

Asociación del orden de parto y del componente racial con la prevalencia de mastitis clínica en un hato lechero especializado ubicado en el trópico alto de Colombia

Caterine Vidales Curequia¹ / Jorge Mario Cruz Amaya² / Luis Gabriel González Herrera³

Resumen

Introducción: conocer las variables asociadas a la prevalencia de mastitis clínica (PMC) ayuda a diseñar medidas de control más eficientes. **Objetivos:** cuantificar la PMC en un hato de especialización lechera, de acuerdo con la influencia del orden de parto (OP) y el efecto del componente racial (CR). **Materiales y métodos:** se realizó un estudio transversal, mediante el cual se calculó la PMC según el OP (1, 2, 3, 4, 5 y 6 o más), la probabilidad condicional (PC), la PMC para cada CR y la PMC según el OP para cada CR. Se realizó prueba de χ^2 . **Resultados:** se observó una PMC global de 15 %. Se estableció una relación directamente proporcional entre el OP y la PMC. Las prevalencias calculadas fueron 9,9; 10,9; 12,2; 21,6; 21,7 y 21,4 %, para los OP 1, 2, 3, 4, 5 y 6 o más, respectivamente, con diferencias estadísticas significativas. La PC varió entre 9 % (1 y 2 OP) y 22,8 % (3 y 4 OP). Se observó una PMC de 16,7 % para la holstein (H), 8,9 % para el F1 de H por blanco orejinegro (BON) y de 9,4 % para la 3/4H $\times$ 1/4BON, sin diferencias significativas. No obstante, al comparar la H con los cruces por BON, sin importar el porcentaje del componente racial BON, se observaron diferencias estadísticas significativas. **Conclusiones:** la PMC incrementa con el aumento del OP; por tanto, los programas de vigilancia de la enfermedad deben intensificarse en vacas mayores. La raza BON aporta un factor de rusticidad a sus cruces que disminuye la PMC.

Palabras clave: blanco orejinegro, componente racial, holstein, orden de parto, probabilidad condicional, producción de leche.

- 1 Estudiante de Zootecnia. Miembro del grupo de investigación en Biodiversidad y Genética Molecular (Biogem).
✉ cvidalesc@unal.edu.co
- 2 Médico veterinario. PhD. Miembro del grupo de investigación en Biodiversidad y Genética Molecular (Biogem). Docente de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
✉ jmcruza@unal.edu.co
- 3 Médico veterinario zootecnista. PhD. Miembro del grupo de investigación en Biodiversidad y Genética Molecular (Biogem). Docente, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
✉ luggonzalezhe@unal.edu.co

Association of birth order and racial component with the prevalence of clinical mastitis in a specialized dairy herd located in the high tropics of Colombia

Abstract

Introduction: The knowledge of the variables associated with the prevalence of clinical mastitis (PCM) can help to design more efficient control measures. **Objectives:** To quantify PCM in a specialized dairy herd, according to the influence of birth order (BO) and the effect of racial component (RC). **Materials and methods:** A transversal study was carried out to calculate PCM according to BO (1, 2, 3, 4, 5, and 6, or more), conditional probability (CP), PCM for each RC, and PCM according to BO for each RC. The χ^2 test was performed. **Results:** An overall PCM of 15% was observed. A directly

Cómo citar este artículo: Vidales Curequia C, Cruz Amaya JM, González Herrera LG. Asociación del orden de parto y del componente racial con la prevalencia de mastitis clínica en un hato lechero especializado ubicado en el trópico alto de Colombia. Rev Med Vet. 2017;(34 Supl):23-30. doi:<http://dx.doi.org/10.19052/mv.4252>

proportional relationship was established between BO and PCM. The calculated prevalences were 9.9, 10.9, 12.2, 21.6, 21.7, and 21.4% for BO 1, 2, 3, 4, 5, and 6 or more, respectively, with significant statistical differences. CP varied between 9% (BO 1 and 2) and 22.8% (BO 3 and 4). A PCM of 16.7% was observed for Holstein (H) cows, 8.9% for Holstein F1 with Blanco Orejinegro cows (BON), and 9.4% for $\frac{3}{4}$ H $\times$ $\frac{1}{4}$ BON, with no significant differences. However, when comparing H with BON crosses, regardless of the percentage of the BON racial components, significant statistical differences were observed. **Conclusions:** PCM increases with increased BO; therefore, disease surveillance programs should be intensified in older cows. The BON breed contributes a rusticity factor to its crosses that decreases PCM.

Keywords: Blanco Orejinegro breed, racial component, Holstein, birth order, conditional probability, milk production.

Associação da ordem de parto e do componente racial com a prevalência de mastite clínica em um rebanho leiteiro especializado situado no trópico alto da Colômbia

Resumo

Introdução: conhecer as variáveis associadas à prevalência de mastite clínica (PMC) ajuda a desenhar medidas de controle mais eficientes. Objetivos: quantificar a PMC em um rebanho de especialização leiteira, de acordo com a influência da ordem de parto (OP) e o efeito do componente racial (CR). **Materiais e métodos:** se realizou um estudo transversal, mediante o qual se calculou a PMC segundo o OP (1, 2, 3, 4, 5 e 6 ou mais), a probabilidade condicional (PC), a PMC para cada CR e a PMC segundo o OP para cada CR. Realizou-se exame de χ^2 . **Resultados:** se observou uma PMC global de 15 %. Se estabeleceu uma relação diretamente proporcional entre o OP e a PMC. As prevalências calculadas foram 9,9; 10,9; 12,2; 21,6; 21,7 e 21,4 %, para os OP 1, 2, 3, 4, 5 e 6 ou mais respectivamente, com diferenças estatísticas significativas. A PC variou entre 9 % (1 e 2 OP) e 22,8 % (3 e 4 OP). Observou-se uma PMC de 16,7 % para a Holstein (H), 8,9 % para o F1 de H por branco orelhas negras (BON) e de 9,4 % para a $\frac{3}{4}$ H $\times$ $\frac{1}{4}$ BON, sem diferenças significativas. Não obstante, al comparar a H com os cruzamentos por BON, sem importar a porcentagem do componente racial BON, se observaram diferenças estatísticas significativas. **Conclusões:** a PMC incrementa com o aumento do OP; portanto, os programas de vigilância da doença devem intensificar-se em vacas mais velhas. A raça BON proporciona um fator de rusticidade aos seus cruzamentos que diminui a PMC.

Palavras chave: branco orelhas negras, componente racial, holstein, ordem de parto, probabilidade condicional, produção de leite.

INTRODUCCIÓN

La mastitis bovina se considera la enfermedad más costosa de la industria lechera. Su efecto negativo se debe a la disminución en la producción láctea, la alteración en la calidad de la leche, los costos del tratamiento y los

riesgos para la salud humana (1). Solamente en Estados Unidos se ha calculado una pérdida de dos billones de dólares al año por causa de la enfermedad (2).

La mastitis se presenta de forma clínica o subclínica; la primera es fácil de reconocer debido a los signos de infla-

mación en la glándula y la modificación de la secreción láctea. En la forma subclínica la vaca no presenta ningún signo llamativo para el ganadero; no obstante, el proceso inflamatorio no evidente ocasiona disminución en la producción y leche de mala calidad, cuya venta se puede ver afectada con el precio por el comprador mayorista. La mastitis subclínica produce pérdidas considerables que el propietario no percibe, puesto que desconoce un problema que hace menos eficiente su empresa (3). Es una enfermedad poblacional multifactorial imposible de erradicar (3); por consiguiente, su control depende de la aplicación de un sistema integral de medidas, cuyo objetivo es reducir las tasas de nuevas infecciones y el tiempo de infección de cada caso (4).

El plan de control adecuado de mastitis involucra tres actores que deben coordinar sus acciones para obtener resultados óptimos. Estos actores incluyen al gerente o propietario de la explotación, quien debe aprobar el plan de trabajo y suministrar los fondos para la obtención de los insumos requeridos; al veterinario encargado de planificar la operación desde el punto de vista técnico, y al operario que debe ejecutar las instrucciones con fidelidad (2). Además, se debe contar con un sistema de registro que permite el análisis estadístico y el monitoreo permanente del programa de control (4). El conocimiento de todos los factores epidemiológicos relacionados con la enfermedad permitiría establecer planes de control más eficientes, ya que pueden orientarse las medidas de control de manera más precisa.

El objetivo de este trabajo fue establecer la prevalencia de mastitis clínica (PMC) en un hato de especialización lechera ubicada en el trópico alto de Colombia y cuantificar la influencia de algunas variables como orden de parto (OP) y componente racial (CR) sobre la prevalencia de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal de la PMC utilizando los registros sanitarios de 723 lactancias de 286 vacas pertenecientes a una hacienda dedicada a la producción

lechera, ubicada en el corregimiento de Santa Elena, a 16 km de Medellín, departamento de Antioquia (Colombia), en una zona de bosque tropical muy húmedo, montañoso bajo, con una temperatura media de 14 °C y a una altura promedio de 2500 m s. n. m.

Las vacas permanecen en pastoreo en praderas de kikuyo (*Cenchrus clandestinum*) y reciben un suplemento de concentrado comercial durante el ordeño, cuya relación es 3:1 (por cada 3 L de leche se suministra 1 kg de concentrado a partir de los 10 L de producción). La hacienda posee ordeño mecánico y se realizan dos ordeños al día (1 a. m. y 1 p. m.). En promedio se manejan 100 vacas en ordeño, con predominio de la raza holstein (H) y algunas vacas producto del cruzamiento entre holstein y blanco orejinegro (BON) (raza criolla colombiana) y entre holstein y jersey. Las vacas están distribuidas en tres lotes, de acuerdo con el nivel de producción (alto, medio y bajo).

Los CR presentes en el hato son: H, F1 H × BON, 5/8H 3/8BON, 3/4H 1/4BON, 7/8H 1/8BON, F1 H × jersey, 5/8H 3/8jersey, 3/4H 1/4jersey, 7/8H 1/8jersey; en estos existe mayor proporción de las razas H, el cruce entre H por BON y jersey, respectivamente.

Los registros llevados en tarjetas contienen información de producción de leche por lactancia, presencia de mastitis clínica, OP y fechas de parto. La información fue recolectada entre 2006 y 2014. Estos datos se digitalizaron en Excel. En el hato estudiado se realiza el test de California para mastitis cada mes. Para la depuración de la información fue utilizado el *software* SAS (versión 9.4), con el fin de eliminar información errada a la hora de ser ingresada, al igual que para el cálculo de la prevalencia de mastitis.

Los factores evaluados fueron OP, con seis categorías: OP1, OP2, OP3, OP4, OP5 y OP ≥ 6; y CR, en el cual solo se consideró la información de lactancias de animales H, F1 H × BON, 5/8H 3/8BON, 3/4H 1/4 BON. No se incluyeron otros CR debido a que existe un número bajo de ellos. También se estudió la interacción de OP y CR relacionados con la prevalencia de la enfermedad.

El número de vacas presentes en cada orden de parto fue de 181, 151, 116, 86, 60 y 114, para las OP 1, 2, 3, 4, 5 y 6 o más, respectivamente. Por otra parte, el número de animales estudiados en cada CR fue de 69, 116, 31 y 672, para F1 H × BON, 3/4H 1/4BON, 5/8H 3/8BON y H, respectivamente. La PMC en el hato y de acuerdo con el factor estudiado se calculó según lo hallado por Wolfová y colaboradores (5) de la siguiente manera:

$$PCM = \frac{\text{Número casos de mastitis clínica}}{\text{Número de vacas en riesgo}}$$

para OP:

$$PCM = \frac{\text{Número casos de mastitis clínica por OP}}{\text{Número de vacas en riesgo por OP}}$$

Para componente racial:

$$PCM = \frac{\text{Número casos de MC por CR}}{\text{Número de vacas en riesgo por CR}}$$

y para la interacción entre orden de parto y componente racial:

$$PMCRP = \frac{\text{Número casos de MC por CR por OP}}{\text{Número de vacas en riesgo por CR por OP}}$$

Se valoró la probabilidad condicional (PC) de presentar mastitis durante un determinado OP (dado que en la anterior lactancia se presentó la enfermedad) de la siguiente manera:

$$PC = P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{p(B)}$$

Donde:

$P(A|B)$ se refiere a la probabilidad condicional de que una vaca haya sufrido la enfermedad en el parto_n (B), puesto que sufrió la enfermedad en el parto_{n-1} (A).

$P(A \cap B)$ se refiere a la intersección, es decir, la probabilidad que tuvieron las vacas de sufrir la enfermedad en ambos partos.

$P(B)$ se refiere a la probabilidad de una vaca haber sufrido la enfermedad en el parto_{n-1}.

Todos los resultados fueron analizados utilizando estadística no paramétrica, por medio de la prueba de χ^2 .

RESULTADOS

La PMC global encontrada en el hato estudiado fue del 15 %. Al calcular la PMC según el OP (tabla 1), se observó un incremento significativo ($p < 0,05$) con el aumento de este, el cual fue más notorio entre el OP3 y el OP4, en el que pudo constatar un incremento porcentual del 77 % (tabla 1). Este incremento se refiere a un aumento porcentual del número de casos entre un OP y el OP inmediatamente anterior.

Por otra parte, el cálculo de la PC de que un animal presentara mastitis en un parto, dado que había padecido la enfermedad en el parto anterior, tuvo valores progresivos relacionados con el OP, y fue más notorio entre el OP3 y el OP4 y entre el OP6 y el OP5 (tabla 1). Esto quiere decir que hay una alta probabilidad de presentar mastitis una vez que la enfermedad se haya presentado antes. Entre el OP4 y el OP5 hay una reducción de la probabilidad condicional relacionada posiblemente con un descarte de vacas con mastitis y otras enfermedades prevalentes en el hato. Por otra parte, la PC alta entre OP6 y OP5 puede estar relacionada con el hecho de que las vacas de mayores OP se encuentran en esta agrupación, y son las más susceptibles a la mastitis clínica.

Tabla 1. Relación entre la prevalencia de mastitis clínica con el orden de parto y probabilidad condicional

Orden de parto	n.º animales	Casos de mastitis	Prevalencia (%)	Incremento porcentual	PC (%)
1	161	16	9,9		
2	137	15	10,9	10,0	9
3	115	14	12,2	11,9	10
4	88	19	21,6	77,0	22
5	60	13	21,7	0,5	18
6 o más	117	25	21,4	-1,4	22
Total	678	102			

La prevalencia de la enfermedad según la raza mostró variaciones importantes, pero no significativas. En H fue de 16,7 %; en las F1 de H × BON fue de 8,9 % y en los cruces de 3/4H y 1/4BON fue de 9,4 %. Sin embargo, al comparar la raza H con los cruces por BON, sin importar el porcentaje del CR de este, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$), con una clara tendencia de los individuos con sangre BON a presentar una PMC inferior.

Cuando se calculó la PMC por raza y por OP se observó que la raza H presenta una prevalencia más alta desde el primer parto, comparada con los otros CR, y que esta crece a medida que aumentan los partos, mientras que el CR F1 de H × BON no se enferma en los primeros partos, y solo aparecen algunos individuos con mastitis clínica hacia el final de su ciclo productivo en vacas viejas (partos 11 y 12). Por otra parte, el cruce de 3/4H y 1/4BON no se enferma en el primer parto, y desde el segundo la prevalencia de mastitis clínica es inferior a la de H en todos los OP (tabla 2). En el caso de las vacas 5/8H 3/8 BON, ninguna presentó mastitis en ningún OP.

Tabla 2. Prevalencia de mastitis clínica (%) según el componente racial y el orden de parto

Raza	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP ≥ 6
Holstein	11,2	12,4	13,2	23,9	26	21,5
F1 H × BON	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2
3/4H × 1/4 BON	0,0	5,5	11,1	18,7	0,0	22,7
5/8H 3/8 BON	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

DISCUSIÓN

En general se considera que en un hato donde existe un programa sanitario estricto para controlar la enfermedad, la PMC no debe ser superior al 5 % (4). La PMC global encontrada para el hato fue del 15 %. Al revisar el manejo de la vacada en el predio de estudio, se encontró que en el plan sanitario no existe un orden de ingreso al ordeño mecánico, según la edad o a la clasificación obtenida después de haber realizado la prueba de California para mastitis. Tampoco se ha tipificado la flora bacteriana productora de mastitis en el hato, donde se realizan los tratamientos con antibióticos de manera empírica, sin el apoyo de un antibiograma, lo que alarga el número de días en tratamiento de los casos clínicos complicados (6). No existe un área específica dentro del hato para aislar las vacas con mastitis clínica. Debe considerarse que en esta enfermedad participan gérmenes altamente contagiosos. Todo esto lleva a aumentos en la PMC, debido a que posibilita que sus agentes etiológicos contaminen el ambiente o se transmitan de unos animales a otros (6,7).

La PMC según el OP (tabla 1) presentó un incremento significativo ($p < 0,05$) con el aumento del OP, y fue muy notorio entre el OP3 y el OP4 (incremento del 77 %). Este resultado coincide con lo encontrado por Vélez y González-Herrera (8), ya que estos autores describen un aumento más notorio de la PMC entre el segundo y tercer parto. Por otra parte, el incremento de la prevalencia de mastitis tanto clínica como subclínica relacionado con el aumento del OP ha sido documentado

(9,10). Rodríguez (11) observó un incremento progresivo y constante de la prevalencia de mastitis a medida que el OP era mayor. Este investigador halló que se producía una disminución muy notoria de la población del hato a partir del OP4, debido a descartes por baja producción y mastitis. Los resultados del presente estudio coinciden con los encontrados en el trabajo mencionado, en el cual el OP4 tiene la mayor PMC.

El aumento de la PMC según el incremento del OP puede deberse a que las vacas de mayor OP presentan una incompetencia en el esfínter del pezón, uno de los principales mecanismos defensivos que tiene la ubre contra la mastitis (12). Esta incompetencia puede estar asociada al hecho de que con el aumento del OP también incrementa la producción de leche, siendo la alta producción uno de los factores de riesgo más fuertemente relacionados con mastitis (9,13). Además, es más factible la aparición de hipocalcemia puerperal subclínica en vacas de alta producción, condición que debilita el músculo del esfínter del pezón, lo cual permite el ingreso de bacterias causantes de la mastitis (12). Las vacas de alta producción requieren ordeños más prolongados, lo que ocasiona una apertura sostenida del canal del pezón y predispone a la infección. Se sabe que el ordeño mecánico se encuentra asociado a mayor PM cuando se compara con el ordeño manual (11), debido a que la fuerza de succión que hace la máquina elimina de forma más intensa la queratina presente en el epitelio que recubre el canal del pezón, indispensable para evitar el ingreso de gérmenes luego del ordeño (12). Mientras más tiempo permanezca la vaca con la máquina de ordeño puesta, como ocurre con vacas de mayor producción láctea, más posibilidad tiene de causar una disrupción sobre el canal del pezón.

El cálculo de la PC presentó valores progresivos relacionados al OP y fue más notorio entre el OP3 y el OP4 (tabla 1). Estos resultados coinciden con lo registrado por Vélez y González-Herrera (8), investigadores que encontraron un aumento de la PC más notorio entre el OP2 y el OP3; además, en este trabajo se observó que del OP1 al OP10 la tendencia de la PC era a incrementarse con el aumento del OP.

La PMC según la raza mostró variaciones importantes, pero no significativas. En H fue de 16,7%; en las F1 de H $\times$ BON, de 8,9%, y en los cruces de 3/4H y 1/4BON, de 9,4%. Los autores no conocen trabajos en los cuales se haya encontrado la PMC en cruces de H $\times$ BON para comparar los resultados. No obstante, sí se han descrito diferencias importantes en la PMC entre otras razas *Bos taurus* como la holstein y la jersey, con una tendencia de la holstein a superar en número de casos de mastitis a la jersey (14). Incluso se han observado diferencias entre la holstein y los cruces de holstein $\times$ jersey, con prevalencias muy inferiores en los cruces (15).

Washburn y colaboradores (16) hallaron no solo una prevalencia más alta de mastitis en la holstein, sino también menos eficiencia reproductiva y mayores índices de descarte. En este trabajo las vacas holstein presentaron un 50% más de mastitis clínica cuando se compararon con las jersey. La razón de estas diferencias no ha sido aclarada, pero se ha visto que el peso corporal parece ser un factor que predispone a la enfermedad. Berry y colaboradores (17) describieron que los animales más pesados presentaban una probabilidad más alta de mastitis clínica, en un estudio que comparó las dos razas antes citadas. La raza holstein es más pesada que los cruces de H $\times$ BON, factor que podría favorecer de manera aún no explicada la alta prevalencia de mastitis que padece esta raza en el hato estudiado.

Parra y colaboradores (18) compararon la prevalencia de mastitis subclínica entre varias razas europeas y cebuinas o los cruces de cebú con taurus, en un estudio realizado en el piedemonte llanero colombiano, y encontraron diferencias entre las razas europeas (30%) y las cebuinas (12%) o los cruces con cebú $\times$ taurus (19%).

Al calcular la PMC por raza y por OP, la H presentó una prevalencia más alta desde el primer parto y esta crece a medida que aumentan los partos; la F1 de H $\times$ BON solo se enferma al final de su ciclo productivo (partos 11 y 12). Por otra parte, la 3/4H $\times$ 1/4BON no se enferma en el primer parto, y a partir de allí su prevalencia de mastitis clínica es inferior a la de H (tabla 2). Ninguna vaca 5/8H $\times$ 3/8BON presentó mastitis en este estudio.

Claramente se observa que las vacas con algún componente de BON presentan una PMC inferior.

Existe un interés creciente de encontrar razas más resistentes a la enfermedad debido a que los intentos de generar inmunidad activa han sido frustrantes (4). En este trabajo se observó que el cruce con la raza BON aporta un factor de protección contra la mastitis clínica.

CONCLUSIONES

La PMC tiene una relación directamente proporcional con el incremento del OP, lo cual hace al hato menos productivo cuando las vacas se hacen longevas; esto debería alertar para reforzar la vigilancia epidemiológica de la enfermedad al aumentar la edad. Además, las vacas que ya padecieron mastitis están en alto riesgo de volver a padecer la enfermedad. Por otra parte, el componente racial fue un factor significativo, ya que H se mostró más susceptible y con una prevalencia más alta a medida que avanza el OP, mientras que los cruces de H x BON no se enfermaron en las primeras lactancias y sufrieron la enfermedad solo cuando su edad era avanzada. Las razas autóctonas (BON) aportan un factor de rusticidad a sus cruces que disminuye la PMC.

REFERENCIAS

1. Trujillo C, Gallego A, Ramírez N, Palacio L. Prevalencia de mastitis en siete hatos lecheros del oriente antioqueño. *Rev Col Cienc Pec.* 2011;24:11-8.
2. Philips C. *Principles of cattle production*. 2a. ed. Cambridge: CAB International, 2010.
3. Blowey R, Edmondson P. *Mastitis control in dairy herds*. 2a. ed. Cambridge: CAB International, 2010.
4. Andresen H. Mastitis: prevención y control. *Rev Inv Vet Perú.* 2001;12(2):55-64.
5. Wolfová M, Štípková M, Wolf J. Incidence and economics of clinical mastitis in five Holstein herds in the Czech Republic. *Prev Vet Med.* 2006;77(2):48-64. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2006.06.002>
6. Keefe G. Update on control of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* management of mastitis. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2012;28(2):203-16. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.03.010>
7. Calderón A, Rodríguez V. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados de producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). *Rev Col Cienc Pec.* 2008;21(4):585-9.
8. Vélez L, González-Herrera L. Determinación de la influencia del número de parto en la prevalencia de mastitis en vacas Lucerna y sus cruces. En: *Memorias XXIII Reunión de la ALPA*. La Habana, Cuba, 2013.
9. Mureithi D, Njuguna M. Prevalence of subclinical mastitis and associated risk factors in dairy farms in urban and peri-urban areas of Thika Sub County, Kenya. *Livest Res Rural Dev.* 2016;28(2):1-7.
10. Ramírez N, Gaviria G, Arroyave O, Sierra B, Benjumea J. Prevalencia de mastitis en vacas lecheras lactantes en el municipio de San Pedro de los Milagros, Antioquia. *Rev Col Cienc Pec.* 2001;14(1):76-87.
11. Rodríguez G. Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la sabana de Bogotá, Colombia. *Rev Med Vet.* 2006;(12):35-55. <https://doi.org/10.19052/mv.2052>
12. Álvarez A, Pérez H, De La Cruz D, Quincosa J, Sánchez Alexei. *Fisiología animal aplicada*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2009.
13. Ramírez N, Arroyave O, Cerón M, Jaramillo M, Cerón J, Palacio L. Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia. *Rev Med Vet.* 2011;(22):31-42. <https://doi.org/10.19052/mv.562>
14. Bannerman D, Kauf A, Paape J, Springer H, Goff J. Comparison of Holstein and Jersey Innate immune responses to *Escherichia coli* intramammary infection. *J Dairy Sci.* 2001;91(6):2225-35. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1013>
15. Heins BJ, Hansen LB, Seykora AJ, Hazel AR, Jonhson DG, Linn JG. Short communication: Jersey x Holstein crossbreds compared with pure Holstein for production, mastitis and body measurements during the first 3 lactations. *J Dairy Sci.* 2011;94(1):501-6. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3232>

16. Washburn S, White S, Green J, Benson G. Reproduction, mastitis and body condition of seasonally calving Holstein and Jersey cows in confinement or pasture systems. *J Dairy Sci.* 2015;85(1):105-11. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74058-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74058-7)
17. Berry DP, Lee JM, Macdonald KA, Matthews L, Roche JR. Associations among body condition score, body weight, somatic cell count and clinical mastitis in seasonally calving dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2007;90(2):637-48. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71546-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71546-1)
18. Parra J, Martínez M, Pardo H, Vargas S. Mastitis y la calidad de la leche en el pie de monte del Meta y Cundinamarca. *Boletín de Investigación (Corpoica-Pronnaza).* 1998;(2):1-53.