

CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE LECHE Y MASTITIS BOVINA EN HATOS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DEL TRÓPICO ALTO

Yeico Hernández-Torres MVZ
Leonardo Roa, MV, Esp. MSc.
Diego Ordoñez-Salcedo, MVZ
Facultad de Ciencias Pecuarias
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales
Calle 222 N° 55-37 Bogotá D.C. - Colombia
Correo-e: zoociencia@udca.edu.co

Zoociencia 2017. 4(1): 15-25

Resumen Se caracterizó la presentación de mastitis en predios de pequeños productores de la vereda Guandita del municipio de Guatavita, departamento de Cundinamarca, Colombia. Se analizaron 79 predios asociados a una cooperativa lechera, evaluando conteo de células somáticas (CCS), grasa, proteína, sólidos totales y la prueba de CMT (California Mastitis Test). Se evidenció que el 73,6% de los hatos tenían conteos menores a 200.000 CS/ug, y el 1.5% obtuvieron conteos mayores a 800.001 CS/ug. Por la prueba CMT se detectó mastitis en el 30.2% de las vacas. De los cuartos afectados el 55.1% corresponden a primer grado, 29.6% segundo grado, 10.3% a tercer grado, trazas en 1.3% y el 3.4% correspondían a cuartos ciegos. Finalmente se realizó una Correlación de Pearson entre las variables de calidad de leche, encontrando correlación positiva, $P=0,0001$, de $r=0,85$ entre Grasa frente a Sólidos totales y Proteína frente a Sólidos totales con un $r=0,76$, con un $P=0,0001$, también se encontró correlación positiva entre el grado 2 del CMT frente a la producción de leche, con un $r=0,71$ y un $P=0,0009$.

Palabras clave: Mastitis bovina, Control de Calidad, Leche.

1 Introducción

En los sistemas de producción lechera en pequeña escala de los países en desarrollo se reconoce la exposición a múltiples riesgos de enfermedad. Esto se asocia a factores como la escasa cultura de prevención, gestión y control de enfermedades; elevada prevalencia de patógenos, y el costo y la disponibilidad o idoneidad de los servicios de sanidad animal. Los pequeños productores lecheros generalmente efectúan bajas inversiones en sanidad animal, especialmente en lo que se refiere a la prevención (FAO, 2014).

La mastitis es la enfermedad que mayor impacto económico genera a la industria lechera mundial. Provoca pérdidas representativas en la producción de un 2% hasta un 30%. Entre las causas de pérdidas sobresale la baja calidad de la leche, el retiro del producto por el uso de medicamentos y los descartes a menor edad de los animales (DCLVC, 2011).

En este contexto se efectuó un estudio en hatos de pequeños productores, para caracterizar aspectos de calidad de leche y de presentación de mastitis bovina, empleando los resultados de diferentes pruebas físicas y químicas.

2 Materiales y Métodos

Área de estudio

Entre diciembre del 2012 y mayo del 2013, se estudiaron 79 hatos pertenecientes a los afiliados a una cooperativa de leche ubicada en la vereda de Guandita municipio de Guatavita, departamento de Cundinamarca -Colombia, altura de 2680 msnm, temperatura promedio de 14°C.

Los hatos eran de pequeños productores, que en su mayoría implementaban ordeño manual, en bovinos de razas Holstein, Jersey y cruce Jersey x Holstein. Los hatos contaban con una población de uno a doce animales. Los bovinos estaban en condición corporal entre 2.5 a 3.5 sobre 5, con un promedio de producción de 2.2 a 19 litros de leche por vaca diarios. La alimentación estaba constituida por agua, papa, afrechos, concentrado, sales mineralizadas, y pasto como el *Poa pratensis*, *Pennisetum clandestinum* y

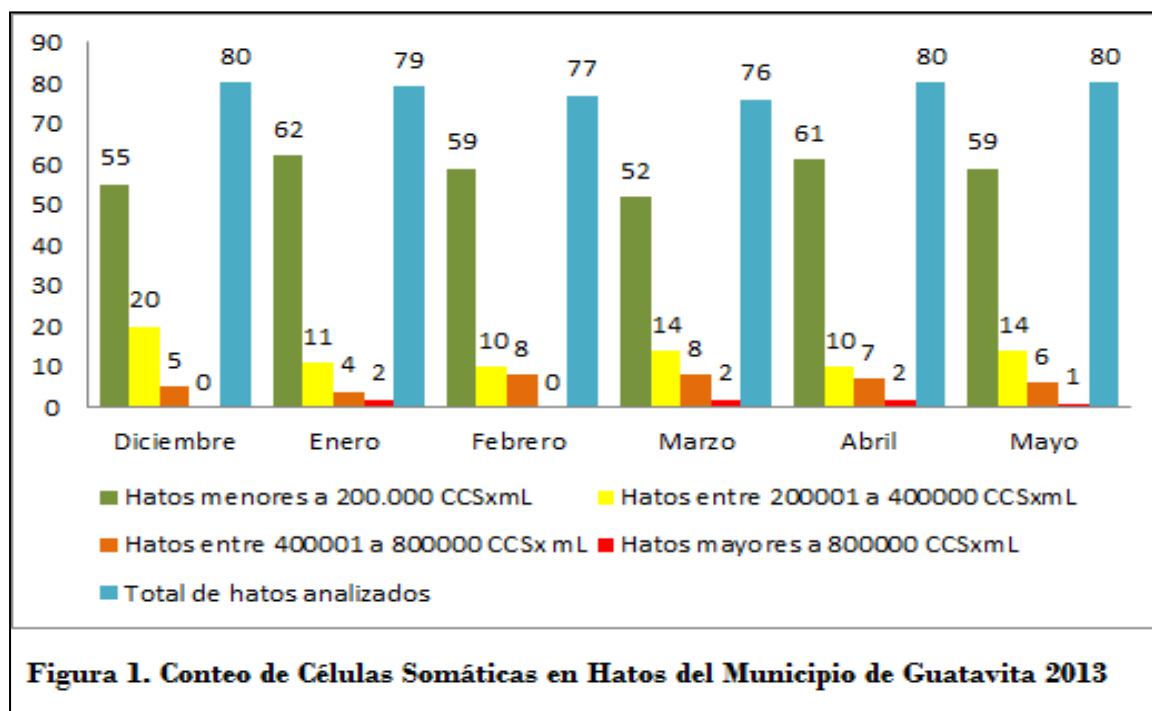
con algunas deficiencias en sitio de ordeño, presellado, sellado y limpieza de los utensilios. (Coproleg 2013)

Toma y envío de muestras

En el centro de acopio, personal calificado recolecto 10 ml de leche de las cantinas entregadas por finca, esta se depositó en un tubo esterilizado que luego es sellado y etiquetado con su respectiva procedencia, se embalo en un recipiente de transporte y finalmente se envió al laboratorio del Consejo Nacional de Calidad de la Leche y Prevención de la Mastitis (CNCLM), en la ciudad de Bogotá D.C., para obtener los resultados del conteo de células somáticas (CNCLM 2012).

Realización del CMT

En el mismo día que se obtuvieron los resultados del análisis del conteo de células somáticas en leche, se escogieron las fincas con un Conteo mayor a 400.000 células somáticas, para realizar la prueba de California



Trifolium repens. La rutina de ordeño era acorde con las buenas prácticas,

Tabla 1. Caracterización Mastitis en los hatos estudiados

Finca	Resultado CMT				# veces cuarto afectado					Vacas totales	Enfermas	Producción de leche (L/d)	CCS/ug	Ordeño
	T	G1	G2	G3	Pd	AD	AI	PD	PI					
1	-	1	4	1		2	1	2	1	6	3	83,6 ±5	774	Manual
2	-	5	3	1		3	2	2	2	6	5	90.6 ±5	605	Equipo
3	-	6	1	1	1	-	3	3	2	9	5	121.5 ±5	490	Manual
4	-	7	1	-		2	3	3	-	6	4	23.6 ±5	519	Manual
5	-	3	1	-		1	2	-	1	6	3	63.1 ±5	429	Manual
6	-	5	-	1		1	1	2	2	5	4	12.6 ±5	890	Manual
7	-	4	1	2		2	1	2	2	9	4	110 ±5	756	Manual
8	1	3	1	1		1	1	3	1	10	3	44.2 ±5	460	Manual
9	-	5	-	-		1	1	2	1	5	3	23.2 ±5	443	Manual
10	1	4	-	-		2	-	2	1	3	2	20.4 ±5	885	Manual
11	-	3	-	-		-	2	-	1	4	2	40.5 ±5	767	Manual
12	-	15	14	2		9	6	9	7	12	11	121.4 ±5	457	Equipo
13	-	3	-	1		-	1	1	2	3	2	26.2 ±5	823	Manual
14	-	1	3	1	1	1	3	1		6	3	46.8 ±5	802	Manual
15	-	-	4	1	1	3	-	-	2	8	3	81.2 ±5	895	Manual
16	-	8	7	1	1	3	3	6	4	12	8	102.8 ±5	554	Manual
17	-	2	3	1	1	1	1	2	2	6	4	65.4 ±5	646	Manual
18	-	5	-	1		2	1	1	2	4	3	23.4 ±5	1026	Manual
18 Hatos	2	80	43	15	5	34	32	41	33	120	72			
%	1.3	55.1	29.6	10.3	3.4	24.8	22.6	29	23.4	100%	60%			
Pezones afectados 145 (30,2%)					Pezones Buenos 335 (69,3%)									
PEZONES ANALIZADOS 480 (100%)														

*En la tabla se establece las fincas superiores a 400.000 CS/ug, determinado resultado del CMT con sus respectivos grados, cuartos afectados, en total de animales analizados por predio, total de animales enfermos, producción de leche por hato y forma de ordeño.
*Pd: pezón disfuncional, AD: anterior derecho, AI: anterior izquierdo, PD: posterior derecho, PI: posterior izquierdo

Mastitis Test, e identificar los animales con mastitis clínica o subclínica, los cuartos afectados y grado de afección.

Los animales que presentaron alteraciones, fueran notificados a los propietarios para su respectiva terapéutica antibiótica y analgésica, controlando tiempo de retiro de los medicamentos a emplear.

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos se registraron en un formato Excel, y se desarrolló un análisis descriptivo, determinando promedio de los resultados de los últimos 6 meses del conteo células somáticas, grado de mastitis que prevalece de acuerdo al CMT, cuartos más afectados y número de cuartos afectados por vaca. De forma complementaria se compararon los datos de estudios anteriores de mastitis hechos en Colombia y países

vecinos, estableciendo similitudes y diferencias.

Con los datos obtenidos, se realizó un “Análisis descriptivo de Correlación de Pearson” por medio del software R Commander, donde se evaluó el Conteo de células Somáticas frente a grasa, proteína y sólidos totales, también se analizó CCS frente a la producción total, grados de CMT y cuartos afectados, durante los 6 meses como también mes a mes, finalmente por medio de una “Matriz de diagrama de dispersión” se determinaran las relaciones relevantes y se explicó detalladamente los resultados obtenidos en esta prueba.

3 Resultados y Discusión

Conteo de Células Somáticas

Los resultados obtenidos entre Diciembre del 2012 y Mayo del 2013, muestran que alrededor del 73,6% de

los predios obtuvieron un conteo de células somáticas menor a 200.000 CS/ug, el 16.7% alcanzó un conteo entre 200.001 a 400.000 CS/ug, el 8% alcanzó un conteo entre 400.001 a 800.000 CS/ug y el 1.5 obtuvo un conteo mayor a 800.001 CS/ug. (Ver figura 1.).

En los resultados se observó que en el mes de Diciembre comparado con los otros 6 meses, hay una elevación entre un 25% al 50% de predios que pertenecen al grupo de los hatos entre 200.001 a 400.000 CCS. En Marzo también se observa un aumento en el mismo grupo en un 25% al igual que en Mayo, lo que disminuye en los meses mencionados en los predios que están en el grupo de hatos menores a 200.000 CCS. Se presume que todo esto se debe a cambios en las condiciones climáticas de la zona, ya sea como aumento o disminución de la temperatura, desencadenando factores estresantes que llevan a una inmunosupresión del animal, ya sea un golpe de calor, una hipotermia o el aumento de bacterias presentes en el estiércol que está en contacto directo con los animales, predisponiéndolos a mastitis, también se pueden alterar la composición de los alimentos, perturbando los valores nutricionales, afectando la salud del animal (Cuchillo, 2010).

Durante los meses de análisis en el CCS, se obtuvo que el 10.1% de los predios persistieron en mastitis, donde se evidenció que solo 1 finca presentó 4 episodios de CCS elevados, 3 fincas presentaron 3 episodios y 4 fincas 2 episodios. Se presume que los hatos que presentaron el problema del aumento del CCS varias veces se deben a enfermedades crónicas; donde siempre marcaron positivo en el CMT los mismos animales, se presume que puede ser por falencias en las

buenas prácticas de ordeño, fracaso en la terapéutica por dosis de los medicamentos o simplemente no se desarrolla ninguna actividad frente al problema.

En esta investigación, también se evidencio predios que tuvieron un aumento y descenso en el conteo de las células somáticas; un ejemplo claro son las fincas número 4, la numero 6 o la numero 14, donde se podía observar una mastitis crónica, comprobado en el CCS durante los 6 meses, tal vez las falencias más comunes como lo son un mal secado de una vaca en producción o animales que recayeron en la mastitis por fallas en el tratamiento (Ver tabla 1).

California Mastitis Test

El CMT (California Mastitis Test) realizado a los 18 predios que corresponden al 9.4% de los resultado anteriores mayores a 400.001 CCS/ug. Se obtienen 480 muestras de leche provenientes de cuartos individuales de cada animal, para un total de 120 vacas, donde el 60% de los animales padecen mastitis y 40% restante goza de buena salud. Los resultados indican que el 30,2% o sea 145 cuartos están afectados por mastitis clínica o subclínica y el 69,3% que son 335 cuartos, están sanos.

De los cuartos afectados el 55.1% corresponden a primer grado, 29.6% segundo grado, 10.3% a tercer grado, trazas 1.3% y pezones disfuncionales el 3.4%. Lo que indica que hay actividad del 84.7% de mastitis subclínica y el 10.3% mastitis clínica (Ver tabla 1).

El estudio evidencia que los cuartos más afectados son los que están ubicados en la parte derecha de la

ubre, el cuarto posterior derecho arroja un resultado de un 29% de afección, siendo este el más relevante de los 4 cuartos y el anterior un 24.8%. De los cuartos ubicados en la izquierda se obtiene que el anterior marca un 22.6% y el posterior un 23.4% (Ver tabla 1).

Comparando con un estudio realizado en la sabana Cundiboyacense (Bogotá, Ubaté Chiquinquirá), en 40 fincas, con total de 2845 animales, se obtiene que son positivos a mastitis por CMT el 34.40% y negativos un 66.56%, el 31.29% de los enfermos padecen mastitis subclínica, el 2.23% indican mastitis clínica y el 0.92% están con cuartos disfuncionales (Calderón, 2008). Lo cual con los resultados obtenidos en Guandita, se puede afirmar que entre los animales positivos (30,2%) y negativos (69,3%), son similares los resultados obtenidos por Calderón (2008), al igual que los porcentajes de mastitis obtenidos en la vereda clínica (10,3%) y subclínica (84,7%).

En los análisis que se realizan en dos fincas en el departamento de Antioquia con un total de 95 animales, muestra que un primer estudio que el cuarto más afectado es el posterior derecho con un 20.78% frente a los cuartos enfermos, el menos afectado es el Anterior Izquierdo con un 14.9, que los cuartos sanos están en un 82.35% (Cerón 2007). Indicando que no hay mucha diferencia con los resultados del estudio realizado en Guandita, que aquí también se evidencia que el cuarto más afectado es el posterior derecho (29%) y el

menos afectado el anterior izquierdo (22.6%).

El estudio que se realiza en el departamento de Boyacá, en unos hatos ubicados en la cuenca en el Alto de Chicamocha, donde se estudiaron 6616 cuartos en 34 fincas, indica que de los animales enfermos el 50.16% presenta mastitis subclínica y el 0.32% mastitis clínica, pezones disfuncionales están en un 1.05% y que los animales que salieron negativos al CMT se encuentran en el 52,77% (Pinzón 2009). Indicando nuevamente que en que parte de la zona Andina, son más los animales sanos que enfermos, que hay más actividad de mastitis subclínica que clínica, los pezones disfuncionales son muy pocos y la mayor incidencia es la de grado 1 con CMT (Ver figura 2) en las fincas de esta zona (Trujillo, 2009).

El estudio llevado a cabo en Venezuela, en un municipio Campo Elías del estado de Mérida, en 12 fincas para un total de 2117 animales, indica que la actividad de mastitis por CMT es del 70.7%, donde el grado 2 es el más evidente entre los animales con un 31.1% seguido del grado 1 con un 30.2% (Castillo, 2009). Estos resultados difieren claramente con los obtenidos en los estudios de Guandita, la sabana Cundiboyacense y Boyacá, tanto en el número de animales positivos y grados en CMT.

Se puede observar que el grado de CMT que más prevaleció fue el 1 con 80 casos en total, o sea 57% de las revisiones, el grado 2 sigue con 43 resultados o sea 31%, el grado 3 tiene un total de 15 resultados que equivale al 11% y finalmente las trazas con una pequeña cantidad de 2 resultados teniendo un 1% (Ver figura 2)

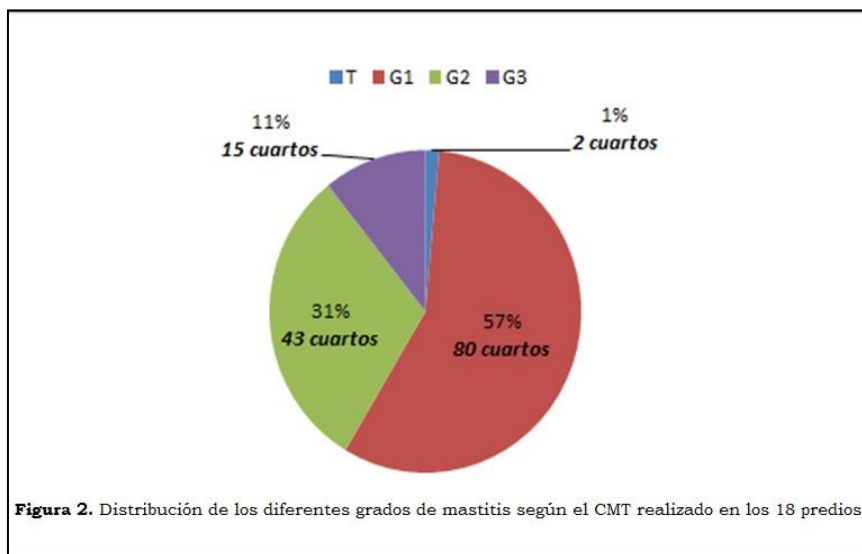


Figura 2. Distribución de los diferentes grados de mastitis según el CMT realizado en los 18 predios

En un estudio en México en el municipio de Tarimbaro, Michoacan, mediante la prueba de CMT realizado a 372 animales, determina que el 55.85% de los cuartos (1488) dieron negativo, el 44.24% son positivos a la prueba (658), donde el grado que más predomina es el 3 con el 26,63% de los casos, el cuarto más afectado es el anterior derecho con un 25.5% de los casos (Figueroa 2008). Comparando los resultados de los países de sur américa frente a norte américa, se

que haya mayor incidencia de casos positivos a la prueba de CMT, pero sin embargo sigue predominando los animales sanos. También se observa que el grado 1 de CMT sigue predominando al momento de realizar la prueba y que los cuartos más afectados son los ubicados en el lado derecho.

Del número de cuartos afectados por animal perteneciente a la vereda de

Guandita, se estableció que del 100% de los analizados, que fueron 120, el 60% fueron positivos a la prueba, en donde el 40,2%, que es el grupo más relevante, estuvieron enfermos de 1 cuarto, el 31,9% estuvieron enfermos de 2 cuartos, el 19,4% de 3 cuartos y el 8,3% de la ubre total (Ver figura 3).

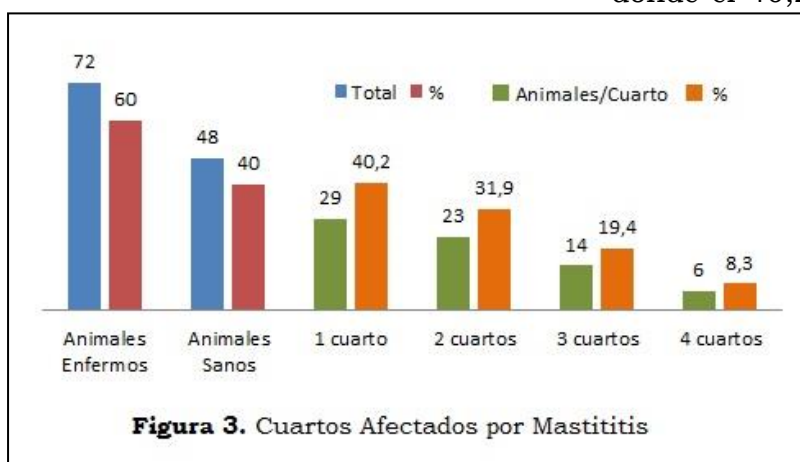
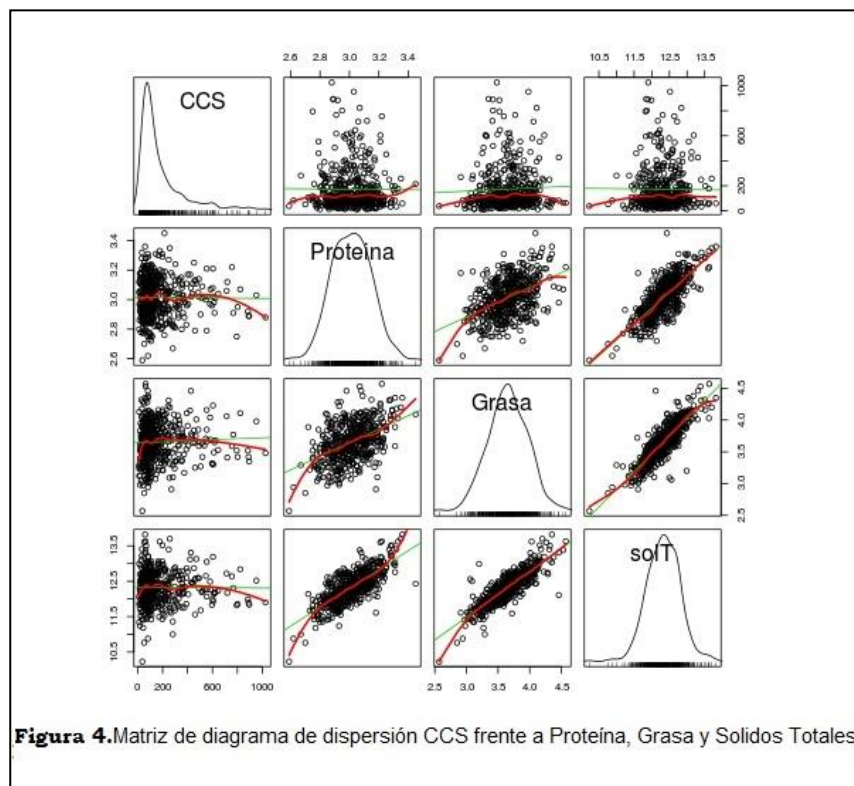


Figura 3. Cuartos Afectados por Mastitis

presume que no hay diferencia en la prevalencia de las mastitis, que puede

Análisis descriptivo de Correlación de Pearson del CCS frente a Grasa, Proteína y Solidos Totales durante los 6 meses.



De acuerdo a los 471 resultados obtenidos, se determinó que el Conteo de Células Somáticas no tiene una relación con los parámetros de calidad en leche, es decir, si hay un aumento o una disminución en el CCS no afecta en nada la calidad composicional de la leche como se puede observar en la figura 4 marcado en rojo. Los datos más notable que existen es entre Grasa frente a Solidos totales con una $r = 0,85$ determinando una correlación positiva y una $P = 0,0001$ y Proteína frente a Solidos totales con un $r = 0,76$ claramente correlación positiva con una $P = 0,0001$, como se puede observar en la figura 4 marcado en amarillo. Este resultado de relación se esperaba, ya que los sólidos totales están representados con una parte de grasa en emulsión, proteínas en suspensión coloidal, como también vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución (Alais, 1985).

Los meses que hubo mayor relación entre Grasa, Proteína y Solidos totales, fueron en Diciembre, con un $r = 0,88$ en Grasa frente a St y $r = 0,83$ Proteína frente a St, y Febrero con un $r = 0,89$ en Grasa frente a St y $r = 0,83$ en Proteína frente a St, esto se debe tal vez al clima favorable en este tiempo que podría haber beneficiado tanto los pastos de suministro de los bovinos como también a los mismos animales. En los demás meses hay una media de Grasa frente a St de $r = 0,83$ y Proteína frente a St con un $r = 0,77$, en una $P = 0,0001$.

Análisis descriptivo de Correlación de Pearson del CCS frente Producción de leche y Grados de CMT.

De acuerdo a los 18 predios seleccionados, hay una correlación positiva entre el grado 2 del CMT frente a la producción de leche, con un $r = 0,71$ y un $P = 0,0009$, como se evidencia en la figura 5 recalcado en amarillo. Lo obtenido anteriormente es incoherente, ya que no es lógico afirmar que una mastitis puede aumentar el volumen de leche producida, este resultado se puede ver enmascarado por la producción de leche de las fincas con mayor número de animales que tal vez tuvieron resultados de grado 2 o 3 en mastitis, hay que tener en cuenta que el

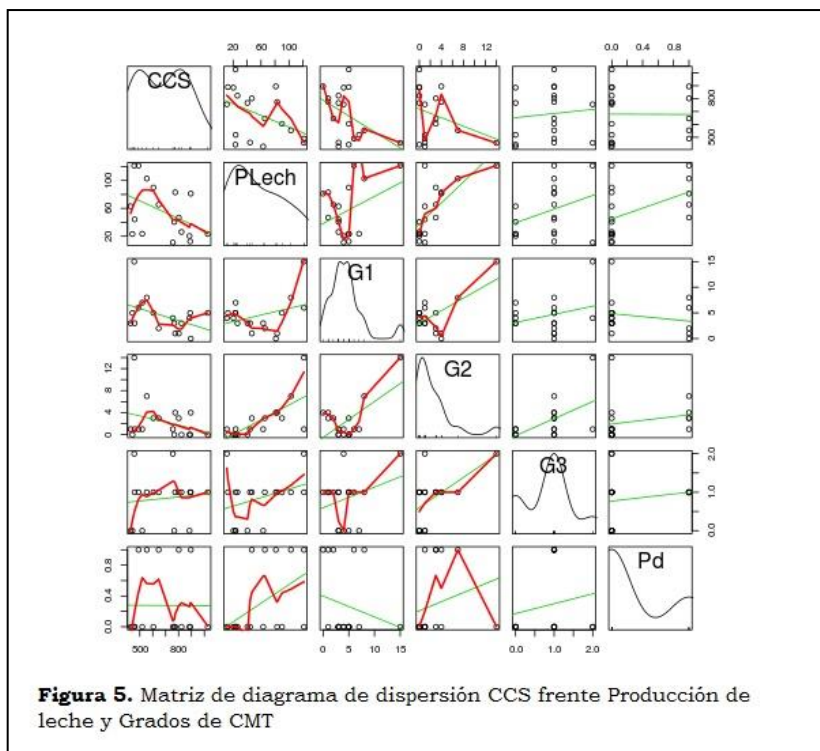
volumen de leche, es inversamente proporcional a la cantidad de células somáticas que se puedan evidenciar en el producto, esto se deduce gracias a la experiencia obtenida en las prácticas de campo realizadas en la zona. En general no se determina alguna relación significativa, lo cual dejaría una investigación más profunda acerca de si realmente los grados de mastitis pueden afectar la producción del hato lechero, ya que en este estudio no hay una relación evidente.

Probablemente se puede decir que, si hay un aumento en los pezones disfunciones se altera el volumen de la producción de leche, lo cual sería indicado también realizar un estudio más detallado de producción frente al estado se los cuartos de cada animal.

4 Conclusiones y Recomendaciones

Como conclusión se dice que la actividad en mastitis se puede encontrar en un 30,2% de los casos, donde predominan más la cantidad de animales sanos que enfermos, frente a la prueba del CMT, la mastitis subclínica es la que más incide con el grado 1 en un 55,1% y que los cuartos más afectados son los ubicados en la parte derecha. Finalmente en la Correlación de Pearson no hubo relación entre el conteo de células somáticas frente a grasa, proteína o sólidos totales, los datos más relevantes que existen es entre Grasa frente a Sólidos totales y Proteína

frente a Sólidos totales donde muestran una correlación positiva.



Como recomendaciones, queda realizar un estudio microbiológico para determinar cuál es el posible agente que se evidencia en la zona. En estudios como en el caso de sabana de Cundiboyacense muestra que los agentes más relevantes fueron el *Staphylococcus aureus* con un 29.09%, el *Streptococcus agalactiae* con un 6.84% y el *Staphylococcus cuagulasa* negativo con un 11.75% (Calderón 2008). En Brasil, Pernambuco, el diagnóstico microbiológico indica incidencia de *Corynebacterium* sp. (45%), *Staphylococcus* sp. (29,65%) y *Streptococcus* sp. (14.6%) (Ruiz 2011). En Venezuela, se evidencia que en 36 muestras analizadas en el 100% de los casos predomina el *Staphylococcus aureus* (Castillo, 2009).

También está pendiente realizar un estudio más detallado entre la producción de leche frente a los grados de mastitis por CMT de cada cuarto

por animal, para analizar cuál es la posible relación que se presenta y así poder evaluar el impacto económico.

Para prevenir la mastitis se debe realizar los procesos adecuados para reducir los problemas de la producción. Es importante vigilar constantemente a los bovinos en especial sus ubres, ayudara a controlar adversidades a tiempo. Saber que los días abiertos no deben superar los 120, recordar que los ordeños prolongados afectan las ubres. El correcto secado es fundamental en los animales, al no hacerlo predisponemos a padecer de mastitis. Las buenas prácticas de ordeño puede reducir el contagio de agentes infecciosos, la sala debe contar con la respectiva limpieza de sus utensilios, el mantenimiento de los equipos es indispensable ya que están en contacto con los animales a diario. Llevar registros de las actividades que se desarrollan en la finca y siempre realizar un buen diagnóstico con tratamiento a la hora de atender los animales enfermos (Cotrino, 2013).

Referencias

1. Agudelo E, Maldonado J, 2007. Relación entre el recuento de células somáticas individual o en tanque de leche y la prueba CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia. Rev. Col Ciencias Pec. (20): 472-483.
2. Alais, C.1985 Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Editorial Reverte S.A. Barcelona España.
3. Análisis y resultados del Consejo Nacional de Calidad de la leche y Prevención de la Mastitis (CNPM). Meses de Enero a Mayo 2013.
4. Barnunt DA, Newbould FHS, 1960. The Use of the California Mastitis Test for the detection of bovine mastitis. The Canadian Veterinary Journal. Volume 2, Number 3.
5. Bedolla. 2004. Métodos de detección de la mastitis bovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 8.
6. Botana L.2002. Aspectos terapéuticos y de salud pública de los residuos farmacológicos; Arboix A. McGraw-Hill (Interamericana). P 681-689.
7. Calderón, A, Rodríguez, V. 2008. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano Cundiboyacense (Colombia). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. (21) 582-589.
8. Carrión GM. 2001. Principios básicos para el control de la mastitis y el mejoramiento de la calidad de leche. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Michoacán, Departamento de Recursos Naturales Programa de Apoyo a la Ganadería Regional. 28-30.
9. Castillo, M, Suniaga, J, Rojas, G, Hernández, J. 2009. Prevalencia de mastitis subclínica en la Zona Alta del Estado Mérida. Revista Científica Agricultura Andina. Vol. 13. Venezuela. (Enero 16): 39-48.

10. Cepedo, O., Rodríguez, J., Salcedo, J., Monteagudo, E. 1991. Mastitis Subclínica. Citada de fuente: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/pdf>. Extraído el día 15 de diciembre de 2007.
11. Cerón, M, Agudelo, E, Maldonado, G. 2007. Relación entre el recuento de células somáticas individuales o en tanque de leche y la prueba CMT en dos fincas lecheras del departamento de Antioquia (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. (20): 472-483.
12. Cooperativa productora de leche de Guandita (Coproleg), 2013. Información recopilada en el trabajo en campo realizado en la vereda de Guandita Cundinamarca.
13. Cotrino, V. 2013. Logros y retos en control de mastitis. *Infortambo La Revista del Sector Lechero*. (Región Andina). (54): 50-51.
14. Cotrino, VB. 2004. Diagnóstico de Mastitis. Laboratorio Médico Veterinario L.M.V. Ltda
15. Cuchillo Z, Dauqui V, Campos G. 2010. Factores que inciden en el recuento de células somáticas (RCS) y calidad de la leche. *Universidad Nacional de Colombia*. (Palmira). (1): 22-33.
16. Cujiño, R. 2013. Buscando la seguridad para el consumidor. *Infortambo La Revista del Sector Lechero*. (Región Andina). (54):28-30.
17. Ferraro, L., 1992. Análisis de la prevalencia de Mastitis Subclínica mediante la prueba de California Mastitis Test (C.M.T) y Bacteriología.
18. Figueroa, I, Bedolla J. 2008. Determinación de la prevalencia de mastitis bovina en el municipio de Tarimbaro, Michoacán, mediante la prueba de California. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET ISSN 1695-7504)*. (10): 1-27.
19. Gasque, R. 2002. Equipos para ordeño, Componentes Básicos. PDF Interactivo.
20. Jaramillo, V. 2000. Calidad de leche “Células somáticas y calidad de la leche”. (Colombia). (17):42-47.
21. Kleinschroth, E. 1989. *Las Mastitis: diagnóstico, prevención y tratamiento*. Edimed de ganadería. P 48-70. [Con acceso el 20/06/2013].
22. Laboratorios Virbac. 2011. *Mastitis Manejo y Control*. *Revista Holstein Colombia*. (Colombia). (182):34-38.
23. Lorenzo, P. 2013. Lo que si se debe hacer. *Infortambo La Revista del Sector Lechero*. (Región Andina). (54):43-45.
24. Martínez, G. 2006. Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la sabana de Bogotá, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*. (12): 35-55.
25. Miller G. Barlett P. 2004. Economic effects of mastitis prevention strategies for dairy producers. *J am Vet Med Associ*. (198): 227-231.

26. Ruiz, A, Gomes, G, Mota, R, Sampaio, E. 2011. Prevalencia de mastitis bovina subclínica y microorganismos asociados: comparación entre ordeño manual y mecánico, en Pernambuco, Brasil. *Revista Salud Animal*. (1): 57-64.
27. Trujillo, A, Moreno, V, Martínez, G. 2009. Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*. (17): 23-34.