

# Detección de anticuerpo tipo IgG contra *Borrelia burgdorferi* en bovinos de tres regiones de Colombia

Detection of IgG-type antibody against *Borrelia burgdorferi* in cattle from three regions of Colombia

Lucía Constanza Corrales Ramírez<sup>1</sup>, Blanyfer Jholany Rodríguez Peña<sup>2</sup>, Denisse Daniela Ríos Suarez<sup>3</sup>

## Resumen

**Objetivo.** Identificar la presencia de *Borrelia burgdorferi* por la técnica IFI en bovinos de tres regiones de Colombia, clasificar el vector y confirmar la presencia de las espiroquetas en FSP de los bovinos y de las garrapatas. **Métodos.** Para el estudio se tomaron muestras sanguíneas de la vena coccígea de 58 bovinos de los municipios de Sylvania en Cundinamarca y los municipios de Guavatá y San Vicente de Chucurí en Santander, para realizar la prueba inmunológica en suero. Igualmente se realizó la búsqueda de las espiroquetas en ESP de los bovinos y de la hemolinfa de las garrapatas mediante la coloración de Wright. **Resultados.** Se obtuvo una alta seropositividad en los animales estudiados. El vector por características morfológicas se clasificó en el género *Rhipicephalus microplus*, de la familia *Ixodidae*, garrapata con mayor incidencia en Colombia y mediante coloraciones especiales se evidenció la presencia de espiroquetas en las muestras de sangre de bovinos y hemolinfa de garrapatas. **Conclusión.** El país no cuenta con estudios de esta índole, lo cual es preocupante ya que se conoce que esta bacteria está implicada en la producción de abortos espontáneos en bovinos, y se puede transmitir como zoonosis por consumo de leche sin pasteurizar y por exposición a la picadura de su vector.

**Palabras clave:** enfermedad de Lyme, *Borrelia burgdorferi*, vectores de enfermedades, zoonosis.

1. Docente Programa Bacteriología y Laboratorio Clínico. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.  
CvLac: 000048264120121119123  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2398-348X>

2. Bacterióloga SSO 2883 en la ESE Sor Teresa Adele, Sede Puerto Rico Caquetá.  
CvLac: 000175798820201201957  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2809-8604>

3. Bacterióloga SSO de la Armada Nacional.  
CvLac: 000175831520201221424  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4843-9787>

Correspondencia: lcorrales@unicolmayor.edu.co

## Abstract

**Objective.** To identify the presence of *Borrelia burgdorferi* by the IIF technique in cattle from three regions of Colombia, classify the vector and confirm the presence of spirochetes in FSP of cattle and ticks. **Methods.** For the study, blood samples were taken from the coccygeal vein of 58 bovines from the municipalities of Sylvania Cundinamarca and the municipalities of Guavatá and San Vicente de Chucurí Santander, to carry out the immunological test in serum, as well as the search for spirochetes in FSP from bovine and tick hemolymph by Wright's stain. **Results.** A high seropositivity was obtained in the animals studied, the vector by morphometric characteristics was classified in the genus *Rhipicephalus microplus*, of the Ixodidae family, the tick with the highest incidence in Colombia and through special colorations the presence of spirochetes was evidenced in the samples of bovine blood and tick hemolymph. **Conclusion.** The country does not have studies of this nature, which is worrying since it is known that this bacterium is involved in the production of spontaneous abortions in cattle and can be transmitted as a zoonosis by consumption of unpasteurized milk and by exposure to the sting of its vector.

**Keywords:** Lyme disease, *Borrelia burgdorferi*, disease vectors, zoonosis.

## Introducción

La enfermedad de Lyme o mejor conocida como borreliosis, es causada por la bacteria *Borrelia burgdorferi* de la clase *spirochaetes*, es una zoonosis transmitida por garrapatas principalmente del género *Ixodes*. En la última década la enfermedad de Lyme se ha estudiado más ampliamente, dada su implicación como enfermedad zoonótica debido al calentamiento global, la variación climática, los procesos de globalización, los tratados de libre comercio y el turismo entre otros, son factores que probablemente favorecen el establecimiento de este proce-

so infeccioso en áreas geográficas libres del patógeno, generando aumento de los hospedadores, reservorios y vectores, lo cual conllevaría al incremento en la prevalencia de la enfermedad de Lyme; la cual hasta finales del siglo XX, se reconoció como infección emergente de gran importancia (1).

*B. burgdorferi*, es la espiroqueta causante de la denominada enfermedad de Lyme, que incluye al menos a 12 genoespecies alrededor del mundo y conforman el complejo *B. burgdorferi sensu lato* (2). Las espiroquetas del género *Borrelia* cuentan con 52 especies conocidas, se encuentran distribuidas en diversos ecosistemas del planeta, algunas

son de vida libre, otras colonizan una gran variedad de organismos vivos, sólo algunas son patógenas y se encuentran de forma natural en el tracto gastrointestinal (rumen, ciego, colon) de animales y humanos (3).

*B. burgdorferi* es una bacteria gramnegativa, de forma helicoidal, muy delgada, microaerófila, móvil, carece de lipopolisacáridos, y posee abundantes lipoproteínas de superficie (4), presentan una pared celular no rígida (5).

Las espiroquetas pertenecientes al complejo *B. burgdorferi* se distinguen morfológicamente de los demás géneros de esta familia por ser de mayor tamaño, poseer mayor número de flagelos periplasmáticos, que pueden estar presentes entre 15 y 20, responsables de su activa movilidad de rotación en contra de las manecillas del reloj; también presentan un menor número de espirales. Su morfología se caracteriza por presentar un cilindro protoplasmático rodeado por la membrana celular, esta especie es la más larga de las borrelias, (20 a 30 micras) y la más delgada (0,2 a 0,3 micras) (5, 6); su grosor hace que sea muy difícil visualizarla con o sin tinción mediante la microscopía convencional (7).

La Enfermedad de Lyme es multisistémica, que ha sido descrita en humanos, algunos animales de producción, domésticos y silvestres alrededor del mundo. En la ac-

tualidad se considera como enfermedad emergente que tiene varias presentaciones clínicas, y en la cual su signo característico es el eritema migratorio alrededor de la picadura de garrapata (1), las demás manifestaciones clínicas, pueden ser similares a las de otras enfermedades por lo que es necesario confirmarse con pruebas microbiológicas, inmunológicas o moleculares (8).

Esta enfermedad se ha descrito en diferentes lugares del mundo y se observa que la mayor frecuencia de casos se presenta en países de la Antigua Unión Soviética, Asia y Norte América. En un metaanálisis sobre la prevalencia de *Borrelia burgdorferi sensu lato*, en garrapatas *Ixodes ricinus* realizado en Europa, la identifico en 23 países, con tasas de infección más alta en Europa central y las genoespecies más comunes fueron *B. afzelii* y *B. garinii* (9). En Estados Unidos el mayor reporte ocurre en la costa noreste y en los estados norcentrales. La borreliosis de Lyme suele iniciar con el signo típico de eritema migrans que puede presentarse de tipo múltiple o pasar a enfermedad neurológica. Las manifestaciones tardías incluyen predominantemente artritis en América del Norte y acrodermatitis crónica atrófica (ACA) en Europa. El diagnóstico de la borreliosis de Lyme se basa en los signos y síntomas clínicos característicos, complementados con la confirmación serológica de la infección una vez que se ha generado una respuesta de anticuerpos (10).

La primera descripción de esta enfermedad correspondió a *Buchwald* en 1883, quien reportó una lesión atrófica de la piel, a la que posteriormente en 1902, Karl Herxheimer y Kuno Hartmann la llamaron acrodermatitis crónica atrófica (ACA). A principios del siglo XX, Benjamin Lipschutz y Arvid Afzelius hicieron las primeras descripciones del eritema crónico migrans (ECM), que se caracteriza por una placa eritemato-violácea, indolora, que crece de manera centrífuga mientras su centro se aclara (10).

En Europa, Benjamín Lipschitz, dermatólogo judío en el año de 1912, trabajando en Viena observó eritema crónico migrans en una mujer de 29 años y posteriormente el 19 de noviembre del 1913 presentó este caso junto con un segundo caso, en la reunión de la Sociedad Dermatológica de Viena. Posteriormente Garin y Bujadoux, en 1922 reportaron una paciente picada por garrapata que presentó el eritema y posteriormente desarrolló dolor radicular con parálisis de un brazo y pleocitosis del líquido cefalorraquídeo (LCR) (11).

Casi 70 años después de que se hicieran las primeras descripciones del ECM, se reconoció la artritis de Lyme, cuando en 1975 se estudiaron un total de 51 pacientes con diagnóstico de artritis reumatoide juvenil residentes de tres comunidades de la ciudad de Connecticut, en Estados Unidos (Old Lyme, Lyme y East Haddam) (7).

En 1982 el entomólogo Willy Burgdorfer obtuvo sangre del tubo digestivo de una garrapata *Ixodes dammini* que fue recolectada de una región de Estados Unidos (Shelter Island, New York), y observó que se encontraba repleta de espiroquetas que sospechó podrían ser el agente causal de la enfermedad, posteriormente demostró que estas espiroquetas generaban lesiones características, observación que logró experimentando con conejos picados con garrapatas infectadas con las espiroquetas aisladas de sangre y líquido cefalorraquídeo de enfermos de Lyme (12). En el año de 1983, R.C. Johnson demostró que este microorganismo era una nueva especie de espiroqueta del género *Borrelia*, basándose en las características ultraestructurales y el análisis del ADN (11).

En la actualidad es una de las enfermedades infecciosas más prevalentes transmitida por artrópodos, hasta la fecha se han notificado algunos reportes de casos en países sudamericanos y centroamericanos como Perú, Brasil, Chile, Argentina, Bolivia, Venezuela y México. En Colombia, existen pocos estudios sobre esta enfermedad, así como de otras enfermedades transmitidas por picaduras de garrapatas y se desconoce su verdadero impacto en la salud pública. Al buscar reportes de casos de la enfermedad de Lyme en Colombia, se encontró el reporte de un caso en el año de 1994, siendo este el primer caso de enfermedad de Lyme

diagnosticado en el país, donde la paciente presentó eritema migratorio crónico y una prueba serológica específica positiva(13).

Los estudios que se han realizado en Colombia han sido a poblaciones de caninos, ya que las poblaciones caninas son susceptibles a la mayor parte de los patógenos transmitidos por las garrapatas que infectan los mamíferos, incluyendo los seres humanos, por lo que los perros son grandes reservorios y centinelas adecuados para las enfermedades infecciosas y zoonóticas (14, 15).

En este tipo de enfermedad el agente patógeno encuentra que la primera barrera de defensa física es la piel, muy eficiente en la protección, pero si existe herida, trauma o picadura de un vector tipo artrópodo, se vulnera y en el caso de la enfermedad de Lyme, *B. burgdorferi* penetra, pasa a la segunda barrera física conformada por las mucosas, desde donde se facilita su diseminación por el sistema linfocirculatorio.

También se han reportado casos que cuando se ingieren las garrapatas infectadas pueden llegar al sistema digestivo. (15). Existe un complejo entorno fisiológico que encuentran las espiroquetas dentro de las garrapatas Ixodes y los factores genéticos que utiliza para infectar, persistir y transmitirse con éxito desde el vector (16).

La espiroqueta interactúa con numerosos tejidos y condiciones ambientales distintos

durante su ciclo infeccioso, y parece poseer una capacidad limitada para percibir su entorno externo, aspecto que se está estudiando mediante investigaciones detalladas de los mecanismos moleculares mediante los cuales *B. burgdorferi* controla la producción de factores asociados a la virulencia, como las proteínas de superficie externa Erp. De tal forma que los resultados obtenidos han llevado al desarrollo de un modelo que explica cómo *B. burgdorferi* controla la expresión de sus diversas proteínas, donde estados fisiológicos y metabólicos específicos en fases específicas del ciclo infeccioso desencadenan cambios en los niveles de expresión génica y proteica (17).

El genoma de esta bacteria es relativamente pequeño, lo que probablemente refleja su estilo de vida como parásito obligado y tiene varias características comunes, como poseer un cromosoma lineal y una gran cantidad de moléculas de ADN más pequeñas (plásmidos), algunas de las cuales son lineales y otras circulares (18, 19). Además, se ha demostrado que varios genes codificados por plásmidos son necesarios para la infectividad o la persistencia en la garrapata o en el huésped mamífero y los genes necesarios para la infectividad o la persistencia dentro de los huéspedes vertebrados (20) y se conocen como ospC y vlsE, que pueden variar significativamente tanto a nivel de nucleótidos como de aminoácidos (21, 22). Contiene ornitina como componente aminoácido presente en el peptidoglucano

y además de los plásmidos, posee las proteínas de superficie Osp A y Osp B, y puede sobrevivir sin hierro el cual sustituye por manganeso (15).

En *B. burgdorferi* no se reconoce un sistema que le permita sintetizar nucleótidos, aminoácidos, ácidos grasos, cofactores o enzimas (23), lo que explica por qué requiere un medio específico en substratos para su desarrollo *in vitro*, necesitan ácidos grasos de cadena larga para su desarrollo y su principal fuente de carbono y energía son los hidratos de carbono, a partir de los cuales obtienen ácido láctico (15).

Por su parte los flagelos son estructuras altamente conservadas e inmunogénicas del sistema inmunitario del hospedero. De acuerdo con estudios, cuando *B. burgdorferi* infecta un hospedador, varios componentes de la respuesta inmune innata pueden reconocer la bacteria y actuar para controlar el número de bacterias infectantes, tal como sucede con las células presentadoras de antígenos tipo macrófagos y células dendríticas en tejidos periféricos que reaccionan a la picadura de la garrapata (15). Estas células migran posteriormente a los ganglios linfáticos y estimulan las células T y células B (23, 24). El complemento también puede ayudar a controlar el número de bacterias por medio de la opsonización y de esta forma facilitar la fagocitosis o la eliminación directa por la vía alterna, sin embargo, en la mayoría de los casos, este proceso no

es efectivo para eliminar por completo el agente infeccioso (25,26).

*B. burgdorferi* infecta a una amplia gama de animales vertebrados, incluidos lagartijas, aves y mamíferos entre los que se encuentran bovinos y equinos, de los cuales se han realizado estudios en diferentes países (27,28), particularidad que permite sospechar que también se pueda encontrar en bovinos de Colombia.

Las garrapatas del género *Ixodes* transmiten *B. burgdorferi* entre huéspedes y son los únicos agentes naturales a través de los cuales se ha demostrado que los humanos se infectan. La distribución geográfica de la enfermedad de Lyme depende de los hospedadores y la garrapata. En el noreste y medio oeste de los Estados Unidos, la principal especie que se relaciona con la enfermedad humana es *Ixodes scapularis* y en los estados del oeste *I. pacificus* (28). Por su parte la enfermedad de Lyme europea y asiática se relaciona con *I. ricinus* y la *I. persulcatus* (29, 30).

Las garrapatas obtienen las espiroquetas a partir de los reservorios infectados durante su alimentación larvaria (29). Después de mudar a la etapa de ninfa, las garrapatas infectadas se alimentan de una amplia gama de animales, los cuales entran al ciclo como nuevos reservorios, y cuando las ninfas mudan a la etapa adulta, se alimentan exclusivamente de mamíferos más grandes, que a

menudo no son hospedadores competentes para *B. burgdorferi* (29). Se ha demostrado que la tasa de infección es significativa-

mente mayor en adultos que en ninfas y en hembras que en machos (9).

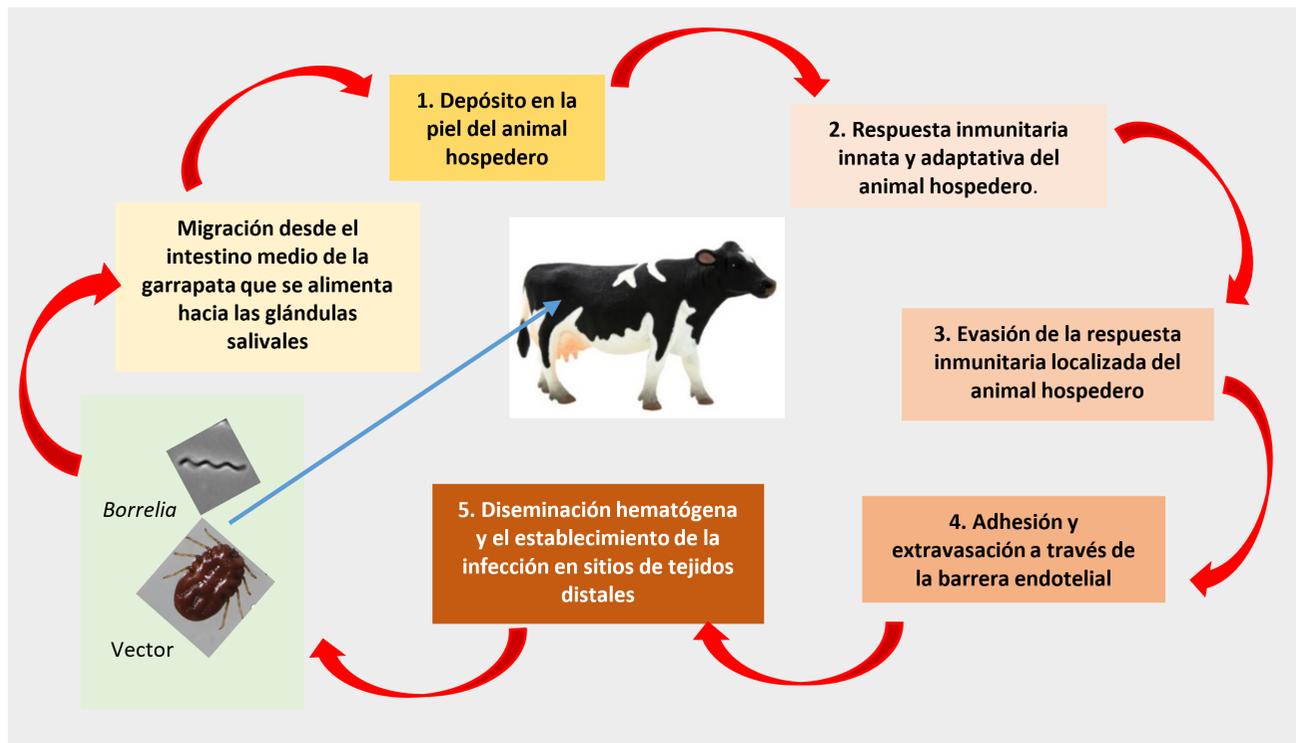


Figura 1. Ciclo epidemiológico de la infección por *Borrelia burgdorferi* en la enfermedad de Lyme.

El vector del microorganismo se encuentra también en África y Sur América, pero en estas regiones la enfermedad de Lyme es poco reportada debido a la falta de diagnóstico oportuno y a las bajas condiciones socioeconómicas y tecnológicas para la detección de este tipo de enfermedades, a pesar de la presencia de casos. Brasil, es uno de los países en donde se realizan constantes estudios epidemiológicos dadas la incidencia e implicaciones que conlleva la enfermedad tanto en humanos como en animales (31). Lamentablemente, en Colombia son pocos los estudios que se han

realizado y los que se han llevado a cabo solo han llegado a nivel investigativo específicamente en humanos y caninos pues los entes gubernamentales como el Instituto Colombiano Agropecuario y el Instituto Nacional de Salud no han realizado estudios epidemiológicos de este microorganismo, por esta razón se desconoce su importancia epidemiológica.

Esta enfermedad es la protagonista de diferentes cuadros clínicos por lo cual se le da el sobrenombre de la “gran imitadora”, en los humanos puede pasar desapercibida o

presentar anormalidad con cuadros reumáticos, neurológicos y cardíacos, sin olvidar el eritema migrans como signo epidérmico más representativo (32).

En los bovinos en su gran mayoría se presenta de manera subclínica, sin embargo, algunos estudios han confirmado la presencia de la espiroqueta en sangre, calostro, leche, líquido sinovial y tejidos fetales, aspectos que le atribuyen importancia en la producción, pues se ha demostrado que *Borrelia* está implicada en los abortos espontáneos y existe la posibilidad de contagio a los humanos por el consumo de leche sin pasteurizar (33).

La razón que lleva a realizar esta investigación es conocer la presencia del patógeno en bovinos en el país y de esta manera contribuir con la salud pública y el campo de la veterinaria, para lo cual se indagará sobre la presencia de este patógeno en bovinos de diferentes regiones, mediante la detección de anticuerpos IgG específicos, ya que Colombia por ser un país tropical, posee las temperaturas y condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de los artrópodos vectores de este microorganismo.

## Materiales y métodos

**Muestra:** 58 bovinos de tres regiones de Colombia, Tabla 1.

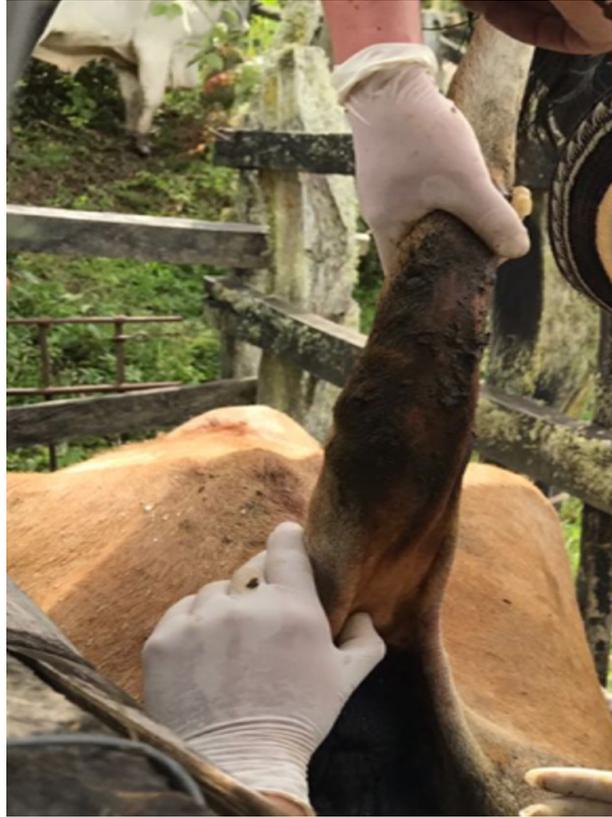
**Tabla 1.** Ubicación geográfica de la población muestreada.

Departamento	Municipio	Ubicación	Condiciones Climáticas	Número de animales muestreados
Cundinamarca	Silvania	4°24'12"N 74°23'17"O	23 °C, 70 % de humedad	20
Santander	Guavatá	5° 57' 34" N 73° 41'09"W	20 °C, 72 % de humedad	20
Santander	San Vicente de Chucurí	6°52'55"N 73°24'43"O	28 °C, 58 % de humedad	18

### Toma de muestra sanguínea

Esta muestra se realizó de la vena coccígea, ubicada en la cola del bovino, a nivel del espacio entre las vértebras coccígeas ya que es de fácil acceso, tiene un menor riesgo para el animal y el profesional que

realiza la venopunción. Para la búsqueda de espiroquetas en sangre periférica se extrajo sangre al vacío en tubo tapa lila con anti-coagulante y en tubo seco o tapa roja para la obtención de suero para la detección y semicuantificación de IgG.



**Figura 2.** Posición vertical de la cola y palpación de la vena



**Figura 3.** Extracción de sangre.

### **Obtención de Hemolinfa de las garrapatas**

Mediante punción con el estilete o aguja fina en el artrópodo hembra pletorizada, inmovilizando el artrópodo con unas pinzas y realizando punción en la cutícula suave debajo del escudo dorsal en la parte distal. A la hemolinfa recolectada, se le realizó frotis, se coloreó con Wright y se observó al microscopio.

### **Identificación taxonómica de garrapatas mediante clave.**

Los vectores de la enfermedad de Lyme pertenecen a la Familia *Ixodidae* (garrapatas duras), al revisar la literatura se encuentra que los géneros más comunes son *Ixodes* y *Amblyomma*, siendo el género *Ixodes* el principal vector de la enfermedad de Lyme a nivel mundial (34). Los artrópodos se recolectaron en recipientes plásticos y se transportaron a los laboratorios de la universidad proporcionándoles las condiciones de humedad y temperatura adecuadas.

La identificación taxonómica de las garrapatas obtenidas de los bovinos en las tres regiones, se realizó mediante esteroscopio para la visualización de las diferentes partes anatómicas del vector y así analizar paso a paso lo establecido en las claves taxonómicas (35). En este proceso se contó con la ayuda de un experto entomólogo y las

claves obtenidas en la página <http://www.animaldisease.org> TIK-Tick Identification Key (36), la cual brinda ilustraciones fotográficas, para realizar la comparación cualitativa con los vectores recolectados.

### **Detección de anticuerpos tipo IgG para *Borrelia burgdorferi***

Se realizó a partir de los sueros obtenidos de los bovinos muestreados, utilizando el kit comercial *Borrelia burgdorferi* IFA IgG Antibody Kit de la casa comercial Fuller Laboratories, por la técnica IFI inmunoensayo de fluorescencia indirecta.

## **Resultados**

### **Descripción de la población bovina muestreada.**

La población de bovinos del estudio pertenece a tres regiones diferentes del país, las cuales cuentan con condiciones climáticas y ambientales muy similares, estos lugares presentan un clima templado, con una temperatura promedio entre los 20 a 25 °C, la cual es ideal para el desarrollo del vector que trasmite esta espiroqueta. Los animales objeto del estudio, eran utilizados en las fincas para doble propósito (carne y leche); los bovinos se clasificaron en diferentes razas y cruces como Normando, Holstein, Cebú, Brahma rojo y criollo.

Los mayordomos de las fincas indicaron que a los bovinos se les aplicaba Ivermectina cada tres meses la cual es usada como antiparasitario, igualmente se les practicaba vacunación cada seis meses contra la fiebre aftosa y el carbunco y periódicamente eran bañados para evitar la propagación de vectores.

Los antecedentes de importancia que presentaron los bovinos en los últimos tres meses en los tres lugares estudiados fueron, mastitis, hematuria, presencia de nuches y garrapatas, tripanosomiasis conocida en el común como renguera y diarreas generalmente por consumo de aguas estancadas.

### **Resultados serológicos procesados con la técnica de inmunofluorescencia indirecta IFI.**

En las tablas número 2, 3 y 4 se encuentran los datos de los bovinos muestreados con sus respectivos códigos y el resultado que se obtuvo de la prueba IFI. El porcentaje total de positividad en los 58 bovinos fue del 89,65% y el porcentaje de muestras negativas fue de 10,35%, estos resultados se obtuvieron cualitativamente mediante la comparación con los controles positivos en las diluciones de 1/256, 1/ 512 y 1/1024, propuestas en el protocolo de montaje de la prueba.

**Tabla 2.** Datos de los bovinos muestreados en Guavatá.

GUA VATÁ				
Código	Identificación	Resultado	Dilución 1/	Antecedentes
GUB1	1	Positivo	1024	Quiste Folicular, no preñez, nuches y garrapatas
GUB2	2	Positivo	512	nuches y garrapatas
GUB3	5	Positivo	512	nuches y garrapatas
GUB4	6	Positivo	512	nuches y garrapatas
GUB5	8	Positivo	256	Enfermedad viral, retraso en el crecimiento, nuches y garrapatas, problemas de coagulación
GUB6	10	Positivo	512	Nuches y garrapatas
GUB7	11	Negativo	negativo	Nuches y garrapatas
GUB8	13	Positivo	256	Nuches y garrapatas
GUB9	14	Negativo	negativo	Nuches y garrapatas
GUB10	15	Positivo	512	Nuches y garrapatas
GUB11	16	Positivo	512	Nuches y garrapatas
GUB12	17	Positivo	512	Nuches y garrapatas
GUB13	18	Positivo	1024	Nuches y garrapatas
GUB14	19	Positivo	512	Nuches y garrapatas
GUB15	22	Positivo	1024	Nuches y garrapatas
GUB16	24	Negativo	negativo	Nuches y garrapatas

GUAVATÁ				
Código	Identificación	Resultado	Dilución 1/	Antecedentes
GUB17	28	Positivo	512	Nuches y garrapatas
GUB18	30	Positivo	negativo	Nuches y garrapatas
GUB19	33	Positivo	512	Nuches y garrapatas
GUB20	34	Positivo	256	Diarrea y anemia, nuches y garrapatas

**Tabla 3.** Datos de los bovinos muestreados en Silvania.

SILVANIA				
Código	Identificación	Resultado	Dilución 1/	Antecedentes
SLB 21	132	Positivo	512	Heces líquidas y garrapatas
SLB 22	133	Negativo	negativo	no garrapatas
SLB 23	134	Positivo	512	hematuria, no garrapatas
SLB 24	135	Positivo	512	papiloma viral, y garrapatas
SLB 25	136	Positivo	512	Garrapatas
SLB 26	137	Positivo	1024	Papiloma viral y garrapatas
SLB 27	138	Positivo	256	Garrapatas
SLB 28	139	Positivo	512	Garrapatas
SLB 29	140	Positivo	256	no garrapatas
SLB 30	141	Positivo	512	Garrapatas
SLB 31	142	Positivo	512	Garrapatas
SLB 32	143	Positivo	1024	No garrapatas
SLB 33	144	Positivo	1024	No garrapatas
SLB 34	145	Positivo	512	No garrapatas
SLB 35	146	Positivo	256	Garrapatas
SLB 36	444	Positivo	1024	Nuches y garrapatas
SLB 37	368	Positivo	1024	Nuches y garrapatas
SLB 38	440	Positivo	256	Nuches y garrapatas
SLB 39	24	Positivo	256	Garrapatas
SLB 40	50	Positivo	512	Nuches y garrapatas

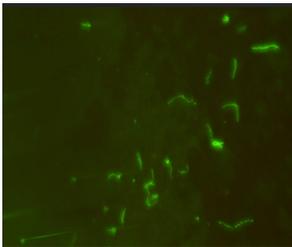
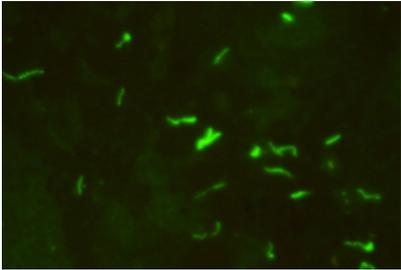
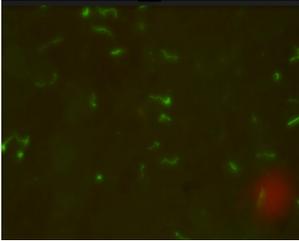
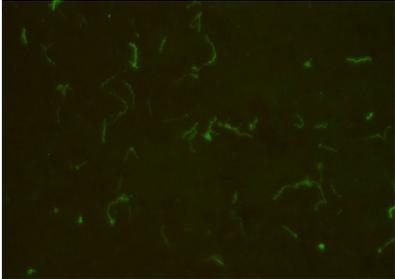
**Tabla 4.** Datos de los bovinos muestreados en San Vicente de Chucurí.

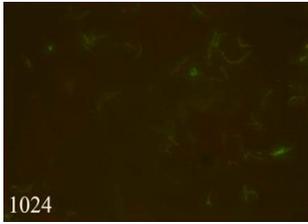
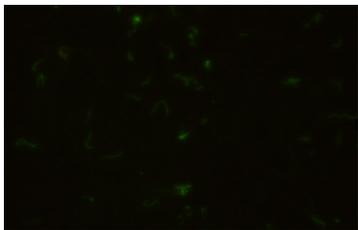
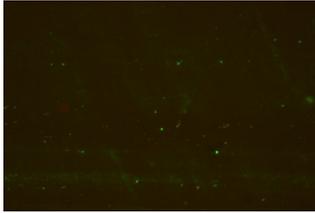
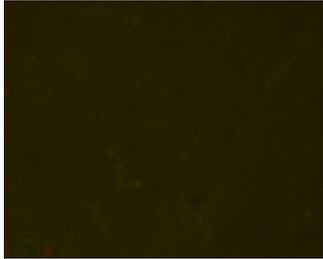
SAN VICENTE DE CHUCURÍ				
Código	Identificación	Resultado	Dilución 1/	Antecedentes
SV.B 41	4236	Positivo	256	Nuches y garrapatas
SV.B 42	4230	Positivo	512	Nuches y garrapatas
SV.B 43	4234	Positivo	512	Nuches y garrapatas

SAN VICENTE DE CHUCURÍ				
Código	Identificación	Resultado	Dilución 1/	Antecedentes
SV.B 44	Paloma	Positivo	1024	Nuches y garrapatas
SV.B 45	Damisela	Positivo	512	Nuches y garrapatas
SV.B 46	Hortencia	Negativo	Negativo	Nuches y garrapatas
SV.B 47	La parda	Positivo	256	Nuches y garrapatas
SV.B 48	239-1	Positivo	256	Nuches y garrapatas
SV.B 49	501	Positivo	512	Nuches y garrapatas
SV.B 50	352-4	Positivo	1024	Nuches y garrapatas
SV.B 51	6521	Positivo	256	Nuches y garrapatas
SV.B 52	6643	Positivo	256	Nuches y garrapatas
SV.B 53	Jersey	Positivo	1024	Nuches y garrapatas
SV.B 54	Negra	Positivo	512	Nuches y garrapatas
SV.B 55	Tabarca	Positivo	256	Nuches y garrapatas
SV.B 56	2	Positivo	1024	Nuches y garrapatas
SV.B 57	Pardo	Positivo	512	Nuches y garrapatas
SV.B 58	344	Positivo	256	Nuches y garrapatas

A continuación, se presentan fotografías de las muestras procesadas en las diferentes diluciones, Tabla 5.

**Tabla 5.** Fotografías de las fluorescencias obtenidas en algunas de las muestras procesadas en las diferentes diluciones

Dilución	Controles IFI	IFI muestras
1/256		GUB.5- Guavatá 
1/512		SV.B 42- San Vicente de Chucurí 

Dilución	Controles IFI	IFI muestras
1/1024	 1024	S.I.B 36- Sylvania 
Negativo		G.U.B7-Guavatá 

A continuación, se presenta la figura 4, con los resultados obtenidos en los controles

positivos y negativo y las muestras en las diferentes diluciones (1/256, 1/512, 1/1024)



**Figura 4.** Resultados obtenidos en los controles positivos y negativo y las muestras en las diferentes diluciones (1/256, 1/512, 1/1024) .

En la figura 5, se presentan los resultados comparativos en las tres poblaciones de bo-

vinos muestreadas en relación con la positivas y negatividad.



**Figura 5.** Resultados de los sueros bovinos mediante la técnica inmunológica IFI.

La tabla 6 describe en porcentaje los resultados obtenidos como positivos en los diferentes títulos de dilución en las tres poblaciones de bovinos muestreados

**Tabla 6.** Porcentaje de los resultados de los sueros bovinos mediante la técnica inmunológica IFI.

Municipio	Título 1/256	Título 1/512	Título 1/1024	Negativo
Sylvania	5 (25%)	9 (45%)	5 (25%)	1 (5%)
Guavatá	2 (10%)	11 (55%)	3 (15%)	4 (20%)
San Vicente de Chucurí	7 (38.88%)	6 (33.33%)	4 (22.22%)	1 (5.55%)

### **Resultados clasificación taxonómica de los vectores recolectados**

Al realizar la clasificación taxonómica de los vectores recolectados se obtuvo que pertenecen a la especie *Rhipicephalus microplus*, miembro de la familia *Ixodidae* (garrapatas duras) que anteriormente se conocía a esta como *Boophilus microplus*, pero recientemente *Boophilus* se ha convertido en un subgénero del género *Rhipicephalus* (37).

patas duras) que anteriormente se conocía a esta como *Boophilus microplus*, pero recientemente *Boophilus* se ha convertido en un subgénero del género *Rhipicephalus* (37).



**Figura 6.** Vector recolectado de los bovinos muestreados clasificado como *Rhipicephalus microplus*.

Las garrapatas encontrados en los bovinos pertenecen a la familia *Ixodidae* o también conocidas como garrapatas duras, dado que poseen **scutum**, que corresponde a una lámina dura en su parte dorsal, lo cual es el principal indicador de esta familia; este **scutum** deja de ser evidenciado en su etapa adulta, los vectores recolectados se encontraban en su mayoría en una etapa de vida adulta ya que presentaban ocho patas y sus genitales eran visibles, el surco anal de estos vectores es poco visible y al observarlos desde la vista dorsal sus ojos están presentes, el **palpi** conocido como la parte de la pieza bucal compuesta de cuatro segmen-

tos, tiende a ser más ancha que larga que es característico del género *Rhipicephalus*, en la parte inferior de la espalda desde la vista dorsal, se observa en su parte terminal lisa, lo que indica que es del género *Boophilus* (37, 38).

Por lo anterior se concluye que los vectores recolectados pertenecen a los géneros *Rhipicephalus* y *Boophilus* al revisar la literatura se encuentra que *Rhipicephalus microplus* (anteriormente conocida como *Boophilus microplus*) es considerada la garrapata más importante del ganado bovino en Colombia, y en el mundo.

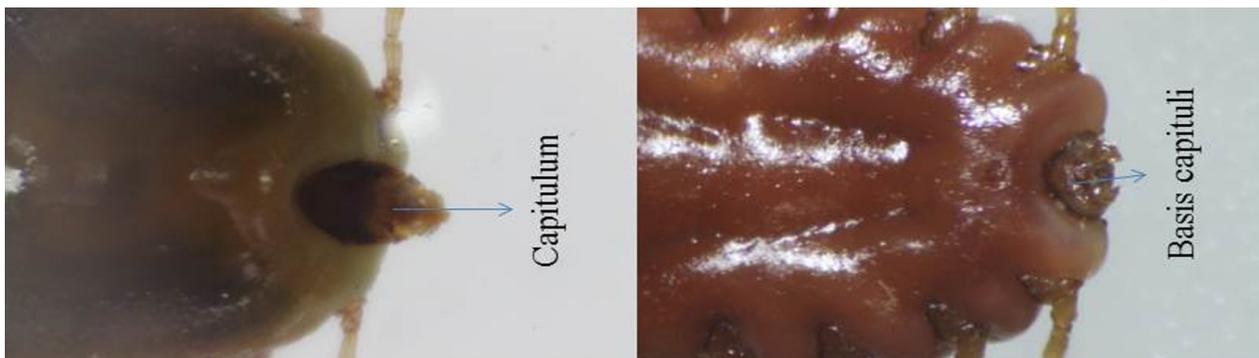




Figura 7. Morfología de la garrapata *Rhipicephalus microplus*.



Figura 8. Vectores recolectados A. Garrapatas de Guavatá, B. Garrapatas de Silvania, C. Garrapatas de San Vicente de Chucuri.

### **Resultado de los frotis de sangre periférica de los bovinos y extendidos de sangre de los vectores.**

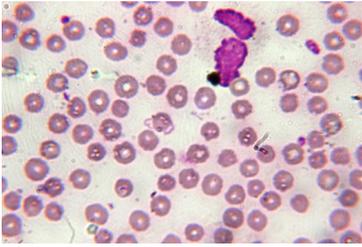
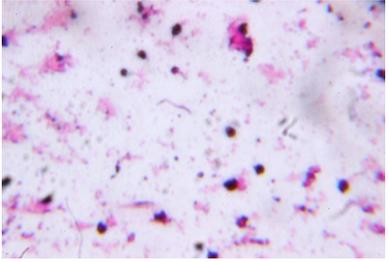
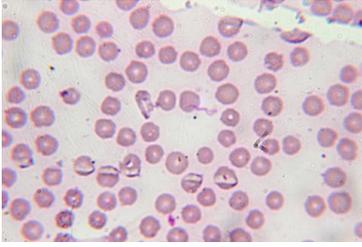
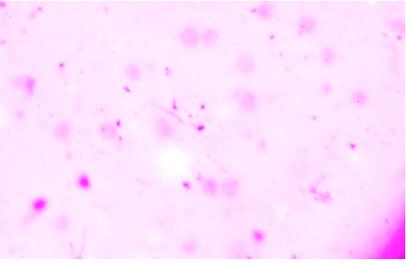
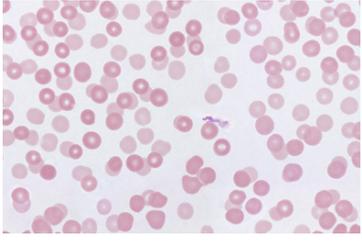
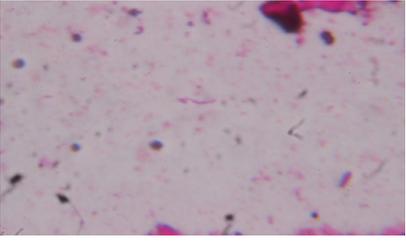
A los FSP de los bovinos se les realizó la coloración de Wright, para observar microscópicamente estructuras similares a la morfología de la espiroqueta estudiada, de igual forma se realizaron extendidos de la hemolinfa obtenida de los vectores recolectados, las cuales fueron teñidas con colorantes de Wright y Echyó-Riv.

La visualización de las espiroquetas en el FSP de los bovinos no fue fácil, dado que es una de las más delgadas y se requiere que el animal este en proceso febril para encontrar mayor concentración de ellas en circulación, y en la hemolinfa de las garrapatas se debe diferenciar de muchos artefactos que aparecen a partir de la lisis de las cé-

lulas sanguíneas y otros elementos propios de esta secreción. Pese a estas limitaciones se obtuvieron muestras positivas donde se

logró visualizar la presencia de la espiroqueta, como se observa en las fotos que se muestran a continuación.

**Tabla 6.** Observación de la espiroqueta en frotis de sangre de bovinos y de hemolinfa de los vectores encontrados en la población bovina.

Código	FSP de Bovinos	Garrapatas presentes en los bovinos	Extendido de hemolinfa de las garrapatas
GUB5			
SLB 27			
SVB 47			

## Discusión

Los propietarios de las fincas que se escogieron para realizar el estudio dieron su consentimiento y colaboraron en el proceso de la toma muestras; la población bovina muestreada corresponde a pequeñas ganaderías con diversidad de razas y no tecnificadas, esta última característi-

ca puede generar mayor susceptibilidad a diferentes enfermedades e infestación de ectoparásitos.

La identificación de las poblaciones de bovinos susceptibles se realizó mediante acercamiento a varias fincas, proceso en el cual se socializó el proyecto con los propietarios, los cuales aceptaron participar en el

estudio, con el compromiso de que se les informara los resultados obtenidos y se tuvieran todos los cuidados al realizar la toma de muestra preservando la salud y bienestar del animal. Las fincas que participaron en el estudio se localizan en: el municipio de Sylvania Cundinamarca, cerca de la capital colombiana, los otros dos municipios Guavatá y San Vicente de Chucurí se encuentran en el departamento de Santander, que en tiempo de desplazamiento corresponden a 2, 4 y 8 horas de Bogotá respectivamente. Su ubicación permitió tener tres puntos geográficos con clima similar pero diferentes en topografía, para así observar el comportamiento y adaptación del vector.

La prueba inmunológica para detectar *B. burgdorferi* demostró la presencia de anticuerpos de memoria IgG, con un porcentaje positivo del 89,6% en el total de bovinos muestreados. La presencia de anticuerpos IgG implica que ha ocurrido contacto entre el bovino y la espiroqueta en algún momento de la vida. Con relación con los resultados positivos de acuerdo con la revisión de la literatura, se considera que existe una verdadera infección desde la dilución 1/64, como lo respaldan los estudios referenciados en la prueba inmunológica *Borrelia burgdorferi* IFA IgG Antibody Kit.

La positividad en la dilución 1/512 con un 44,8%, puede estar relacionado con una infección aguda o relativamente reciente, la cual generalmente se acompaña con tí-

tulos elevados. Los anticuerpos de clase IgG se desarrollan de la 4<sup>ta</sup> a la 8<sup>va</sup> semana del comienzo de la infección y alcanzan su máximo al cabo de 4 a 6 meses, y permanecen elevados en individuos con infección crónica (38-39).

Los resultados positivos en la dilución 1/256, que corresponden al 24.1%, indican que el animal se encuentra en los primeros meses de la infección, donde se está disminuyendo la producción de IgM y aumentando la producción de anticuerpos de memoria; generalmente en esta etapa la infección es subclínica.

De otro lado los resultados positivos en la dilución 1/1024, fueron los de menor porcentaje con 20,6%, lo cual equivale a una alta cantidad de anticuerpos de memoria, lo cual se asocia con una infección crónica (40). El porcentaje de bovinos con resultado negativo fue bajo. Sin embargo, pese a estar negativos, estos animales al convivir con los animales infectados, tienen la posibilidad de entrar en contacto con el vector y en pocas semanas o meses podrían encontrarse con *B. burgdorferi*.

En Colombia no se encuentran estudios sobre la presencia de dicho microorganismo en bovinos, por esta razón no hay una descripción de la sintomatología en esta especie animal, sin embargo, en países como Brasil, España y Estados Unidos donde es frecuente esta infección, refieren

como sintomatología en este hospedero: edema de articulaciones, pérdida de peso, postración y aborto, entre otros síntomas y en éstos mismos estudios se ha demostrado que la detección mediante IFI y ELISA indirecta, son técnicas satisfactorias para la detección de anticuerpos contra *B. burgdorferi*. (3, 41); es de resaltar que algunos estudios reportan que aunque se observa una respuesta celular y humoral después de una infección con la bacteria *Borrelia*, estos patógenos persisten viables en el hospedero (42,43).

De acuerdo con la revisión de los antecedentes de los animales muestreados, no se encontraron datos similares a la sintomatología reportada en los estudios revisados, sin embargo, si se observó una alta incidencia de anemia, la cual se relaciona con la presencia de ectoparásitos.

Por otro lado, en países europeos como Francia donde se realizan importantes estudios epidemiológicos, en la búsqueda de determinar el estado serológico del ganado vacuno con relación a la borreliosis de Lyme, emplean técnicas como inmunofluorescencia indirecta, donde no se busca realizar correlación clínica, si no que se estableció como objetivo conocer la prevalencia serológica sin preocuparse por aspectos clínicos ya que esta es una enfermedad endémica en diferentes países de Europa (43,44). De igual forma en Egipto se realizó un estudio para investigar la infección por

*B. burgdorferi* como una zoonosis emergente desatendida, en el cual se analizaron 92 muestras de animales, garrapatas y humanos por cultivo, PCR y/o serodetección, obteniéndose resultados positivos (45).

El principal vector que transmite la *Borrelia* encontrado en la literatura, son las garrapatas duras del género *Ixodes* donde se encuentran las especies *I. scapularis* e *I. ricinus*. En las áreas donde se realizó el presente estudio no se encontró esta especie la cual no es común en Colombia, sin embargo, el vector que se encontró en los diferentes sitios de muestreo fue la garrapata dura pertenecientes al género *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*, que es el artrópodo de mayor prevalencia en bovinos de Colombia, se conoce como garrapata común del ganado y se ha registrado que esta especie por los efectos colaterales del calentamiento global, ha prosperado en varias áreas del país con altitudes superiores a las que puede sobrevivir este vector, lo que sugiere que se adapta a diferentes condiciones geográficas, como por ejemplo en el altiplano Cundiboyacense.

Esto genera preocupación, ya que esta región tiene una gran importancia en la ganadería para producción de leche y al llegar este microorganismo puede generar problemas en la producción y conllevar a pérdidas económicas; por lo tanto, es importante el control oportuno de esta espiroqueta y su vector (46). El estudio de vectores también

es considerado un aspecto muy importante en la ocurrencia, transmisión y control de enfermedades infecciosas y entre ellos las garrapatas como se reporta en el estudio realizado Región Autónoma de Xinjiang Uygur, China (47).

Recientes estudios han detectado que esta espiroqueta mediante una cuidadosa modulación de su expresión génica se ha adaptado a cambios ambientales y nutricionales que ocurren cuando se transmite entre los dos huéspedes, de tal forma, que las interacciones distintivas entre la espiroqueta y su huésped acontecen en cada etapa del ciclo enzoótico y dictan la capacidad de la espiroqueta para sobrevivir hasta la siguiente etapa del ciclo. Por lo anterior el estudio de la conexión entre *B. burgdorferi*, el vector y los reservorios naturales mamíferos se ha hecho necesario con el soporte de las secuencias genómicas completas de los organismos y al advenimiento de tecnologías de cribado de alto rendimiento. Teniendo en cuenta lo anterior se hace necesario un estudio exhaustivo de la interacción entre los dos dominios para comprender completamente cómo se transmite el patógeno (48).

En cuanto a la visualización en microscopía óptica de las espiroquetas, se encuentra que es un método poco productivo para el diagnóstico de esta enfermedad; la detección del microorganismo en sangre presenta dificultad dado que es una bacteria demasiado delgada, lo cual no permite que la

estructura de su pared adquiriera una tonalidad fuerte con el colorante, dificultando su visualización, haciendo que pase desapercibida o se confunda con un artefacto, además, se requiere una alta bacteriemia, que garantice un número representativo de las espiroquetas circulantes para su visualización; algo similar sucede en los extendidos realizados a la hemolinfa de los vectores. Pese a los aspectos antes mencionados en los frotis realizados tanto en sangre de bovinos como de garrapatas, se encontraron estructuras compatibles con la morfología de la espiroqueta, como se muestra en las fotos documentadas en la Tabla número 6.

## Conclusiones

*Borrelia burgdorferi* vive en simbiosis y mantiene una estrecha interacción con garrapatas del complejo *Ixodes ricinus*, las cuales actúan como vectores eficientes para su diseminación hacia diversos hospedadores vertebrados susceptibles.

La enfermedad de Lyme se desarrolla dentro de un entorno fisiológico complejo en las garrapatas *Ixodes*, influenciado por diversos factores genéticos de *B. burgdorferi*, los cuales facilitan su capacidad de infección, persistencia y transmisión exitosa desde el vector.

La técnica de inmunofluorescencia indirecta (IFI) demostró ser eficaz para la

detección de anticuerpos de memoria tipo IgG contra *B. burgdorferi sensu lato* en bovinos muestreados en tres regiones de Colombia (Silvania - Cundinamarca, Guavatá y San Vicente de Chucurí - Santander). Estos anticuerpos pueden detectarse varias semanas después del inicio de la infección, lo que evidencia la presencia de este microorganismo en el ganado colombiano.

La alta seropositividad observada en los bovinos analizados indica exposición previa a *B. burgdorferi* y, por tanto, la posible manifestación de la enfermedad de Lyme en estos animales.

La mayor seropositividad se registró en la región de Silvania, posiblemente relacionada con factores climáticos, ambientales y condiciones de salud y bienestar animal prevalentes en esta zona.

Se identificó a la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* como vector potencial de *B. burgdorferi*, lo que representa una novedad respecto a los vectores tradicionalmente reportados en la literatura, como *Ixodes scapularis* e *Ixodes ricinus*.

El único vector encontrado en los sitios de muestreo fue *R. (Boophilus) microplus*, especie predominante en el país, lo que refuerza su relevancia epidemiológica en el contexto colombiano.

Se comprobó una correlación entre los tres indicadores propuestos en este estudio para

confirmar la enfermedad de Lyme: títulos de anticuerpos, presencia del vector y visualización de la espiroqueta en sangre bovina y en la hemolinfa de las garrapatas.

La espiroqueta causante de la enfermedad de Lyme puede ocasionar importantes pérdidas económicas en la ganadería, debido a su impacto sobre la producción lechera, la ocurrencia de abortos espontáneos, la transmisión vertical por calostro infectado y, en casos graves, la muerte de los animales.

Los bovinos con mayor grado de infestación por garrapatas presentaron títulos de anticuerpos más elevados, como se evidenció en la población muestreada en Guavatá

## Referencias

1. Steere AC. Lyme disease. N Engl J Med 2001; 345: 115–125.
2. Escudero-Nieto R, A Guerrero-Espejo. Enfermedades producidas por Borrelia. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2005; 23, 232-240.
3. Villamil E, Epidemiología de “Borrelia Burgdorferi S L” (Enfermedad De Lyme) En Un Ecosistema de Pinar de Montaña Supramediterráneo, Veterinaria FDE. Universidad Complutense de Madrid. 2002.
4. Corrales L, Ávila S, Estupiñán S. Bacteriología Teoría y Práctica. Primera edición, Bogotá: Editorial Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca; 2013: 281-283.
5. Rodríguez González I. Actualización acerca de Borrelia burgdorferi sensu lato y enfermedad de Lyme. Revista Cubana de Medicina Tropical. 2013; 65, (2), pp.149-165.

6. Villanueva Caro María Pilar. *Borrelia burgdorferi*: Una revisión bibliográfica sobre el agente causal de la enfermedad de Lyme. Tesis de maestría. Valdivia-Chile. Universidad Austral de Chile. 2009; Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fv718b/doc/fv718b.pdf>
7. García M, Skinner C, Salas J, Ocampo J. Enfermedad de Lyme: actualizaciones. *Gac Med Mex.* 2014;150(1):84-95.
8. Bart Jan Kullberg, Hedwig D Vrijmoeth, Freek van de Schoor, Joppe W Hovius Review *BMJ.* Lyme borreliosis: diagnosis and management. *BMJ.*2020:369
9. Strnad M, Hönig V, Růžek D, Grubhoffer L, Rego ROM. Europe-Wide Meta-Analysis of *Borrelia burgdorferi* Sensu Lato Prevalence in Questing *Ixodes ricinus* Ticks. *Appl Environ Microbiol.* 2017 Jul 17;83(15):e00609-17. doi: 10.1128/AEM.00609-17. PMID: 28550059; PMCID: PMC5514677.
10. K Holubar. Erythema chronicum migrans: Afzelius and Lipschütz. *J. Am Acad Dermatol.* 1985;13(4):663-5.
11. Orestes Herrera Lorenzo, José Infante Ferrer, Carlos Ramírez Reyes, Hugo Lavastida Hernández. Enfermedad de Lyme: historia, microbiología, epizootiología y epidemiología. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología.* 2011; 50(2): 231-244
12. Batlle Almodovar M del C, Meneses FOD. Borreliosis de Lyme: Acercamiento a una enfermedad infecciosa emergente. *Rev. cubana Hig Epidemiol* [Internet]. 1997; vol.35(2):54. Disponible en: Cuba.
13. Angela Zuluaga de Cadena, Fernando Botero, Walter León Herrera, Jaime Robledo, Alonso Cortés, María Cristina Lotero. Enfermedad de Lyme: Un caso comprobado en Colombia. *Instituto de Ciencias de las Salud CES.* 2000: 14; (2): 44-50.
14. Villagra Mauricio, Martínez M. José. Enfermedad de Lyme: a propósito de un caso clínico importado. *Rev. chil. infectol.* [Internet]. 2018 [citado 2022 Oct 03];35( 5 ): 606-611. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182018000500606&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182018000500606&lng=es).
15. Lucia Corrales, E. Stiven Quijano, Evelyn Ramírez. Detección de anticuerpos tipo IgG contra *Borrelia Burgdorferi*, y factores asociados a la enfermedad de Lyme en población canina, de los municipios Honda-Tolima, La Mesa y Chía-Cundinamarca. *NOVA.* 2022; 20 (38): 11-35.
16. Stewart PE, Rosa PA. Physiologic and Genetic Factors Influencing the Zoonotic Cycle of *Borrelia burgdorferi*. *Curr Top Microbiol Immunol.* 2018;415:63-82. doi: 10.1007/82\_2017\_43. PMID: 28864829.
17. Stevenson B. The Lyme disease spirochete, *Borrelia burgdorferi*, as a model vector-borne pathogen: insights on regulation of gene and protein expression. *Curr Opin Microbiol.* 2023 Aug;74:102332. doi: 10.1016/j.mib.2023.102332. Epub 2023 Jun 4. PMID: 37279610; PMCID: PMC10524203.
18. Ferdows MS, Barbour AG. Megabase-sized linear DNA in the bacterium *Borrelia burgdorferi*, the Lyme disease agent. *Proc Natl Acad Sci USA.* 1989; 86:5969–5973. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
19. Hyde FW, Johnson RC. Characterization of a circular plasmid from *Borrelia burgdorferi*, etiologic agent of Lyme disease. *J Clin Microbiol.* 1988; 26: 2203–2205. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
20. Jauris-Heipke S, Fuchs R, Motz M, *et al.* Genetic heterogeneity of the genes coding for the outer surface protein C (OspC) and the flagellin of *Borrelia burgdorferi*. *Med Microbiol Immunol.* 1993; 182:37–50. [PubMed] [Google Scholar]
21. Livey I, Gibbs CP, Schuster R, *et al.* Evidence for lateral transfer and recombination in OspC variation in Lyme disease *Borrelia*. *Mol Microbiol.* 1995; 18:257–269. [PubMed] [Google Scholar]
22. Zhang JR, Hardham JM, Barbour AG, *et al.* Antigenic variation in Lyme disease borreliae by promiscuous recombination of VMP-like sequence cassettes. *Cell.* 1997; 89: 275–285. [PubMed] [Google Scholar]
23. Jing-Ren Zhang, John M Hardham, Alan G Barbour, Steven J Norris. «Antigenic Variation in Lyme Disease Borreliae by Promiscuous Recombination of VMP-like Sequence Cassettes». *Cell.* 1997; 96, Issue 3.

24. Hirschfeld M, Kirschning CJ, Schwandner R, *et al.* Cutting edge: inflammatory signaling by *Borrelia burgdorferi* lipoproteins is mediated by toll-like receptor 2. *J Immunol.* 1999; 163, (5):2382–2386. [PubMed] [Google Scholar]
25. Wooten RM, Ma Y, Yoder RA, *et al.* Toll-like receptor 2 is required for innate, but not acquired, host defense to *Borrelia burgdorferi*. *J Immunol.* 2002;168: 348–355. [PubMed] [Google Scholar]
26. Wang G, Ma Y, Buyuk A, *et al.* Impaired host defense to infection and Toll-like receptor 2-independent killing of *Borrelia burgdorferi* clinical isolates in TLR2-deficient C3H/HeJ mice. *FEMS Microbiol Lett.* 2004; 231(2):219–225. [PubMed] [Google Scholar]
27. Burgess EC, Wachal MD, Cleven TD. *Borrelia burgdorferi* infection in dairy cows, rodents, and birds from four Wisconsin dairy farms. *Veterinary Microbiology.* [Internet]. 1993; 35 (1-2); 61-77. [Cited 27 Ago. 2022]. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378113593901160>
28. Veronesi F, Laus F, Passamonti F, Tesei B, Fioretti DP, Genchi C. Occurrence of *Borrelia lusitaniae* infection in horses. *Veterinary Microbiology.* [Internet]. 2012; 160 (3-4); 535- 538. [Cited 30 abril. 2022]. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113512003811>
29. Zuquete, Coelho, Rosa, Vaz, Casammá, Padre, *et al.* Title: Tick (Acari: Ixodidae) infestations in cattle along Geba River basin in Guinea-Bissau. [Internet]. 2016. [Cited 3 nov. 2021]. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877959X16301893>
30. Lane RS, Piesman J, Burgdorfer W. Lyme borreliosis: relation of its causative agent to its vectors and hosts in North America and Europe. *Annu Rev Entomol.* 1991; 36: 587–609. [PubMed] [Google Scholar]
31. Burgdorfer W, Lane RS, Barbour AG, *et al.* The western black-legged tick, *Ixodes pacificus*, a vector of *Borrelia burgdorferi*. *Am J Trop Med Hyg.* 1985; 34: 925–930. [PubMed] [Google Scholar]
32. Miranda Jorge, Mattar Salim, Perdomo Katya, Palencia Luis. Seroprevalencia de Borreliosis, o Enfermedad de Lyme, en una Población Rural Expuesta de Córdoba, Colombia. *Rev. salud pública* [Internet]. 2009 June [cited 2022 Jul 03] ; 11( 3 ): 480-489. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642009000300016&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642009000300016&lng=en).
33. Fajardo M, Fajardo L. La enfermedad de Lyme. *Acta médica colombiana.* 1994;19(4):193-8.
34. Răileanu C, Silaghi C, Fingerle V, Margos G, Thiel C, Pfister K, Overzier E. *Borrelia burgdorferi* Sensu Lato in Questing and Engorged Ticks from Different Habitat Types in Southern Germany. *Microorganisms.* 2021 Jun 10; 9(6):1266
35. Polanco Echeverry DN, Ríos Osorio LA. Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. *Corpoica Cienc y Tecnol Agropecu* [Internet]. 2016;17(1):81. Disponible en: <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/463>
36. TICK IDENTIFICATION KEY. <http://www.animaldisease.org/TICK/TIK/tick-key/index.htm>
37. Unidos E, Agropecuaria S. *Rhipicephalus ( Boophilus ) microplus* Recursos en Internet. Cent Foof Secur Public Heal [Internet]. 2007;1-3. Disponible en: [http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/boophilus\\_microplus-es.pdf](http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/boophilus_microplus-es.pdf)
38. Navarro García, Amanda Estrella. Borreliosis de Lyme: estudio de posibles vectores ixódidos y evaluación de métodos de diagnóstico microbiológico. Tesis doctoral. Universitat de València. Departament de Microbiologia i Ecologia. 2005. 204 p. <http://hdl.handle.net/10803/10103>
39. Craft J, Fischer D, Shimamoto G, Steere A. Antigens of *Borrelia burgdorferi* recognized during Lyme disease. Appearance of a new immunoglobulin M response and expansion of the immunoglobulin G response late in the illness. *Journal of Clinical Investigation.* 1986; 78(4): 934-939.
40. Magnarelli, Bushmich, Fikrig. Una comparación de las pruebas serológicas para la detección de anticuerpos séricos contra los antígenos de *Borrelia burgdorferi* de células enteras y recombinantes en bovinos. *Can Vet J* [Internet]. 2004 [Consultado 17 de Julio de 2022]; 45: 667–674. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC546445/>

41. Ishikawa M. Epidemiologia da Borreliose de Lyme em Bovinos naregião Sudeste do Brasil e Padronização Dodiagnóstico Sorológico. Universidade Federal Rural Do Rio. Tese Magister scientiae. 1996. Disponible en <http://www.adivaldofonseca.vet.br/Teses%20e%20dissertacoes/Ishikawa%201996%20mestrado.pdf>
42. Dennis Verhaegh, Leo A B Joosten, Marije Oosting. The role of host immune cells and *Borrelia burgdorferi* antigens in the etiology of Lyme disease. *Eur Cytokine Netw.* 2017 Jun 1;28(2):70-84. [Citado 25 jul. 2022]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28840838/>
43. Portillo A, Santibáñez S, Oteo J. Enfermedad de Lyme. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica.* 2014;32:37-42.
44. Xavier P. La Maladie de Lyme Chez les Bovins Enquete Sero-Epidemiologique Dans L'est de la France. La Faculte de Medecine de Creteil; 2004.
45. Elhelw, El-Enbaawy, Samir. Lyme borreliosis: A neglected zoonosis in Egypt. *Acta tropica* [Internet]. 2014 [Consultado 17 de Julio 2021]; 140: 188-192. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25239124/>
46. Xinjiang: changes in tick distribution and the isolation of *Borrelia burgdorferi sensu stricto*. *Parasites & vectors.* [Internet]. 2015; 8 (1); 1-9. [Cited 2 nov. 2021]. Available in: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-015-1021-0>
47. Niu Q, Guan G, Yang J, Fu Y, Xu Z , Li Y, *et al.* Detection and differentiation of *Borrelia burgdorferi sensu lato* in ticks collected from sheep and cattle in China. *BMC.*[Internet]. 2011; 7 (1); 17-25. [Cited 30 jul. 2022]. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3108939/>
48. Helble JD, McCarthy JE, Hu LT. Interactions between *Borrelia burgdorferi* and its hosts across the enzootic cycle. *Parasite Immunol.* 2021 May;43(5):e12816. doi: 10.1111/pim.12816. Epub 2021 Jan 11. PMID: 33368329; PMCID: PMC8058304.

© 2025 – Lucía Constanza Corrales Ramírez, Blynyfer Jholany Rodríguez Peña, Denisse Daniela Ríos Suarez.



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution (CC BY). Se permite el uso, distribución o reproducción en otros foros, siempre que se acredite al autor original y al propietario del copyright y se cite la publicación original en esta revista, de acuerdo con la práctica académica aceptada. No se permite ningún uso, distribución o reproducción que no cumpla con estos términos.