

Detección molecular del BLV en bovinos y asociación con algunos factores de riesgo/protección en hatos de Risaralda (Colombia)

Guillermo Andrés Bohórquez Toro¹/Juan Carlos González Corrales²/
Juan Carlos Rincón Flórez³

Resumen

La leucosis es una enfermedad producida por un retrovirus oncogénico que pertenece a la familia *Retroviridae*. Si bien es conocido por su distribución mundial porque ha causado grandes pérdidas económicas, especialmente en ganadería de leche, en Risaralda (Colombia) se han reportado pocos estudios sobre la enfermedad. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue determinar la prevalencia del virus de la leucosis bovina y su asociación con algunos factores de riesgo/protección en hatos bovinos en este departamento colombiano. Durante el 2018, se tomaron muestras de sangre de 145 individuos de seis hatos ubicados en Risaralda. Se extrajo ADN de las muestras por *salting out* y se hicieron pruebas de PCR para detectar el ADN del provirus. De cada animal se tomó la composición racial, el sexo, el grupo etario, la procedencia y el hato, con el fin de evaluar los posibles factores asociados a la presencia del virus. También, se realizó un análisis descriptivo de la información para estimar la prevalencia con un intervalo de confianza del 95%; por medio de regresión logística, se determinó el efecto de los factores de riesgo/protección sobre la positividad a leucosis para estimar la razón de momios (*odds ratio*). Todos los análisis se hicieron en el software R. Se encontró una prevalencia general de 6,90%, con diferencias estadísticamente significativas para el grupo etario uno (menores de 5 años) y dos (de 5 a 10 años) con respecto al tres (más de 10 años) (OR=0,19 en los dos casos), lo que indica una mayor frecuencia con la edad. Este trabajo es de los primeros realizados en el departamento de Risaralda y aporta la vigilancia de la enfermedad en Colombia.

Palabras clave: leucosis enzoótica bovina; linfosarcoma; PCR; virus de la leucosis bovina.

* Artículo de Investigación.

- 1 Médico veterinario zootecnista, especialista en Epidemiología. Universidad Tecnológica de Pereira, grupo de investigación Biomolecular y pecuaria
✉ guilleandres@utp.edu.co
- 2 Médico veterinario zootecnista, doctor en Ciencias Biomédicas de la Universidad de Caldas. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Agropecuarias, grupo de investigación biomolecular y pecuaria
✉ juan.gonzalez@ucaldas.edu.co
- 3 Zootecnista, magíster en Ciencias Agrarias, doctor en Ciencias Agrarias. Grupo de investigación Recursos Zoogenéticos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira
✉ jcrincon@unal.edu.co

Cómo citar este artículo: Bohórquez Toro GA, González Corrales JC, Rincón Flórez JC. Detección molecular del BLV en bovinos y asociación con algunos factores de riesgo/protección en hatos de Risaralda (Colombia). *Rev Med Vet.* 2024;(48), e1485. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss48.7>

Molecular detection of BLV in bovines and association with risk/protection factors in herds from Risaralda (Colombia)

Abstract

Bovine leukosis is a disease caused by an oncogenic retrovirus that belongs to the *Retroviridae* family and is known for its worldwide distribution, causing great economic losses,

especially in dairy farming. Few studies on the disease have been reported in Risaralda (Colombia). The objective was to determine the prevalence of the bovine leukosis virus and its association with some risk/protection factors in cattle herds from Risaralda. Blood samples were taken from 145 individuals from 6 herds in the Risaralda region, during the year 2018. DNA extraction was carried out by salting out and PCR was used to detect the provirus DNA. For each animal, the racial composition, sex, age group, origin and herd were taken in order to evaluate possible factors associated with the presence of the virus. A descriptive analysis of the information was performed, the prevalence was estimated with the 95% confidence interval, and the effect of risk/protection factors on leukosis positivity was determined by logistic regression and the odds ratio was estimated. All analyzes were done using R software. A general prevalence of 6.90% was estimated. Statistically significant differences were found for age group one (Under 5 years) and two (5 to 10 years) with respect to age group three (Over 10 years) (OR = 0.19 in both cases), indicating a higher frequency with age. This work is one of the first carried out in the department of Risaralda and provides surveillance of the disease in Colombia.

Keywords: enzootic bovine leukosis, lymphosarcoma, PCR, bovine leukemia virus.

INTRODUCCIÓN

Las producciones bovinas se pueden ver afectadas por diferentes tipos de enfermedades virales, entre las que sobresalen el virus de la leucosis bovina (BLV, por sus siglas en inglés), que causa importantes pérdidas económicas en los sistemas de producción con bovinos, especialmente en lechería especializada (1–3).

La leucosis bovina fue descrita por primera vez por Leisering en 1871, en Alemania. En ese momento se detalló la presencia de nódulos amarillentos en el bazo agrandado de una vaca (2), debido a la proliferación o hiperactividad de los tejidos hematopoyéticos con o sin modificación de la fórmula leucocitaria sanguínea. La enfermedad llegó a América por la exportación de animales infectados, y se propagó por Estados Unidos y Canadá, principalmente en el ganado lechero (4, 5).

BLV es un virus del tipo RNA, es decir, es un retrovirus exógeno oncogénico perteneciente a la familia *Retroviridae*, subfamilia *Orthoretrovirinae*, género *Deltaretrovirus*. La transmisión de este virus ocurre de manera horizontal y vertical, siendo la primera la más importante (2, 6, 7). Una vez que el virus ingresa al organismo, su objetivo son los linfocitos B; la infección viral es seguida por una expansión policlonal de linfocitos que portan los provirus integrados (2, 7). Estos virus tienen la capacidad de introducir su genoma en el de la célula hospedera como mecanismo de protección contra el sistema inmune del organismo hospedero, así, un porcentaje cercano al 70 % de los animales infectados pueden mantenerse clínicamente sanos y no mostrar síntomas. Sin embargo, se ha demostrado que algunos asintomáticos presentan problemas productivos y sanitarios persistentes, que pasan desapercibidos (7, 8).

Debido a que no existe una vacuna o tratamiento para la leucosis bovina, la erradicación y el control de esta enfermedad se basa en el diagnóstico temprano, el entendimiento de los factores de riesgo/protección y la separación de los animales infectados, por lo que la

especificidad y la sensibilidad de la prueba diagnóstica se vuelve un punto importante para vigilancia epidemiológica de la enfermedad (7–9). Por otra parte, la identificación temprana y el monitoreo del estado sanitario de los hatos de cada región constituyen un punto fundamental para los programas de control y erradicación de la enfermedad, ya que pueden evitar las pérdidas económicas en los sistemas de producción bovina y así poder garantizar condiciones adecuadas de salud y sostenibilidad de las producciones bovinas (5, 7).

En Colombia se han desarrollado diferentes estudios en varias zonas, en los que se han hecho tanto diagnóstico serológico como molecular para razas criollas y extranjeras, en las que se reporta una seroprevalencia que oscila entre el 7,12 % y 41,81 % (10), y entre el 32,44 % y el 69,79 % por detección molecular (11). También, se ha investigado la relación entre el virus y la producción, así como la presencia del virus y la presentación de cáncer de mama en humanos (12, 13).

En Risaralda no existe información sobre la prevalencia y los factores de riesgo/protección en bovinos, lo que dificulta entender la situación para el establecimiento de programas de vigilancia epidemiológica, que permitan mantener el control y eviten pérdidas económicas en las producciones de la región. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la prevalencia del virus de la leucosis bovina y su asociación con algunos factores de riesgo/protección en hatos de bovinos en este departamento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Consideraciones bioéticas: los aspectos éticos y médico-legales de la investigación se rigen por la Resolución 8430, en el marco de los permisos avalados por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Caldas, que analizó y emitió el aval para este proyecto en su sesión del 03 de diciembre de 2020.

Área de estudio: se obtuvo datos provenientes de seis hatos ubicados en el departamento de Risaralda, Colombia. Los hatos se encontraban ubicados en los municipios de La Virginia, Marsella, Pereira y Pueblo Rico, entre los 1096 y 1480 m.s.n.m., con una temperatura promedio entre los 18 y los 28 °C y humedad relativa mayor al 80 %. En general, es una zona de alta precipitación (2000 – 2500 mm/año) (14).

Población y muestra: para el presente estudio se usaron 145 individuos, que fueron escogidos mediante un muestreo por conveniencia; a estos se les tomó una muestra de sangre de la vena coccígea usando BD Vacutainer® con EDTA como anticoagulante. Los animales fueron muestreados considerando entre 10 y 34 animales (de acuerdo con el tamaño del hato). La información analizada provenía principalmente de hembras en etapa productiva, aunque también se muestrearon algunos machos de estos hatos.

Se evaluó la relación del componente racial, clasificado como animales puros (Blanco Orejinegro, BON) o cruzados (cebuinos con alguna proporción de razas taurinas). El grupo etario se clasificó en el hato al que pertenecen y el municipio, así: 1. Animales jóvenes (hasta 5 años), 2. Adultos de 5 a 10 años, y 3. Mayores de 10 años.

Procesamiento de muestras y PCR: los datos de positividad correspondieron al resultado de muestras de sangre a las que se les extrajo el ADN mediante la técnica *salting out* (15), con algunas modificaciones. Se utilizó un tubo cónico de 15 ml al cual se le adicionaron 2 volúmenes de buffer de lisis I (10 mM Tris HCl pH 7,6; 320 mM de sucrosa, 5 mM MgCl₂-6H₂O y 1 % Tritón X-100), se centrifugó por 12 minutos a 3000 rpm, a 5 °C, en una centrifuga refrigerada; se descartó el sobrenadante conservando el pellet, y se hicieron varios lavados por centrifugación con buffer de lisis I hasta obtener un botón blanco de células, el cual luego se resuspendió en 5 ml de buffer de lisis II (10 mM Tris HCl pH 8,2; 400 mM de NaCl, 2 mM de

Na₂EDTA, proteinasa K 2 mg/ml y 200 uL de SDS). Después de la digestión se adicionaron 1,5 ml de solución salina saturada (6 M), se mezcló con vórtex y se centrifugó por 10 minutos a 3500 rpm, a 4 °C; después, se recogió el sobrenadante en un tubo de 15 ml, al cual se le agregó etanol al 100 % a -20 °C hasta rebozar el tubo; se agitó suavemente el tubo por inversión hasta observar la madeja de ADN. Finalmente, se hizo un lavado con 1 ml de etanol al 70 %, se centrifugó a 4000 rpm descartando el sobrenadante; se dejó secar el tubo invertido sobre una toalla de papel y se resuspendió el botón en 1000 ul de buffer TE 1X pH 8,0 (Tris HCl 1 M y EDTA 0,5 M).

A partir de las muestras se evaluó una región altamente conservada del gen *Env* proviral usando la técnica PCR-anidada. Como control se usaron muestras de ADN de bovinos positivos y negativos para leucosis, las cuales fueron aportadas por el grupo Biodiversidad y Genética Molecular (BIOGEM), de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Los controles suministrados fueron obtenidos de animales que habían sido previamente confirmados por PCR y ELISA directa para el gen *Env* del provirus.

La primera PCR se realizó en un volumen final de 25 µL, con un contenido aproximado de 150 ng de ADN, a una concentración final de 0,4 µM de cada oligonucleótido BLV forward (5'-ATGCCCAAAGACGACGG-3') y BLV reverse (5'-CGACGGGACTAGGTCTGACCC-3'), 200 µM de cada dNTP, 2,5 µl de tampón Top Taq PCR 10X, que contiene 15 mM de MgCl₂ y 1U de Top Taq DNA polimerasa (Qiagen®, Germantown, Germany). En la segunda ronda de PCR se utilizó 5 µL del producto de PCR de la primera amplificación como ADN molde, con las mismas concentraciones de los otros reactivos y en mismas condiciones, pero con los oligonucleótidos Env5032 forward (5'-TCTGTGCCAAGTCTCCCAGATA-3') y Env5608 Reverse (5'-ACAACAACCTCTGGGAAGGGT-3'), iniciadores previamente reportados (16, 17) para una estandarización llevada a cabo en un

termociclador Labnet TC9610 MultiGene OptiMax Thermal Cycler (Labnet®, Northlake, IL, USA). El perfil de la PCR incluyó una etapa de desnaturalización inicial a 95 °C por 5 minutos, seguido por 25 ciclos a 95 °C por 30 segundos, 60 °C por 30 segundos, y 72 °C por 1 minuto, para terminar con una extensión final a 72 °C por 8 minutos. Para la segunda PCR se tuvo una etapa de desnaturalización a 95 °C por 5 minutos, seguido por 35 ciclos de 95 °C por 30 segundos, 60 °C por 30 segundos, y 72 °C por 45 segundos, para finalizar con una extensión a 72 °C por 10 minutos.

Los productos de PCR fueron visualizados por medio electroforesis en gel de agarosa al 2,5 % (Amresco, Cochran Road, OH). En cada pozo se sirvieron 5 µL del producto de PCR mezclados en 2 µL de tinción EZ vision (AMRESCO, Sidney, Aus). En cada línea de corrido se usó 2 µL como marcador de peso molecular de 100 pb (low range Fermentas, Glen Burnie, MD), junto con dos 2 µL de EZ-vision. Los geles fueron documentados mediante un fotodocumentador ENDUROTM GDS (Labnet, NJ, USA) como evidencia fotográfica. Una banda de 598 bp indica la presencia del provirus en un individuo. En todos los casos, se usó un control negativo (Agua o ADN de animal negativo) en la PCR, y un control positivo que tuvo un ADN previamente amplificado con éxito. La base de datos de positividad usada correspondió con este protocolo.

Análisis estadístico: a partir de los registros encontrados en la correspondiente base de datos a cada hato evaluado se realizó un análisis descriptivo de la información. De esta manera, se determinaron las frecuencias de animales positivos al virus de la leucosis bovina con su respectivo intervalo de confianza del 95 %. Posteriormente, se realizó un modelo de regresión logística binaria para evaluar el efecto del componente racial (Puros BON o cruzados con mayor proporción indicus), el grupo etario (1) menores de 5 años, 2) adultos de 5 a 10 años, y 3) mayores de 10 años, como se describió, la procedencia y el hato (A, B, C, D, E, F) sobre la positividad a leucosis. Se estimó la razón de momios

(*Odds ratio*), considerando un nivel de significancia del 0,05. Todos los datos fueron tabulados en Excel, y los análisis estadísticos se llevaron a cabo usando el software R con ayuda de los paquetes *psych*, *questionr* y la función GLM, *odds.ratio* entre otras.

RESULTADOS

La muestra contó con 145 individuos, de los cuales el 59,31 % fueron puros y los demás cruzados (40,69 %), en su mayoría hembras (84,14%), principalmente del grupo etario 2 (72,41 %). Los demás datos de subdivisión de la muestra se presentan en la tabla 1.

La evaluación molecular por PCR para BLV permitió identificar 10 animales positivos, equivalentes a una prevalencia general del 6,90 % (IC 95 % = 3,54 %-12,65 %). También, se estimaron las prevalencias de acuerdo con la subdivisión de la muestra, y se pudo observar que en los animales BON puros hubo una prevalencia del 8,14% (IC 95 % = 3,61-16,58), mientras que en los cruzados de 5,08 (IC 95 % = 1,32-15,06); además, se observó una mayor prevalencia en los animales mayores de 10 años (grupo etario 3), de 21,05 % (IC 95 % = 6,97-46,10), con respecto al grupo etario 1 (4,76 %, IC 95 % = 0,02-25,87) y 2 (4,76 %, IC 95 % = 1,77-11,29). Las comparaciones de prevalencia por sexo, procedencia y hato se pueden observar en la tabla 1.

De igual forma, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prevalencia por municipio, hato, sexo y componente racial (tabla 2); pero, sí se encontró una diferencia significativa para el grupo etario ($p = 0,031$) con un nivel $\alpha = 0,05$, lo que muestra una menor frecuencia en animales del grupo etario 2 con respecto al 3, OR = 0,19 (IC 95 % = 0,04-0,97). La razón de momios (*Odds ratio*) entre animales del grupo etario 1 y 2 fue de OR = 0,19; también IC 95 % = 0,00-2,24, pero no significativo; y entre el grupo etario 1 y 3 fue de OR = 1,00 (IC 95 % = 0,02-9,66). Los demás valores se presentan en la tabla 2.

Tabla 1. Descripción de la muestra y prevalencia de leucosis en algunos hatos de bovinos de Risaralda considerando diferentes niveles de subdivisión

Variable	Categorías	Tamaño muestra	Prevalencia (%)	Intervalo de confianza 95%	Valor P
Componente racial *	Puro	86	8,14	3,61-16,58	1,91x10 ⁻¹⁴
	Cruzado	59	5,08	1,32-15,06	1,29x10 ⁻¹¹
Sexo	Hembra	122	7,38	3,64-13,93	2,20x10 ⁻¹⁶
	Macho	23	4,35	0,02-23,97	3,04x10 ⁻⁵
Grupo etario*	Uno	21	4,76	0,02-25,87	8,57x10 ⁻⁵
	Dos	105	4,76	1,77-11,29	2,20x10 ⁻¹⁶
	Tres	19	21,05	6,97-46,10	2,2 x10 ⁻²
Procedencia	La Virginia	71	8,45	3,48-18,11	5,85x10 ⁻¹²
	Marsella	29	10,34	2,71-28,50	4,40x10 ⁻⁵
	Pereira	15	6,67	0,03-33,97	1,95x10 ⁻³
	Pueblo Rico	30	0,00	0,00-14,13	1,19x10 ⁻⁷
Hato	A	34	8,82	2,31-24,81	3,65x10 ⁻⁶
	B	30	0,00	0,00-14,13	1,19 x10 ⁻⁷
	C	29	10,34	2,71-28,50	4,40x10 ⁻⁶
	D	27	11,11	2,91-30,30	1,19x10 ⁻⁴
	E	15	6,67	0,03-33,97	1,95 x10 ⁻³
	F	10	0,00	0,00-34,45	4,4x10 ⁻³
Global		145	6,90	3,54-12,65	2,2 x10 ⁻¹⁶

*Puro: corresponde a la raza BON; cruzados: cebuinos con proporción de razas taurinas.

Tabla 2. Razón de momios para componentes racial, sexo, grupo etario, procedencia y hato asociada con la positividad para leucosis bovina en Risaralda

Variable	Comparación Nivel/referencia	OR	IC 95%	Valor p
Componente racial	Puro/cruzado	1,65	0,36-10,31	0,740
Sexo	Hembra/macho	1,75	0,22-80,22	1,000
Grupo etario	1/2	1,00	0,02-9,66	1,000
	1/3	0,19	0,00-2,24	0,172
	2/3	0,19	0,04-0,97	0,031*
Procedencia	La Virginia/Media	1,25	0,36-3,98	0,783
	Marsella/Media	1,55	0,26-6,60	0,457
	Pereira/Media	0,96	0,21-7,76	1,000
	Pueblo Rico/Media	0,00	0,00-2,14	0,214
Hato	A/media	1,30	0,22-5,48	0,715
	B/media	0,00	0,00-2,14	0,214
	C/media	1,55	0,26-6,60	0,457
	D/media	1,68	0,28-7,20	0,433
	E/media	0,96	0,21-7,76	1,000
	F/media	0,00	0,00-7,09	1,000

* Diferencias estadísticamente significativas entre las categorías grupo etario 2/3, para un Alfa = 0,05.

DISCUSIÓN

La leucosis bovina es una enfermedad que afecta a animales de cualquier edad, sexo y grupo racial, aunque algunas razas son más susceptibles que otras, y suele tener mayor prevalencia en bovinos lecheros especializados (2, 13, 18). La infección en algunas ocasiones es asintomática, genera bajas en la producción y un aumento en los costos de los tratamientos médicos, razón por la cual se hace necesario conocer el estado sanitario de los hatos para poder ejercer control y erradicación de esta enfermedad de importancia económica mundial (2, 7).

En Colombia se han estimado seroprevalencias muy contrastantes (10, 17–20), con valores que van desde 14,4% para la región Caribe (21), hasta el 73% en la Mesa de los Santos, Santander (22), lo que muestra la gran variabilidad que puede existir en las diferentes regiones y condiciones productivas del país. En este trabajo se obtuvo una prevalencia por PCR menor que en la mayoría de reportes en Colombia (6,90%) (10, 17–20), lo cual se puede explicar por el hecho de que se evaluaron animales doble propósito, en los que las prevalencias suelen ser menores (7, 19, 23). Además, en este estudio se incluyeron como puros animales de la raza BON, para los que previamente se ha reportado una influencia del componente racial BON en la resistencia a la infección con el virus (18). Asimismo, el otro componente racial correspondió a animales cruzados, mayoritariamente de sangre indicus, en los que también se han reportado menores prevalencias (2, 19).

En ganadería de leche especializada las prevalencias suelen ser mayores, por ejemplo, en un estudio realizado por Úsuga et al., en el 2018 (11), con muestras de Holstein del departamento de Antioquia, se encontró un 47,6% de positividad mediante PCR, un resultado distante de la prevalencia (6,90%) determinada para este estudio; aunque los autores muestran que la detección sobre la región Andina es variable, y puede ir en aumento y distribuirse por subregiones (11, 19, 23). De igual forma, en la región centro occidente de Colombia, donde se encuentra el departamento de Risaralda, se

reportó una prevalencia del 33,6% en búfalos de agua, que también son susceptibles al BLV, y podrían contagiar a los bovinos (7, 24). En el mundo se han encontrado prevalencias por PCR similares o incluso menores a las de este trabajo, como la reportada en Tailandia, donde las prevalencias fluctuaron entre un 5,3% y un 87,8%, de acuerdo con la población evaluada y la vocación productiva de los animales (25).

Es importante considerar que algunos de los trabajos epidemiológicos usan técnicas serológicas asociadas a la sero detección de anticuerpos (como los generados contra la proteína viral gP51) con técnicas como ELISA o inmunodifusión en agar, que dependen de factores individuales como el estado inmunológico, sanitario y la etapa de lactancia de los animales, entre otros. Además, no detectan directamente el virus, sino si los animales han tenido contacto reciente o anterior con este, a diferencia de la PCR que detecta la presencia del material genético del provirus. Todo esto hace que la sensibilidad y especificidad de las técnicas serológicas como ELISA sea menor que la PCR, a pesar de que anteriormente se consideraba como la técnica estándar de oro (*gold standard*) (2, 8, 11), por lo que se debe ser cuidadoso al comparar los estudios, ya que a menudo las técnicas de sero detecciones suelen dar positividades diferentes a la PCR, aunque depende de la sensibilidad del kit o protocolo serológico utilizado (11, 25).

Por otra parte, con respecto a los factores asociados a la positividad, los estudios que existen en Colombia sobre la leucosis bovina evalúan aspectos diferentes a los trabajados en este estudio. Por ejemplo, Hernández et al. (26) encontraron mayor presencia por PCR del BLV para las razas criollas como hartón del valle (83,3%) y chino santandereano (60%), lo cual difiere de lo encontrado en este trabajo, en el que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el tipo de ganado evaluado (puro o cruzado). Sin embargo, Usuga et al (18) encontraron un efecto del componente racial, con una mayor positividad en ganado puro holstein (55,9%), en comparación con animales cruzados con el ganado criollo BON (24%) o el BON puro (5%), en este último caso con prevalencias similares a las de

nuestro trabajo para el ganado puro BON (8,1 %) y el cruzado (5,1 %).

Con respecto al manejo es importante considerar que la prevalencia del 6,9 % es baja (similar entre machos y hembras), lo que hace que el control y erradicación de la enfermedad sea más fácil, sobre todo si se considera que, cuando la prevalencia de infección es inferior al 15 % de animales infectados, a menudo se recomienda identificar y eliminar la totalidad de estos animales y controlar aquellos nuevos que llegan al hato para evitar el aumento en la positividad (2, 7). La importancia de los resultados de este trabajo está en que antes no habían reportes para esta zona, lo que evita el establecimientos de programa de control y el manejo futuro de los animales que entran al departamento, con el fin de mantener un estado adecuado para la producción bovina en Risaralda y, aunque es complejo generalizar los resultados para este departamento, constituyen un punto de partida para entender la situación.

También en la literatura se reportan algunos factores de riesgo asociados a la presencia de la enfermedad, entre los que sobresalen malas prácticas como la reutilización de agujas, mangas de palpación, descornado con sierra o falta de control de moscas, lo cual es importante, porque suelen ser prácticas que pueden ser diferentes entre hatos (2, 11, 23). Sin embargo, en este trabajo no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes hatos evaluados.

Con respecto a los factores asociados, en un estudio realizado en Montería (Colombia), se encontró una seroprevalencia del 21 % para BLV, y no se encontraron efectos significativos de la raza, edad o estado reproductivo de los animales, pero sí de la zona, el tipo de explotación y el sexo (27). Lo anterior, coincide con el presente trabajo, es decir, no se encontraron diferencias significativas para el componente racial, aunque difiere en la significancia respecto a la edad y el sexo. Asimismo, en un estudio reciente en ganado BON de todo Colombia se encontró una seroprevalencia de 27,1 %, con variaciones entre 0 y 62,9 % entre hatos. Además, reportaron diferencias estadísticamente

significativas entre regiones y entre sexos (28), lo que difiere de lo reportado en el presente trabajo, aunque se debe considerar que Risaralda es un departamento pequeño, lo que podría indicar una mayor homogeneidad y cercanía entre las producciones ganaderas, mientras que en el trabajo mencionado se incluyeron hatos de varios departamentos de Colombia, donde la ganadería y las condiciones agroclimáticas suelen ser más contrastantes.

Finalmente, los resultados muestran que la mayor parte de los individuos encontrados como positivos correspondieron a animales mayores de 10 años, aunque muchos de los bovinos infectados por el BLV permanecen asintomáticos y la infección puede que no sea detectada, pues los índices de infección son relativamente bajos (2, 7) como los de este trabajo. Además, la mayor prevalencia en el grupo de animales mayores a 10 años es importante, ya que los bovinos infectados albergan el virus durante su vida útil y sirven como una fuente potencial de infección para otros animales (3). También, los resultados parecen sugerir que a mayor tiempo de vida, el animal tendrá mayor posibilidad de adquirir la infección en algún momento, lo que podría apoyarse con futuras investigaciones de tipo longitudinal. Lo que es claro es que los animales jóvenes tienen menor frecuencia de positividad, lo que podría indicar que no necesariamente está aumentando la prevalencia en la población y que existe baja incidencia; sin embargo, esto no se puede concluir de esta investigación, por lo que debe ser evaluado en trabajos de tipo longitudinal en el futuro, pero este es un punto de partida importante para el control y vigilancia de la enfermedad en el departamento de Risaralda.

CONCLUSIONES

El presente trabajo reporta la detección del BLV mediante técnicas de PCR para diferentes hatos en municipios de Risaralda, con una prevalencia general baja del 6,90 %, comparado con los reportes previos para el país. Además, detectó un factor de protección asociado al grupo etario de los individuos, lo que

implica un aporte en la determinación de la circulación del virus de la leucemia bovina en algunos hatos del departamento de Risaralda.

REFERENCIAS

- García ML. Manejo de Enfermedades del ganado de carne y leche. Curso del INCAPA. 2010. 22–39 p.
- Marawan MA, Alouffi A, El Tokhy S, Badawy S, Shirani I, Dawood A, et al. Bovine leukaemia virus: Current epidemiological circumstance and future prospective. Vol. 13, *Viruses*. 2021;13(11):2167. <https://doi.org/10.3390/v13112167>
- Gutiérrez SE, Lützelschwab CM, Barrios CN, Juliarena MA. Leucosis bovina: una visión actualizada. *Rev Inv Vet Perú*. 2020;31(3):1–28. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.16913>
- Gillet N, Florins A, Boxus M, Burteau C, Nigro A, Vandermeers F, et al. Mechanisms of leukemogenesis induced by bovine leukemia virus: prospects for novel anti-retroviral therapies in human. *Retrovirology*. 2007;4:18. <https://doi.org/10.1186/1742-4690-4-18>
- Pozzatti PN, Valentim TP, Bissi B, Casagrande FP, Martins CB. Leucose enzoótica bovina: Revisão literária *Pubvet*. 2010;4(32).
- Kohara J, Konnai S, Onuma M. Experimental transmission of Bovine leukemia virus in cattle via rectal palpation. *Jpn J Vet Res*. 2006;54(1):25–30.
- OIE. Leucosis bovina enzoótica. En: Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres. Office International Des Epizooties; 2019. p. 12.
- Santos MJD, Trono K, Lager I, Wigdorovitz A. Development of a PCR to diagnose BLV genome in frozen semen samples. *Vet Microbiol*. 2007;119(1):10–8. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.08.030>
- Wu D, Murakami K, Morooka A, Jin H, Inoshima Y, Sentsui H. In vivo transcription of bovine leukemia virus and bovine immunodeficiency-like virus. *Virus Res*. 2003;97(2):81–87. [https://doi.org/10.1016/S0168-1702\(03\)00222-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1702(03)00222-3)
- Motta-Delgado PA, Rivera-Calderón LG, Herrera-Valencia W, Martínez-Tovar RA, Londoño-Sánchez M, Rojas-Vargas EP, et al. Seroprevalencia del virus de la leucosis en bovinos del departamento del Caquetá, Colombia. *Rev Colomb Cienc Anim–RECIA*. 2019;11(2):722. <https://doi.org/10.24188/recia.v11.n2.2019.722>
- Úsuga-Monroy C, Echeverri-Zuluaga JJ, López-Herrera A. Detección molecular y serológica del virus de la leucosis bovina en una población de vacas Holstein, de Colombia. *Rev Mex Ciencias Pecu*. 2018;9(2): 387–399. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4232>
- Gao A, Kouznetsova VL, Tsigelny IF. Bovine leukemia virus relation to human breast cancer: Meta-analysis. *Microb Pathog*. 2020;149. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2020.104417>
- Erskine RJ, Bartlett PC, Byrem TM, Render CL, Febvay C, Houseman JT. Association between bovine leukemia virus, production, and population age in Michigan dairy herds. *J. Dairy Sci*. 2012;95(2):727–734. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4760>
- IDEAM. Atlas climatológico de Colombia [Internet]. 2023 [citado enero 16 de 2023]. <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>
- Miller SA, Dykes DD, Polesky HF. A simple salting-out procedure for extracting ADN from human nucleated cells. *Nucleic Acids Res*. 1988;16(3):1215. <https://doi.org/10.1093/nar/16.3.1215>
- Polat M, Takeshima S nosuke, Hosomichi K, Kim J, Miyasaka T, Yamada K, et al. A new genotype of bovine leukemia virus in South America identified by NGS-based whole genome sequencing and molecular evolutionary genetic analysis. *Retrovirology*. 2016;13. <https://doi.org/10.1186/s12977-016-0239-z>
- Hernández-Herrera DY, Posso-Terranova AM, Benavides JA, Muñoz-Flórez, Eduardo J, Giovambattista G, Álvarez-Franco LÁ. Detección del virus de la leucosis bovina en ganado criollo colombiano mediante PCR-anidado. *Acta Agron*. 2011;60(4):312–318.
- Úsuga-Monroy C, Echeverri JJ, López-Herrera A. El componente racial influencia la resistencia a la infección con el virus de la leucosis bovina. *Rev Fac Med Vet Zootec*. 2018;65(2):130-139. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n2.75632>
- Meza-Barreto G, Sanjuanelo-Corredor DW, Gallego-Marín MI. Detección molecular del virus de la leucosis bovina: un estudio por conglomerados en

- Colombia. *Cienc y Agric*. 2016;13(2):47–55. <https://doi.org/10.19053/01228420.v13.n2.2016.5552>
20. Ramírez Vásquez NF, Fernández Silva JA, Argaiz DV, Londoño Pino J, Chaparro Gutiérrez JJ, Olivera Ángel ME. Seroprevalence and risk factors of several bovine viral diseases in dairy farms of San Pedro de los Milagros, Antioquia, Colombia. *Rev CES Med Vet y Zootec*. 2016;11(1):15–25. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.11.1.2>
 21. Mariño O. Situación de la investigación en leucosis bovina en Colombia. *Rev ACOVEZ*. 1984;8(27):22–6.
 22. Carrero Rojas JL, Arévalo Martínez F, Tarazona Suárez A, Cepeda BM. Prevalencia de la seropositividad a la leucosis bovina mediante la técnica diagnóstica de ELISA indirecta en hatos lecheros situados en Mesa de los Santos, Santander. *Spei Domus*. 2009;5(11):6-11.
 23. Corredor-Figueroa AP, Salas S, Olaya-Galán NN, Quintero JS, Fajardo Á, Soñora M, et al. Prevalence and molecular epidemiology of bovine leukemia virus in Colombian cattle. *Infect Genet Evol*. 2020;80. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104171>
 24. Rincón Flórez JC, Peláez Peláez EA, Trejos Marín N, Echeverry López JC, González Corrales JC. Prevalencia del virus de la leucosis bovina en búfalos de agua en la región centro occidental de Colombia. *Rev Mex Ciencias Pecu*. 2021;12(2). <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5459>
 25. Lee EJ, Kim EJ, Ratthanophart J, Vitoonpong R, Kim BH, Cho IS, et al. Molecular epidemiological and serological studies of bovine leukemia virus (BLV) infection in Thailand cattle. *Infect Genet Evol*. 2016;41:245-254. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2016.04.010>
 26. Hernández A. Evaluación de la resistencia genética del ganado criollo hartón del valle al virus de la leucosis bovina en infección natural. *Aica* [Internet]. 2014 [citado enero 16 de 2023]; 4: 3–5. <https://shorturl.at/vIJK5>
 27. Betancur C, Rodas J. Seroprevalencia del virus de la Leucosis Viral Bovina en animales con trastornos reproductivos de Montería. *Rev MVZ Cordoba*. 2008;13(1). <https://doi.org/10.21897/rmvz.411>
 28. Saldarriaga-Saldarriaga A, Londoño M, González-Herrera LG, Rincón JC, López-Herrera A. Seropositivity for bovine viral diarrhea and enzootic bovine leukemia viruses in Blanco Orejinegro cattle in Colombia and infection associated-factors. *Rev Fac Med Vet y Zootec*. 2021;68(2). <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v68n2.98031>