

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León
Área de Conocimiento de Ciencias Agrarias y Veterinarias
Dirección específica de Veterinaria, Zootecnia y Agropecuaria**



Tesis Monográfica para optar al Título de Médico Veterinario

**Determinación de Hemoparásitos en bovinos de una comunidad del
Municipio de Darío, Matagalpa en el periodo comprendido de Septiembre
2022 a Marzo del 2023.**

Autores:

Br. Herenia Raquel Delgadillo Ortega
Br. Hitza Vanesa Mendoza Santamaría
Br. Yassir Osmar Hammer Centeno

Tutor:

José Luis Bonilla Espinoza, M.Sc.

León, 27 de febrero del 2024

“A la Libertad por la Universidad”

Determinación de Hemoparásitos en bovinos de una comunidad del Municipio de Darío, Matagalpa en el periodo comprendido de Septiembre 2022 a Marzo del 2023

Herenia Raquel Delgadillo Ortega, Hitza Vanesa Mendoza Santamaría, Yassir Osmar Hammer Centeno

RESUMEN

Las Hemoparasitosis en el ganado bovino son causadas por diferentes patógenos, transmitidas por la picadura de distintas especies de garrapatas, provocando en el animal inapetencia, anemia, ictericia e incluso la muerte del animal. El presente estudio determina la presencia de hemoparasitos en una comunidad del Municipio de Darío, Matagalpa, donde se utilizaron diferentes técnicas como Extendido Periférico teñidos con Giemsa y el aislamiento molecular de patógenos a partir de las garrapatas colectadas por PCR convencional. Se muestrearon 102 bovinos (61 hembras y 41 machos), con una edad aproximada entre 3 y 4 años. Se colectaron un total de 177 garrapatas, el cual, fueron clasificadas y analizadas por PCR. De los 102 bovinos que se les realizó el extendido periférico, el 34.3% (35/102) resultaron positivos a Hemoparásitos, encontrándose *Anaplasma spp.* con 68% (32/102), *Babesia spp.* con 19% (9/102) e infecciones mixtas de *Anaplasma spp.* y *Babesia spp.* con 13% (6/102). De las 177 garrapatas colectadas, se identificaron los géneros: *Rhipicephalus (Boophilus)*, *Dermacentor* y *Amblyoma*. Las 177 garrapatas colectadas fueron agrupadas por género, se les realizó la técnica de PCR para el aislamiento de patógenos, encontrándose 16/22 grupos de garrapatas positivas, entre ellos, *Anaplasma spp.* 38% (6/22), *Rickettsia spp.* 31% (5/22) y *Ehrlichia spp.* 31% (5/22). *Rhipicephalus* fue el principal vector, encontrándose *Anaplasma spp.* (6), *Rickettsia spp.* (3) y *Ehrlichia spp.* (5), en los géneros *Dermacentor* y *Amblyoma* se encontró 1 y 1 de *Rickettsia spp.*, respectivamente. En conclusión, la cantidad de patógenos en la comunidad de Darío, Matagalpa es diversa, así como la presencia de vectores, reportando patógenos que pueden afectar al ganado, así como también a la comunidad por encontrarse patógenos que pueden ser transmitidos a los seres humanos.

Palabras claves: Hemoparásitos, Bovinos, PCR.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, León (UNAN – León)
FUNDADA EN 1812

ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIA
DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE VETERINARIA, ZOOTECNIA Y AGROPECUARIA

CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR

Martes 27 de febrero del 2024

MSc. Osmar Soto
Director específico de Veterinaria, Zootecnia y Agropecuaria
UNAN – León

Estimado MSc. Soto:

Por medio de la presente aprovecho la ocasión para saludarle y a la vez hacer de su conocimiento que los estudiantes, **HERENIA RAQUEL DELGADILLO ORTEGA, N° carné 12-00738-0**, **HITZA VANESA MENDOZA SANTAMARÍA N° carné 12-02232-0** y **YASSIR OSMAR HAMMER CENTENO, N° carné 14-10572-0**, egresados de la carrera de Medicina Veterinaria, han concluido su trabajo de tesis que lleva por título, **Determinación de Hemoparásitos en bovinos de una comunidad del Municipio de Darío, Matagalpa en el periodo comprendido de Septiembre 2022 a Marzo del 2023**, y se encuentran en disposición de defender su trabajo, para optar al título de Médico Veterinario.

Área de estudio: Salud Pública, Enfermedades Crónicas e Infecciosas.

Línea de Investigación: Desarrollo y Validación de Tecnología para el Bienestar de los animales de producción y de compañía.

Sin más a que referirme me despido de usted, agradeciendo de antemano su colaboración,

Atentamente,

MSc. José Luis Bonilla, DMV.
Tutor

Cc. Archivo.

45/19: LA PATRIA, LA REVOLUCIÓN!

INDICE.

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
OBJETIVOS.....	11
Objetivo General.....	12
Objetivos específicos.....	12
MARCO TEÓRICO	13
ANAPLASMA.....	13
Patogenia.....	16
Respuesta inmune	17
Diagnóstico	18
Identificación del agente	19
PCR	19
Prevención	19
BABESIOSIS	20
Periodo de incubación	21
Signos Clínico	21
Morbilidad y mortalidad	22
Diagnóstico	23
Control	24
DISEÑO METODOLÓGICO.....	25
Tipo de estudio	25
Lugar de estudio.....	25
Población.....	25
Criterios de inclusión	26

Criterios de exclusión	26
RESULTADOS.....	28
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	33
RECOMENDACIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS.....	37

DEDICATORIA:

- A mis padres y hermanos quienes me apoyaron en este proceso de mi preparación profesional.

AGRADECIMIENTO:

- Agradezco principalmente a Dios quien me ha guiado y me dado fortaleza para seguir adelante.
- A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mi estudio profesional.
- Al Gobierno Nacional, la Universidad, Bienestar Estudiantil, el CUUN, la Asociación de estudiantes, mis Maestros y Amistades por brindarme ese apoyo incondicional.

Yassir Osmar Hammer Centeno

DEDICATORIA:

- A Dios por haberme dado la vida iluminando mi entendimiento. A nuestros padres y hermanos por su apoyo moral, espiritual y de comprensión permanente ya que siempre nos dieron aliento para hacer posible nuestra superación personal y darnos fuerzas para seguir adelante hasta llegar a nuestra meta.
- A nuestro amigo y colega Franklin Dávila Loaisiga que fue un apoyo y soporte para la elaboración de nuestra tesis.

AGRADECIMIENTO:

- Por medio de este presente trabajo de investigación doy a conocer mis sinceros agradecimientos primeramente a nuestros padres que nos han brindado su apoyo y con sus sabios consejos nos orientaron e inculcaron principios morales para seguir adelante y culminar nuestros estudios.
- A nuestro profesor y tutor MsC. Jose Luis Bonilla Espinoza, quien con su paciencia y conocimientos nos ha guiado en el transcurso de nuestro trabajo investigativo y de esa manera culminarlo.

Hitza Vanesa Mendoza Santamaria.
Herenia Raquel Delgadillo Ortega.

INTRODUCCIÓN

Nicaragua es un país donde su principal fuente de ingreso es la Agricultura y la Ganadería. Nicaragua cuenta con aproximadamente 5 millones de cabezas de ganado bovino, siendo principalmente los departamentos de Nueva Guinea, Juigalpa, Matagalpa, Jinotega, RACN y RACN, donde se encuentran la mayor concentración de ganado. En 2021 la producción de carne fue de 368.9 millones de libras (+9.5% respecto al año anterior), abasteciendo todo el consumo nacional de 49.8 millones de libras. En ese mismo año la producción de leche fue de 389.6 millones de galones (+2.2% respecto a 2020) (Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio, 2022-2023), sin embargo, para lograr estos ingresos es necesario un buen control zoonosológico en las fincas.

El clima en Nicaragua es tropical, sin embargo es diverso en las diferentes zonas; por lo que presenta condiciones idóneas en la presentación y adaptación de diferentes enfermedades que afectan al ganado bovino, entre ellas, endoparasitosis y ectoparasitosis.

Anaplasma y *Babesia* son agentes patógenos intraeritrocíticos responsables de enfermedades, provocando anemia, inapetencia, ictericia, etc., estos hemoparásitos son transmitidos por garrapatas pertenecientes al género *Rhipicephalus*, principal vector de estos patógenos. Además, se encuentran otras especies de garrapatas como *Amblyoma cajenense*, el cual, es el principal vector de transmisión de *Rickettsia*, patógeno responsable de provocar la Enfermedad de la Fiebre Maculosa de las Montañas Rocosas en seres humanos.

Existen varios estudios sobre Hemoparásitos realizados en el Occidente del país, pero pocos en otras regiones; teniendo en cuenta que las condiciones climáticas son diferentes en el país, se pretende realizar el estudio de la determinación de hemoparásitos a partir de garrapatas y sangre en bovinos en la comunidad de Esquipulas de Ciudad Darío, Departamento de Matagalpa, con la finalidad de conocer cuáles son, las especies de garrapatas que parasitan a los bovinos y que patógenos albergan para su transmisión.

En un estudio realizado por Debbarma, Apurba y colaboradores en la India en el 2020. Determinó la prevalencia de enfermedades hemoparasitarias transmitidas por garrapatas (TBHD) que infectan al ganado. Un total de 310 bovinos fueron examinados al azar mediante un examen de frotis de sangre desde julio de 2015 hasta junio de 2016. La prevalencia global fue de 34,84% de TBHD, los patógenos encontrados fueron *Theileria* (22.9%), *Babesia* (5.8%) y *Anaplasma spp* (11.3%). Se registró una infección significativamente mayor ($p < 0,05$) (49,07 %) en bovinos adultos (>3 años de edad) en comparación con adultos jóvenes (1–3 años de edad; 20,68 %) y animales más jóvenes (<1 año de edad; 16,66 %). (Debbarma et al., 2020)

Parodi P., en el 2022, realizó un estudio sobre la descripción de brotes de Babesiosis y Anaplasmosis Bovina en el norte de Uruguay entre 2016 y 2018. Se trabajó con muestras de sangre y órganos de bovinos con signos clínicos y hallazgos de necropsia compatibles con Babesiosis y Anaplasmosis. Se estudiaron un total de 140 brotes presuntivos. Los diagnósticos se realizaron mediante frotis de sangre y órganos teñidos con Giemsa y confirmados por PCR multiplex. Hubo 83 (59,2%) brotes positivos, de los cuales 35 (42,2%) *A. marginale*, 19 (22,9%) *B. bigemina*, 18 (21,7%) *B. bovis* y 11 (13,2%) infecciones mixtas (*Babesia spp.* + *A. marginale*). Las vacas fueron la categoría más comúnmente afectada. (Parodi et al., 2022).

Un estudio realizado por Sabrina Ganzinelli y colaboradores en Argentina, 2020, investigó sobre la infección por *B. bovis* y *B. bigemina* en un hato de 150 bovinos adultos de pura raza Braford criados en un campo hiperendémico de garrapatas, usando pruebas moleculares y anticuerpos séricos. Un ensayo de reacción en cadena de la polimerasa anidada (nPCR) altamente sensible dirigido a una región específica de la especie del gen del apocitocromo b, dio como resultado la detección directa de *B. bovis* y *B. bigemina* en el 27,3 % y el 54,7 % de los bovinos, respectivamente. (Ganzinelli et al., 2020)

Un estudio realizado por Yanior Ortiz y Yader Hernández en Nicaragua en el 2017, determinó la prevalencia de hemoparásitos en bovinos, equinos, ovinos y caprinos en fincas pertenecientes a los municipios de León, La Paz Centro y Nagarote. El estudio se llevó a cabo en 150 animales divididos en 108 bovinos, 22 equinos, 10

ovinos y 10 caprinos. La toma de muestra se realizó mediante venopunción de la oreja, y se procedió a realizar un frotis sanguíneos utilizando el método de tinción de Giemsa. Se determinó una prevalencia general de hemoparasitos de 11.33% (17/150) en los tres municipios, siendo *Anaplasma* el hemoparasito principal detectado en las tres especies de animales domésticos, distribuidos en 11.18% (11/108) en bovinos, 22.72% (5/22) en equinos y un 10% (1/10) en caprinos, siendo el municipio de León con mayor prevalencia, seguida de La Paz Centro y Nagarote. (Ortiz Ruiz & Hernández Fonseca, 2017)

Se llevó a cabo un estudio sobre la detección molecular de *Rickettsia* de 7 especies de la familia *Ixodidae* recolectadas de huéspedes domésticos mediante amplificación por PCR de fragmentos del gen de la citrato sintasa "gltA" y del gen de la proteína de membrana externa "ompA"; realizado por Fredy A. Rivera-Páez y colaboradores en el 2018 en Colombia. Se analizaron 204 muestras, el 11,3% (23) fueron positivas para infección por Rickettsiosis. Se encontraron tres especies de *Rickettsia* pertenecientes al SFG, constituyendo los primeros reportes de *Rickettsia rickettsii* en 2 departamentos de Colombia. Además, se confirmó la primera aparición de *Candidatus Rickettsia andeanae* en Colombia, una especie con un papel patógeno desconocido en humanos. (Rivera-Páez et al., 2018)

Un estudio realizado por Jeffrey D. Tyrrell y colaboradores en el 2019 en Nicaragua, sobre la Identificación molecular de organismos transmitidos por vectores en caballos nicaragüenses seropositivos a *Ehrlichia*; identificaron previamente una nueva especie de *Ehrlichia* en caballos de Mérida, determinando la frecuencia de infección y detectando además una amplia gama de organismos transmitidos por vectores de 93 caballos seropositivos para *Ehrlichia* expuestos a garrapatas en esa región. Se realizaron ensayos de PCR para identificar la infección por organismos dentro de los siguientes géneros: *Anaplasma*, *Babesia*, *Bartonella*, *Ehrlichia*, *Leishmania*, *Mycoplasma*, *Neorickettsia*, *Rickettsia* y *Theileria*. En general, 90/93 caballos (96,8 %) estaban infectados con uno o más organismos transmitidos por vectores. Noventa (96,8%) caballos estaban infectados con *Theileria equi* y 21 (26,8%) con *Babesia caballi*. Nueve (9,7%) caballos estaban infectados con la nueva especie de *Ehrlichia* previamente designada H7, reportada en caballos de

Nicaragua y Brasil. Dos caballos (2,2%) estaban infectados con *Rickettsia felis*. No se amplificó el ADN de especies de *Anaplasma*, *Bartonella*, *Leishmania*, *Mycoplasma* o *Neorickettsia* de ningún caballo. Las garrapatas recolectadas de caballos infectados con organismos transmitidos por vectores se identificaron como *Amblyomma cajennense sensu lato* y *Dermacentor nitens*. (Tyrrell et al., 2019)

Las hemoparasitosis han sido un problema muy difícil de controlar para los productores, sobre todo para los pequeños y medianos productores, dado al costo que tiene en el control de las garrapatas y en el tratamiento de las diferentes hemoparasitosis, que además, son tratamientos distintos para cada una de ellas, sin menospreciar el carácter zoonótico que poseen algunos de ellos.

Esquipulas, es una comunidad rural, donde su principal fuente de trabajo para la población es la ganadería, dicho sector es afectado por la alta carga de ectoparásitos, dado a su ubicación geográfica y a las condiciones climatológicas. Es por eso que a través del presente estudio se pretende conocer:

¿Cuáles son las principales especies de garrapatas que parasita al ganado bovino, así como también, qué tipos de patógenos albergan estas garrapatas y determinar la prevalencia de hemoparásitos en bovinos de la comunidad de Esquipulas, Ciudad Darío, Matagalpa?

OBJETIVOS

Objetivo General

- Determinar la presencia de Hemoparásitos en garrapatas y bovinos en la Comunidad de Esquipulas, Ciudad Darío, Departamento de Matagalpa, en el periodo comprendido de Septiembre 2022 a Marzo 2023.

Objetivos específicos

- Clasificar taxonómicamente las garrapatas colectadas de bovinos mediante el uso de claves taxonómicas propuestas por Fairchell y Barros – Batesti.
- Identificar la presencia de Hemoparásitos en bovinos, mediante la técnica de Extendido Periférico teñidos con la tinción de GIEMSA.
- Identificar los diferentes patógenos a partir de garrapatas de bovinos, mediante la técnica de PCR.

MARCO TEÓRICO

Las garrapatas son ectoparásitos chupadores de sangre obligados que parasitan a los animales y ocasionalmente a los humanos. Se ha documentado que las garrapatas Ixodidae transmiten más de 170 patógenos en todo el mundo, incluidos virus, rickettsias, espiroquetas y protozoos. Estos patógenos pueden provocar enfermedades humanas graves, como Encefalitis Forestal transmitida por garrapatas, Fiebre grave con Síndrome de Trombocitopenia, Fiebre Maculosa, Enfermedad de Lyme y Fiebre Q. La garrapata del ganado *Rhipicephalus microplus* de la familia *Ixodidae* está ampliamente distribuida en todo el mundo, especialmente en regiones tropicales y subtropicales. Se considera como el ectoparásito del ganado bovino económicamente más importante considerando las enormes pérdidas económicas que causa a las industrias láctea y cárnica (Jiao Xu et al. 2023).

RICKETTSIALES

Contiene un grupo de bacterias intracelulares obligadas gramnegativas transmitidas por vectores. Este orden comprende dos familias documentadas (*Rickettsiaceae* y *Anaplasmataceae*) y una familia recientemente establecida (*Candidatus Midichloriaceae*). Las especies de *Rickettsiales* pueden causar enfermedades humanas graves y grandes pérdidas económicas en la cría de animales. En los últimos 30 años, se han descubierto muchas especies nuevas de *Rickettsiales* y las distribuciones geográficas de los *Rickettsiales* se han ampliado dramáticamente. Algunas especies de *Rickettsiales* originalmente se consideraban no patógenas, pero en los últimos años se ha descubierto que causan enfermedades en humanos. Entre estos *Rickettsiales* transmitidos por garrapatas, *Rickettsia spp.*, *Anaplasma spp.*, y *Ehrlichia spp.* son motivo de gran preocupación en muchos países de Europa, Asia y América (Jiao Xu et al. 2023).

ANAPLASMA

Las especies de *Anaplasma* son bacterias Gram Negativas, intracelulares obligadas que infectan diversos tipos celulares, y se encuentran distribuidas ampliamente.

La Anaplasmosis es una enfermedad infecciosa, hemolítica y Rickettsial, transmitida por vectores a diferentes especies de rumiantes. En el ganado, el agente etiológico más común es *Anaplasma marginale*, que además, también se puede ver afectado por *Anaplasma caudatum*, que provoca una enfermedad grave y *Anaplasma centrale* que produce una enfermedad leve (Stokka, Falkner, y Van Boening, 2009).

La Anaplasmosis bovina es una enfermedad cosmopolita, con ubicación en climas tropicales y subtropicales siendo causada principalmente por la especie *Anaplasma marginale* de la familia *Anaplasmataceae*. Esta enfermedad causa signos como anemia, ictericia, pérdida de condición corporal y puede generar la muerte. Ejemplos claros han sido dados en México donde se han encontrado prevalencias del 50% en algunas regiones, en USA causan de 50.000 y 100.000 muertes anuales con pérdidas entre 30 a 60 millones de dólares. En Córdoba, Colombia se han encontrado que de los animales infectados con hemoparásitos el 20.61% son positivos a *Anaplasma spp.* Haciéndose de esta una de las enfermedades más importantes para su control y manejo en las ganaderías, generando pérdidas económicas y tiempo en el progreso ganadero y de la seguridad alimentaria (Campuzano Duque, 2017).

Las especies de *Anaplasma* fueron consideradas parásitos protozoarios, pero investigaciones posteriores mostraron que no tenían atributos significativos para justificar esta descripción, actualmente son consideradas bacterias, el género *Anaplasma* pertenece dentro del orden Rickettsiales; que ahora está compuesto por cuatro géneros *Anaplasma*, *Ehrlichia*, *Neorickettsia* y *Wolbachia* (Dumler, Barbet, Bekker, Dasch, Palmer, Ray, Rikihisa & Rurangirwa, 2001).

Anaplasma se transmiten de forma mecánica o biológica mediante vectores artrópodos. En un estudio cuidadoso de los experimentos de transmisión

reportados enumeran que hay 19 garrapatas diferentes capaces de transmitir *A. marginale* (Kocan, Fuente & Garcia-Garcia, 2004).

La transmisión experimental ha demostrado que varias especies de *Tabanus* (moscas de caballo) y mosquitos del género *Psorophora* son vectores indirectos (Kocan et al., 2004). *Anaplasma marginale* también se puede transmitir fácilmente durante la vacunación con la misma aguja. Se ha descrito una transmisión similar por medio de instrumentos quirúrgicos no esterilizados (Reinbold et al., 2010 citado por OIE, 2018). A su vez es de importancia recalcar que se ha encontrado la transmisión transplacentaria (placenta-feto) en los casos que la madre sufra anaplasmosis aguda, y en este caso se describe que la replicación es extraeritrocitaria dándose en el segundo y tercer trimestre de la gestación (Corona, Rodríguez, y Martínez 2004).

La Anaplasmosis bovina es endémica en México, América Central y del Sur y las islas del Caribe. Es enzoótica en la mayoría de los países de América Latina, con la excepción de las zonas desérticas o cordilleras como los Andes (Guglielmone, 1995).

R. microplus está considerada como una de las especies de garrapatas con mayor distribución en regiones tropicales y subtropicales del mundo, que afecta aproximadamente al 80 % de la población bovina y se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2903 msnm y a temperaturas que oscilan entre 15 y 34 °C, con una humedad relativa entre 85 y 90 % (Sepúlveda et al., 2017).

Los estudios para cuantificar las pérdidas que son específicamente atribuibles a la anaplasmosis bovina todavía no se han llevado a cabo en Nicaragua. En otras partes del mundo, los costos derivados de la anaplasmosis bovina se han estimado entre 300 y 800 millones de dólares. Además, los costos económicos atribuibles a la carga y al control de la enfermedad para la babesiosis y la anaplasmosis en conjunto se han aproximado a 2,5 billones de dólares alrededor del mundo, 875 millones de dólares en Sudamérica y 30.5 millones en Australia, mientras que en Colombia las pérdidas ascienden a 76 713 millones de pesos por año (Hove et al., 2018; Sepúlveda et al., 2017).

Anaplasma marginales ingresa a los eritrocitos para luego replicarse por fusión binaria hasta llegar a 8 cuerpos de inclusión para luego infectar otros eritrocitos (Corona et al., 2004). Su periodo de incubación es de aproximadamente 30 días (Benavides et al., 2012).

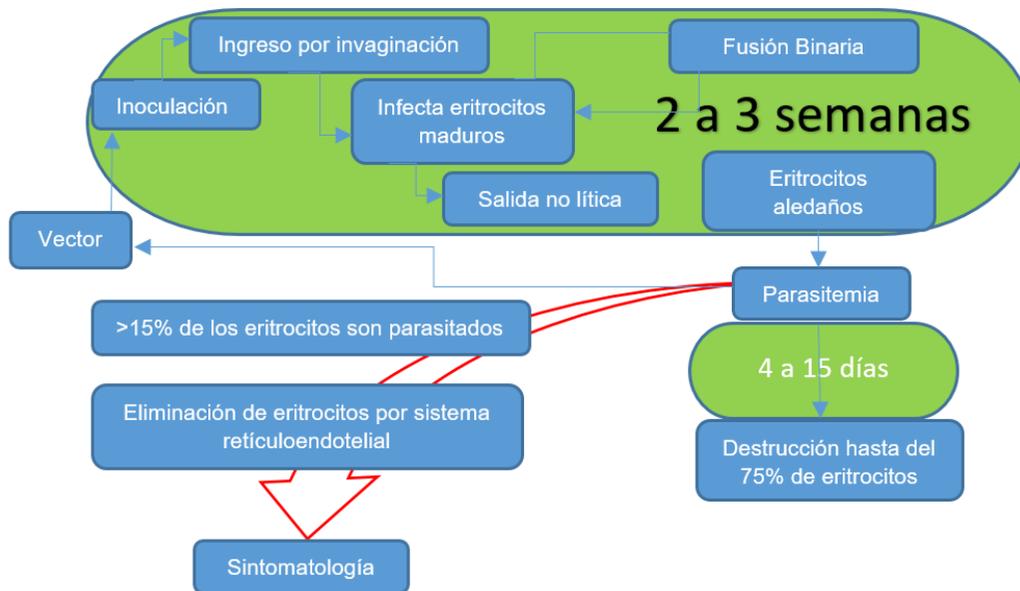
Anaplasmosis es una enfermedad caracterizada por anemia hemolítica, fiebre, ictericia, pérdida de peso, aborto y hasta la muerte. A su vez algunos animales no presentan sintomatología aguda y aquellos que la presentan y la superan quedarán como portadores con ciclos rickettsiales periódicos a través de su vida. Dicha sintomatología se verá presentada solo cuando el 15% de los glóbulos rojos son infectados para que posteriormente estos glóbulos sean eliminados del torrente sanguíneo por el sistema reticuloendotelial en bazo, hígado y nódulos linfáticos generándose así liberación del microorganismo y de pirógenos haciendo que se presenten picos febriles de 41°C lo que genera anorexia, debilidad y acidosis (Corona et al., 2004).

Cuando la fase se convierte en hiperaguda y se parasitan hasta el 90% de los eritrocitos se produce una complicación generando pérdida de peso, aborto, falla cardiorrespiratoria y muerte (Corona et al., 2004).

Se ha encontrado que en animales menores a 10 meses pocas veces se presenta anaplasmosis clínica y sus signos trascurren como leves quedando así los animales como portadores asintomáticos y evitando así los brotes en un futuro (Alcazar, 1999 citado por Campuzano Duque, 2017).

Patogenia

La bacteria causa signos de anemia, fiebre, abortos, pérdida de peso, dado a que posterior a la inoculación del mismo en el animal, este infectará eritrocitos y generará una lisis de los mismos extravascularmente.



Mapa conceptual tomado del estudio de Corona, Rodríguez y Martínez (2004). EL ingreso de la bacteria se da por endocitosis y no genera lisis de los eritrocitos hasta el alrededor de 3 semanas, en este periodo de multiplicación empezaran a ser visibles en los frotis sanguíneos (Corona et al., 2004). Luego habrán de 24 a 48 horas en las que hay duplicación del parásito siendo así que luego de unos 4 días ya habrá podido parasitar más del 70% de los eritrocitos, razón por la cual cuando la sintomatología aparece ya hay una parasitemia. (Villar, 2013).

Respuesta inmune

En esta enfermedad se presenta un estado balanceado el cual es denominado simbiosis tolerante dado que el microorganismo puede persistir y transmitirse y el huésped adquiere protección contra organismos homólogos (Villar, 2013).

Villar (2013) plantea que la bacteria puede generar tres tipos de respuestas:

1. Ausencia de respuesta inmune efectiva. La bacteria puede estar presente en el huésped de por vida como ejemplo en la enfermedad de Chagas.
2. Respuesta inmune efectiva asociada con presencia de la bacteria, en bajos niveles: Premunidad.
3. Respuesta efectiva, eliminación de la bacteria y resistencia continúa.

Diagnóstico

El diagnóstico se debe iniciar por presencia de signos clínicos, teniendo en cuenta que en caso de que se ausente la fiebre, el problema primario no se trate de hemoparásitos (Benavides et al. 2012).

El diagnóstico presuntivo para Anaplasmosis se basa en la presencia de anemia e ictericia aumentando su incidencia en invierno, pero solo será confirmado por observación de los cuerpos marginales en los frotis sanguíneos teñidos (Alcaraz 1999). A su vez la presencia del organismo en el frotis no es garantía de que el cuadro sea causado por el microorganismo a menos de que su presencia sea mayor del 3% en los eritrocitos (Alcaraz, 1999). Esta confirmación de la presencia del organismo mediante frotis se hace por métodos de tinción en animales con sintomatología clínica y así encontrándose cuerpos de inclusión redondeados y densos de 0.3-1.0 μm marginales en los eritrocitos, aunque a veces se encuentran centrados correspondiendo estos a *A. centrale* (OIE, 2004).

Dado que en los portadores no se presenta sintomatología no se distinguen de los demás, además, los cuerpos de inclusión en los mismos no son los suficientes para generar un diagnóstico (Corona et al., 2004). Así que se deberá usar técnicas serológicas para detección de anticuerpos o del ADN mediante amplificación del material genético.

Condiciones de campo que sugieren la ocurrencia de enfermedades hemoparasitarias en bovinos.

Condición	Cuadro clínico	Aspectos epidemiológicos	Organismos implicados
Brote de fiebre de garrapata	Casos febriles asociados con anemia y muerte súbita en animales adultos. En ocasiones cursa con hemoglobinuria o signos nerviosos.	Animales sin exposición previa que tuvieron reciente contacto o transmisión iatrogénica.	<i>B. bigemina</i> <i>B. bovis</i> <i>A. marginale</i>
Síndrome consuntivo	Bovinos adultos de regiones tropicales que pierden condición y poseen bajo desempeño productivo.	Generalmente existe interacción entre agente infeccioso y no infeccioso (desnutrición, agentes tóxicos) y el organismo aprovecha la ruptura inmunitaria.	<i>Trypanosoma vivax</i> <i>A. marginale</i>

Oleadas de abortos	Proporción importante de abortos, ocurriendo en un periodo de 4-6 semanas, asociados con baja condición de las vacas y terneros débiles.	Presencia de tábanos y circulación de hemoparásitos en las épocas de alta precipitación pluvial (los brotes ocurren cada 4-5 años).	<i>Trypanosoma vivax</i>
---------------------------	--	---	--------------------------

Tabla tomada de (Benavides et al., 2012; Campuzano Duque, 2017; OIE, 2004).

Identificación del agente

Incluye sub-inoculación de eritrocitos infectados, frotis sanguíneo, ELISA de detección de antígeno y Reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

PCR

Técnica descrita de alta sensibilidad y especificidad dentro de las cuales describen el uso del gen *msp1* para estudios epizooticos de garrapatas en campo, *msp5* para detección de diferentes hemoparásitos (*B. bovis*, *B. bigemina* y *A. marginale*) y PCR nested la cual solo localiza el gen *msp5* en *A. marginale* siendo desde 10 a 100 veces más sensible que los otros métodos descritos (Corona et al., 2004).

Prevención

Existen vacunas basadas en “Premunición” o “inmunidad coinfecciosa” la cual tiene cargas bajas del agente etiológico y así inmunizar los animales puesto que se ha dicho que la eliminación del agente portador hace susceptible a los animales a la reinfección (Villar, 2013). La OIE menciona vacunas realizadas con *A. marginale* que provee protección contra *A. marginale* las cuales pueden ser refrigeradas o congeladas post producción, pero recomienda el almacenamiento por congelación que evite diseminación y contaminación por otros patógenos. A su vez dichas vacunas no son muy seguras por lo que se recomienda el uso de estas solo en caso de estricta necesidad y en terneros puesto que con una sola dosis adquirirán la inmunidad durante varios años (OIE 2004).

BABESIOSIS

La babesiosis bovina es una enfermedad parasitaria transmitida por garrapatas que causa significativa morbilidad y mortalidad en el ganado bovino. Es la enfermedad transmitida por artrópodos más importante del mundo. Las especies más prevalentes, *Babesia bovis* y *B. bigemina*, se encuentran en las regiones tropicales y subtropicales, particularmente importantes en Asia, África, América Central y del Sur, partes del Sur de Europa y Australia (Spickler, 2008).

Las pérdidas económicas causadas por estos 2 organismos pueden ser considerables, particularmente en los países subdesarrollados (Spickler, 2008).

Las especies de *Babesia* se transmiten mediante garrapatas que se infectan al ingerir parásitos que se encuentran en la sangre del bovino infectado. Los principales vectores de *B. bigemina* y *B. bovis* son *Rhiphicephalus microplus* y *R. annulatus*, pero *R. geigy* también puede ser un vector (Spickler, 2008).

Dentro de la garrapata, los cigotos de *Babesia* se multiplican como 'vermiculos' que invaden muchos de los órganos de la garrapata, incluidos los ovarios; la *Babesia* pasa fácilmente a la siguiente generación de garrapatas en el huevo. Estos parásitos a veces pueden transmitirse por vía transovárica a varias generaciones, aunque esto varía según la especie de *Babesia* y de la garrapata. Cuando una garrapata infectada se prende a un nuevo huésped, la *Babesia* completa su maduración final. Los parásitos *B. bovis* generalmente pueden ser infecciosos 2 a 3 días posteriores a que se prenden a las larvas de las garrapatas y se pueden transmitir a través de las larvas. *B. divergens* puede sobrevivir en poblaciones de garrapatas durante al menos 4 años, aunque el ganado bovino no esté presente. En *R. microplus*, *B. bovis* no sobrevive más allá del estadio larval. Por el contrario, *B. bigemina* madura aproximadamente 9 días después de que la larva de garrapata se prende y sólo se transmite a través de ninfas y adultos (Spickler, 2008).

La *Babesia* permanece en las poblaciones de ganado bovino a través de portadores asintomáticos que se recuperaron de la enfermedad aguda. *B. bovis* persiste en el ganado bovino durante años y *B. bigemina* sobrevive solo durante algunos meses; la reagudización de la parasitemia puede producirse a intervalos irregulares. La infección transplacentaria parece ser accidental y poco frecuente (Spickler, 2008).

Periodo de incubación

Los síntomas de las infecciones de *B. bigemina* y *B. bovis* generalmente aparecen de 2 a 3 semanas después de la infestación con garrapatas. Después de la inoculación directa en sangre, el período de incubación puede ser de tan sólo 4 a 5 días para *B. bigemina* y de 10 a 12 días para *B. bovis* (Spickler, 2008).

Signos Clínico

Estos varían según la edad del animal, especie y cepa del parásito. La mayoría de los casos de babesiosis se observan en adultos, y los animales menores de 9 meses generalmente no presentan síntomas. La patogenicidad de las cepas varían considerablemente, aunque *B. bovis* en general es más virulento que *B. bigemina* o *B. divergens* (Spickler, 2008).

En general, los animales infectados por *B. bigemina* desarrollan anorexia y fiebre alta. Los signos característicos son causados por hemólisis y anemia. Los animales pierden el apetito, pueden separarse del resto, se debilitan, se deprimen y rehúsan a moverse. Las membranas mucosas se presentan pálidas y aumenta la frecuencia respiratoria y cardíaca. Generalmente, se desarrolla anemia con rapidez, que suele estar acompañada por hemoglobinuria y hemoglobinemia. En los casos subagudos puede presentarse ictericia. También se puede observar diarrea o estreñimiento y puede manifestarse un síndrome de insuficiencia respiratoria con disnea en animales afectados gravemente. La fiebre puede producir abortos en vacas preñadas y los toros a veces presentan una disminución temporal de la fertilidad. Los signos en el sistema nervioso central (SNC) no son frecuentes en las infecciones con *B. bigemina*. Algunos bovinos mueren, pero en los animales que sobreviven, la crisis anémica suele cesar en una semana; estos pueden estar débiles y en malas condiciones, aunque generalmente se recuperan por completo. También se observan infecciones subagudas, con signos menos notorios (Spickler, 2008).

Las infecciones con *B. bovis* son similares, pero generalmente son más graves. Sin embargo, la hemoglobinuria y la hemoglobinemia son menos frecuentes que en los animales infectados con *B. bigemina*. Además, los eritrocitos infectados pueden quedar secuestrados en los capilares cerebrales, lo que deriva en signos neurológicos como falta de coordinación, rechinar de los dientes y delirio. Parte del ganado bovino puede aparecer echado con movimientos involuntarios en las piernas; la mayoría de los animales con signos nerviosos, muere (Spickler, 2008). La infección intrauterina con *Babesia* puede derivar en el nacimiento de un ternero febril, débil, anémico, con ictericia y deshidratado, que posiblemente tenga convulsiones u otros signos neurológicos. Sin embargo, las infecciones intrauterinas son muy poco frecuentes (Spickler, 2008).

Morbilidad y mortalidad

Los índices de morbilidad y la mortalidad son altamente variables. El tratamiento y la exposición previa a la vacunación, como así también la especie y cepa del parásito, pueden afectar el resultado. Los bovinos pueden desarrollar una resistencia de por vida a una especie después de la infección; también se puede observar cierto grado de protección contra otras especies de *Babesia*. En zonas endémicas donde la transmisión de garrapatas es elevada durante todo el año, los animales tienden a contraer la infección cuando son jóvenes, no se enferman y se vuelven inmunes (Spickler, 2008).

En el ganado bovino no expuesto con anterioridad, la susceptibilidad a la enfermedad varía según la raza y sus cruzas. Recientemente, se informó susceptibilidad variable a *Babesia. bovis* en determinado ganado *Bos taurus*: aproximadamente el 28% de una población de animales adultos resultó ser susceptible a la infección, pero resistente a los signos clínicos. En razas totalmente susceptibles, es posible que muera hasta más de la mitad de los animales adultos no tratados y hasta el 10% de los animales tratados. Una vez desarrollada la hemoglobinuria, el pronóstico es reservado. Las infecciones con *B. bovis* posiblemente sean más mortales que las infecciones con *B. bigemina* o *B. divergens*, y los signos del SNC sugieren un mal pronóstico (Spickler, 2008).

Diagnóstico

Clínico

Se debe sospechar la existencia de babesiosis en bovinos que presentan fiebre, anemia, ictericia y hemoglobinuria (Spickler, 2008).

Diagnóstico diferencial

La babesiosis se asemeja a otras enfermedades que producen fiebre y anemia hemolítica. El diagnóstico diferencial incluye anaplasmosis, tripanosomiasis, teileriosis, hemoglobinuria bacilar, leptospirosis, eperitrozoonosis, intoxicación por colza e intoxicación crónica por cobre. La rabia y otras encefalitis también pueden ser consideraciones en el ganado bovino con signos del SNC (Spickler, 2008).

Análisis de laboratorio

La babesiosis se puede diagnosticar por identificación de los parásitos en la sangre o los tejidos, por PCR pruebas serológicas o por métodos experimentales. En la sangre y los tejidos, los parásitos se detectan con mayor facilidad durante las infecciones agudas. Los frotis gruesos pueden resultar útiles en la detección de pequeñas cantidades de parásitos, pero la identificación de especies se realiza de mejor manera con frotis finos para su observación al microscopio. La *Babesia* se puede identificar en aceite de inmersión [lente objetivo x100 como mínimo], frotis de sangre y tejido. Habitualmente se utiliza la coloración de giemsa o naranja de acridina. También se describen la inmunofluorescencia y la identificación por inmunoperoxidasa (Spickler, 2008).

Mediante las pruebas de PCR se pueden detectar y diferenciar las especies de *Babesia*; estas resultan particularmente útiles en los portadores del parásito (Spickler, 2008).

Control

La *babesiosis* se puede erradicar mediante la eliminación de las garrapatas de los huéspedes. El control de las garrapatas puede disminuir la incidencia de la enfermedad. El desarrollo de resistencia a los acaricidas puede resultar una preocupación (Spickler, 2008).

En algunos países, las cepas vivas atenuadas de *B. bovis*, *B. bigemina* o *B. divergens* se utilizan para vacunar el ganado bovino. Estas vacunas presentan problemas de seguridad, tales como su potencial de virulencia en animales adultos, posible contaminación con otros patógenos y reacciones de hipersensibilidad a las proteínas sanguíneas. Es mejor utilizarlas en animales menores de un año para minimizar el riesgo de que contraigan la enfermedad (Spickler, 2008).

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio

Observacional descriptivo de corte transversal.

Lugar de estudio

El estudio se realizó en el Municipio de Darío, Departamento de Matagalpa durante el periodo de Septiembre 2022 a Marzo del año 2023. Ciudad Darío se encuentra a 45 kilómetros de la ciudad de Matagalpa, y a 90 kilómetros de la capital de Managua. Su situación geográfica es de 12° 43' 50" de latitud norte y 86° 7' 30" de longitud oeste, con una altitud de 433 m s. n. m. Su clima tropical de sabana con temperaturas que oscilan entre 28 a 25 °C y una temperatura media de 26,5 °C. Tiene abundantes lluvias (entre los 800 y 1000 mm) distribuidas durante todo el año. El estudio se llevará a cabo en una finca localizada en la comarca Puertas Viejas, ubicada en las siguientes coordenadas: Latitud: 12.6011, Longitud: -86.0489

Población

La población de ganado bovino en el Municipio de Darío es de aproximadamente 19,649 cabezas, y la población de ganado bovino en la Comarca Puertas Viejas es de 1,167 cabezas, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, I CENAGRO.

Tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó el programa estadístico Working Epidemiology (WinEpi), estimándose mediante la "Detección de la Enfermedad", con una población de 1,167, un nivel de confianza del 95% y una prevalencia esperada del 1%, con la finalidad de obtener la mayor cantidad de muestra para obtener al menos un positivo a los diferentes Hemoparásitos objeto de estudio. El tamaño de muestra obtenido fue de 257 animales.

Tipo de muestreo

El muestreo se realizó por conveniencia, en una finca de la comarca de Puertas Viejas, ya que presentaba mejores condiciones de acceso. Los animales fueron seleccionados de forma aleatoria.

Criterios de inclusión

Se incluyeron a los bovinos que estaban infestados por garrapatas, sin importar la edad, raza o sexo, además de aquellos bovinos que no hubiesen recibido tratamiento frente a garrapatas, ni antibioterapia.

Criterios de exclusión

Se excluyeron a todos los bovinos recién llegados a la finca, así como también, terneros recién nacidos en periodo de amamantamiento.

Recolección de la muestra

Las muestras recolectadas fueron: extracción de garrapatas y extendido periférico. Las garrapatas fueron extraídas directamente de los animales objeto de estudio, utilizando una pinza, y alcohol al 90%. Se colectaron 8 garrapatas por cada animal, rociando alcohol donde se encuentre la garrapata y posteriormente traccionando con la pinza a la garrapata, tratando de que se extraiga todo el capítulo (fracción de la cabeza de la garrapata) y el cuerpo, sin extirparla. Luego se depositó en tubos de ensayos estériles conteniendo 4 ml de alcohol al 90%, para ser transportadas y analizadas en los laboratorios del Centro Veterinario de Diagnóstico e Investigación (CEVEDI) de la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria de la UNAN – León.

También se tomó una muestra de Extendido periférico de la oreja de los animales en estudio, mediante la venopunción de una vena auricular, con previa desinfección de la zona con alcohol, utilizando una aguja estéril calibre 21X1/2" y posteriormente se hizo el extendido en un portaobjeto estéril, previamente rotulado. Luego se trasladó a los laboratorios del CEVEDI de la UNAN – León, para su análisis.

Procedimiento de laboratorio

- **Extendido Periférico de Oreja**

Las muestras de extendido periférico fueron teñidas utilizando el Kit de Panóptico Rápido, siguiendo el protocolo del kit y luego serán visualizadas al microscopio con un lente de 100X, con aceite inmersión, para evidenciar la presencia de Hemoparásitos en los animales.

- **Clasificación taxonómica**

Las garrapatas se identificaron en géneros, usando claves morfométricas de Fairchild et al. 1966 (Las garrapatas de Panamá (Acarina-ixodoidea) Graham B. Fairchild.pdf, s. f.) y Barros-Batesti (Arzua et al., 2005).

- **Extracción de ADN a partir de las garrapatas**

Se tomaron tres garrapatas al azar y se depositaron en una placa petri estéril y se seccionaron longitudinalmente con un bisturí estéril, para posteriormente realizar la extracción de ADN utilizando el GeneJET Plant Genomic DNA Purification Minit Kit, siguiendo las instrucciones del kit. Una vez obtenido el cDNA, se almacenó a -20°C, hasta su posterior análisis. Para la identificación de los patógenos *Rickettsia spp.*, *Anaplasma spp.*, *Ehrlichia spp.* y *Babesia spp.*, se utilizó el cDNA previamente extraído y se aplicó la prueba PCR para cada uno por separado.

- **Amplificación por PCR**

Para la prueba de PCR se utilizó un volumen de reacción final de 50 µl, correspondientes a 45 µl de la solución que contiene Master Mix (MgCl₂, dNTP's, Taq DNA Polimerasa, Agua libre de nucleasa), los primers (forward y reverse) correspondientes a *Rickettsia spp.*, *Anaplasma spp.*, *Ehrlichia spp.* y *Babesia spp.* (Ver tabla 1), y agua libre de nucleasa. Para la amplificación se utilizó el termociclador Applied Biosystem modelo 2720 con el programa correspondiente para cada patógeno. Luego se realizó el revelado utilizando Agarosa al 1,5% con bromuro de etidio y se visualizó en un transiluminador para la observación de las bandas correspondientes a cada patógeno.

Tabla 1. Lista de los cebadores de PCR utilizados en el presente estudio

Microorganismo objetivo	Gen	Secuencia	Longitud (bp)	Referencia
<i>Rickettsia</i> spp	gltA	GCAAGTATCGGTGAGGATGTAAT GCTTCCTTAAAATTCATAAAAATCAGGAT	401	(Labruna et al., 2004)
<i>Anaplasma</i> spp	msp5	GTGTTTCGTTGGGGTGTGATAGATGAG TAAGAATTAAGCATGTGACCGCTGAC	653	(Belkis Corona et al. 2011)
<i>Babesia</i> spp	18S rRNA	GTTTCTGMCCCATCAGCTTGAC CAAGACAAAAGTCTGCTTGAAAC	422-440	(Heidi Hilpertshauser et al. 2006)
<i>Ehrlichia</i> spp	16S rRNA	GAACGAACGCTGGCGGCAAGC CGTATTACCGCGGCTGCTGGCA	398	(Nakaghi et al., 2010)

Operacionalización de las variables

Variable	Definición	Indicador
Garrapata	Ectoparásito que parasita a animales domésticos y silvestres y responsable de la transmisión de varias enfermedades.	Presencia o ausencia
<i>Rickettsia</i>	Bacteria intracelular Gram negativa, causante de la Fiebre Maculosa de las Montañas Rocosas.	Positivo o negativo
<i>Anaplasma</i>	Patógeno <i>Rickettsial</i> intracelular obligado, transmitida por garrapatas del género <i>Ixodidae</i> .	Positivo o negativo
<i>Babesia</i>	Parasito protozoario que parasita a los glóbulos rojos de los rumiantes, transmitida por algunas especies de garrapatas.	Positivo o negativo
<i>Ehrlichia</i>	Son bacterias intracelulares obligadas transmitidas por garrapatas y comprenden diferentes especies patógenas que afectan tanto a la salud veterinaria como a la pública	Positivo o negativo

Edad	Tiempo de vida de las especies animales u otro ser vivo.	Meses
Sexo	Condición que divide al macho y a la hembra	Hembra o Macho
Raza	Grupo homogéneo, subespecífico, de animales domésticos que poseen características externas definidas e identificables que permiten distinguirlos de otros grupos definidos de la misma manera en la misma especie.	Pardo, Mestizo, Holstein, Brahaman, etc.

Recolección de la información

Para la recolección de la información se realizó una encuesta al propietario, recopilando toda información de la finca y de los animales. Para la elaboración de la base de datos se utilizó la hoja de cálculo de EXCEL, office versión 2013.

Análisis de Estadístico

Los resultados fueron presentados en tablas de frecuencias y gráficos, utilizando un análisis descriptivo. Posteriormente, se realizó un análisis de chi cuadrado para observar la asociación entre las variables, utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 23.

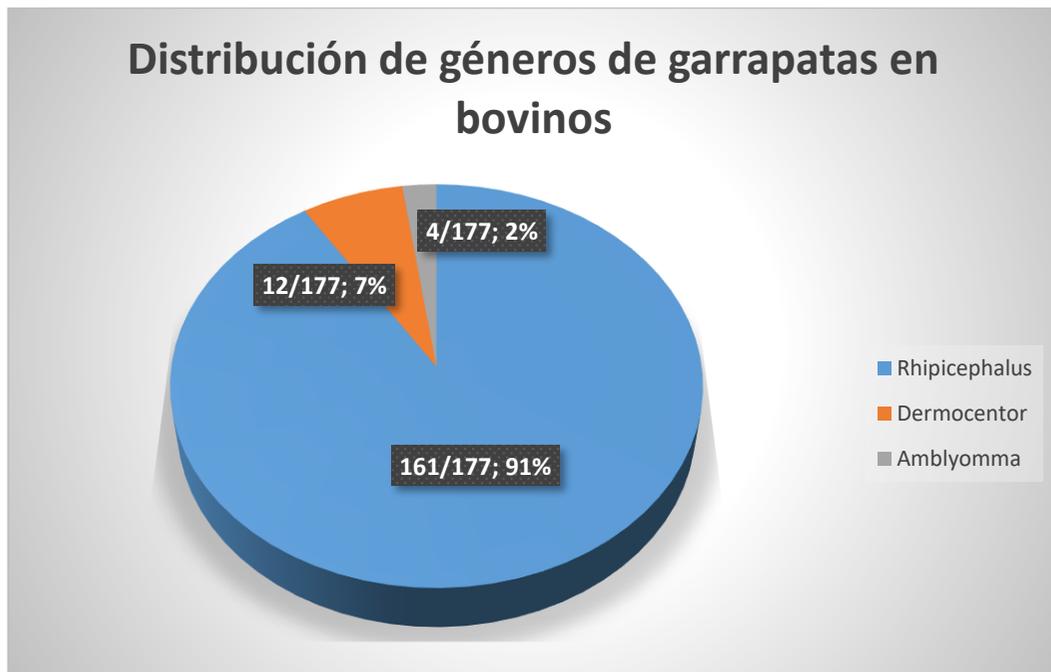
RESULTADOS

De acuerdo al cálculo del tamaño de muestra realizado con el programa estadístico WinEpiscope, la muestra a utilizar era de 257 animales; sin embargo, el estudio se llevó a cabo con 102 animales, dado a que con esa cantidad aparecieron los casos positivos a Hemoparásitos, es decir, que se requieren al menos 102 animales para determinar la presencia de la enfermedad, que es lo que pretendía en el presente estudio.

En el estudio participaron 102 bovinos, de los cuales, 61 eran hembras y 41 machos, todos oscilaban entre 3 y 4 años de edad. De todos los animales el 34.3% (35/102) presentaban garrapatas.

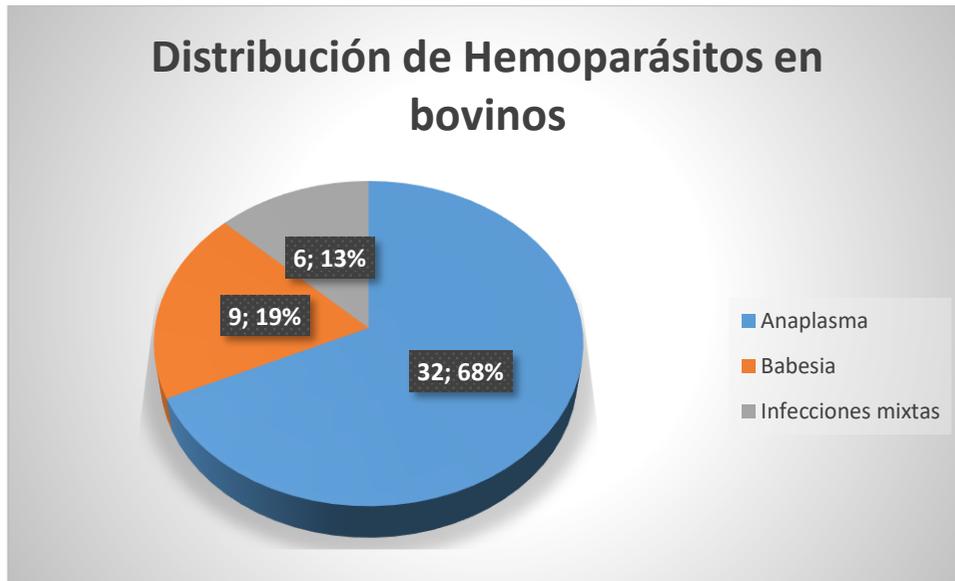
Se colectaron un total de 177 garrapatas de los bovinos parasitados, lográndose identificar los géneros: *Rhipicephalus* (*Boophilus*), *Dermacentor* y *Amblyomma*, como se describe en la gráfica 1.

Gráfica 1. Distribución de géneros de garrapatas en bovinos



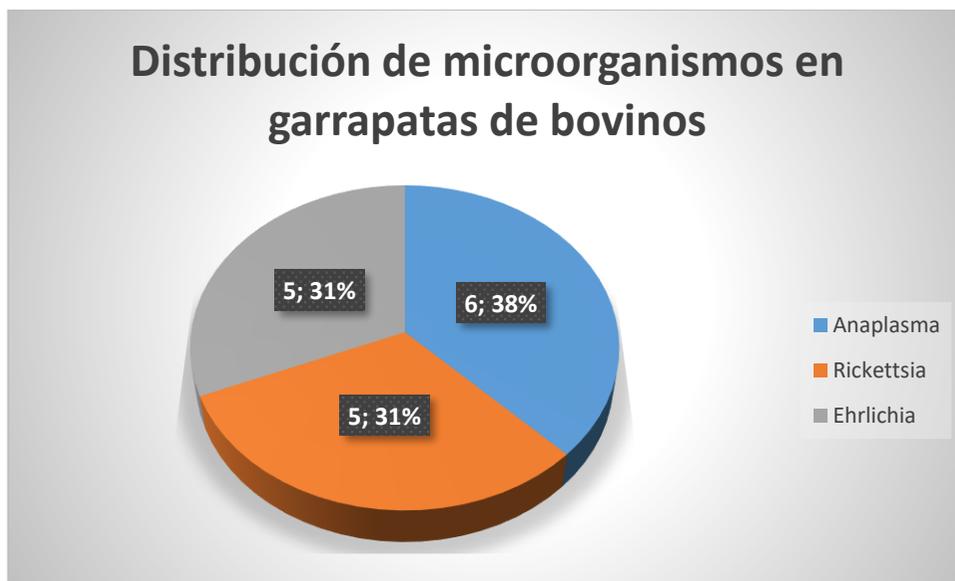
A los 102 bovinos se les realizó un extendido periférico para la determinación de Hemoparásitos, resultando el 34.3% (35/102) positivos, observándose de la siguiente manera:

Gráfica 2. Distribución de Hemoparásitos en bovinos



Las 177 garrapatas colectadas fueron clasificadas por claves taxonómicas y fueron agrupadas por género, obteniendo así 22 grupos de garrapatas, a las cuales, se les realizó la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa de punto final (PCR) para el aislamiento de patógenos en la garrapata, encontrándose 16/22 grupos de garrapatas positivas a patógenos, los cuales, se describen a continuación en la gráfica 3:

Gráfica 3. Distribución de microorganismos en garrapatas de bovinos



En la siguiente tabla 1, se muestran los géneros de garrapatas que albergan los diferentes patógenos encontrados por PCR.

Tabla 1. Distribución de los patógenos encontrados de los diferentes géneros de garrapatas de bovinos por PCR.

Géneros de Garrapata	Patógenos		
	<i>Anaplasma spp</i>	<i>Rickettsia spp</i>	<i>Ehrlichia spp</i>
<i>Rhipicephalus</i>	6	3	5
<i>Dermacentor</i>	---	1	---
<i>Amblyoma</i>	---	1	---

De acuerdo al análisis estadístico de chi cuadrado de Pearson aplicado para la búsqueda de concordancia, se encontró un valor de $p < 0.005$; por lo tanto, existe significancia entre las variables, lo que significa que las especies de garrapatas encontradas en los animales muestreados están relacionados con la presencia de patógenos.

DISCUSIÓN

Las garrapatas son responsables de la transmisión de múltiples enfermedades bacterianas, parasitarias y virales. Las enfermedades transmitidas por garrapatas (TBD) ocurren particularmente en áreas tropicales y subtropicales. La frecuencia de estas enfermedades ha ido aumentando y extendiéndose a nuevos territorios de manera significativa, en parte porque las poblaciones de garrapatas se ven muy favorecidas por factores predominantes como el cambio en los patrones de uso de la tierra y el cambio climático. Por lo tanto, para obtener estimaciones precisas del impacto que tienen las garrapatas en la producción y sanidad bovina, se requieren más estudios moleculares y epidemiológicos en diferentes regiones del país.

El objetivo principal del presente estudio fue determinar la presencia de hemoparasitosis que afectan al ganado bovino, además de conocer los principales vectores que albergan estos patógenos, determinando así que el 34.3% (35/102) de los bovinos estaban siendo parasitados por garrapatas, lo que evidentemente es un factor determinante en la presencia de Hemoparásitos, así lo demuestra un

estudio realizado por Sabrina Ganzinelli y colaboradores en Argentina, 2020, donde manifiesta que en regiones Hiperendémicas de garrapatas la probabilidad de encontrar este tipo de patógenos es mayor, siempre y cuando se utilicen técnicas sensibles como el PCR. Esto es atribuido dada a las condiciones de trópico en que habitan las garrapatas, además, de los diferentes cambios que sufre el ecosistema, donde la garrapata se comporta como un organismo simbiótico y manteniendo su ciclo tanto en animal como en el ambiente, lo que hace difícil su control.

Los principales vectores encontrados en el estudio fueron *Rhipicephalus* con 91% (161/177), *Dermacentor* con el 7% (12/177) y *Amblyoma* con 2%% (4/177), estos datos coinciden con un estudio realizado por Jeffrey D. Tyrrell y colaboradores en el 2019 en Nicaragua, donde reportaron la presencia de *Amblyoma cajennense* y *Dermacentor nitens*. Esto demuestra que son las especies más frecuentes encontradas en diferentes regiones del país, así como también el género *Rhipicephalus*.

También se realizaron exámenes de extendido periférico a 102 bovinos, resultando positivos con un 34.3% (35/102), identificándose un 68% (32/102) de *Anaplasma*, 19% (9/102) de *Babesia* y el 13% (6/102) correspondieron a infecciones mixtas (*Anaplasma* y *Babesia*), estos resultados coinciden con un estudio realizado por Yanior Ortiz y Yader Hernández en Nicaragua en el 2017, en el municipio de La Paz Centro, donde *Anaplasma* fue el Hemoparásito más frecuente encontrado; esto es debido a las zonas tropicales de la región, además de la presencia de los principales vectores como es el *Rhipicephalus* (*Boophilus*), además es importante remarcar las infecciones mixtas que se presentan en los bovinos, esto hace que los animales requieran mayor tiempo en su recuperación, ya que el tratamiento es diferentes para cada hemoparásito, a pesar de que el control de las garrapatas puede ser el mismo.

También se realizó un aislamiento a partir de las garrapatas de los principales patógenos que contenían, tomando alrededor de 177 garrapatas divididas en grupos, para un total de 22 grupos, se les aplicó un ensayo de PCR, resultando 16/22 grupos positivos a Hemoparásitos, 38% (6/22) a *Anaplasma*, 31% (5/22) a

Rickettsia y 31% (5/22) a *Ehrlichia*. Estos resultados coinciden con un estudio realizado por Martínez Díaz, 2023, en Colombia, donde reportaron las especies de garrapatas *Amblyoma*, *Dermacentor* y *Rhipicephalus*, y aislaron *Anaplasma* y *Ehrlichia* en bovinos. De acuerdo a este estudio, la presencia de los vectores hace posible la distribución de nuevas especies de agentes Rickettsiales como lo es el género *Ehrlichia*, si bien es conocida su importancia en la Ehrlichiosis Monocítica Canina, causada por *E. canis*, especies como *Ehrlichia minasensis*, puede provocar enfermedad en los bovinos; por lo que es de suma importancia dar seguimiento y monitorear estos patógenos en las diferentes especies de animales domésticos y silvestres.

En el presente estudio se encontró que el género *Rhipicephalus*, contenía los patógenos *Anaplasma*, *Rickettsia* y *Ehrlichia*; los géneros *Dermacentor* y *Amblyoma* reportaron la presencia de *Rickettsia*, lo cual, coincide con estudios realizados por Martínez Díaz y colaboradores en el 2023, en Colombia, donde reportaron la presencia de la especie de garrapata *Rhipicephalus (Boophilus)* con patógenos como *Anaplasma* y *Ehrlichia*, además de que los géneros *Dermacentor* y *Amblyoma*, son los principales vectores de *Rickettsia*.

CONCLUSIONES

- Los principales géneros de garrapatas encontradas en los bovinos muestreados fueron *Rhipicephalus*, *Dermacentor* y *Amblyoma*.
- Los Hemoparásitos encontrados en el extendido periférico fueron *Anaplasma* y *Babesia*, e infecciones mixtas entre *Anaplasma* y *Babesia*.
- Los principales patógenos aislados a partir de las garrapatas que parasitaban a los bovinos fueron, *Anaplasma* y *Ehrlichia* aislados de *Rhipicephalus* y *Rickettsia* aislado de los géneros *Dermacentor* y *Amblyoma*.

RECOMENDACIONES

- Determinar en estudios posteriores, los géneros y especies de garrapatas en muestras frescas colectadas, para su correcta identificación y clasificación.
- Realizar la amplificación con cebadores específicos de especie, de los patógenos encontrados.
- Realizar estudios en garrapatas colectadas de animales silvestres, así como los patógenos que podrían albergar.

BIBLIOGRAFÍA

- Adham, FK, EM Abd-El-Samie, RM Gabre, y El Hussein. 2009. «Detection of tick blood parasites in Egypt using PCR assay I—Babesia bovis and Babesia bigemina». *05 de mayo de 2009* 105(Parasitology research):721-30. doi: 10.1007/s00436-009-1443-8.
- Aguilar Sandoval Carlos David. 2017. «Prevalencia de anaplasmosis bovina en cuatro fincas del municipio de Macuelizo, Nueva Segovia, en el período julio – noviembre de 2017». Tesis, UNA, Nueva Segovia, Nicaragua.
- Alcaraz, Dra Elva Lilia. 1999. «Enf. infecciosas: bovinos en general». *EEA Mercedes, Corrientes, Noticias y Comentarios El Sitio de la Producción Animal*(Nº 332):3.
- Benavides, Efrain, Otoniel Gerds, Oscar Betancur, y Natalia Palencia. 2012. «Criterios y protocolos para el diagnóstico de hemoparásitos en bovinos». *Revista Ciencia Animal* 31-49.
- Campuzano Duque, Simón. 2017. «Biblioteca Digital Lasallista: Anaplasmosis bovina “historia, actualidad, clínica e impacto económico en la ganadería”». Recuperado 9 de marzo de 2020 (<http://hdl.handle.net/10567/2171>).
- Corona, Belkis, Majela Rodríguez, y Siomara Martínez. 2004. «Anaplasmosis bovina». *REDVET* VI(N 4).
- Dumler, J. S., A. F. Barbet, C. P. Bekker, G. A. Dasch, G. H. Palmer, S. C. Ray, Y. Rikihisa, y F. R. Rurangirwa. 2001. «Reorganization of Genera in the Families Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the Order Rickettsiales: Unification of Some Species of Ehrlichia with Anaplasma, Cowdria with Ehrlichia and Ehrlichia with Neorickettsia, Descriptions of Six New Species Combinations and Designation of Ehrlichia Equi and “HGE Agent” as Subjective Synonyms of Ehrlichia Phagocytophila». *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 51(Pt 6):2145-65. doi: 10.1099/00207713-51-6-2145.
- Escobar, Ariel, Orly Cevallos, Patricio Villareal, Mercedes Carranza, Hellen Carranza, y Edgar Pinargote. 2015. «Prevalencia y detección por PCR anidada de Anaplasma marginale en bovinos y garrapatas en la zona central del Litoral ecuatoriano.» *11-17 Junio de 2015* 8(Ciencia y Tecnología):11-17. doi: 10.18779/cyt.v8i1.145.
- González-Obando, Juliana, Andrés F. Holguín-Rocha, y Alberto Tobón-Castaño. 2014. «Diagnóstico de Babesia bovis (Babesiidae) y Babesia bigemina (Babesiidae) en garrapatas recolectadas en los municipios Turbo y Necoclí (Antioquia) en 2014». *01/01/2019* 41(Actualidades biológicas):Página: 65-71. doi: 10.17533 / udea.acbi.v41n111a05.

- Guglielmo, A. A. 1995. «Epidemiology of Babesiosis and Anaplasmosis in South and Central America». *Veterinary Parasitology* 57(1-3):109-19. doi: 10.1016/0304-4017(94)03115-d.
- Hove, Paidashe, Zamantungwa T. H. Khumalo, Mamohale E. Chaisi, Marinda C. Oosthuizen, Kelly A. Brayton, y Nicola E. Collins. 2018. «Detection and Characterisation of Anaplasma marginale and A. centrale in South Africa». *Veterinary Sciences* 5(1). doi: 10.3390/vetsci5010026.
- Jiao Xu, Xiao-Lan Gu, Ze-Zheng Jiang, Xiao-Qian Cao, Rui Wang, Qiu-Ming Peng, Ze-Min Li, Li Zhang, Chuan-Min Zhou, Xiang-Rong Qin, Xue-Jie Yu. 2023. Pathogenic Rickettsia, Anaplasma, and Ehrlichia in Rhipicephalus microplus ticks collected from cattle and laboratory hatched tick larvae. PLOS Neglected Tropical Diseases. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0011546>
- Kocan, K. M., J. de la Fuente, E. F. Blouin, y J. C. Garcia-Garcia. 2004. «Anaplasma Marginale (Rickettsiales: Anaplasmataceae): Recent Advances in Defining Host-Pathogen Adaptations of a Tick-Borne Rickettsia». *Parasitology* 129 Suppl:S285-300. doi: 10.1017/s0031182003004700.
- Kubelová, M., J. Mazancová, y P. Široký. 2012. «Theileria, Babesia, and Anaplasma detected by PCR in ruminant herds at Bié Province, Angola». *Parasite* 19(4):417-22. doi: 10.1051/parasite/2012194417.
- Martínez Días H.C, Gil-Mora J., Betancourt-Ruíz P., Silva-Ramos C.R., Matiz-González J. M., Villalba-Pérez M.A., Ospina-Pinto M.C., Ramírez-Hernández A., Olaya-M. L.A., Bolaños E., Cuervo C., Benavides E., Hidalgo M., 2023. Molecular detection of tick-borne rickettsial pathogens in ticks collected from domestic animals from Cauca, Colombia. *Acta Tropica*. 128:106773. doi: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106773>.
- OIE. 2004. *Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres: (mamíferos, aves y abejas)*. París: : Office International Des Epizooties.
- OIE. 2018. «Bovine Anaplasmosis».
- Sepúlveda, Angie, Martín Pulido-Medellín, Javier Rodríguez-Pacheco, y Diego García-Corredor. 2017. «Eficiencia in vitro de hongos entomopatógenos y productos químicos sobre Rhipicephalus microplus». *Veterinaria y Zootecnia* 11:67-80. doi: 10.17151/vetzo.2017.11.2.6.
- Spickler, Anna Rovid. 2008. «Babesiosis Bovina». *The Center for Food Security & Public Health* 6.
- Stokka, Gerald L., Robin Falkner, y Jeremy Van Boening. 2009. «Infections in Ruminants: Anaplasmosis». *Engormix*. Recuperado 10 de marzo de 2020

(<https://en.engormix.com/dairy-cattle/articles/infections-ruminants-anaplasmosis-t34535.htm>).

- Tana-Hernández, Leandro, Katherine Navarrete-Arroyo, Jorge Ron-Román, Armando Reyna-Bello, y María Augusta Chávez-Larrea. 2017. «PCR-diagnosis of *Anaplasma marginale* in cattle populations of Ecuador and its molecular identification through sequencing of ribosomal 16S fragments». *BMC Veterinary Research* 13. doi: 10.1186/s12917-017-1311-1.
- Vargas, Daniel Humberto, María Inés Torres, y Martin Orlando Pulido. 2019. «Anaplasmosis y babesiosis: estudio actual». Universidad de Boyacá, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia.
- Villar, Carlos. 2013. «Conceptos prácticos para el control de la Anaplasmosis bovina con énfasis en investigaciones en Colombia.» *Engormix*. Recuperado 16 de marzo de 2020 (<https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/conceptos-practicos-control-anaplasmosis-t30510.htm>).

ANEXOS

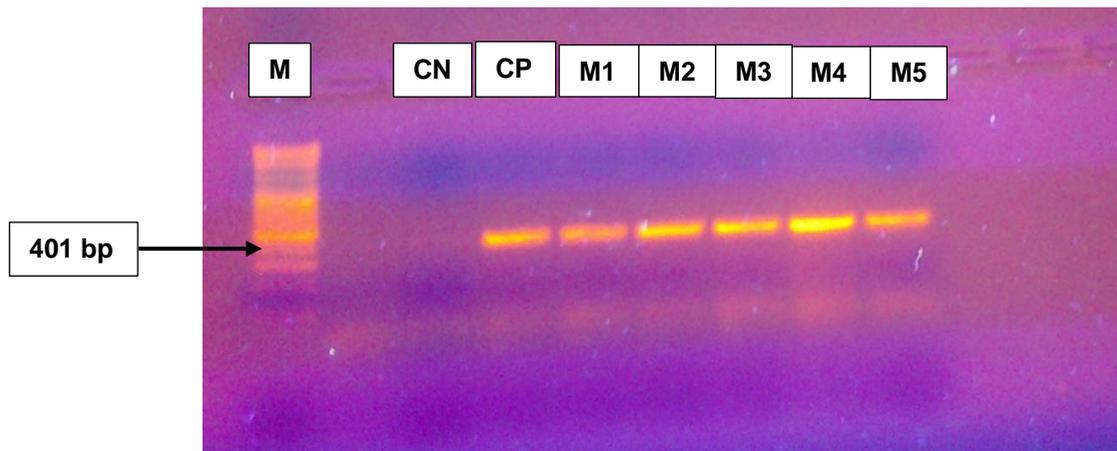


Figura. 1. Muestras positivas a *Rickettsia* spp. por PCR en gel de agarosa al 1.5%. M: Marcador de peso molecular (100bp), CN: Control Negativo, CP: Control positivo, M1, M2, M3, M4, M5, muestras positivas a *Rickettsia* spp. con un amplicón de 401 bp.

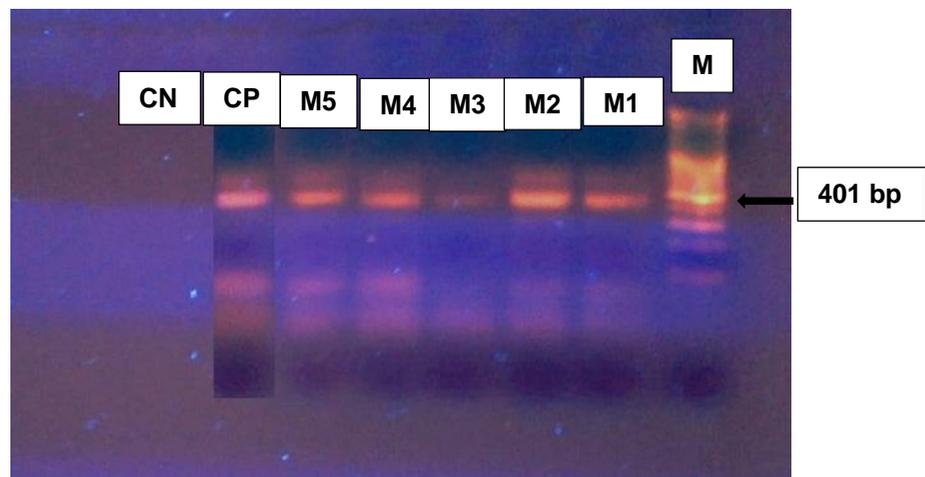


Figura. 2. Muestras positivas a *Ehrlichia* spp. por PCR en gel de agarosa al 1.5%. M: Marcador de peso molecular (100bp), CN: Control Negativo, CP: Control Positivo, M1, M2, M3, M4, M5, muestras positivas a *Ehrlichia* spp. con un amplicón de 398 bp.

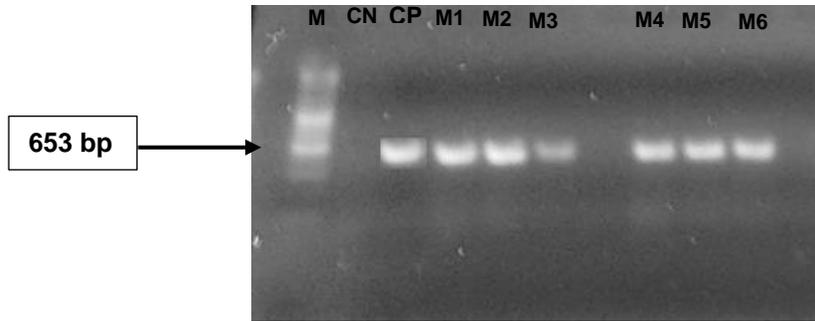


Figura. 3. Muestras positivas a *Anaplasma spp.* por PCR en gel de agarosa al 1.5%. M: Marcador de peso molecular (100bp), CN: Control Negativo, CP: Control Positivo, M1, M2, M3, M4, M5, muestras positivas a *Anaplasma spp.* con un amplicón de 653 bp.