

Evaluación del equipo Mas-D-Tec en el diagnóstico de campo de mastitis subclínica en el ganado bovino

Evaluation of the Mas-D-Tec equipment in the field diagnosis of subclinical mastitis in cattle

Miguel Pérez-Ruano✉, Lázaro Tarafa-Zambrana

Departamento de Medicina Preventiva, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Apartado 18, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: Con el objetivo de evaluar de forma comparativa el equipo Mas-D-Tec (basado en la conductividad eléctrica) con la prueba California Mastitis Test (CMT) en el diagnóstico de campo de la mastitis subclínica del ganado bovino, se realizó un estudio controlado. En el mismo se utilizaron animales que se encontraban con más de 30 y menos de 300 días de lactancia que pertenecían a cuatro unidades bovinas ubicadas en el municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque. Para realizar el estudio en condiciones de laboratorio se tomaron muestras entre 10 y 20 ml de 420 cuartos funcionales, que se enviaron al laboratorio de patología clínica de la Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez” para su procesamiento inmediato y se evaluaron en paralelo por el método de CMT y el Equipo Mas-D-Tec (MD). Para realizar el estudio en el campo, se tomaron muestras de 172 cuartos funcionales que se procesaron, de forma paralela, por la prueba de CMT y el MD. En ambos estudios se determinó el índice de concordancia entre ambos métodos (Kappa). En el estudio de laboratorio, el 93,7 % de los cuartos evaluados como negativos por la prueba CMT (- y Trazas) también resultaron negativos por el equipo MD (escala de 1 a 4). Se reporta que el 78 % de los cuartos positivos por el CMT (escala de +, ++ y +++) fueron positivos por el equipo MD (escala de 5, 6, 7, 8 y 9) y se obtuvo un índice Kappa de 0,71, lo que significa un Considerable nivel de concordancia entre ambos métodos. En el estudio de campo los resultados fueron similares, con un índice Kappa de 0,65 y un nivel de concordancia Considerable en ambos métodos.

Palabras clave: mastitis, diagnóstico, conductividad eléctrica, California Mastitis Test, ganado bovino, equipo Mas-D-Tec.

ABSTRACT: In order to compare the Mas-D-Tec (electrical conductivity) equipment with the California Mastitis Test (CMT) in the field diagnosis of bovine subclinical mastitis, a controlled study was carried out using these two diagnostic techniques. The study used animals with more than 30 and less than 300 days of lactation belonging to four cattle units located in the municipality of San Jose de las Lajas, Mayabeque province. To perform the study under laboratory conditions, samples between 10 and 20 ml of 420 functional quarters were taken. They were sent to the clinical pathology laboratory UNAH for their immediate processing and they were evaluated in parallel by the California Mastitis Test and the Mas-D-Tec equipment. In order to carry out the study in the field, 172 functional quarters were sampled, being processed in parallel by CMT and MD. In both

✉ Autor para correspondencia: Miguel Pérez-Ruano. E-mail: migperez@unah.edu.cu

Recibido: 26/1/2017

Aceptado: 29/9/2017

studies, the concordance index between the two methods (Kappa) was determined. In the laboratory study, 93.7 % of the quarters evaluated as negative by CMT (- and Traces) were also reported negative by the MD equipment (scale from 1 to 4). It is also reported that 78 % of the quarters reported as positive by CMT (+, ++ and +++ scale) were reported as positive by the MD equipment (5, 6, 7, 8 and 9 scale), obtaining a Kappa index of 0.71 and demonstrating a Considerable level of agreement between both methods. In the field study, the results were similar, with a Kappa index of 0.65 and a Considerable level of agreement in both methods.

Key words: mastitis, diagnosis, electrical conductivity, California Mastitis Test, cattle, Mas-D-Tec equipment.

INTRODUCCIÓN

La mastitis es una enfermedad de gran importancia para el ganado lechero que se caracteriza por la inflamación de la glándula mamaria y cambios físicos y químicos en la leche (1). Esta enfermedad es una de las más importantes a nivel mundial, que provoca cuantiosas pérdidas económicas (2).

La mastitis clínica puede ser detectada por el productor, ya sea por los síntomas característicos de la enfermedad o por los cambios en la secreción láctea; sin embargo, la mastitis subclínica solo puede detectarse a través de pruebas que revelen componentes inflamatorios en la leche o la presencia de los agentes productores en la misma (3).

Los exámenes químico y microscópico de la secreción láctea constituyen la base para el diagnóstico de la mastitis subclínica; se destacan aquellas pruebas que se basan en la detección de cambios en el contenido de células en la leche y las encaminadas a detectar daño tisular, alteraciones de la permeabilidad y conductividad eléctrica (4).

Los métodos para detectar el contenido celular de la leche pueden ser directos o indirectos; estos últimos son los más utilizados. La prueba CMT es el examen químico más importante en el diagnóstico de la mastitis subclínica a nivel de campo (5,6).

La medición de la conductividad eléctrica se utiliza desde hace muchos años para monitorear la presencia de leche anormal por las concentraciones específicas de iones. Este método de detección de mastitis se basa en la diferencia de concentración de sales entre

cuartos infectados y no infectados de la misma vaca. Las alteraciones se reflejan en el cambio de la conductividad eléctrica de la leche. Cuando un cuarto presenta una infección bacteriana, aumentan los iones de sodio y cloruro (sal) en la leche y disminuyen los iones de potasio y lactosa, mientras que el pH aumenta. El sodio y el cloruro son elevados en los cuartos infectados porque se infiltran en la sangre durante el proceso de inflamación. La corriente eléctrica fluirá más fácilmente a través de la leche obtenida de un cuarto con mastitis debido a su mayor contenido de iones (7).

En la actualidad, en los sistemas automáticos de ordeño se utilizan sensores basados en la conductividad eléctrica para detectar la presencia de mastitis clínica y subclínica con resultados confiables, lo que demuestra la validez de esta técnica en el diagnóstico de mastitis (8-14).

Otra ventaja que presenta el uso de esta técnica en el diagnóstico de la mastitis subclínica es que, al igual que el CMT, se puede realizar en el campo (15).

El equipo Mas-D-Tec se utiliza desde los años 80 (16) en el diagnóstico de campo de la mastitis subclínica en el ganado bovino y otros mamíferos. En México se reportan resultados confiables en el diagnóstico de esta enfermedad al utilizar tanto la prueba CMT como el Equipo Mas-D-Tec (3). Resultados similares se presentan en estudios más recientes realizados en la región asiática (7), que concluyen que el equipo presenta una elevada sensibilidad y especificidad en la detección de mastitis subclínica en cabras.

Este equipo, a pesar de su amplio uso a nivel mundial, nunca se ha utilizado en las condiciones de la ganadería cubana; es por ello que el objetivo del presente trabajo es evaluar de forma comparativa el comportamiento de este equipo en el diagnóstico de campo de la mastitis subclínica del ganado bovino, con respecto a la prueba CMT que se usa de forma rutinaria en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Se realizó un estudio controlado, comparativo de dos técnicas diagnósticas utilizadas en condiciones de campo, el CMT y el Equipo Mas-D-Tec (basado en la conductividad eléctrica).

Animales en estudio

Se utilizaron animales que se encontraban con más de 30 y menos de 300 días de lactancia, pertenecientes a cuatro unidades bovinas ubicadas en el municipio San José de las Lajas, en la provincia Mayabeque. Todos se explotaban bajo un mismo sistema de alimentación y no presentaron otra enfermedad. Se verificó el cumplimiento de las principales acciones de prevención y control para los rebaños lecheros.

Diseño del estudio

Para realizar el estudio en el laboratorio se tomaron muestras de entre 10 y 20 ml de 420 cuartos funcionales, las cuales se depositaron en tubos de ensayos estériles según la metodología descrita por la Norma Cubana (NC) 78-25 (17). La antisepsia inicial de la ubre se realizó con hipoclorito de sodio al 0,02 %. Las muestras se enviaron al laboratorio de patología clínica de la UNAH para su procesamiento inmediato y se evaluaron en paralelo por el método de California Mastitis Test y el Equipo Mas-D-Tec.

Para el estudio en el campo se tomaron muestras de 172 cuartos funcionales. La antisepsia inicial de la ubre se realizó de la misma manera que para las muestras enviadas

al laboratorio. Estas muestras se procesaron en el mismo momento de forma paralela, por la prueba de CMT y el Equipo Mas-D-Tec.

Parámetros para medir los efectos y periodicidad de las mediciones

Se determinó el índice de concordancia entre ambos métodos (Kappa). La valoración de la concordancia entre los métodos se realizó según lo descrito por Landis y Koch (18), quienes consideran la siguiente escala:

Coeficiente Fuerza de la concordancia Kappa

- 0,00 - Pobre
- 0,01 - 0,20 Leve
- 0,21 - 0,40 Aceptable
- 0,41 - 0,60 Moderada
- 0,61 - 0,80 Considerable
- 0,81 - 1,00 Casi perfecta

Metodología Diagnóstica

Prueba de California para Mastitis (CMT)

Esta prueba se empleó para determinar de forma indirecta (cualitativamente) el grado de mastitis subclínica de cada cuarto. Se tomó una muestra de leche antes del ordeño, después de eliminarse los primeros chorros. Para ello se utilizó el reactivo CENMAST®.

Se utilizó la siguiente escala de evaluación para la prueba CMT:

- Negativo
- Trazas
- + (Mastitis Subclínica)
- ++ (Mastitis Subclínica)
- +++ (Mastitis Subclínica)

Conductividad eléctrica utilizando el equipo Mas-D-Tec

Esta prueba se empleó para determinar de forma indirecta (cualitativamente) el contenido de iones en la leche, y de esta manera detectar las muestras positivas a mastitis subclínica. Se tomó la muestra antes del ordeño, después de eliminarse los primeros chorros de leche. Para ello se utilizó el analizador Mas-D-Tec, el cual se emplea dejando caer una pequeña muestra de

leche en el embudo superior; dos segundos después, la conductividad de leche se analizó y se indicó en la escala numérica, según se muestra en la siguiente escala:

- 0-4 Negativas
- 5-8 Positivas
- 9 Leche de muy mala calidad

Criterios de éxito

Los resultados del diagnóstico con el equipo Mas-D-Tec y la prueba de CMT presentarán un índice de concordancia al menos aceptable con respecto a esta prueba.

Procedimiento con los datos y análisis estadístico

Toda la información recopilada se registró en una hoja de Microsoft Excel y se procesó utilizando el índice de Kappa que ofrece el *Clinical Research Calculators*, del sitio estadístico Vassarstats (19).

RESULTADOS

Como se puede observar en la [Tabla 1](#), el 93,7 % de los casos de estudio de laboratorio evaluados como negativos por la prueba CMT (- y Trazas) también fueron negativos por el equipo MD (escala de 1 a 4). Se demostró también que el 78 % de las muestras positivas por el CMT (escala de +, ++ y +++) fueron positivas por el equipo MD (escala de 5, 6, 7, 8 y 9).

TABLA 1. Resultados comparativos entre la prueba CMT y el equipo MD en condiciones de laboratorio. / *Comparative results between CMT and the MD equipment under laboratory conditions.*

	Escala CMT	Escala MD										Total	
		-					+						
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
-		26	1	39	39	158	17	0	0	0	0	0	302
Trazas		1	0	0	3	16	2	0	0	0	0	0	
+		0	0	3	3	22	40	20	2	1	2		
++		0	0	0	0	0	0	1	5	5	12	118	
+++		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
Total					311					109		420	

Leyenda: CMT= California Mastitis Test, MD= Equipo Mas-D-Tec

En la [Tabla 2](#) se pueden observar los resultados de la prueba de concordancia en condiciones de laboratorio de las técnicas empleadas; se obtuvo un índice Kappa de 0,71, con un nivel de concordancia entre ambos métodos Considerable.

TABLA 2. Evaluación del índice de concordancia entre las pruebas CMT y Conductividad Eléctrica utilizando el equipo Mas-D-Tec (MD) en condiciones de laboratorio. / *Evaluation of the concordance index between CMT and Electrical Conductivity tests using the Mas-D-Tec (MD) equipment under laboratory conditions.*

	- CMT	+CMT
- MD	283	28
+MD	19	90

Kappa= 0,7164 (IC 95 % 0,64-0,79)

Leyenda: CMT= California Mastitis Test, MD= Equipo Mas-D-Tec

En el caso del estudio de campo se obtuvieron resultados similares ([Tablas 3 y 4](#)) con un índice Kappa de 0,65 y un nivel de concordancia entre ambos métodos Considerable.

DISCUSIÓN

Las deficiencias en la función del epitelio secretor y de los conductos, provocadas por una infección microbiana, provocan un incremento

TABLA 3. Resultados comparativos entre la prueba CMT y el equipo MD en condiciones de campo. / *Comparative results between CMT and the MD equipment under field conditions.*

		Escala MD									Total		
		-					+						
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Escala CMT	-	0	5	14	21	42	10	1	0	0	0	95	
	Trazas	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0		
	+	0	0	0	6	9	10	2	0	3	4		
	++	0	0	0	0	3	5	3	2	8	9		77
	+++	0	0	0	0	0	0	2	1	1	9		
Total		102					70				172		

Leyenda: CMT= California Mastitis Test, MD= Equipo Mas-D-Tec

en los iones en la leche (20), lo cual puede ser utilizado para el diagnóstico de la mastitis subclínica.

TABLA 4. Evaluación del índice de concordancia entre las pruebas CMT y Conductividad Eléctrica utilizando el equipo Mas-D-Tec en condiciones de campo. / *Evaluation of the concordance index between CMT and Electrical Conductivity tests using the Mas-D-Tec equipment under field conditions.*

	-CMT	+CMT
-MD	84	18
+MD	11	59

Kappa= 0,6561 (IC 95 % 0,54-0,77)

Leyenda: CMT= California Mastitis Test;
MD= Equipo Mas-D-Tec

La evaluación de la conductividad eléctrica de la leche es una técnica que se ha impuesto en los últimos años para el control automatizado de la calidad de la leche durante el proceso de ordeño (12,14).

Esta técnica también se ha desarrollado para el diagnóstico de la mastitis subclínica a nivel de campo; entre los métodos utilizados se destaca el Equipo Mas-D-Tec que permite, de una forma sencilla, rápida y sin el uso de reactivos, realizar el diagnóstico de campo de la enfermedad (3).

En el estudio realizado se demuestra que existe una concordancia Considerable entre los resultados obtenidos en el diagnóstico de esta enfermedad, tanto a nivel de laboratorio (Kappa= 0,7164; IC 95 % 0,64-0,79) como a nivel de campo (Kappa= 0,6561; IC 95 % 0,54-0,77) entre la prueba CMT y el equipo Mas-D-Tec; resultados similares a los reportados por otros autores para este equipo (7).

En un estudio realizado en Cuba (20) se demostró correlación entre las pruebas CMT y Conductividad Eléctrica.

En trabajos realizados por otros autores se pudo comprobar que el método de la evaluación de la conductividad eléctrica tiene un comportamiento similar al Conteo de Células Somáticas y al CMT, por lo que la consideran una prueba eficaz en el diagnóstico de campo de la mastitis subclínica (4,21).

Otros autores en México comprobaron resultados superiores en la detección de mastitis subclínica al utilizar el Mas-D-Tec con respecto al CMT (3). En un estudio realizado en Irán (22) se demostró que este dispositivo es eficiente en la detección de mastitis subclínica, en especial si se compara con el CMT. Se reportan resultados similares a los del presente estudio al utilizar equipos con principios semejantes (23).

La conductividad eléctrica de la leche presenta determinadas ventajas en el diagnóstico de esta enfermedad sobre el conteo

de células somáticas y otras técnicas, entre las que se encuentran que se mide fácilmente y presenta un menor costo. La conductividad eléctrica de la leche se puede medir fácilmente de forma diaria durante toda la lactación y puede ser utilizada para las evaluaciones genéticas (24).

El uso de esta técnica en la detección de mastitis en condiciones de campo es factible debido a su bajo costo, las posibilidades de automatización y la rapidez en el diagnóstico (25).

Todo lo anterior permite concluir que los resultados del diagnóstico de mastitis subclínica en condiciones de campo con el equipo Mas-D-Tec presenta un Considerable nivel de concordancia con los resultados obtenidos por la prueba CMT, por lo que se puede incorporar como prueba de campo en la detección de la mastitis subclínica.

REFERENCIAS

1. Shahid M, Sabir N, Ahmed I, Wali Khan R, Irshad M, Rizwan M, Ahmed A. Diagnosis of subclinical mastitis in bovine using conventional methods and electronic detector. *ARPJ Agric Biol Sci*. 2011;6(11):18-22.
2. Sahoo NR, Kumar P, Bhusan B, Bhattacharya TK, Dayal S, Sahoo M. Lysozyme in livestock: a guide to selection for disease resistance: a review. *J Anim Sci Advan*. 2012;2:347-360.
3. Saltijeral J, Cordova A, Ruiz G, Alonso U. Comparative study of electrical conductivity and CMT of quarter milk samples in dairy farm in Mexico. *International Congress of the Society for Animal Hygiene*. 2004, Saint-Malo.
4. Kaşıkci G, Cetin O, Bingol BE, Gunduz MC. Relations between electrical conductivity, somatic cell count, California mastitis test and some quality parameters in the diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows. *Turk. J Vet Anim Sci*. 2012;36(1):49-55.
5. Deb R, Kumar A, Chakraborty S, Kumar Verma A, Tiwari R, Dhama K, Singh U, Kumar S. Trends in Diagnosis and Control of Bovine Mastitis. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2013;16(23):1653-1661.
6. Badiuzzaman M, Samad MA, Siddiki SHMF, Islam MT, Saha S. Subclinical mastitis in lactating cows: Comparison of four screening tests and effect of animal factors on its occurrence. *Bangl J Vet Med*. 2015;13:41-50.
7. Ghasemzadeh-Nava H, Bokae S, Tajik P, Mohammadsadegh M, Esfandabadi NS. Sensitivity and Specificity of MAS-D-TEC to Detect Subclinical Mastitis in Sheep and Goats. *Proceedings, The 15th Congress of FAVA, FAVA - OIE Joint Symposium on Emerging Diseases, 27-30 October 2008, Bangkok, Thailand*.
8. Hovinen M, Aisla AM, Pyorala S. Accuracy and reliability of mastitis detection with electrical conductivity and milk colour measurement in automatic milking. *Acta Agricultura Scand Section*. 2006; 56:121-127.
9. Kamphuis C, Mollenhorst H, Heesterbeek JAP, Hogeveen H. Detection of clinical mastitis with sensor data from automatic milking systems is improved by using decision-tree induction. *J Dairy Sci*. 2010;93:3616-3627.
10. Romero G, Díaz JR, Sabater JM, Pérez C. Evaluation of Commercial Probes for On-Line Electrical Conductivity Measurements during Goat Gland Milking Process. *Sensors*. 2012;12:4493-4513.
11. Rutten CJ, Velthuis AGJ, Steeneveld W, Hogeveen H. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *J Dairy Sci*. 2013;96:1928-1952.
12. Petersson-Wolfe CS, Tholen AR, Currin J, Leslie KE. *Practical Methods for Mastitis Control*. WCDS Advances in Dairy Technology. 2013; 25:341-358.
13. Suarez VH, Martínez GM, Gianre V, Calvino L, Rachoski A, Chávez M,

- Salatin A, Orozco S, Sánchez V, Bertoni E. Relaciones entre el recuento de células somáticas, test de mastitis California, conductividad eléctrica y el diagnóstico de mastitis subclínicas en cabras lecheras. *RIA*. 2014;40(2):145-153.
14. Zaninelli M, Rossi L, Tangorra FM, Costa A, Agazzi A, Savoini G. On-line monitoring of milk electrical conductivity by fuzzy logic technology to characterize health status in dairy goats. *Italian Journal of Animal Science*. 2014;13:3170.
 15. Viguier C, Arora S, Gilmartin N, Welbeck K, O'Kennedy R. Mastitis detection: current trends and future perspectives. *Trends in Biotechnology*. 2009;27(8):486-493.
 16. McDaniel BT, Anderson KL, Wilk JC. Evaluation of simple, quit and inexpensive cowside test to indentify subclinical mastitis infections. 1983; *ANS. Report N°*. 246.
 17. NC 78-25. Obtención de muestras. 1987; Comité Estatal de Normalización, La Habana Cuba.
 18. Landis J, Koch G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33:159-174.
 19. Lowry, R. VassarStats: Website for Statistical Computation. Disponible en <http://vassarstats.net>. 2017.
 20. Cepero O, Castillo JC, Salado J. Mastitis Subclínica: su detección mediante diferentes técnicas diagnostica en unidades bovinas. *REDVET* 2005; IV (3) (Consultado 4 de enero de 2014). Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030305.html>.
 21. Kamal RM, Bayoumi MA, Abd El Aal SFA. Correlation between some direct and indirect tests for screen detection of subclinical mastitis. *Int Food Res J*. 2014;21:1249-1254.
 22. Mohammadsadegh M, Gharagoslu F, Bokaii S. Study the efficacy of an electric conductivity detector (Mas D Tec) in sub clinical mastitis diagnosis. *Vet. J. Islam. Azad. Univ., Garmsar Branch*. 2007;4:15-22.
 23. Petzer IM, Karzis J, Meyer IA, van der Schans TJ. A cost-benefit model comparing the California Milk Cell Test and Milk Electrical Resistance Test. *Onderstepoort J Vet Res*. 2013;80(1):1-14.
 24. Norberg E, Ødegard J, Madsen P. Comparison of Variance Components for Test-Day Electrical Conductivity of Milk and Test-Day Somatic Cell Score for First Lactation Cows in an Experimental Herd *Acta Agric Scand, Sect. A, Animal Sci*. 2004;54:181-186.
 25. Díaz JR, Romero G, Muelas R, Alejandro M, Peris C. Effect of intramammary infection on milk electrical conductivity in murciano-Granadina goats. *J Dairy Sci*. 2012;95:718-726.