebas de CMT y WMT siguiendo el procedimiento indicado por Schalm *et al* (1976) y modificado por Avila TS (2001); y para la cuenta microscópica de células somáticas el método descrito por la Food and Drug Administration (FDA) (USA 2004); la cuenta electrónica se realizó con el CI siguiendo el método descrito por DeLaval para el DCC (2003) y cuenta con el Fossomatic según el procedimiento descrito por la FDA (2004). El análisis de resultados fue descriptivo y analítico. La cuenta de células somáticas en la leche se analizó por medio del contraste de suma de rangos con signo de Wilcoxon/Kruskall-Wallis para comparar la diferencia media de la concentración de células somáticas por mililitro de leche, cada método de diagnóstico y CMCS. Se determinó si había diferencias significativas a nivel $\alpha = 0.05$ entre ellos. El promedio de células (\pm EEM) con CMT (381250 ± 46541.15) y con WMT (235199.12 ± 77640.389) fueron significativamente menores que con CMCS (644806.13 ± 148831.07) ($Z=161$, $P=0.001$ y $Z=226$, $P<0.001$) respectivamente. No se observó diferencia significativa entre el promedio de células contadas con CI (499156.25 ± 52529.152) y con CE (553968.75 ± 81995.052) respecto de CMCS ($Z=58$, $P=0.285$ y $Z=44$, $P=0.419$). Conclusiones: 1-La cuenta de células somáticas realizada mediante el Contador Infrarrojo de DeLaval y el Contador Electrónico (Fossomatic) es tan confiable como la realizada con microscopía. 2- Las pruebas de WMT y CMT realizan lecturas de la cuenta de células somáticas inferiores a la prueba de Cuenta Microscópica. 3- La confiabilidad del conteo de células somáticas en leche es mayor empleando métodos electrónicos o microscopía, que utilizando métodos convencionales CMT y WMT. 4- La prueba de California no es tan confiable como los métodos electrónicos

y la Cuenta Microscópica de Células Somáticas, pero ésta representa una herramienta muy valiosa dentro de la unidad de producción para conocer de forma aproximada la calidad de la leche y la salud de las ubres dentro del hato.

INTRODUCCIÓN

La leche como alimento debe reunir características de calidad que garanticen su inocuidad. Existen diversos procedimientos de análisis de la leche enfocados a determinar la calidad de la misma, entre éstos se tiene al conteo de leucocitos y células epiteliales (Células Somáticas).

El número y la clase de las células somáticas presentes en leche varían en respuesta a condiciones ambientales, fisiológicas y patológicas; tal es el caso de las células epiteliales que se derivan de la descamación del epitelio de la ubre, lo que constituye un proceso fisiológico. Sin embargo y con mayor frecuencia se presenta este fenómeno en respuesta a lesiones en el tejido glandular.^{1,2}

De forma normal hay un reducido número de leucocitos en la glándula mamaria y en la leche; pero cuando se lesiona el tejido glandular pueden aparecer en cantidades elevadas.¹

En nuestro país la clasificación sanitaria de la leche cruda con base en el conteo de Células Somáticas por mL de leche (CS/mL) según la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 es: clase 1) ≤ 400000 CS/mL; clase 2) 401000 a 500000 CS/mL; clase 3) 501000 a 749000 CS/mL; y clase 4) 750000 a 1000000 CS/mL.³

Para la determinación aproximada del número de las células somáticas se dispone de diversos métodos entre éstos los empleados con mayor frecuencia en nuestro país son: Prueba de California para Mastitis (CMT) y la prueba de Wisconsin para Mastitis (WMT). Otras que determinan el número de éstas con mayor precisión son: Cuenta Microscópica de Células Somáticas (CMCS) y el uso de Contadores Electrónicos como el Contador Electrónico (CE) o Fossomatic® y el Contador Infrarrojo (CI) o Contador de Células DeLaval (DCC®).^{1,4}

La prueba CMT consiste en aplicar un detergente y un colorante (reactivo de California) a una muestra de 3 mL de leche, obtenida del tanque almacén. La mezcla del detergente y el colorante rompe la membrana celular y libera el contenido de las células somáticas produciendo un cambio en la consistencia y pH de la leche, los cuales son proporcionales al número de células somáticas presentes en ésta. La prueba CMT tiene las ventajas de ser un procedimiento sencillo y de bajo costo. Sin embargo, requiere de experiencia para interpretar los resultados, lo cual se realiza de forma subjetiva por el operador.^{1,4}

La prueba WMT modificada por Pérez ⁵ se basa en el mismo principio que CMT, sin embargo, el reactivo de California ha sido diluido al 50% con agua destilada. Esta prueba es cuantitativa, a diferencia de CMT la cual es cualitativa y hasta cierto punto subjetiva. La confianza en los resultados dependerá de la condición física y de la limpieza del equipo usado, así como de la cuidadosa observancia de la técnica.^{1,4,5}

La prueba CMCS consiste en identificar, a partir de un frotis, el número y el tipo de células somáticas en la leche^{1,3,4}

El método del Contador Electrónico (CE o Fossomatic®) basa su funcionamiento en la citometría de flujo y analiza el número de células somáticas en suspensión teñidas con un colorante fluorescente, las cuales se exponen a una emisión luminosa (lámpara de halógeno) emitiendo así señales que son decodificadas por el equipo, y son interpretadas como la concentración de células somáticas por μ L de leche. El CE tiene la ventaja de trabajar un elevado número de muestras en poco tiempo, además de ser confiable, pero representa una inversión inicial muy elevada en comparación con los otros métodos.^{6,7,8}

El Contador Infrarrojo (CI ó DCC®) funciona bajo un principio similar al CE, pero en este caso se utiliza un rayo infrarrojo que es dirigido hacia una ventana incluida en el “cassette” que contiene la muestra por analizar, realizándose la cuenta celular sobre éste. El CI emplea equipo cuyo uso es muy práctico y, por su reducido tamaño, permite realizar el análisis de la leche en cualquier lugar; el proceso se realiza en menos de un minuto con gran confiabilidad y presenta un costo mucho menor en comparación al CE.^{9,10}

JUSTIFICACIÓN

La precisión de los resultados en la determinación del número de células somáticas en la leche mediante procedimientos electrónicos (CI y CE), cuestiona la eficacia de los métodos mecánicos (CMT y WMT) si comparamos ambos con la CMCS en la leche. Sin embargo dado que los procedimientos mecánicos son de bajo costo, fácil utilización y frecuente aplicación en México se justifica conocer la eficacia relativa de ambos procedimientos aplicados a la leche del tanque recolector, para determinar el número de células somáticas y así conocer la concordancia que estas pruebas tienen entre sí.

OBJETIVO

Determinar si los métodos CMT, WMT, CE y CI miden concentraciones de células somáticas equivalentes entre sí, en muestras de leche cruda obtenidas de tanque recolector del ordeño y comparar estos resultados con los obtenidos por el CMCS que es el método referido por la Norma Mexicana (NMX-F-700-COFOCALEC-2004) como método de calibración para los métodos electrónicos.

Categorizar dentro de la NMX-F-700-COFOCALEC-2004 los promedios obtenidos a partir de las 32 muestras analizadas mediante los métodos: CMT, WMT, CMCS, CE, CI.

HIPÓTESIS

Los métodos CE y CI, realizan mediciones similares del número de células somáticas en leche al CMCS, a diferencia de los métodos CMT y WMT, cuya medición es menos precisa que CMCS respectivamente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio observacional analítico del conteo del número de células somáticas en leche cruda de vacas, obtenida del tanque de almacenamiento recolector, utilizando cinco métodos diferentes para determinar si éstos realizan mediciones similares y/o equivalentes. El estudio se realizó en el Complejo Agro Industrial de Tizayuca (CAIT), Cuenca Lechera ubicada en Tizayuca, Hidalgo, México, a 19°50' de latitud norte y 98°59' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 2260 m sobre el nivel del mar.¹¹

El complejo cuenta con 105 unidades de producción de leche (establos) en uso, de los cuales se trabajó con 32 de éstos, con 230 vacas Holstein en promedio en cada unidad ganadera, alojadas en cubículos de acceso libre, y que son ordeñadas diariamente dos veces con equipo mecánico.

Los resultados del conteo celular obtenido con cada método fueron convertidos a número de células somáticas por mL de leche para uniformar la unidad de medición y éstos se agruparon en cada método de análisis.

En cada establo, después del ordeño vespertino y matutino, se procedió a la toma higiénica de una muestra de leche de 50 mL de la parte alta del tanque de almacenamiento, previa agitación de la leche durante un ciclo de 10 minutos (Figura 1). Posteriormente la muestra se transportó en refrigeración portátil, en un tiempo no mayor a 2 horas al laboratorio para determinar la cuenta de células somáticas (Figura 2).¹²

A partir de cada muestra de 50 mL de leche fueron separados 10 mL en tubos de ensaye estériles, identificados con el número de la unidad de producción y del tanque correspondiente, con los que se realizaron las pruebas con los métodos CMT, WMT, CMCS y CI.

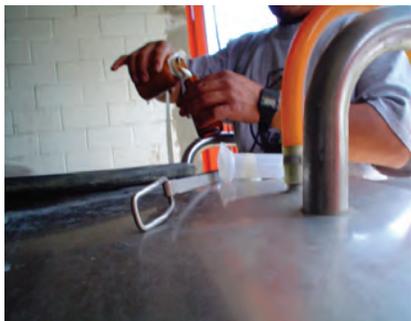


Figura 1. Toma de muestra de la parte alta del tanque recolector.



Figura 2. Transporte portátil de las muestras para su análisis.

El remanente de cada muestra se conservó en su propio contenedor y se colocó sobre la banda del equipo para el análisis de la cuenta de las células somáticas por CE (Figura 3), siguiendo el procedimiento desarrollado por Nils Foss y descrito por la Food and Drug Administration (FDA) (Figuras 4, 5, 6 y 7).^{7,13}

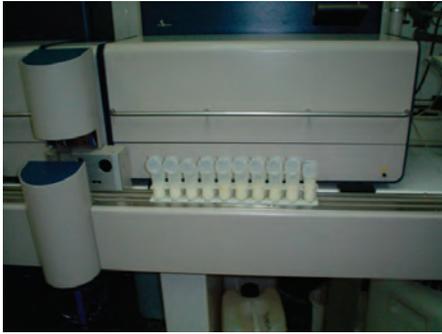


Figura 4. Colocación de la muestra sobre la banda del equipo.



Figura 5. Toma de muestras por parte del equipo para su análisis.



Figura 6. Análisis de la muestra por el equipo.



Figura 7. Resultados del análisis presentados por el equipo.

La prueba CMT en tanque se realizó con tres mL de la leche (Figura 8) y tres mL de reactivo de California, realizando la lectura en la paleta de los seis a los diez segundos de mezclar la leche con el reactivo, en los casos en los que se consideró que la lectura debía hacerse a los diez segundos, la prueba fue repetida para confirmar los resultados (Figuras 9 y 10).^{1,4,14}



Figura 8. Colocación de 3 mL de leche a partir de cada muestra.

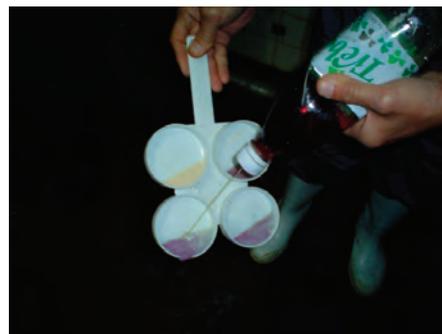


Figura 9. Mezcla 1:1 de la leche y el reactivo de California.



Figura 10. Lectura de la reacción.

La prueba WMT para mastitis se realizó de acuerdo a la técnica modificada por Pérez, utilizando tres mL de leche y tres mL del reactivo de CMT diluido 1:1 con agua destilada (reactivo de WMT), realizando la lectura de acuerdo a la tabla indicada por el autor (Figuras 11, 12, 13 y 14).⁵

El número de células por mL de leche, se obtuvo mediante el promedio aritmético a partir de los valores máximo y mínimo del rango obtenido como resultado a partir del análisis de las 32 muestras.



Figura 11. Equipo para la prueba de Wisconsin.



Figura 12. Adición de 3 mL del reactivo de Wisconsin al interior de los tubos.

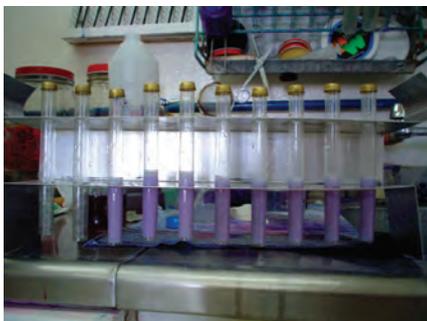


Figura 13. Mezcla de 3 mL de reactivo con 3 mL de leche.



Figura 14. Lectura de resultados de la prueba de Wisconsin.

Para determinar la Cuenta Microscópica de Células Somáticas (CMCS), se tomó una muestra de 10 μL con una micropipeta calibrada (Figura 15), la cual se colocó y distribuyó uniformemente sobre una laminilla delimitada por una $\text{área de } 1\text{cm}^2$ (Figura 16), después de lo cual se procedió a secarla y teñirla con la técnica de Wright (Figura 17). A continuación, con el objetivo de 100X 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 (Figura 18); el total de células identificadas se multiplicó por un Factor Único de Franja (FUF), obteniendo así el número total de células somáticas por mL de leche.^{3,15}



Figura 15. Toma de la muestra con la micropipeta calibrada.



Figura 16. Depósito y distribución de la muestra sobre la laminilla.



Figura 17. Tinción de la muestra utilizando la técnica de Wright.

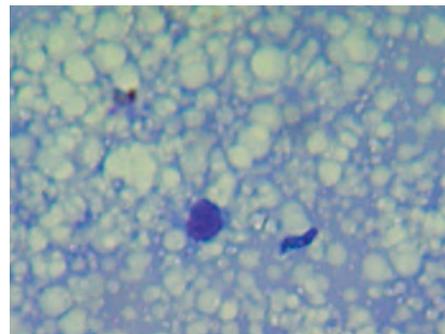


Figura 18. Identificación y conteo de las células somáticas identificadas.

Para el análisis de las muestras de leche con CI, se tomó una muestra de 40 μL directamente del tubo de ensaye con el cartucho (“cassette”) especial del equipo (Figuras 19 y 20); mismo que se introdujo por la ranura del lector (Figura 21), procediendo la máquina de inmediato al análisis de la muestra, y 45 segundos después, se presentó el resultado en la pantalla indicando el número de células somáticas identificadas en la muestra (Figura 23).; información que se registró para su posterior análisis estadístico 9,10



Figura 19. Cartuchos del equipo CI



Figura 20. Toma de muestra con el cartucho del equipo.



Figura 23. Introducción de la muestra al equipo para su análisis.



Figura 22. El resultado se presenta en la pantalla del equipo.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presenta la estadística descriptiva de las 32 muestras, así como el intervalo de confianza al 95% para la media del número de células somáticas obtenido por los métodos de Cuenta Microscópica de Células Somáticas (CMCS), Prueba de California (CMT), Wisconsin (WMT), Contador Infrarrojo (CI) y Contador Electrónico (CE), respectivamente.

Comparación del número de células somáticas entre métodos.

Por medio de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon/Kruskal-Wallis, se comparó el promedio de células somáticas de cada método de conteo celular, con respecto a CMCS (método de referencia), observándose que el promedio de células (\pm EEM) con CMT (381250 ± 46541.15) y WMT (235199.12 ± 77640.389) fue significativamente menor que con CMCS (644806.13 ± 148831.07) ($Z=161$, $P=0.001$ y $Z=226$, $P<0.001$) respectivamente. Por otra parte, no se observó diferencia significativa entre el promedio de células contadas con CI (499156.25 ± 52529.152) y con CE (553968.75 ± 81995.052) respecto de CMCS ($Z=58$, $P=0.285$ y $Z=44$, $P=0.419$).

Los promedios obtenidos a partir del análisis de las 32 muestras de leche cruda, obtenidas del tanque recolector del ordeño se categorizaron de acuerdo a la clasificación de la NMX-F-700- COFOCALEC-2004 quedando de la siguiente forma: CMT (381250 CS./mL de leche) clase 1, WMT (235199 CS./mL de leche) clase 1, CMCS (644806 CS./mL de leche) clase 3, CI (499156 CS./mL de leche) clase 2 y CE (553958 CS./mL de leche) clase 3.

5.0 DISCUSIÓN

En este trabajo se tomó como patrón de referencia de la cuenta de células somáticas, al procedimiento microscópico (CMCS), dado que éste se utiliza como modelo o estándar de calibración para procedimientos mecanizados o automatizados.⁸

Las pruebas electrónicas CI y CE efectuaron el conteo de las células esencialmente con la misma precisión que CMCS y por lo tanto se consideran tan confiables como CMCS; en tanto que la cuenta obtenida con CMT y con WMT fueron inferiores a la de CMCS, no considerándose tan confiables como ésta última.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Avila y colaboradores quienes compararon estas 5 pruebas analizando leche obtenida directamente de las glándulas mamarias de vacas; se obtuvo la correlación entre estas pruebas, resultando que las mayores correlaciones se tenían entre cada uno de los métodos electrónicos y la CMCS; mientras que los métodos CMT y WMT tuvieron correlaciones muy bajas con respecto a los otros métodos de análisis. Así mismo Gonzalo y colaboradores encontraron correlaciones altas entre la CMCS y el CE al comparar los resultados obtenidos del análisis de muestras de leche de borrega por estos dos métodos.^{17,18}

La semejanza entre los resultados obtenidos por los métodos electrónicos con el microscópico y la diferencia entre los métodos no electrónicos con el microscópico se puede atribuir a que el conteo realizado electrónicamente controla el error de lectura inducido por fallas humanas, lo que comúnmente ocurre con las pruebas de California y Wisconsin. Además, a estas pruebas se les puede añadir entre otros factores, la contaminación de las muestras por material exógeno como polvo, estado físico del material y equipo empleado, experiencia técnica, apego a procedimientos e interpretación de resultados por el operador que realiza la prueba.⁴

CONCLUSIONES

1. La cuenta de células somáticas realizada mediante el Contador Infrarrojo de DeLaval y el Contador Electrónico (Fossomatic) fue tan confiable como la realizada con Cuenta Microscópica de Células Somáticas.
2. Las pruebas de WMT y CMT resultaron con lecturas de la cuenta de células somáticas, inferiores a la prueba de Cuenta Microscópica de Células Somáticas.
3. La confiabilidad del conteo de células somáticas en leche, es mayor empleando métodos electrónicos o microscopía, que utilizando métodos mecánicos: CMT y WMT.
4. La prueba de California no es tan confiable como los métodos electrónicos y la Cuenta Microscópica de Células Somáticas, pero ésta representa una herramienta muy valiosa dentro de la unidad de producción para conocer de forma aproximada la calidad de la leche y la salud de las ubres dentro del hato.

REFERENCIAS

1. Schalm OW, Carroll JE, Jain CN. Bovine mastitis. Philadelphia: Lea & Febiger. 1971.
2. Pillai SR, Kunse E, Sordillo LM, Jayarao BM. Application of differential inflammatory cell counts as a tool to monitor udder health. Journal Dairy Science. 2001; 84: 1413-1420.
3. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados AC. Sistema Producto Leche-Alimento-Lácteo-Leche Cruda de Vaca Especificaciones Fisico-químicas y Métodos de Prueba, NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Guadalajara, México:COFOCALEC, Junio 23 2004.
4. FMVZ, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia [Libro en CD-ROM]. Avila TS, Valdivieso NG. Fisiopatología de la Glándula Mamaria y Ordeño. Centro de Cómputo de la FMVZ-UNAM. FMVZ-UNAM; 2001.
5. Pérez DM, Castillo RF, Campos RV, Murillo SE. Métodos físico-químicos para el análisis de la leche. México. Texcoco S.A. 1982.
6. Mariño GA. Citometría de flujo. Boletín Oncológico [serial online] 1998; 8[1 screen]. Available from: <http://www.opolanco.es/apat/Boletin2/CITOFLUJO.htm>
7. Fossomatic™ 5000. Introduction and characteristics [serial online] [2005:1[33 screens]. Available from: URL: <http://www.foss.dk/c/p/solutions/products/showprodfamily.asp?width=800&prodfamilypkid=83>
8. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados AC. Sistema Producto-Lácteo- Determinación de la Cuenta de Células Somáticas en Leche por Citometría de Flujo- Método de prueba, NMX-F-706-COFOCALEC-2004. Guadalajara, México: COFOCALEC, Noviembre 30, 2004.
9. DeLaval Cell Counter [serial online] 2005; 1 [7 screens]. Available from: URL: http://www.delaval.com/Products/MilkingEquipment/Milk_Quality/DCC/Features.htm
10. DCC function and measurement performance [computer program]. USA. DeLaval. 2005.
11. Gobierno del Estado de Hidalgo. Municipios de Hidalgo. Tizayuca [serial online]. 2004; 1 (1). Available from: URL: <http://intranet.e-hidalgo.gob.mx/siie/enci/mun/13069a.htm>.
12. National Mastitis Council. Bulk Milk Tank Sampling. National Mastitis Council. 2001.
13. Food and Drug Administration. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Milk Laboratory Evaluation Form. Electronic Somatic Cell Count. [serial online] 2004; 1 (3): [3 screen]. Available from: URL: <http://www.psc.gov/forms/FDA/FDA-2400h-3.pdf>.
14. Schneider R, Jasper DE, Eide RA. The relationship between bulk tank and microscopic cell counts and the individual cow California mastitis test reactions. American Journal Veterinary Research, 1966; 27: 1169.
15. Food and Drug Administration. Department of Health and Human Services. Public Health Service. Milk Laboratory Evaluation Form. Direct Microscopic Somatic Cell Count [serial online] 2004; 1 (3): [3 screen]. Available from: URL: <http://www.psc.gov/forms/FDA/FDA-2400d.pdf>
16. Glantz SA. Primer of biostatistics. 5th ed. USA. McGraw-Hill. 2002.
17. Avila TS, Lazcano PR, Olguín Y BA, Navarro HJA. Comparación entre cinco pruebas utilizadas para el recuento de células somáticas

en leche de vacas. Memorias del XII Congreso Latinoamericano de Buiatría y VII Jornadas Chilenas de Buiatría. 2005 noviembre 15-18; Valdivia Chile: Sociedad Chilena de Buiatría.

18. Gonzalo C., Martínez J.R., Carriedo J.A., San Primitivo F,. Fossomatic cell-counting on ewe milk: comparison with direct microscopy and study of variation factors. Journal Dairy Science, 2003; 86:138-145.

CUADRO 1

Análisis descriptivo y analítico de resultados de CMCS, CMT, WMT, CI y CE

	Prueba de diagnóstico				
Estimado	CMCS	CMT	WMT	CI	CE
n	32	32	32	32	32
Promedio	644806.13	981230	233199.12	499136.25	553988.75
Mediana	417017.5	900000	316.22777	441300	447300
Mínimo	162107	100000	316.22777	198000	141000
Máximo	4826663	900000	2061532.8	1788000	1998000
Porcentil 25%	284426.25	900000	316.22777	311730	340230
Porcentil 75%	373778.5	900000	223606.8	528000	593000
Desviación estándar	841915.68	263276.5	439200.37	936747.74	463894.06
Error estándar del promedio	148831.07	46341.13	77640.389	32329.132	81995.032
Intervalo de confianza de 95% para la media	(341263.13, 948349.1)	(288928.7, 476171.3)	(16830.497, 393347.73)	(377745.74, 620366.76)	(388738.74, 721198.76)
	Prueba de Rango con Signo de Wilcoxon				
Promedio de rangos: \bar{R}	93875	72.1875	41.1875	96.3438	96.9063
Diferencia absoluta entre promedios (de la prueba vs CMCS)	-	269536	409607	145630	90837.38
Estadístico de prueba: Z	-	161	226	38	44
P (bilateral)	-	0.001	<0.001	0.285	0.419