



Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de anaplasmosis bovina en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana

Andrade Ortiz, Cynthia Mishell

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Dr. Ron Román, Jorge Washington Mgtr.

23 de febrero del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de anaplasmosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) en la provincia de Orellana**, fue realizado por la señorita **Andrade Ortiz Cynthia Mishell**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 23 de febrero del 2023



Dr. Ron Román, Jorge Washington Mgtr.

C. C 1709505125

Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos

23/2/23 11:16

Informe de originalidad

NOMBRE DEL CURSO

Documentos tesis 202250 y 202251

NOMBRE DEL ALUMNO

CYNTHIA MISHHELL ANDRADE ORTIZ

NOMBRE DEL ARCHIVO

CYNTHIA MISHHELL ANDRADE ORTIZ - Anaplasmosis bovina

SE HA CREADO EL INFORME

23 feb 2023

Resumen

Fragmentos marcados	8	1 %
Fragmentos citados o entrecorridos	2	0,4 %

Coincidencias de la Web

3tres3.com	3	0,9 %
facebook.com	1	0,4 %
ganaderia.com	1	0,1 %
inta.gov.ar	1	0,1 %
unl.edu.ar	1	0,1 %
locandadellangelo.net	1	0,1 %
onehealthin.com	1	0,1 %
uaeh.edu.mx	1	0,1 %



JORGE WASHINGTON
RON ROMAN

Dr. Ron Román, Jorge Washington, Mgtr.

C.C 1709505125



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Andrade Ortiz, Cynthia Mishell**, con cédula de ciudadanía No. 1725789646, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de anaplasmosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) en la provincia de Orellana**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 23 de febrero del 2023

Andrade Ortiz, Cynthia Mishell

C.C.: 1725789646



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Autorización de Publicación

Yo, **Andrade Ortiz, Cynthia Mishell**, con cédula de ciudadanía No. 1725789646 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de anaplasmosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) en la provincia de Orellana** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 23 de febrero del 2023

Andrade Ortiz, Cynthia Mishell

C.C.: 1725789646

Dedicatoria

A mi madre, Gris, por su amor, apoyo y sacrificio incondicional, por no dejarme sola nunca, ni en los días que hasta yo misma me había abandonado, por alentarme en cada paso que di, fuiste tú la que me enseñó que incluso la tarea más grande puede ser lograda si se hace un paso a la vez. Gracias por estar siempre pendiente de mi hasta cuando sentía que ya no tenías que hacerlo ya que gracias a ti me convertí en la persona fuerte y decidida que soy ahora, por y para ti mamá.

A mi padre, Richard, quien desde pequeña me inculcó que el estudio era beneficioso para mi progreso y desarrollo.

A mi hermana, Salomé, mi compañera de vida, por ser parte fundamental de ella, por el apoyo moral que me has brindado durante todo este tiempo y por enseñarme esa parte de mí que solo tu eres capaz de ver.

Mamá Chabelita, uno de mis pilares más fuertes, gracias por tenerme presente siempre en tus oraciones y por mostrarme que somos capaces de todo si realmente nos lo proponemos.

A todos los miembros de mi familia que nunca dejaron de creer lo capaz que soy.

Brad, por tu apoyo incondicional, ayudándome a abrir mis alas y dándome palabras de aliento. Gracias por ser parte de mi vida y estar en cada paso del camino. No tengo como agradecerte por ser tú, espero que estas palabras puedan llegar a expresar un poco de lo que siento.

Mishell Andrade Ortiz

Agradecimientos

Al Dr. Jorge Ron Román, le agradezco por todos los conocimientos impartidos, por no dudar de mis capacidades y por la confianza que depositó en mí al darme la oportunidad de formar parte del proyecto Bru-Tryp.

A la Universidad de Liège y la Academia de Investigación y Enseñanza Superior ARES de Bélgica por brindarme las herramientas y recursos para el desarrollo de este proyecto.

A la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario-Agrocalidad, por ser partícipe de este proyecto y por las facilidades brindadas para su ejecución.

A todos los ganaderos, técnicos y personal de apoyo en las fincas muestreadas en los cantones Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas en la provincia de Orellana, por su gran contribución en las actividades de campo.

Al personal técnico de los laboratorios de Mejoramiento Genético y Sanidad Animal en especial a la Ing. Gabriela Morales por su gran apoyo desde el día uno en el desarrollo de este proyecto.

A mis compañeros de tesis y a los nuevos amigos con los que compartí esta gran experiencia.

Y por último mi agradecimiento es infinito a la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", por la formación integral que he recibido dentro y fuera de las aulas y a cada uno de mis profesores por enriquecer mi camino con sus enseñanzas.

Mishell Andrade Ortiz

Índice de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos	7
Índice de contenidos	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	13
Resumen	14
Abstract.....	15
CAPÍTULO I	16
INTRODUCCIÓN	16
Antecedentes	16
Justificación.....	17
Objetivos	18
Objetivo general.....	18
Objetivos específicos	18
CAPÍTULO II	20
REVISIÓN DE LITERATURA	20
Generalidades de la anaplasmosis.....	20
Sinonimias.....	20
Agente causal.....	20
Tipo de agente y taxonomía	21
<i>Anaplasma marginale</i>	21
Patogenia	22

Hallazgos clínicos y lesiones	22
Transmisión y vectores.....	24
Transmisión biológica	24
Transmisión mecánica.....	28
Transmisión iatrogénica	28
Transmisión transplacentaria	29
Diagnóstico	29
Métodos directos	30
Test de referencia	30
Frotis sanguíneo y tinción Giemsa	30
Reacción en cadena de la Polimerasa (PCR)	32
Métodos indirectos	33
Inmunoensayo ligado a enzimas (ELISA).....	33
Inmunofluorescencia Indirecta de anticuerpos (IFI).....	34
Fijación del completo	35
Factores de riesgo asociados a la enfermedad	36
Estado del animal	36
Edad	36
Sexo	37
Raza	37
Tratamiento y prevención	38
Epidemiología de la enfermedad	39
Distribución y prevalencia mundial	39
Distribución y prevalencia en Ecuador	41
Impacto económico del problema	42
Impacto económico directo	43
Impacto económico indirecto.....	43
CAPÍTULO III.....	44

METODOLOGÍA.....	44
Lugar o zona de estudio	44
Determinación del tamaño de la muestra	45
Caracterización de los predios	46
Trabajo de campo	47
Obtención de muestras sanguíneas.....	47
Recolección de información zootécnica y aplicación de encuesta epidemiológica	48
Georreferenciación de los predios	50
Trabajo de laboratorio	51
Frotis sanguíneo y tinción Giemsa	51
Definición de caso.....	53
Análisis estadístico.....	53
Diseño no experimental	53
Operacionalización de variables	54
Variable de respuesta	54
Datos de prevalencia	54
Factores de riesgo.....	55
CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
Estadística descriptiva de las muestras tomadas en las fincas de la provincia de Orellana ...	57
Distribución de animales muestreados y positivos por zona, tamaño de UPA y sexo	57
Distribución de los animales muestreados por raza	58
Distribución de los animales muestreados por edad y sexo	59
Distribución de los animales muestreados sector.....	61
Prevalencia de Anaplasmosis.....	61
Prevalencia de Anaplasmosis por cantón	64
Prevalencia por tamaño de finca	65
Prevalencia en zona, tamaño de finca y sexo.....	66
Prevalencia por raza.....	67

Prevalencia por edad.....	68
Factores de riesgo.....	70
Socialización de resultados	72
Georreferenciación de fincas ganaderas positivas a anaplasmosis	73
CAPÍTULO V	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
Conclusiones.....	76
Recomendaciones.....	77
BIBLIOGRAFÍA	78

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Prevalencia de Anaplasmosis en América Latina</i>	40
Tabla 2 <i>Prevalencia de anaplasmosis bovina en Ecuador</i>	41
Tabla 3 <i>Prevalencia de anaplasmosis bovina en la región Amazónica</i>	42
Tabla 4 <i>Clasificación del tamaño de fincas según el número de animales existentes</i>	46
Tabla 5 <i>Porcentaje de muestreo en fincas en base al número total de bovinos</i>	47
Tabla 6 <i>Establecimiento de variables</i>	54
Tabla 7 <i>Análisis de distribución de animales muestreados por zona, sexo y tamaño de UPA</i> ..	58
Tabla 8 <i>Distribución de animales muestreados por cantón, raza y UPA</i>	58
Tabla 9 <i>Distribución de animales muestreados por raza</i>	59
Tabla 10 <i>Distribución de las muestras por UPA, edad y sexo</i>	60
Tabla 11 <i>Distribución de animales muestreados por edad y sexo</i>	61
Tabla 12 <i>Distribución de animales muestreados por sector</i>	62
Tabla 13 <i>Prevalencia de anaplasmosis bovina por frotis sanguíneo</i>	63
Tabla 14 <i>Prevalencia general de anaplasmosis por cantón</i>	64
Tabla 15 <i>Prevalencia de la anaplasmosis por tamaño de UPA</i>	65
Tabla 16 <i>Prevalencia de anaplasmosis por tamaño de UPA, sexo y zona</i>	66
Tabla 17 <i>Prevalencia de anaplasmosis por tamaño de UPA y sexo</i>	67
Tabla 18 <i>Prevalencia de anaplasmosis por sexo</i>	67
Tabla 19 <i>Prevalencia de la anaplasmosis por categorías de raza</i>	68
Tabla 20 <i>Prevalencia de la Anaplasmosis por cantón</i>	69
Tabla 21 <i>Prevalencia de la anaplasmosis por edad</i>	70
Tabla 22 <i>Factores de riesgo asociados a la positividad de anaplasmosis bovina en fincas</i>	71

Índice de figuras

Figura 1 <i>Anaplasma marginale</i> visualizado al microscopio.....	21
Figura 2 Distribución mundial de <i>Anaplasma spp</i>	40
Figura 3 Mapa de la zona de estudio	44
Figura 4 Extracción de sangre bovina de la vena coccígea.....	49
Figura 5 Recolección de información mediante registros de muestreo y encuesta.....	49
Figura 6 Georreferenciación de fincas con la aplicación Epicollect5.....	50
Figura 7 Realización de frotis sanguíneos.....	52
Figura 8 Tinción y observación de frotis sanguíneos.....	53
Figura 9 Muestra positiva para Anaplasmosis bovina.....	63
Figura 10 Mapa de muestreo provincia de Orellana	73
Figura 11 Mapa de fincas positivas para anaplasmosis bovina	74

Resumen

La presente investigación fue realizada en la provincia de Orellana y tuvo como objetivo la determinación de la prevalencia y factores de riesgo asociados a la anaplasmosis bovina en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas), esta enfermedad altera directamente el estado del animal desencadenando síntomas característicos del padecimiento como: anemia, anorexia e ictericia afectando directamente a la salud y producción del animal.

Se tomaron muestras de 22 fincas pequeñas, 15 fincas medianas y 4 fincas grandes que fueron muestreadas al azar representando 349 bovinos, sin distinción de sexo, edad ni raza, a quienes se les extrajeron muestras de sangre para analizar la presencia del patógeno, mediante microscopía de frotis sanguíneo. Los resultados obtenidos en esta investigación indicaron que en 41 fincas ubicadas en los cantones Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas la prevalencia total de la enfermedad fue del 48,71% (170/349) y a nivel de finca se encontró altos valores de prevalencia para los 3 estratos de muestreo: para fincas pequeñas del 86,36%, para fincas medianas del 86,66% y para fincas grandes del 100%. Por último, como parte de esta investigación, se determinaron los factores de riesgo asociados a la anaplasmosis bovina mediante la medida epidemiológica de Riesgo Relativo (RR) en donde el cambio de agujas (RR=1,16) con RA% del 13,89.

Palabras clave: Ganado vacuno, Anaplasmosis bovina, frotis sanguíneo, tinción Giemsa
Anaplasma marginale.

Abstract

This research was conducted in the province of Orellana and its objective was to determine the prevalence and risk factors associated with bovine anaplasmosis in cattle farms (large, medium and small), this disease directly alters the animal's condition by triggering characteristic symptoms of the disease such as anemia, anorexia and jaundice, directly affecting the animal's health and production.

Samples were taken from 22 small farms, 15 medium farms and 4 large farms that were randomly sampled representing 349 cattle, without distinction of sex, age or breed, from which blood samples were extracted to analyze the presence of the pathogen, by means of blood smear microscopy. The results obtained in this investigation indicated that in 41 farms located in the cantons of Francisco de Orellana and La Joya de los Sachas, the total prevalence of the disease was 48.71% (170/349) and at the farm level, high prevalence values were found for the 3 sampling strata: 86.36% for small farms, 86.66% for medium farms and 100% for large farms. Finally, as part of this research, the risk factors associated with bovine anaplasmosis were determined using the epidemiological measure of Relative Risk (RR) where needle exchange (RR=1.16) with RA% of 13.89.

Keywords: cattle, bovine anaplasmosis, blood smear, Giemsa staining *Anaplasma marginale*.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En la actualidad muchas de las enfermedades de transmisión vectorial son consideradas como emergentes; por tanto, con gran importancia para animales domésticos, salvajes y para el hombre, Organización Mundial de la Salud (OMS,2020). Entre los vectores artrópodos hematófagos después de los mosquitos; las garrapatas son capaces de transmitir enfermedades infecciosas a los humanos y las más importantes en la transmisión de infecciones a los animales.

Una de las enfermedades hematófagas de gran importancia para la ganadería es la Anaplasmosis bovina, la misma que es causada por *Anaplasma marginale*, considerada como una enfermedad infecciosa pero no contagiosa ya que esta es transmitida de forma mecánica a través de las picaduras tanto de mosquitos como: *Tabanus* sp., *Stomoxys calcitrans* y *Haematobia irritans* y de forma biológica mediante especies de garrapatas como: *Rhipicephalus microplus* y *Rhipicephalus annulatus*, Tana et al., (2017).

Los signos clínicos primarios de anaplasmosis que se presentan son fiebre, anemia, ictericia, disminución en la producción lechera y baja de peso, Aktas & Özübek, (2017). No se observa ni hemoglobinemia ni hemoglobinuria lo que permitiría tener un diagnóstico diferencial de babesiosis la misma que suele ser endémica en las mismas regiones, Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA, 2022). Esta enfermedad en su estadio clínico sólo puede ser confirmada mediante la identificación del microorganismo, ya que una vez el animal es infectado este puede permanecer como portador toda su vida. La identificación del microorganismo más comúnmente utilizado es el examen microscópico de frotis de sangre con tinción Giemsa, Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA,2015).

La anaplasmosis es reportada a nivel mundial, pero siendo aún más representativa en países tropicales y subtropicales ya que las condiciones climáticas son propicias para el

desarrollo y evolución de dichos vectores lo que permite que esté presente durante todas las épocas del año. Su distribución incluye al continente americano, africano, europeo y australiano, Tana *et al.*, (2017). La anaplasmosis bovina es considerada una enfermedad económicamente importante debido a las pérdidas y bajas que ocasiona.

Justificación

La ganadería constituye un ingreso estratégico para la economía, el sector rural y para la provisión de proteína de calidad para todos los territorios. El correcto manejo de los sistemas de producción y el movimiento de los animales ha demostrado el incremento de enfermedades en los animales, entre otros aspectos.

Las enfermedades consideradas como hemotrópicas son un problema presente ya hace muchos años, el mismo que afecta al 80% de la ganadería bovina a nivel mundial (Vargas *et al.*,2019).

La falta de información epidemiológica, el impacto socio económico la deficiencia en el uso de herramientas de diagnóstico, la inespecificidad de los signos clínicos y la importancia de un diagnóstico oportuno, hace necesario estudiar la presencia de estos hemoparásitos en los hatos ganaderos de regiones tropicales y subtropicales del país. Lo antes indicado permitirá precautelar la salud y bienestar de los animales disminuyendo los costos de producción y generando mayores ingresos económicos para el sector ganadero, evitando así, el uso indiscriminado de fármacos que conllevan a problemas de resistencia, y el acumulo de trazas en los productos de origen animal, disminuyendo la problemática en la salud pública.

Estudios realizados en países de Latinoamérica como Venezuela, Colombia, México y Perú se ha demostrado que la prevalencia de la enfermedad es alta; 75%, 41,5%, 69,2% y 27% respectivamente, siendo así considerada como una enfermedad disruptiva en sistemas productivos, Corona Belkis *et al.*, (2004).

Teniendo en cuenta la alta prevalencia de anaplasmosis bovina, el Ecuador no posee estudios suficientes para poder confirmar su presencia, dejando a un lado la existencia tanto de

tábanos como garrapatas. La información disponible acerca de esta enfermedad es encontrada en su gran mayoría en tesis universitarias, Tana *et al.*, (2017). En la provincia de Esmeraldas realizado por Fernández, (2018) con un 86% de prevalencia, mientras que Piedra, (2022) indica la prevalencia de *A. marginale* en la provincia de Azuay del 53% y Medina, (2017) en Pastaza del 65,5%. Demostrando así la evidente presencia de este patógeno en el país y la poca atención que se le ha dado a la misma.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la prevalencia y factores de riesgo de anaplasmosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana.

Objetivos específicos

Establecer la prevalencia de *Anaplasma spp.* en bovinos de la provincia de Orellana, Ecuador, a través de la aplicación de pruebas diagnósticas frotis sanguíneos y coloración Giemsa.

Determinar los factores de riesgo asociados a la presencia de *Anaplasma spp.*, mediante la interpretación de resultados de laboratorio y aplicación de encuestas epidemiológicas.

Crear con la herramienta ArcMap 10.2, mapas de distribución de casos positivos *Anaplasma spp.*, a través de la georreferenciación de las explotaciones ganaderas de la zona de estudio.

Capacitar a ganaderos de la zona de estudio, sobre las medidas de prevención y/o control de la anaplasmosis bovina, en base a los resultados obtenidos en la investigación.

Hipótesis

Prevalencia

H0: La prevalencia de anaplasmosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) en la provincia de Orellana es nula.

Hi: La prevalencia de anaplasmosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) en la provincia de Orellana es moderada o elevada

Factores de riesgo

H0: No se pueden identificar y cuantificar los factores de riesgo asociados a la presencia y/o desarrollo de anaplasmosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) en la provincia de Orellana.

Hi: Se pueden identificar y cuantificar los factores de riesgo asociados a la presencia y/o desarrollo de anaplasmosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) en la provincia de Orellana.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de la anaplasmosis

Anaplasmosis es una enfermedad tropical que se transmite por vectores que presentan tropismo por la sangre de los bovinos, siendo por esto que esta enfermedad sea clasificada como hemotrópica.

Esta enfermedad del ganado es causada por dos tipos de parásitos que viven en los glóbulos rojos, mostrando así signos clínicos como fiebre y anemia, a su vez bajo consumo de alimentos, baja producción de leche y riesgo de muerte súbita. Lo más preocupante de la enfermedad es la anemia marcada ya que esta desencadena alta mortalidad en los hatos bovinos que no poseen defensas contra los parásitos, y es ahí cuando se presentan casos de enfermedad clínica aguda, donde solo se puede aseverar que sea la enfermedad mediante el diagnóstico en laboratorio, Benavides *et al.*, (2016).

Sinonimias

A nivel mundial es conocida como anaplasmosis bovina, fiebre amarilla, ranilla blanca, fiebre de la garrapata, enfermedad biliar, tristeza bovina; mientras que en los humanos es conocida como anaplasmosis granulocítica, Benavides *et al.*, (2016).

Agente causal

El agente etiológico de esta enfermedad es *Anaplasma marginale*, es una bacteria Gram-negativa transmitida por vectores que se replica en los eritrocitos maduros de bovinos y otros rumiantes, la misma que se encuentra de manera exclusiva dentro de las vacuolas parasitando el citoplasma del eritrocito. *Anaplasma* spp., se encuentra localizada por lo general a lo largo de los glóbulos rojos y es caracterizada por su cromátida al no estar organizada en el núcleo con membrana limitante y también por no poseer retículo endoplasmático. La enfermedad es más notoria en bovinos mayores a dos años y rara vez se manifiesta en animales más jóvenes, Qiu *et al.*, (2022).

Tipo de agente y taxonomía

Las especies pertenecientes al género *Anaplasma* son tres; *A. marginale*; la misma que causa la anaplasmosis bovina clínica; *A. centrale* también infecta al ganado bovino, pero de forma leve; y *A. bovis*, puede causar la enfermedad de forma que evolucione de leve a grave en especies como: ovejas, ciervos y cabras.

Anaplasma marginale

Tiene un genoma pequeño compuesto aproximadamente por 1,2 megapares de bases, con dos superfamilias de genes y una composición genética muy diversa entre los aislamientos geográficos. Capaz de parasitar a los eritrocitos maduros en bovinos, causando así grandes pérdidas económicas en sectores ganaderos de zonas tropicales y subtropicales ya que esta patología debilita al animal totalmente impidiéndole desarrollar su vida de manera correcta, afectando así la producción lechera y de carne, animales flacos, anémicos o incluso la muerte espontánea del animal, Corona Belkis *et al.*, (2004).

Figura 1

Anaplasma marginale visualizado al microscopio



Nota. Frotis sanguíneo con *Anaplasma marginale* visualizado al microscopio con el lente objetivo 100x. Tomada de *Las garrapatas del ganado bovino Guía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático* (p. 21) por Benavides *et al.*, (2016)

En cuanto a la taxonomía de *Anaplasma* spp. pertenece a:

Genogrupo II de las Ehrlichias

Super Reino: Bacteria

Clase: Proteobacteria

Subclase: Alfa

Orden: *Rickettsiales*

Familia: *Anaplasmataceae*

Género: *Anaplasma*

Especie: *A. marginale*

A. centrale

Patogenia

Anaplasma marginale es una bacteria intracelular que una vez se encuentra dentro del torrente sanguíneo ataca directamente a los eritrocitos maduros, formando una vacuola derivada de los mismos, este organismo entra por invaginación al eritrocito sin que ocurra mayor destrucción de estas células, se localiza en el citoplasma, y contiene cuerpos iniciales que se manifiestan en forma de agregados granulares densos rodeados por una doble membrana de 40-50 µm, Corona Belkis *et al.*, (2004). Una vez la rickettsia se encuentra dentro del eritrocito, el microorganismo se replica por fisión binaria hasta formar ocho organismos individuales, para que después estos organismos salgan del eritrocito e infectar a otros eritrocitos cercanos.

La incubación de la enfermedad se da entre un lapso de dos a tres semanas y su duración dependerá de la cantidad del organismo infectante, lo cual puede ser detectado mediante microscopía ± 35 días después de la transmisión Bautista, (1996).

Hallazgos clínicos y lesiones

La enfermedad se presenta en animales <1 año de forma subclínica, mientras que en animales de dos años se manifiesta de manera grave y en la mayoría de veces mortal.

La anaplasmosis se caracteriza por la presencia de anemia progresiva, debida a la destrucción extravascular tanto de eritrocitos infectados como de no infectados, Merck & Co, (2007).

Un animal por más que esté infectado no presenta síntomas clínicos en el inicio de la infección ya que solamente puede presentar síntomas cuando más del 15% de eritrocitos han sido parasitados, mientras más avanza este periodo, la infección empieza a desarrollarse y los eritrocitos infectados se eliminan a través del torrente sanguíneo mediante fagocitosis gracias a las células del retículo endotelial del hígado, bazo y nódulos linfáticos, Acha & Szyfres, (2001).

El periodo preclínico de *A. marginale* se relaciona directamente con la dosis infectiva, la misma que oscila entre los 15-36 días, una vez cumplido con este tiempo (periodo de prepatencia), se puede llegar a desarrollar en una anaplasmosis hiperaguda, aguda o crónica. Teniendo en cuenta todo su desarrollo, la ricketsemia se dobla cada 24 horas en su fase de crecimiento exponencial, es aquí donde alrededor del 10-30% los eritrocitos llegan a ser infectados, Merck & Co, (2007).

La fiebre, es el primer síntoma clínico de esta enfermedad, seguida de esta el animal presenta anorexia, debilidad muscular e incluso depresión, teniendo en cuenta la destrucción continua de eritrocitos sin liberación de hemoglobina el animal presenta palidez en las mucosas, sangre muy clara y acuosa para posteriormente mostrar ictericia la cual es un signo característico del padecimiento. En este periodo pueden aparecer anticuerpos antieritrocitarios, lo mismo que puede exacerbar la anemia, Muñoz *et al.*, (2017).

Una vez el animal atraviesa la fase de multiplicación bacteriana (fase aguda), pasa a la fase hiperaguda en la cual se aprecia una baja de peso alarmante, abortos, fallo cardiopulmonar e incluso muerte súbita, todo esto debido a que más del 90% de eritrocitos están infectados y esto llega a ocurrir casi siempre dentro de las 25-36 horas del pico de parasitemia, Corona Belkis *et al.*, (2004).

Si el animal llega a sobrevivir a la fase hiperaguda, su parasitemia baja drásticamente y después de varias semanas los valores del hematocrito se llegan a estabilizar. El ganado recuperado puede permanecer infectado considerándolos como “portadores asintomáticos”.

En exploraciones postmortem de esta enfermedad se puede evidenciar lesiones en el bazo el cual se presenta agrandado y con folículos prominentes; el hígado se torna de color amarillo-anaranjado y moteado; la vesícula biliar contenida de bilis es de color marrón o gris. Hay derrame seroso acumulado en las cavidades, edemas pulmonares, hemorragias petequiales en el epicardio y en el endocardio, Merck & Co, (2007).

Transmisión y vectores

Las bacterias del género *Anaplasma* pueden ser transmitidas a través de tres métodos: biológica, iatrogénica y transplacentaria. El contagio se da por la inoculación de sangre infectada de animales durante la fase aguda de la enfermedad en animales susceptibles. Durante la fase de inoculación, *Anaplasma* spp. invade los eritrocitos y se multiplica, de modo que se forman cuerpos de inclusión, los que se localizan en la periferia de la célula parasitando otros glóbulos rojos. Lo cual produce anemia en el animal.

Transmisión biológica

Las garrapatas han sido consideradas como agentes disruptores de los sistemas ganaderos, estos son parásitos externos que para el cumplimiento de su ciclo biológico se ven obligados a ingerir sangre de mamíferos, aves e incluso reptiles. Estos artrópodos chupadores de sangre, generalmente se encuentran en aquellas áreas que poseen alta grama y gran extensión verde.

Están extendidos en todo el mundo ya que su desarrollo depende totalmente de las condiciones ambientales de cada región en donde se puedan encontrar. La transmisión biológica ocurre por medio de las garrapatas; *Rhipicephalus* y *Dermacentor*, pero hay que tener en cuenta que en América Latina el principal vector biológico es *Rhipicephalus microplus*, Estrada *et al.*, (2020).

Rhipicephalus microplus

Conocida como la garrapata del ganado bovino era anteriormente llamada *Boophilus microplus* ya que estuvo clasificada dentro de este género y debido a *Rhipicephalus microplus* investigaciones se aceptó que *Boophilus* fuera incluido como subgénero de *Rhipicephalus* gracias a su cercanía filogenética entre géneros, Alonso & Fernández, (2022).

Rhipicephalus microplus es considerado como el ectoparásito más importante en el ganado bovino por su gran prevalencia en regiones como: Centro, Sudamérica, Australia y parte de África. Al ser una de las garrapatas más presentes a nivel mundial es considerada como un gran agente disruptor en la ganadería afectando cerca del 80% a la población bovina, observándose que para su óptimo desarrollo requieren temperaturas de entre 18°C y 24°C, Benavides *et al.*, (2016) posibilitando que se encuentren hasta los 2903 msnm, Sepúlveda *et al.*, (2017).

R. microplus puede ser encontrada en distintos huéspedes como: ganado bovino, ganado ovino, cerdos o incluso en búfalos. Una vez el parásito se instala en el huésped; pasa toda su vida parasítica en el mismo animal hasta que las hembras se desprenden para poner sus huevos en la tierra, caso contrario el macho que puede migrar de un huésped a otro tan solo por el contacto, Estrada *et al.*, (2020),

La presencia de este ectoparásito, puede llegar a provocar importantes pérdidas económicas ya que puede causar daños directos e indirectos:

- a. Directos: baja producción lechera, animales muertos, mal desarrollados, efecto en pieles, reducido bienestar animal, problemas de fertilidad en machos y hembras gastos para su tratamiento y control, Benavides *et al.*, (2016).
- b. Indirectos: transmisión de *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, *Anaplasma marginale* y *Anaplasma centrale*, Alonso & Fernández, (2022).

Ciclo

Se debe tener en cuenta que; las condiciones medioambientales influyen en cada etapa que comprende el ciclo biológico de la garrapata del ganado. Dependiendo de esto el desarrollo de la garrapata será o no favorable.

El ciclo de *Rhipicephalus microplus* puede ser dividido en dos fases: la fase parasitaria, es cuando se desarrolla sobre el hospedero y la fase no parasitaria que es cumplida en las pasturas y fuera del animal, Nava *et al.*, (2003).

Fase no parasitaria

La fase no parasitaria o también conocida como fase de vida libre empieza cuando la garrapata se desprende totalmente del bovino una vez está satisfecha, esto puede ocurrir por lo general en la noche, para dar lugar a la aparición de las larvas en los pastos. Esta fase comprende cinco etapas de desarrollo para la garrapata, Alonso & Fernández, (2022):

1. Pre- oviposición

Es comprendido desde la caída de las hembras, hasta la primera puesta de huevos. La hembra debe buscar lugares con condiciones óptimas para que los huevos eclosionen, esto quiere decir; lugares húmedos, cálidos y protegidos de los rayos de sol, con estas condiciones favorables esta etapa puede durar alrededor de 4 días, pero si no consigue reunir estos escenarios puede durar incluso de 40 a 97 días, Instituto de investigaciones Forestales, (2007).

2. Oviposición

Comprende toda la fase de postura de los huevos, desde el primero hasta el último. Una vez más las condiciones ambientales influyen en el tiempo de esta etapa ya que puede darse desde los 4 hasta los 60 días considerando; la radiación solar, temperatura y humedad, siendo estos factores limitantes ya que en invierno podría tardar incluso el doble de este tiempo, Alonso & Fernández, (2022).

3. Post- oviposición

Ocurre con la muerte de la garrapata una vez que esta oviposita su último huevo, esto puede darse entre los 2 a 15 días.

4. Incubación

Ocurre entre el fin de la oviposición y la eclosión larvaria; los factores ambientales juegan un papel importante en el embrión ya que puede retardar o acelerar su desarrollo o incluso puede causar su muerte.

5. Eclosión

Es el tiempo que tardan en aparecer todas las larvas de los huevos correctamente incubados, lo cual puede tardar entre 14 y 60 días. Con las condiciones necesarias el porcentaje de eclosión puede llegar al 80%.

Fase de encuentro

Las larvas eclosionadas, con un tamaño de la punta de un alfiler y tres pares de patas, son completamente capaces de sobrevivir al ambiente, esta fase se desarrolla durante los 5 a 14 días, es aquí donde suben a las plantas para ubicarse sobre el borde del pasto, Benavides *et al.*, (2016)., hasta esperar la llegada del nuevo hospedador. Una vez perciben la presencia del bovino, las larvas aumentan su actividad y se sostienen sobre sus dos patas posteriores extendiendo las patas anteriores para adherirse sobre el animal.

Fase parasitaria

Este proceso completa el ciclo de desarrollo de la garrapata, dura alrededor de 21 días, se da cuando las larvas se alimentan de la sangre del hospedero, dándose también los procesos de muda o cambio de estadio.

En el bovino, las primeras 24 horas la larva se alimenta de líquidos tisulares hasta encontrarse completamente satisfecha, en ese momento se inicia la primera muda considerada como meta-larva para dar lugar a la ninfa, la misma que se alimenta de sangre, siguiendo este proceso realiza una segunda muda denominada meta-ninfa lo que dará origen a machos y hembras adultas jóvenes,

Transmisión mecánica

Este tipo de transmisión se da a través de dípteros hematófagos, los cuales son un grupo amplio de insectos como: moscas *Stomoxys calcitrans*, mosquitos *Siphona* spp y tábanos *Tabanus* spp. Los mismos que necesitan sangre de animales vertebrados para su alimentación y para realizar la puesta de huevos. Algunas de estas especies son importantes vectores, ya que este tipo de transmisión puede llegar a ser incluso tan eficiente como la transmisión biológica.

Dípteros hematófagos

Este tipo de artrópodos tienen la capacidad de transmitir patógenos y es por esta razón que son denominados vectores. Este tipo de dípteros suelen ser endémicos de las regiones tropicales y subtropicales, pero debido a la globalización y la alta movilidad humana han provocado la aparición de enfermedades emergentes en áreas alejadas de su lugar de origen, Organización Panamericana de la Salud (PAHO, 2021).

La transmisión mecánica se puede considerar una de las principales vías de diseminación de *Anaplasma marginale*, en zonas donde el vector de la transmisión biológica es decir las garrapatas no están presentes. Este tipo de transmisión depende de la presencia de bacterias en el torrente sanguíneo, conocida como bacteriemia, en el hospedador justo en el momento exacto en el que el vector se alimente, ya que por esta razón se puede dar solamente durante la fase aguda de la infección, en este caso cuando la rickettsia se encuentra en su pico más alto.

Transmisión iatrogénica

En este tipo de transmisión, la instrumentación contaminada con sangre es la manera relativamente fácil de contagio, mediante objetos inanimados, que son capaces de traspasar eritrocitos infectados entre un animal enfermo y otro susceptible al no respetar las normas de higiene necesarias Sala, (2013). Este proceso ocurre ya sea al momento de realizar la vacunación, desparasitación o tratamiento del hato, al no cambiar las agujas para cada animal;

al momento de utilizar instrumentos quirúrgicos en procesos como, identificación de animales, castración o al realizar una simple curación.

Transmisión transplacentaria

Anaplasma marginale puede ser transmitido de la vaca hacia el ternero, conocida también como transmisión vertical, la cual se da durante la gestación, Torres *et al.*, (2020). La transmisión ocurre si, la vaca se encuentra en el segundo y tercer tercio de la gestación, lo que provocaría nacimiento de terneros débiles, con anemia e ictericia o incluso que mueran a los pocos días de nacidos.

Diagnóstico

Para realizar el control de anaplasmosis se necesita conocer los métodos de diagnósticos existentes; los mismos que nos permitan conocer la prevalencia en zonas de países tropicales y subtropicales, además es importante tener en cuenta que estos métodos sirven para identificar a los animales portadores de forma segura. Es imprescindible tener en cuenta el diagnóstico diferencial entre enfermedades que causan anemia e ictericia como: la babesiosis, la leptospirosis y la teileriosis. También se debe recolectar muestras de sangre en tubos con anticoagulante para pruebas hematológicas; lo que servirá de apoyo en la identificación del agente.

Al dificultarse el diagnóstico de anaplasmosis se recurre a pruebas de laboratorio, las mismas que se clasifican en directas e indirectas. Las pruebas directas son aquellas que nos permiten observar a la bacteria causante de la enfermedad que en este caso es *Anaplasma marginale*; y las pruebas indirectas, determinan la respuesta del bovino ante la invasión de este patógeno causante de la enfermedad.

Métodos directos

Test de referencia

Fundamento y características de la prueba

Este método diagnóstico determina en forma absoluta y sin error si la condición (enfermedad, infección, etc.) está presente en un individuo. En la mayoría de las enfermedades infecciosas es la identificación de los patógenos mediante su cultivo y aislamiento, pero en algunas ocasiones este es un proceso, mientras que en otras no es posible el aislamiento del organismo que es responsable de la infección. En el caso de las enfermedades no infecciosas, el estándar de oro puede ser una biopsia, una necropsia o cualquier criterio que pueda diagnosticar inequívocamente la enfermedad, Pascuzzo, (2013).

Éste es un procedimiento de diagnóstico o una conjunción de ellos que establece en forma absoluta y sin error si la condición (enfermedad, infección, etc.) está que se encuentra en un sujeto. En la mayor parte de las patologías infecciosas es la identificación de los patógenos por medio de su cultivo y aislamiento, pero en varias oportunidades este es un desarrollo, en tanto que en otras es imposible aislar de forma sencilla al organismo responsable de la patología. En patologías no infecciosas, el nivel de oro puede ser una biopsia, una necropsia o algún método que logre desarrollar inequívocamente la patología.

Sensibilidad y especificidad

Las estimaciones de sensibilidad y especificidad se complican todavía más en aquellas patologías multicausales que generan respuestas medibles de diferente intensidad en concordancia al patógeno actuante, Pascuzzo, (2013).

Frotis sanguíneo y tinción Giemsa

Fundamento y características de la prueba

La tinción de Giemsa es un método de diagnóstico utilizado para la examinación de frotis sanguíneos, un control de rutina para otros parásitos sanguíneos y para diferenciar morfológicamente el núcleo y el citoplasma de eritrocitos, leucocitos y plaquetas y parásitos.

Como cualquier tipo de tinción de Romanowsky, se compone de tintes tanto ácidos como básicos, en relación con las afinidades de acidez y basicidad de las células sanguíneas. Azure y azul de metileno, un tinte básico se une al núcleo ácido produciendo un color azul-púrpura. La eosina es un colorante ácido que es atraído por el citoplasma y los gránulos citoplásmicos que producen una coloración roja alcalina. La mancha debe amortiguarse con agua a pH 6,8 o 7,2, para precipitar los tintes y unir materiales simples.

Clásicamente, la tinción de Giemsa es una tinción diferencial que se compone de una combinación de reactivos (Azul, azul de metileno y colorante de eosina) utilizados ampliamente en citogenética e histopatología.

La tinción de Giemsa es una tinción diferencial que incluye en su composición una combinación de colorante eosina, azul de metileno (azul). Se une específicamente a los grupos fosfato del ADN y lo hace en regiones con una alta concentración de la interacción adenina - timina que es característica del ADN.

Tanto el azul como la eosina son tipos de colorantes ácidos que pueden dejar diversos grados de tinción en los componentes fundamentales de las células, como el citoplasma y los gránulos. El azul de metileno es el colorante básico que se encarga de teñir los componentes ácidos de la célula, particularmente el núcleo. Además de su papel como colorante para las células, el metanol también se puede utilizar para "fijar" una imagen. Las células pueden adherirse al portaobjetos de vidrio debido al fijador, lo que evita que se produzcan cambios adicionales en las células, Centro Latinoamericano de Investigación y Formación Biomédica (CELAINFOB, 2020).

Sensibilidad y especificidad

El estándar de oro actual para el diagnóstico de parásitos o alteraciones en los eritrocitos es el análisis manual basado en microscopía de frotis de sangre teñidos con Giemsa, que es un proceso lento que requiere técnicos calificados. Este artículo presenta un algoritmo que identifica y cuenta los glóbulos rojos (RBC), así como los parásitos teñidos para realizar un

cálculo de parasitemia. Las operaciones morfológicas y el umbral basado en histogramas se utilizan para extraer los glóbulos rojos. Los cálculos de curvatura límite y la triangulación de Delaunay se utilizan para dividir los glóbulos rojos agrupados. Los parásitos teñidos se clasifican utilizando un clasificador bayesiano con sus valores de píxeles RGB como características. Los resultados muestran una sensibilidad del 98,5 % y una especificidad del 97,2 % para detectar glóbulos rojos infectados.

Reacción en cadena de la Polimerasa (PCR)

Fundamento y características de la prueba

La prueba de PCR es la técnica molecular mejor desarrollada hasta el momento y tiene una amplia gama de aplicaciones clínicas ya cumplidas y potenciales, incluida la detección de patógenos específicos o de amplio espectro, la evaluación de nuevas infecciones emergentes, la vigilancia y la detección temprana de agentes bioamenazantes. y perfiles de resistencia a los antimicrobianos.

Los métodos basados en PCR también pueden ser rentables en relación con los procedimientos de prueba tradicionales. Se necesita un mayor avance de la tecnología para mejorar la automatización, optimizar la sensibilidad y especificidad de detección, y ampliar la capacidad para detectar múltiples objetivos simultáneamente (multiplexación). Los resultados que proporciona esta prueba son de forma rápida y sencilla mediante la creación ilimitada de ADN. Estos millones de copias de una sección de ADN se pueden hacer en tan solo 15 minutos, con el objetivo de recrear suficiente ADN para múltiples usos de prueba, como la secuenciación o la identificación de infecciones y enfermedades (Tamay de Dios & Velasquillo, 2013).

Sensibilidad y especificidad

La tecnología PCR puede detectar una condición con tan solo una sola copia de ADN. Como prueba estándar de oro, por lo general es 95 % específica y sensible. Esto significa que

los resultados "falsos negativos" no pasan desapercibidos, incluso a una concentración extremadamente baja.

Métodos indirectos

Inmunoensayo ligado a enzimas (ELISA)

Fundamento y características de la prueba

Se trata de un examen de laboratorio comúnmente usado para detectar anticuerpos en la sangre. Un anticuerpo es una proteína que el sistema inmunitario del cuerpo produce cuando detecta sustancias dañinas, llamadas antígenos.

Los ensayos ELISA están diseñados para la detección de antígenos o anticuerpos contra bacterias o virus. Los antígenos son proteínas extrañas que estimulan la producción de anticuerpos (antígeno = generador de anticuerpos).

Si el ELISA se dirige a la proteína directamente sobre la bacteria o el virus, se denomina ELISA de antígeno, mientras que, si el objetivo es la respuesta de anticuerpos del animal a la bacteria o el virus, se denomina ELISA de anticuerpos. Aunque existen ensayos ELISA diseñados para apuntar solo a una o dos proteínas (anticuerpos o antígenos), muchos en realidad se dirigen a una gran cantidad de proteínas.

Este tipo de ensayos pueden ser utilizados para la detección de un tipo concreto de respuesta de anticuerpos (IgG, IgM o IgA) o una combinación de estos. Comienza con la obtención de la proteína objetivo (antígeno o anticuerpo).

Para proteínas individuales, existe la necesidad de un proceso separado para obtener una concentración purificada de esta proteína individual.

Identificar a qué proteína o proteínas apuntar es un proceso científico y complejo. Idealmente, el ensayo se dirige a una sola proteína que es exclusiva del patógeno en cuestión (no reacciona de forma cruzada con otros patógenos), altamente inmunogénica (para la detección de anticuerpos) o que se encuentra en altas concentraciones (para la detección de

antígenos); se dirige a una proteína que se sabe que está altamente correlacionada con la protección contra la enfermedad y siempre está presente, Guzmán, (2014).

Sensibilidad y especificidad

Al ser el ensayo más utilizado para detectar o diagnosticar la infección por virus, especialmente la infección por virus transmitidos por la sangre, su sensibilidad y viabilidad lo han convertido en el ensayo de detección primaria más común.

Tomándose en cuenta mayormente dentro de investigaciones experimentales, en las cuales la utilización de sangre y suero son primordiales.

Inmunofluorescencia Indirecta de anticuerpos (IFI)

Fundamento y características de la prueba

La inmunofluorescencia indirecta (IFI) es una de las técnicas más utilizadas en los estudios de autoinmunidad debido a su fácil manejo y estandarización. Sin embargo, la lectura e interpretación requieren de amplia experiencia.

La inmunofluorescencia secundaria o indirecta utiliza dos anticuerpos: el primer anticuerpo (primario) no marcado se une específicamente a la molécula deseada y el anticuerpo secundario, que lleva el fluoróforo, reconoce al anticuerpo primario y se une a él. Esto aumenta el número de moléculas de fluoróforo por antígeno, amplificando así la señal. Este protocolo es más complejo y requiere más tiempo que el protocolo primario (o directo) anterior, pero permite una mayor flexibilidad porque se pueden utilizar diversos anticuerpos secundarios y técnicas de detección para un anticuerpo primario dado, Hernández *et al.*, (2010).

Sensibilidad y especificidad

Se debe considerar que la sensibilidad es alta en este método ya que se pueden conjugar varios fluoróforos a anticuerpos secundarios y facilita la detección, debido a que varios anticuerpos secundarios se unirán al anticuerpo primario dando como resultado una señal

amplificada. Además, la inmunofluorescencia indirecta es menos costosa debido a que la conjugación de anticuerpos secundarios es menos costosa y más sencilla.

Fijación del completo

Fundamento y características de la prueba

La Prueba de Fijación del Complemento (CFT) es un método serológico prescrito como prueba de confirmación individual en muchas enfermedades infecciosas. Es capaz de detectar anticuerpos específicos en muestras de suero humano y animal y puede detectar anticuerpos incompletos. La preparación del antígeno, que consiste principalmente en una suspensión bacteriana inactivada, no es costosa y se puede estandarizar fácilmente.

La prueba se basa en la capacidad del complemento, un grupo de proteínas termolábiles presentes en el plasma de la mayoría de los animales de sangre caliente para unirse a complejos antígeno-anticuerpo. Cuando los complejos están presentes en la superficie de los glóbulos rojos, el complemento provoca su lisis, que puede visualizarse mediante una configuración experimental adecuada. En la prueba real, el complemento en el suero del paciente se destruye primero por calentamiento; el suero luego se mezcla con el antígeno viral apropiado y después de la incubación; cuando se forman los complejos antígeno-anticuerpo, se agrega complemento exógeno (generalmente de suero fresco de cobayo), Oficina Sanitaria Panamericana (PAHO, 1944).

Sensibilidad y especificidad

La naturaleza del complemento es reaccionar en combinación con complejos antígeno-anticuerpo. La relativa falta de especificidad antigénica permite que el complemento reaccione con casi cualquier complejo antígeno-anticuerpo. En el procedimiento de prueba, el complemento permanece libre a menos que sea "fijado" por el sistema particular de antígeno y anticuerpo en cuestión. La CFT es una de las pruebas prescritas para el comercio internacional y es ampliamente aceptada como prueba confirmatoria, rara vez muestra reacciones inespecíficas, debido a la sensibilidad de la prueba que puede ir de un 12% a un 20% y a la

especificidad del 98%, la prueba de Fijación del Complemento es ineficaz para identificar bovinos persistentemente infectados por *A. marginale* y, por consiguiente, es inadecuada para los programas de reglamentación y vigilancia de la anaplasmosis.

Factores de riesgo asociados a la enfermedad

Estudios realizados han considerado factores relacionados a esta enfermedad; como la raza, tipo de producción, tamaño del hato, sistema de manejo, tamaño de la explotación, edad del hato, frecuencia de los tratamientos profilácticos contra hemotrópicos, presencia de garrapatas, zona geográfica, distancia al asentamiento humano e incluso la fuente de agua, Torres *et al.*, (2020).

Según lo que señala Montenegro, (2022), el estado del animal, los mecanismos de transmisión, las condiciones medioambientales y el manejo del hato; se deben considerar como los principales factores que inciden en la presencia de *Anaplasma marginale*.

Estado del animal

Este factor está relacionado directamente con la susceptibilidad del bovino para ser infectado con *Anaplasma marginale*, teniendo en cuenta que dentro de este intervienen variables que influyen de manera independiente sobre el animal como: la raza, edad, sexo y la condición corporal.

Edad

En zonas donde las garrapatas son endémicas, los animales tienen contacto con ellas desde pequeños y son expuestos a hemoparásitos a edades tempranas. Los animales cerca de los primeros meses de edad son más tolerantes a esta infección, y desarrollan la enfermedad de manera más leve, convirtiéndose así en portadores sanos ya que, durante su primer año de vida, el becerro cuenta con la inmunidad pasiva de tipo natural de su madre, Benavides *et al.*, (2016). Es por esto que los terneros son menos susceptibles a la enfermedad clínica causada por hemotrópicos.

Animales adultos que padecen de la infección mayormente ocurre por la movilización de los mismos; de zonas libres de vectores a zonas endémicas o por la ruptura de la estabilidad enzoótica que puede darse por tres razones: abuso en el uso de baños garrapaticidas, situaciones de estrés al que están sometidos los animales y la introducción de genotipos muy susceptibles.

Se debe tener en cuenta lo que dice Torres *et al.*, (2020) en cuanto al hecho que se considera que la prevalencia de la infección puede ser relativamente más alta en animales jóvenes que en adultos debido a que su piel es más suave y permite mejor penetración del vector.

El factor de la edad, no se comporta de la misma forma en diferentes estudios, pero lo más acertado es que si la infección se da en los primeros años de vida el animal es privilegiado con inmunidad adquirida, siendo así que se ve protegido de manifestar síntomas de la enfermedad en fase clínica, Torres *et al.*, (2020).

Sexo

La diferencia entre hembras y machos es nula al momento de la infección, según varios estudios realizados. Sin embargo, se puede considerar una mayor susceptibilidad a la infección de *Anaplasma marginale* en ganado hembra debido al estrés fisiológico al que este es sometido durante la preñez y lactancia.

Raza

Al ser un factor determinante, la raza está relacionada a la susceptibilidad con la que el animal se relaciona con el vector, según lo que señalan Torres *et al.*, (2020) la raza Bos taurus que en su mayoría son razas lecheras son más susceptibles a las garrapatas, mientras que las razas que pertenecen a Bos indicus tienen mayor resistencia a este vector.

Otro aspecto importante es que el ganado local siempre tendrá menor susceptibilidad a estas infecciones, debido a que ellos han estado expuestos en periodos prolongados a estos

vectores y se han permitido desarrollar resistencia a las garrapatas, representando así una menor infección por *Anaplasma marginale*.

Tratamiento y prevención

En la actualidad el tratamiento para la infección aguda se basa en el uso de antibióticos como la tetraciclina e imidocarbamol.

Dosis de oxitetraciclina (para casos clínicos en condiciones de campo): 10-15mg/kg en fórmulas al 5-10% o 20mg/kg en el caso de formulaciones de larga acción.

La aplicación inmediata de fármacos de tetraciclina en los estadios tempranos de la enfermedad en fase grave asegurará la supervivencia del animal, el mismo consiste en la aplicación de una sola dosis de oxitetraciclina de manera intramuscular, combinada con una transfusión sanguínea cuando el animal se encuentra en la fase grave de la enfermedad. El estado de portador se puede eliminar mediante el uso de oxitetraciclina de acción prolongada de al menos dos inyecciones, en la musculatura cervical Sarli, (2020). Contraindicaciones de la aplicación de tetraciclinas: no administrar en animales jóvenes, debido al problema de fijación de calcio.

Dosis de imidocarbamol: (dihidroclorato) 1,5mg/kg. Dipropionato de imidocarbamol 3,0 mg/kg.

Para considerar la eliminación del estado portador en el que se encuentra el animal se debe hacer uso de imidocarbamol con una dosis más alta y con más frecuencia, todo bajo estricta vigilancia, debido a que este medicamento puede ser considerado carcinógeno si es usado en periodos de latencia largos, Merck & Co, (2007).

Teniendo en cuenta la severidad sobre las pérdidas y la amplia distribución mundial de la enfermedad, no se ha logrado controlar, a pesar del incremento de portadores, animales susceptibles, vectores de transmisión y las pérdidas económicas. Los métodos de control no han cambiado de manera significativa en los últimos 50 años, estos incluyen; control de vectores, uso de acaricidas, quimioprofilaxis y vacunación, Benavides *et al.*, (2016)

Epidemiología de la enfermedad

Distribución y prevalencia mundial

Las enfermedades transmitidas por artrópodos, especialmente garrapatas y moscas hematófagas; son de gran importancia a nivel mundial, debido a su adaptabilidad a climas tropicales y subtropicales, estos vectores son considerados agentes disruptores de los sistemas ganaderos, siendo así de gran importancia sobre pérdidas económicas, además de considerarse como un obstáculo para la eficiente producción en estas regiones.

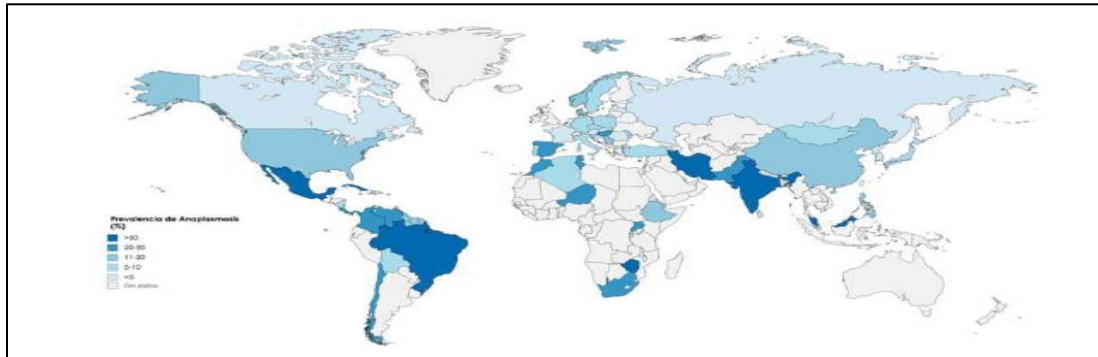
Las zonas donde esta enfermedad se puede desarrollar de manera óptima, están comprendidas desde Centroamérica, Sudamérica, África y Asia, con mayor incidencia en el corredor biológico del Caribe principalmente Colombia y Venezuela. También se la puede encontrar en algunas zonas templadas del mundo como: Medio Oriente, Europa Meridional, Lejano Oriente y EE. UU, Blanco *et al.*, (2015). Se debe tener en cuenta la distribución temporal, ya que los casos reportados muestran una clara estacionalidad, debido a que en época de verano y a finales de otoño existe el apareamiento de garrapatas en sus diferentes estadios. En países europeos, como Alemania, la anaplasmosis ha sido reportada como zoonosis emergente, Cardona *et al.*, (2019). En cuanto a la prevalencia, la anaplasmosis bovina fue detectada en Suiza con el 8,2% de muestras positivas obtenidas por la prueba de ELISA; mientras que en el Sur de África se reportó del 50-75% de prevalencia frente a esta infección, Corona Belkis *et al.*, (2004).

En América Latina, los reportes indican la presencia de *Anaplasma* spp, desde especies netamente de producción y hasta en animales de compañía la mayoría de reportes en estos países son donde las condiciones climáticas con climas tropicales y subtropicales, en países como Brasil, Colombia, Venezuela, Chile, Bolivia, con prevalencias mayores al 50% hasta menores del 5% es por esto que América del Sur es considerada como una zona de riesgo latente por tener las condiciones óptimas para el desarrollo de garrapatas y en sí de Anaplasmosis, Vargas *et al.*, (2019).

La anaplasmosis es una enfermedad zoonótica importante por su distribución mundial, amplio rango de hospederos y vectores, su elevada prevalencia en múltiples especies y su elevado riesgo para la salud humana y animal.

Figura 2

Distribución mundial de Anaplasma spp.



Nota. Distribución mundial de Anaplasma spp. Tomado de Prevalencia de Anaplasma spp. En el ámbito mundial: Revisión sistemática 1978-2018 (p. 35), Recuperado de: Urán & Cardona Arias, (2020).

Tabla 1

Prevalencia de Anaplasmosis en América Latina

Año	País	Método de diagnóstico	Prevalencia (%)	Autor
2015	Colombia	Frotis y tinción Wright	20,61	Blanco <i>et al.</i> , (2015)
2019	Cuba	Frotis sanguíneo	20,6	Fonseca, (2020)
1996	México	Fijación de complemento PCR	54,6 69,2	Cossio <i>et al.</i> , (1996)
2002	Perú	Frotis	57,68	Mercado <i>et al.</i> , (2011)
2008	Nicaragua	Frotis y tinción Giemsa	53	Sotelo Pinto & Salazar, (2008)
2003	Venezuela	IFI Frotis de capa blanca	95,4 56,9	Díaz <i>et al.</i> , (2003)
2010	Venezuela	PCR	70,9	Añez <i>et al.</i> , (2010)
2000	Brasil	Inmunofluorescencia indirecta	75	Macêdo, (2000)

Nota. PCR: Reacción cadena de la polimerasa, IFI: Inmunofluorescencia indirecta. Autoría propia.

Distribución y prevalencia en Ecuador

En el Ecuador, las investigaciones de la presencia de anaplasmosis bovina se han realizado desde el año de 1968. Se muestra a continuación en la Tabla 2.

Los métodos de diagnóstico utilizados han sido, microscopía de frotis sanguíneo con tinción Giemsa y Wright, ELISAI, ELISA competitivo, PCR, Soto, (2010).

De acuerdo al censo realizado por: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022), en el país existen 4,06 millones de cabezas de ganado vacuno de las cuales, alrededor del 75%, se encuentran en zonas infestadas por garrapatas, generando así problemas económicos para los sistemas ganaderos, por sus efectos directos e indirectos; entre ellos acciones traumáticas, tóxicas e infecciosas, baja en la producción de carne y leche.

En base a estudios realizados en el país, la prevalencia de *Anaplasma marginale* mediante la realización de pruebas del laboratorio va desde el 7% al 80%, se relacionan entre sí tomando en cuenta factores como: la edad de los animales del ensayo debido a que a mayor edad; mayor será la susceptibilidad de la enfermedad, Piedra, (2022).

La presión que existe en el país por expansión, la creciente demanda de productos de origen animal, la intensificación de los sistemas y la dinámica del comercio de animales vivos que existe, ha favorecido la posibilidad de la introducción de garrapatas a lugares donde normalmente no había.

Tabla 2

Prevalencia de anaplasmosis bovina en Ecuador

Año	Provincia	Especie	No. muestras	Método de diagnóstico	Prevalencia (%)	Autor
2010	Pichincha	<i>Anaplasma</i> spp.	181	Frotis PCR cELISA	28,18 91,71 91,16	Soto, (2010)
2013	Tungurahua	<i>A. marginale</i>	50	Frotis	98	(Yáñez, 2013)
2013	Guayas	<i>A. marginale</i>	278	Frotis	8,99	Cumbe, (2013)
2015	Pichincha	<i>Anaplasma</i> spp.	65	Frotis	93,3	Oñate, (2015)

Año	Provincia	Especie	No. muestras	Método de diagnóstico	Prevalencia (%)	Autor
2017	Sto. Dgo de los Tsáchilas	<i>A. marginale</i>	151	Frotis	86,1	Tana <i>et al.</i> , (2017)
2018	Esmeraldas	<i>Anaplasma</i> spp.	181	cELISA	86	Fernández, (2018)
2021	Guayas	<i>A. marginale</i>	121	Frotis	14,05	Cháves, (2021)
2022	Azuay	<i>A. marginale</i>	188	cELISA	53	Piedra, (2022)
2022	Guayas	<i>A. marginale</i>	50	Frotis	14	Orrala, (2022)

Nota. cELISA: Elisa competitivo, PCR: Reacción cadena de la polimerasa. Autoría propia

Tabla 3

Prevalencia de anaplasmosis bovina en la región Amazónica

Año	Provincia	Especie	No. Muestras	Método de diagnóstico	Prevalencia (%)	Autor
2013	Zamora Chinchipe	<i>Anaplasma</i> spp.	100	Frotis	79	Villamagua, (2013)
2017	Zamora Chinchipe	<i>A. marginale</i>	600	Frotis	49,5	Muñoz <i>et al.</i> , (2017)
2017	Pastaza	<i>A. marginale</i>	58	ELISAI	10,35	Medina <i>et al.</i> , (2017)
2020	Morona Santiago	<i>A. marginale</i>	165	Frotis PCR	2,27 44,24	Caroa, (2020)

Nota. ELISAI: Elisa indirecto, PCR: Reacción cadena de la polimerasa. P: prevalencia. Autoría propia

Impacto económico del problema

La presencia de anaplasmosis en sistemas ganaderos es una fuente de pérdidas económicas, llegando al caso de que a nivel mundial se registran entre 2000 a 3000 millones de dólares en mermas por este agente disruptor; R microplus es uno de los obstáculos que ha presenciado la ganadería en zonas tropicales y subtropicales; relacionadas a la capacidad que tiene este vector para desarrollarse, la permanencia del ectoparasitismo y por ser el reservorio de patógenos como *Anaplasma* y *Babesia*, Vargas *et al.*, (2019).

Señalando todo lo anterior el impacto económico está fuertemente ligado con la epidemiología de la enfermedad clasificándose en pérdidas tanto directas como indirectas, Benavides *et al.*, (2016).

Impacto económico directo

Las pérdidas directas están relacionadas con la presencia de la enfermedad en el predio; ya sea que pueda estar asociada con la introducción del vector o a su vez el incremento en su población, proporción de los animales que desarrollen la enfermedad, animales susceptibles; debido a que los animales en estado clínico pueden terminar con su muerte súbita. Dentro de impactos directos están las pérdidas visibles características de esta enfermedad siendo estas; la presencia de animales anoréxicos, mal desarrollados, baja en la producción de leche y abortos en el último tercio de gestación. Mientras que dentro de las pérdidas “invisibles” tenemos: problemas de fertilidad tanto en hembras como machos, modificación del sistema productivo, situaciones de estrés en los animales lo que podría causar la pérdida de la inmunidad en individuos 0+ del hato.

Impacto económico indirecto

Estos gastos salen al momento de dar tratamiento al animal en estado clínico, pero especialmente por los gastos incurridos para el control de vectores. Este tipo de impacto puede estar asociado a las limitaciones que existen para la introducción de razas de mayor productividad y adaptabilidad a zonas endémicas, restricciones al momento de la venta del pie de cría, trazas de acaricidas empleados para control en productos como leche y carne.

Este tipo de impacto se puede dividir en costos adicionales como por ejemplo de no existir el conocimiento sobre la enfermedad, los gastos incurridos en tratamiento o servicios veterinarios será progresivo. E ingresos no percibidos como el acceso restringido al mercado de animales vivos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Trabajo de campo

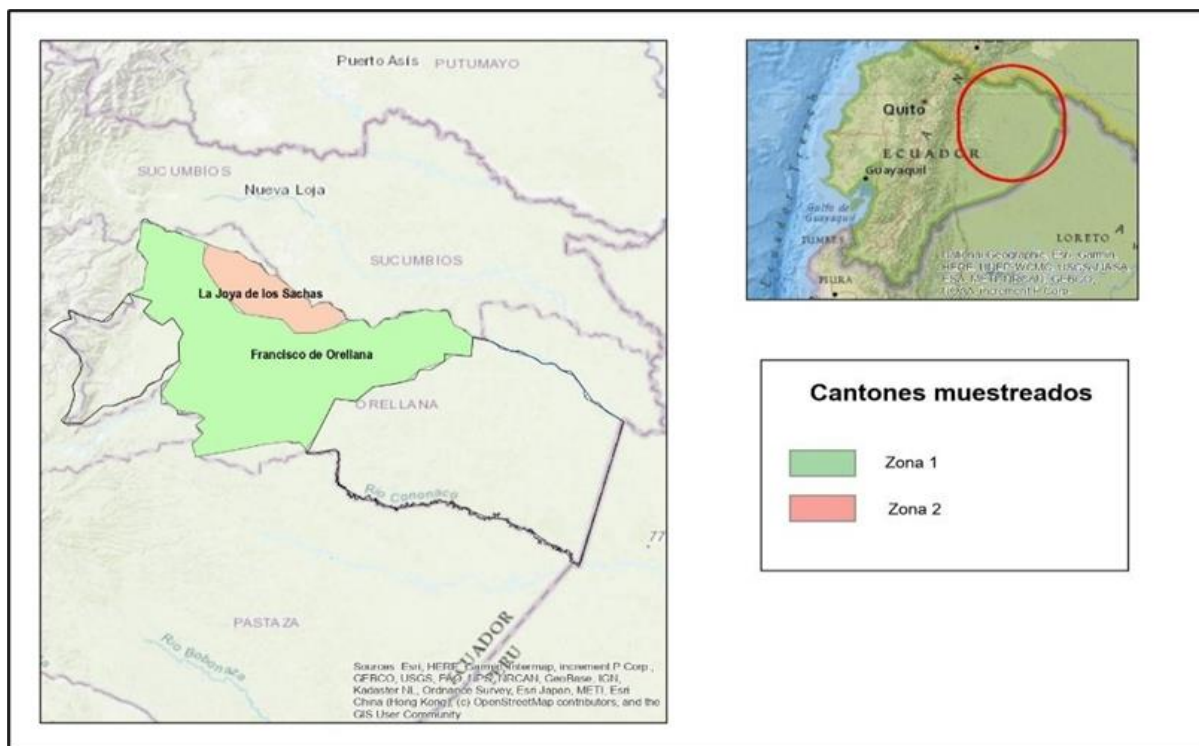
Lugar o zona de estudio

Este estudio se lo realizó en la provincia de Orellana, la misma que cuenta con 71.000 cabezas de ganado distribuidas por cantones; observándose que los cantones con mayor concentración de bovinos fueron Francisco de Orellana con el 38,70% y La Joya de los Sachas con 50% de la población bovina (Figura 4).

La zona de trabajo se encontró a $0^{\circ} 28' 0''$ S y $76^{\circ} 58' 0''$ O y altitudes comprendidas entre 50 m.s.n.m hasta los 3732 m.s.n.m, con temperaturas que varían desde los 20 a 42° C. La provincia de Orellana es considerada como la provincia ecológica más joven del Ecuador, la misma que cuenta con una selva exuberante y gran biodiversidad florística y faunística.

Figura 3

Mapa de la zona de estudio



Nota. Mapa obtenido mediante la aplicación ArcMap 10.2. Autoría propia.

Periodo

El presente estudio se dividió en dos salidas; siendo así la primera hacia el cantón Francisco de Orellana realizada del 19 al 23 de septiembre del 2022 y la segunda hacia La Joya de los Sachas del 19 al 23 de enero del 2023.

Determinación del tamaño de la muestra

Según bases de datos correspondientes a Agrocalidad se nos indicó que en la provincia de Orellana existen 71.000 cabezas de ganado bovino comprendidas entre hembras y machos. Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{i^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

N: población potencial

z: Valor del intervalo de confianza (95%), $z^2_{0,05} = 1,96$

p: Prevalencia esperada del parámetro a evaluar (0,25%)

q: 1-p (si $p = 0,25, q = 0,75$)

i^2 : Error que se estima cometer (0,05)

Estudios realizados en la región Amazónica demuestran que la prevalencia de anaplasmosis bovina va desde el 39,14% al 98%.

Reemplazando los valores en las fórmulas se obtienen los siguientes resultados:

$$n = \frac{1,96^2 * 71000 * 0,25 * 0,75}{0,05^2(71000 - 1) + 1,96^2 * 0,25 * 0,75}$$

$$n = \frac{3,8416 * 71000 * 0,25 * 0,75}{0,0025(70999) + 3,8416 * 0,25 * 0,75}$$

$$n = \frac{51141,3}{177,4975 + 0,7203}$$

$$n = \frac{51141,3}{178,2178}$$

$$n = 286,95 \sim 287$$

Estos animales van a ser muestreados en las fincas de Orellana, pero para que este muestreo sea sin sesgo se aplicó la estrategia de muestreo al azar con doble estratificación.

Como se describe en la Tabla 4 y 5 respectivamente.

Caracterización de los predios

La información necesaria para arrancar con el estudio se obtuvo mediante dos bases de datos por cantón proporcionadas por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad) ya que ellos mantenían contacto directo con los ganaderos de la zona de estudio. Los predios fueron categorizados en 3 estratos; pequeños, medianos y grandes según el número total de animales existentes en la finca, según la información recolectada en la encuesta que se realizó a cada propietario como se detalla a en la Tabla 4.

Tabla 4

Clasificación del tamaño de fincas según el número de animales existentes

Tamaño	Número de Bovinos
Pequeño	1 – 20
Mediano	21 – 70
Grande	> 70

Nota: UPA: Unidad de Producción Agrícola, recuperado de Paucar *et al.*, (2021)

Para la determinación del número de animales a muestrear en las categorías de las fincas antes indicadas, se aplicó la metodología descrita por Paucar *et al.*, (2021), tomando en cuenta el número total de animales que se encuentran dentro de cada finca, en base a eso se determinará el porcentaje de muestreo y el número de animales a ser considerados al momento de realizar este muestreo general, tal como se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5

Porcentaje de muestreo en fincas en base al número total de bovinos

Número animales existentes en la finca	% de animales a muestrear	Número de muestras a obtener
0 – 7	50	4
8 – 14	45	6
15 – 20	40	8
21 – 33	30	6 – 10
34 – 47	30	10 – 14
47 – 60	25	12 – 15
61 – 70	25	15 – 18
71 – 135	25	18 – 34
136 – 200	20	27 – 40
>200	20	40

Nota: Recuperado de Paucar *et al.*, (2021)

Trabajo de campo

Obtención de muestras sanguíneas

Para la posterior aplicación de pruebas diagnósticas, frotis sanguíneo y tinción Giemsa, se obtuvieron muestras sanguíneas de cada uno de los animales, para lo cual se detalla a continuación los materiales empleados y el procedimiento utilizado.

Materiales, reactivos y equipos

- Botas de caucho
- Overol
- Carta de consentimiento informado
- Registro de muestreo
- Encuesta epidemiológica
- Tubos vacutainer, tapa roja (sin anticoagulante)
- Tubos vacutainer, tapa lila (con anticoagulante)
- Agujas vacutainer N°21
- Capuchones
- Gradilla para tubos

- Guantes desechables
- Termómetro digital
- Frasco para material corto punzante
- Cooler de espuma flex
- Funda roja y negra para desechos
- Limpión industrial

Procedimiento

Se lo realizó tomando en cuenta que; para obtener una muestra de sangre la manera más práctica se consigue de la vena coccígea ubicada entre la 2-3 vértebra de la cola, después de esto se procedió a limpiar la parte de donde tomamos la muestra ya que al estar ubicada en la cola existen residuos de heces y grasa. Se palpó el sitio por donde pasa la vena coccígea y se introdujo la aguja, verificando que no se pueda perder el vacío, se tomaron las muestras de sangre en un volumen aproximado de 5ml, utilizando tubos de vacío que contenían ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Finalmente se identificó correctamente cada tubo.

Al finalizar la extracción de sangre se procedió a tomar la temperatura rectal de cada animal muestreado para luego ser anotados en el registro de campo (Apéndice 5).

Recolección de información zotécnica y aplicación de encuesta epidemiológica

Con la finalidad de obtener información zotécnica de animales, así como información epidemiológica, para posterior determinación de factores de riesgo, durante el muestreo de animales se procedió a la recopilación de información mediante el llenado de un registro de muestreo (Apéndice 5) así como el de una encuesta epidemiológica (Apéndice 4). El registro de muestreo recopiló información zotécnica y de identificación del animal como, sexo, edad, raza, en tanto que la encuesta epidemiológica contuvo las secciones de: 1) Identificación y localización de la explotación, 2) Datos generales de la explotación, 3) Bioseguridad del predio, 4) Manejo sanitario y reproductivo de los animales y 5) Hemotrópicos.

Figura 4

Extracción de sangre bovina de la vena coccígea



Nota. Autoría propia

Figura 5

Recolección de información mediante registros de muestreo y encuesta



Nota. Autoría propia

Georreferenciación de los predios

La aplicación utilizada fue Epicollect5, la misma permitió obtener las coordenadas de los predios donde realizamos los muestreos. Los datos que se obtuvieron mediante la utilización de esta aplicación pueden ser vistos en un servidor central ya sean a través de mapas, Tablas o gráficos, los mismos que permitieron ser visualizados y cartografiados en la matriz web del proyecto “SanidadESPE” (Figura 7).

Mediante el sistema de información geográfica SIG, ArcMap 10.2, se obtuvieron mapas de distribución de las fincas muestreadas, así como en función de los resultados obtenidos a la prueba diagnóstica para anaplasmosis bovina.

Figura 6

Georreferenciación de fincas con la aplicación Epicollect5



Nota. Base de datos aplicación Epicollect5. Elaboración propia

Trabajo de laboratorio

Para el procesamiento de muestras sanguíneas, así como la realización de frotis sanguíneos, se montaron laboratorios temporales, con el mínimo de equipamiento a fin de que las muestras sean procesadas en el menor tiempo posible y garantizar los resultados de la investigación.

Una segunda fase de análisis de los frotis sanguíneos para el diagnóstico de Anaplasmosis bovina, fue realizada en laboratorio Mejoramiento Genético y Sanidad Animal del Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Frotis sanguíneo y tinción Giemsa

Para la identificación de manera directa del agente patógeno de anaplasmosis bovina es necesario que las muestras sean procesadas lo antes posible, debido a que mientras más rápido sean analizadas las muestras sanguíneas se obtendrá un resultado más certero en cuanto a la presencia del patógeno en el animal muestreado, para el reconocimiento e identificación de anaplasmosis bovina se realizó la observación directa por microscopía de los frotis sanguíneos teñidos con colorante Giemsa. Con la ayuda de una micropipeta y una punta desechable se colocó 3µl de sangre sobre un portaobjetos, se la extendió, se procedió a secar durante un minuto. A continuación, los frotis sanguíneos fueron fijados con metanol absoluto por 45 segundos, una vez secos los frotis, fueron teñidos con colorante Giemsa diluido en una concentración de 1:20 (160 ml de agua destilada y 40 ml del colorante) y con la ayuda de una pipeta Pasteur se colocó el colorante hasta que la extensión de sangre sea cubierta por completo durante 4 minutos y se finalizó con un lavado de agua destilada. Una vez las placas se encontraron completamente secas fueron observadas al microscopio con un aumento de 100x con aceite de inmersión en la zona de mayor concentración de los eritrocitos, la cola del frotis.

Materiales, reactivos y equipos

Materiales

- Mandil
- Guantes desechables

- Gradillas
- Muestras de sangre en tubos con anticoagulante (EDTA)
- Micropipeta SUMEDIX 0,5-10 μ l
- Puntas para micropipeta 0,5-10 μ l
- Portaobjetos
- Lija de agua
- Bandeja de tinción
- Agua destilada
- Pipetas Pasteur
- Agua destilada
- Metanol al 90%

Reactivos

- Colorante Giemsa Merck

Equipos

- Microscopio

Figura 7

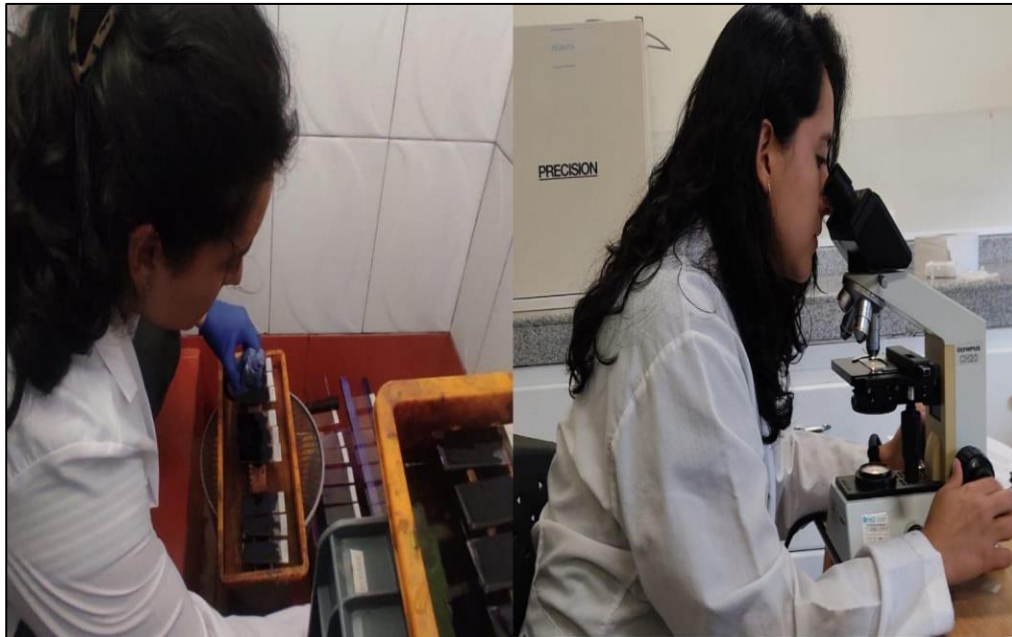
Realización de frotis sanguíneos



Nota. Autoría propia

Figura 8

Tinción y observación de frotis sanguíneos



Nota. Autoría propia

Definición de caso

Para la prueba microscópica de frotis sanguíneo el criterio de evaluación frente a la positividad de una muestra es la presencia de al menos 2 o más *Anaplasma dentro* del eritrocito en la placa. Para que una finca sea considerada positiva, debe existir al menos 1 animal positivo dentro de ella (Apéndice 1).

Análisis estadístico

Diseño no experimental

Este estudio se basó en un diseño transeccional exploratorio el mismo que es considerado como un diseño no experimental ya que se lo realizó sin manipular ninguna de las variables a ser estudiadas y básicamente se enfocó en la observación de los fenómenos tal y como se dan en su medio para finalmente ser analizados. Según Dzul, (2016), una exploración al ser transeccional, se la realiza; cuando la investigación se centra en analizar en qué nivel o estado se encuentran las

variables en un momento dado o a su vez cual es la relación entre un conjunto de variables.

Teniendo en cuenta que en este tipo de diseño se recolectaron datos en un tiempo único.

Operacionalización de variables

Tabla 6

Establecimiento de variables

Variable	Definición	Dimensión	Indicador
Prevalencia	Número total de casos positivos	Baja (<20%) Media (21-50%) Alta (>50)	Porcentaje de animales positivos a la prueba diagnóstica
Sexo	Característica biológica, anatómica fisiológica y cromosómica	Hembra Macho	Identificación del sexo
Edad (meses)	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el muestreo	1-9 10-18 19-36 >36	Número de animales dentro del rango
Raza	Clasificación genética de grupos inferidos	Bos Taurus Bos Indicus Mestizo	Holstein y Jersey Brahman, Gyr y Nelore
Sector geográfico	Lugar donde habita el animal	A B C D E F G H I J K L	El Mono Tiputini Santa Rosa de Mangila La Delicia Reina del Cisne La Belleza Dayuma Inés Arango Guayusa Nuevo Paraíso Joya de los Sachas Enokanqui

Nota. Variables analizadas para determinar prevalencia y factores de riesgo de Anaplasmosis bovina. Autoría propia

Variable de respuesta

Es aquel resultado que fue medido dentro del ensayo el que a su vez fue influenciado por otros factores; en este estudio se consideró a la prevalencia del agente patógeno el mismo que es el responsable de la anaplasmosis bovina.

Datos de prevalencia

Los resultados de prevalencia de anaplasmosis en la zona de estudio, se determinaron utilizando los resultados positivos por frotis sanguíneo en relación con el número total de muestras

tomadas en las dos salidas de campo. Estos resultados se consiguieron agrupando los datos en relación a la (Tabla 6) y en base a las siguientes fórmulas.

$$P = \frac{\text{número de animales positivos}}{\text{número de animales totales}} \times 100$$

Prevalencia por UPA

$$Pf = \frac{\text{número de animales positivos por finca}}{\text{número total de animales muestreados por finca}} \times 100$$

Prevalencia por sector

$$Psc = \frac{\text{número de animales positivos por sector}}{\text{número total de animales muestreados por sector}} \times 100$$

Prevalencia por sexo

$$Psx = \frac{\text{número de animales positivos por sexo}}{\text{número total de animales muestreados por sexo}} \times 100$$

Prevalencia por edad

$$Pe = \frac{\text{número de animales positivos por edad}}{\text{número total de animales muestreados por edad}} \times 100$$

Prevalencia por raza

$$Pr = \frac{\text{número de animales positivos por raza}}{\text{número total de animales muestreados por raza}} \times 100$$

Factores de riesgo

Al ser un estudio de tipo transversal se analizaron variables recuperadas durante la investigación, mediante la utilización de las medidas de frecuencia epidemiológicas para identificar Frecuencia Absoluta (FR) que son Incidencia de expuestos (Ie), Incidencia de no expuestos (Ine), Riesgo relativo (RR), Riesgo Absoluto (RA), Fracción etiológica de la exposición a nivel de la población (FEP). Para la determinación de las medidas epidemiológicas se utilizaron los resultados obtenidos mediante la prueba diagnóstica de frotis sanguíneo y la distribución de variables a ser

analizadas (Tabla 7). Las fórmulas que se fueron utilizadas para el análisis de estas variables se detallan a continuación:

Cuantificación del riesgo

$$\text{Riesgo relativo} = \frac{\text{Incidencia en expuestos}}{\text{Incidencia en no expuestos}} = \frac{I_e}{I_o} = \frac{a/(a+b)}{c/(c+d)}$$

$$RR = < 1 \text{ Factor protector} = \text{Incidencia en expuestos} \frac{I_e}{I_o}$$

$RR = 1$ No hay asociación

$RR = > 1$ Factor de riesgo = Expuestos al factor de riesgo desarrollan más la enfermedad

Riesgo Atribuible

$$RA = I_{ae} - I_{ane}$$

Donde:

RA : Riesgo atribuible

I_{ae} : Incidencia de animales expuestos

I_{ane} : Incidencia de animales no expuestos

Se tomó en cuenta aspectos como; la raza, tamaño del hato, tratamiento contra vectores hematófagos, presencia de garrapatas ya que dichos factores de riesgo se asocian significativamente con *A. marginale* en el estudio realizado por Ola-Fadunsin *et al.*, (2018).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadística descriptiva de las muestras tomadas en las fincas de la provincia de Orellana

Distribución de animales muestreados y positivos por zona, tamaño de UPA y sexo

En el presente estudio epidemiológico fueron muestreados un total de 349 bovinos pertenecientes a los dos cantones más representativos de la provincia de Orellana, dentro de los cuales se visitaron un total de 41 fincas, las mismas que fueron clasificadas según el tamaño de la Unidad de Producción Agropecuaria (UPA). Se observó que en el cantón Francisco de Orellana existieron 17 fincas pequeñas, representando al 26,64 % (93/349) de animales muestreados y 15 fincas medianas, representando al 43,55 % (152/349) dando un total de 32 fincas con 245 bovinos muestreados, equivalente al 70,20% del total de animales en el estudio. No se muestrearon en fincas grandes.

Con respecto a la presencia de *Anaplasma marginale* en zona 1 se observó 117 animales infectados dentro del cantón Francisco de Orellana, lo que equivale al 33,52 % de bovinos infectados dentro del estudio.

En cuanto a la zona de muestreo en el cantón La Joya de los Sachas existieron 5 fincas pequeñas, con (31/349) animales muestreados, lo que representaría el 8,88% y 4 fincas grandes, representando al 20,91% (73/349) dando un total de 9 fincas con 104 bovinos muestreados, lo que equivaldría al 29,79% de animales muestreados. Con respecto a la presencia de *Anaplasma marginale* en zona 2 se observó 54 animales infectados dentro del cantón La Joya de los Sachas, lo que equivale al 15,47 % de bovinos infectados dentro del estudio. La prevalencia de *Anaplasma marginale* mediante la prueba de diagnóstico de microscopía por frotis sanguíneo y tinción Giemsa. Con respecto a la división de los animales por sexo fueron 91,11% (318/249) hembras y 31 machos 8,88% (31/249) (Tabla 7).

Tabla 7

Análisis de distribución de animales muestreados por zona, sexo y tamaño de UPA

Parámetro	Número de fincas	Número de animales muestreados	Animales muestreados	
			Hembras	Machos
Francisco de Orellana	32	245	159	26
<i>Fincas pequeñas</i>	17	94	83	11
<i>Fincas medianas</i>	15	151	136	15
La Joya de los Sachas	9	104	99	5
<i>Fincas pequeñas</i>	5	31	29	2
<i>Fincas grandes</i>	4	73	70	3

Nota. Distribución de animales muestreados en la provincia de Orellana. Autoría propia

Distribución de los animales muestreados por raza

En las fincas muestreadas en la provincia de Orellana se pudo ver variedad en cuanto a las razas de los animales muestreados, observándose así gran mayoría de animales Bos Indicus y mestizos, sin embargo, se pudo categorizar a los animales por tipos; Bos Indicus, Bos Taurus y mestizos entre estas dos razas siendo los más representativos dentro del estudio razas como Holstein, Jersey, Brahman, Gyr y Nelore (Tabla 8).

Tabla 8

Distribución de animales muestreados por cantón, raza y UPA

Parámetro	Raza	Número de animales
<i>Francisco de Orellana</i>	Indicus	111
	Taurus	90
	Mestizo	36
	ND	8
<i>Joya de los Sachas</i>	Indicus	23
	Taurus	19
	Mestizo	62

Nota: I: ND: Animales que no muestran registro. Autoría propia

Tabla 9*Distribución de animales muestreados por raza*

Raza	Número total de animales	%
<i>Indicus</i>	142	40,68
<i>Taurus</i>	102	29,22
<i>Mestizo</i>	97	27,79
<i>ND</i>	8	2,29
TOTAL	349	

Nota: En la tabla se muestra la cantidad de animales totales del muestreo entre el cantón Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas. %: Porcentaje equivalente. ND. No dispone registros del animal. Autoría propia

El tipo de bovino Bos Indicus, es importante dentro de la industria cárnica, especialmente en la zona de la Amazonía debido a que en esta zona el estrés calórico es frecuente y esta raza presenta una acentuada tolerancia al calor, altas temperaturas y enfermedades, como se ve reflejada en la (Tabla 9) en cuanto a la presencia de Bos Indicus dentro del estudio.

Debido a la alta demanda en el mercado, los ganaderos han encontrado en los cruzamientos, alto rendimiento productivo y reproductivo evidenciándose así que el vigor híbrido es potenciado cuando se hacen cruces entre diferentes razas, sin dejar de lado que al realizar estos cruzamientos lo que se busca en el animal es mejorar sus características de rusticidad, fertilidad y tolerancia a las enfermedades como anaplasmosis sea óptimo.

Dentro del grupo de Bos Indicus se identificaron razas como: Brahman, Gyr y Nelore. en tanto que el caso de Bos Taurus fueron: Holstein y Jersey. Con respecto a la mayoría de cruces observados eran entre Holstein-Gyr y Brahman-Holstein, con los cuales se obtenían animales mestizos entre estos dos tipos.

Distribución de los animales muestreados por edad y sexo

Los 349 animales que fueron muestreados dentro del estudio se agruparon en 4 categorías (Tabla 10).

En cuanto a la distribución, los animales que se ubicaron en el rango de animales >36 meses con el 68,19 % (238/349) representaron el mayor porcentaje dentro del estudio, mientras que la categoría de animales comprendida entre 1-9 meses con un total de (5/349) animales muestreados representó el 2,46% del muestreo.

Tabla 10

Distribución de las muestras por UPA, edad y sexo

Parámetro	Edad (meses)	Machos	Hembras	Número de muestras	%
<i>Francisco de Orellana</i>	1-9	1	4	5	1,43
	10-18	3	8	11	3,15
	19-36	11	60	71	20,34
	>36	4	154	158	45,27
<i>La Joya de los Sachas</i>	1-9	-	1	1	0,286
	10-18	1	2	3	0,86
	19-36	1	19	20	5,73
	>36	3	77	80	22,92

Nota. %: porcentaje equivalente. Autoría propia

Teniendo en cuenta el cantón en el que se haya muestreado indistintamente, se reflejó que la mayor cantidad de animales muestreados fueron pertenecientes al grupo de >36 meses debido a que las explotaciones ganaderas en los dos cantones se aprovechan de mejor manera a los animales que pertenecen a esta categoría Tabla 11.

Los animales que se encontraron en el rango de edad de 1-9 meses fue el más bajo, debido a que estos son los que menor tiempo permanecen dentro de las fincas, ya que el ganadero prefiere ahorrarse el gasto del mantenimiento de los terneros, siendo así el negocio de obtener crías y venderlas lo más rápido posible, ya que la crianza de terneros requiere atención continua y supervisada como lo menciona, Mella, (2015) en su estudio sobre la crianza de terneros.

Tabla 11*Distribución de animales muestreados por edad y sexo*

Edad	Hembras	Machos	Total de animales muestreados	%
1-9	5	1	6	1,719
10-18	10	4	14	4,011
19-36	79	12	91	26,07
>36	230	7	237	67,90
ND	-	-	1	0,28
TOTAL	314	37	349	100

Nota. %: porcentaje equivalente. Autoría propia

Distribución de los animales muestreados sector

El estudio fue realizado en dos cantones pertenecientes a la provincia de Orellana, gracias a bases de datos obtenidas de Agrocalidad, la investigación se llevó a cabo dentro de sus localidades como: El Mono, Tiputini, Santa Rosa de Mangila, La Delicia, Reina del Cisne, La Belleza, Dayuma, Inés Arango, Guayusa, Nuevo Paraíso, Joya de los Sachas y Enokanqui (Tabla 12)

El porcentaje de muestreo permitió conocer el cantón y parroquia donde se encontró la mayor cantidad de las muestras obtenidas, lo que demostró que dentro del cantón la Joya de los Sachas en la parroquia con el mismo nombre se obtuvo el 21,48% (75/349) de las muestras totales del estudio realizado.

Prevalencia de Anaplasmosis

En base a los animales muestreados en la provincia de Orellana y los resultados obtenidos mediante la prueba de frotis sanguíneo y tinción Giemsa, de los 349 animales que fueron muestreados 170 resultaron positivos con un total de prevalencia de *Anaplasma marginale* del 48,71, mientras que, los animales que resultaron negativos representaron el 51,28% de animales en el muestreo (179/349) animales (Tabla 13).

Tabla 12

Distribución de animales muestreados por sector

Parámetro	Sector	Animales muestreados	Total	%	
<i>Francisco de Orellana</i>	El Mono	3	8	2,29	
		5			
	Tiputini	7	13	3,72	
		6			
	La Delicia	5	8	2,29	
		3			
	Reina del Cisne	2	2	0,57	
	La Belleza	8			
		8	47	13,46	
		5			
		5			
		8			
		Dayuma	5	44	12,60
			4		
		5			
		12			
	Inés Arango	10	63	18,05	
		11			
		11			
		12			
	Guayusa	5	26	7,44	
		6			
		10			
		12			
	Nuevo Paraíso	15	75	21,48	
		7			
		12			
		12			
	La Joya de los Sachas	5	29	8,30	
		8			
		6			
		12			
<i>La Joya de los Sachas</i>		19			
		13			
		7			
		5			
	Enokanqui	26			
		5			
		15			
		4			
		10			

Nota. %: porcentaje equivalente. Autoría propia

Tabla 13

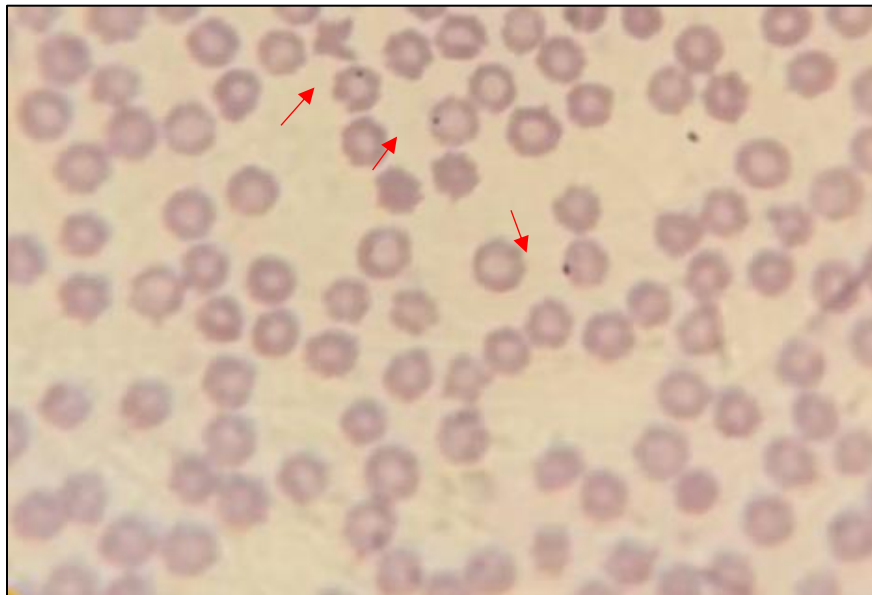
Prevalencia de anaplasmosis bovina por frotis sanguíneo

Frotis	Número de muestras	Prevalencia (%)
<i>Positivos</i>	170	48,71
<i>Negativos</i>	179	51,28
TOTAL	349	100

Nota. Se evidencia los resultados de positivos y negativos a *A. marginale*, mediante la prueba de microscopía de frotis sanguíneo. Autoría propia

Figura 9

Muestra positiva para Anaplasmosis bovina



Nota. Frotis sanguíneo positivo a *A. marginale* colorado con tinción Giemsa, observado a través del lente objetivo 100x y con aceite de inmersión. Autoría propia

Para que una muestra sea considerada positiva, mediante el frotis sanguíneo y tinción Giemsa se debe tener en consideración la presencia de al menos 2 o más *Anaplasma marginale* dentro de los eritrocitos en una placa (Figura 9).

Teniendo en cuenta que el examen microscópico de frotis sanguíneo y tinción Giemsa es el método más común, eficaz y barato para la identificación de *Anaplasma*, es imprescindible considerar

que *A. marginale*, se observa en el margen de los eritrocitos o en su proximidad y se consideran positivos a aquellos eritrocitos con forma más uniforme uno del otro. Es importante tener en cuenta que de la preparación de los frotis dependerá totalmente la obtención de resultados, este estudio a ser realizado dentro de la provincia de Orellana se lo puede comparar al estudio realizado por Medina *et al.*, (2017), realizado en la Amazonía en la provincia de Pastaza, indica que la prevalencia de anaplasmosis presente en el ganado bovino, obtenida por prueba de PCR, fue del 31,03%, teniendo en cuenta que el análisis de prevalencia de anaplasmosis bovina se lo puede realizar mediante diferentes técnicas de laboratorio, como en el estudio de Soto, (2010) la prevalencia obtenida fue del 91,71% para la técnica de PCR y 28,18% por medio de microscopía de frotis sanguíneo, esto quiere decir que el resultado de la prueba dependerá totalmente de la sensibilidad y especificidad de la prueba empleada.

Prevalencia de Anaplasmosis por cantón

Tabla 14

Prevalencia general de anaplasmosis por cantón

Cantón	Fincas muestreadas	Fincas positivas	Prevalencia (%)
<i>Francisco de Orellana</i>	32	27	84,375
<i>La Joya de los Sachas</i>	9	9	100

Nota. %: porcentaje equivalente. Autoría propia

Este proyecto de investigación se lo hizo en los dos cantones más representativos de la provincia de Orellana y fue así como se realizaron los muestreos, para que una finca sea considerada positiva para Anaplasmosis bovina al menos un animal debió resultar positivo a la prueba de frotis sanguíneo. En la zona 1 correspondiente al cantón Francisco de Orellana, 27 fincas de las 32 muestreadas resultaron positivas, obteniendo así una prevalencia del 84,37%, mientras que en el cantón La Joya de los Sachas las 9 fincas que fueron muestreadas todas resultaron positivas a la presencia de Anaplasmosis bovina obtenida mediante la prueba de frotis sanguíneo y tinción Giemsa

(Tabla 14). La alta prevalencia de anaplasmosis bovina obtenida en la provincia de Orellana en sus dos cantones muestreados se puede comparar con el estudio realizado por Piedra, (2022) obteniendo en el cual obtuvo el 53% de prevalencia de la enfermedad en la región Sierra del país, en el caso de la región Costa en la investigación realizada por Fernández, (2018); la prevalencia de *A. marginale* en esta región es del 86%, demostrando así que la enfermedad es endémica en el Ecuador, la prevalencia de la enfermedad obtenida en los diferentes estudios se debe a las pruebas que se utilizaron para su establecimiento tanto PCR y frotis sanguíneo fueron utilizadas para la determinación de la prevalencia de anaplasmosis en ganado bovino, como señala Tana *et al.*, (2017) la alta prevalencia de anaplasmosis bovina en el país ser contemplada con el fin de establecer medidas de control sobre el impacto socioeconómico que trae consigo la enfermedad.

Prevalencia por tamaño de finca

Tabla 15

Prevalencia de la anaplasmosis por tamaño de UPA

Tamaño UPA	Número de fincas	Fincas positivas	Prevalencia por fincas (%)	Número de muestras	Muestras positivas	Prevalencia por muestras (%)	RR%	I.C. 95%
<i>Pequeñas</i>	22	18	81,81	124	53	42,74	1,91	1,44-2,54
<i>Medianas</i>	15	14	93,33	152	82	53,94	1,73	1,42-2,11
<i>Grandes</i>	4	4	100	73	35	47,94	2,09	1,64-2,65
Total	41	36		349	170			

Nota. UPA: Unidad de producción agropecuaria; %: porcentaje equivalente. RR: Riesgo Relativo, I.C: intervalo de confianza. Autoría propia

El análisis de distribución de los resultados de frotis sanguíneo para el diagnóstico de anaplasmosis en bovinos, en cuanto al tamaño de la finca, se determinó que esta variable no puede ser considerada como factor de riesgo de la enfermedad en la zona donde se realizó la investigación en base a los datos obtenidos de % de prevalencia, RR e intervalo de confianza (Tabla 15).

Prevalencia en zona, tamaño de finca y sexo

El presente trabajo de investigación demostró la presencia de animales positivos a Anaplasmosis bovina en relación al cantón, tamaño de la UPA y sexo, dando resultados de prevalencia en el cantón Francisco de Orellana en hembras con el 49,31 y para machos con el 23,07%. En el cantón La Joya de los Sachas se obtuvo una prevalencia del 15,47% para hembras y del 0,57% para machos respectivamente (Tabla 16). La provincia de Orellana con respecto a las zonas de muestreo mostró una alta prevalencia según el tamaño de las Unidades de producción Agropecuarias: en fincas pequeñas la prevalencia de hembras fue del 44,64 y para machos del 15,38, en el grupo de muestreo que se ubicó en el grupo de fincas medianas, la prevalencia fue del 57,35 para hembras y para machos del 33,33, y los animales que se ubicaron en las fincas grandes se obtuvo la prevalencia más alta para hembras del 48,57 mientras que para machos fue del 33,33 (Tabla 17).

Tabla 16

Prevalencia de anaplasmosis por tamaño de UPA, sexo y zona

Tamaño de Finca	Sexo		n	%	+		P sexo (%)	
	H	M			H	M	H	M
Francisco de Orellana	219	26	245	70,2	108	6	49,31	23,07
<i>Pequeñas</i>	83	11	93	26,65	30	1	36,14	9,09
<i>Medianas</i>	136	15	152	43,55	78	5	57,35	33,33
La Joya de los Sachas	99	5	104	29,8	54	2	15,47	0,57
<i>Pequeñas</i>	29	2	31	8,88	20	1	68,96	50
<i>Grandes</i>	70	3	73	20,91	34	1	48,57	33,33
Total	318	31	349	100	162	8		

Nota. %: porcentaje equivalente. Autoría propia

Tabla 17*Prevalencia de anaplasmosis por tamaño de UPA y sexo*

Tamaño UPA	Muestras		Animales positivos		P sexo (%)	
	<i>Hembras</i>	<i>Machos</i>	<i>Hembras</i>	<i>Machos</i>	<i>Hembras</i>	<i>Machos</i>
<i>Pequeñas</i>	112	13	50	2	44,64	15,38
<i>Medianas</i>	136	15	78	5	57,35	33,33
<i>Grandes</i>	70	3	34	1	48,57	33,33
Total	318	31	162	8		

Nota. %: porcentaje equivalente. Autoría propia**Tabla 18***Prevalencia de anaplasmosis por sexo*

SEXO	Positivos	Prevalencia (%)	RR %	I.C. 95%
<i>Hembras</i>	162	46,41	1,1	0,94-1.28
<i>Machos</i>	8	2,29	11,26	4,54-27,93

Nota. %: porcentaje equivalente, RR: Riesgo Relativo, I.C: intervalo de confianza. Autoría propia

Dentro del estudio, las hembras presentan mayor porcentaje de prevalencia para Anaplasmosis bovina (Tabla 18), como lo señala Torres *et al.*, (2020) el ganado hembra está más sometido a estrés fisiológico como el embarazo y la lactancia lo que sería un detonador frente a las infecciones ocasionadas por hemoparásitos.

Prevalencia por raza

La prevalencia en función a los tipos de bovinos presentes en las distintas fincas muestreadas, se clasificó de manera general en Bos taurus, Bos Indicus y mestizas (Bos taurus x Bos Indicus) y 8 animales en los cuales no fue posible realizar el registro del tipo de bovino al que pertenecían. En base a esto se determinó la prevalencia en Bos taurus fue del 33,33%, en Bos Indicus fue del 50,70% y en mestizos fue del 60,82% (Tabla 19). La presencia de anaplasmosis

bovina se presenta tanto en ganado Bos Indicus como Bos Taurus y este a su vez en el cruce entre estas dos razas, es por esto que todas las razas de bovinos son susceptibles a presentar la enfermedad como lo señala Muñoz *et al.*,(2017) en su estudio de prevalencia de *A. marginale* en la provincia de Zamora Chinchipe, se debería asumir que mediante el cruzamiento de razas los animales deberían ser más resistentes a la enfermedad, pero al no ser así estos hechos contrastan con el presente estudio en donde los animales mestizos presentan la mayor prevalencia para Anaplasmosis como lo menciona Barbosa da Silva *et al.*,(2014), puede existir seroprevalencia en animales mestizos en comparación con el ganado que es autóctono de la zona, es por esto que es importante considerar que la raza del bovino, no permite evidenciar que se deba considerar como un factor de riesgo para anaplasmosis bovina como lo demuestra el análisis de la medida epidemiológica del Riesgo Relativo y el Intervalo de Confianza al 95%.

Tabla 19

Prevalencia de la anaplasmosis por categorías de raza

Raza	Número de muestras	Animales positivos	Prevalencia (%)	RR %	I.C. 95%
Indicus	142	72	50,70	2,46	1,89 -3,19
Taurus	102	34	33,33	3,42	2,25-5,21
Mestizo	97	59	60,82	3,6	2,71-4,77
ND	8	3	37,5		
Total	349	168			

Nota. ND: No dispone registro del animal %: porcentaje equivalente, RR: Riesgo Relativo, I.C: intervalo de confianza. Autoría propia

Prevalencia por edad

Los animales muestreados fueron distribuidos en 4 categorías distintas, con rangos comprendidos entre 1-9, 10-18, 19-36 y >36 meses de edad. Así se obtuvieron datos de prevalencia de anaplasmosis en bovinos según la categoría etérea, fueron los siguientes: 1-9 meses fue del 66,66%, los animales que se encontraron entre los 10-18 meses presentaron una prevalencia del

42,85% por otro lado, aquellos que se encontraban en el rango de 19 a 36 tuvieron una prevalencia del 35,16%, los bovinos mayores a 36 meses de edad mostraron una prevalencia del 53,78% (Tabla 20).

Los resultados obtenidos muestran que la prevalencia de la enfermedad puede ser presentarse dentro de cualquier rango de edad, teniendo en cuenta que en animales menores a un año suelen ser más resistentes a la enfermedad debido a la inmunidad pasiva adquirida por el becerro de su madre y la infección en estos animales suele pasar desapercibida, la edad avanzada en un animal suele ser asociado a la mayor posibilidad de infección, como lo menciona Bram *et al.*, (2002), los animales mayores a 4 años presentan la enfermedad de manera más severa. En base a la medida epidemiológica de RR (Riesgo Relativo) y el Intervalo de confianza al incluir el valor 1, la diferencia del riesgo no es estadísticamente significativa (Tabla 21), lo que demostró que la edad del animal no fue un factor de riesgo para la presentación de animales positivos frente a la prueba microscópica de frotis sanguíneo.

Tabla 20

Prevalencia de la Anaplasmosis por cantón

Parámetro	Edad (meses)	Número de muestras	Número de animales positivos
<i>Francisco de Orellana</i>	1-9	5	3
	10-18	11	5
	19-36	71	24
	>36	158	86
<i>La Joya de los Sachas</i>	1-9	1	1
	10-18	3	1
	19-36	20	8
	>36	80	42

Nota. Animales muestreados dentro de la provincia de Orellana y positivos a la prueba de frotis sanguíneo y tinción Giemsa. Autoría propia

Tabla 21*Prevalencia de la anaplasmosis por edad*

Edad (meses)	Número de animales muestreados	Número de animales positivos a frotis sanguíneo	Prevalencia (%)	RR %	I.C. 95%
1-9	6	4	66,66	58,17	18,85 - 179,47
10-18	14	6	42,85	24,93	9,19 - 67,6
19-36	91	32	35,16	3,84	2,49 – 5,91
>36	238	128	53,78	1,47	1,22 – 1,76
Total	349	170			

Nota. Animales muestreados dentro de la provincia de Orellana; cantones Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas, según su edad. Autoría propia

Factores de riesgo

Para la determinación de los factores de riesgo asociados a la presencia de anaplasmosis bovina, se realizó la encuesta epidemiológica (Apéndice 4), lo que permitió tener una mejor perspectiva de la situación de cada predio que fue visitado, en cuanto a la veracidad de la información era total responsabilidad de la persona a la que iba dirigida y a la observación del encuestador.

Se puede considerar que un factor no tiene relación a la presencia de anaplasmosis cuando el Riesgo Relativo (RR), está próximo a 1, pero si el valor del RR es <1, se considera que la relación entre el factor de riesgo y la enfermedad es una asociación protectora, después del análisis de las variables como: sector, raza, sexo y edad se demostró que ninguna de las variables son consideradas como factor de riesgo ante la presencia de anaplasmosis bovina, procediéndose a analizar resultados presentes en la encuesta epidemiológica. Los factores de riesgo que se analizaron en las fincas bovinas fueron: movilización de los animales fuera de la finca, cambio de agujas, conocimiento de la enfermedad y vías de transmisión y presencia de ectoparásitos.

Tabla 22*Factores de riesgo asociados a la positividad de anaplasmosis bovina en fincas*

Factor de riesgo	Categoría	Fincas muestreadas		Riesgo relativo		Riesgo Atribuible (RA%)
		n	+	Valor	IC 95%	
<i>Movilización externa de los animales</i>	No	33	29	1,03	0,13-8,02	0,38
	Sí	8	7			
<i>Cambia las agujas</i>	No	5	5	1,16	1,02-1,32	13,89
	Sí	36	31			
<i>Conocimiento de la enfermedad</i>	Sí	5	-	1	1-1	≠
	No	36	36			
<i>Conocimiento de vías de transmisión</i>	Sí	5	-	1	1-1	≠
	No	36	36			
<i>Presencia de ectoparásitos</i>	Garrapatas	38	34	1	0,79-1,26	0,32
	Piojos	-	-			
	Tábanos	33	30			
<i>Utilización de antiparasitarios para garrapatas</i>	No	10	9	0,97	0,79-1,2	2,42
	Sí	31	28			
<i>Utilización de antiparasitarios para tábanos</i>	Sí	18	16			
	No	23	21			

Nota: n: número de fincas muestreadas; +: Número de fincas positivas a anaplasmosis; I.C 95%: intervalo de confianza al 95%, RR: Riesgo Relativo; Valor: RR>1 es significativo. Autoría propia

Como se observa en la (Tabla 22), los factores de riesgo asociados a la presencia de anaplasmosis bovina en la provincia de Orellana, se determinaron en base al valor del Riesgo Relativo (RR), Intervalo de Confianza al 95% y Riesgo Atribuible (%). En variables como la movilización de los animales (RR=1,03) y el intervalo de confianza incluye el valor de 1 lo que significa que no existe la suficiente evidencia para ser considerados como factor de riesgo.

El cambio de agujas (RR=1,16), al considerarse un tipo de transmisión de Anaplasmosis bovina(iatrogénica), el solo hecho de no cambiar las agujas al momento de realizar cualquier procedimiento médico o quirúrgico aumenta la posibilidad de la enfermedad 1,16 veces más, por lo que la prevalencia de Anaplasmosis en las fincas estudiadas pueden disminuir en un 13,89% (%AR) si se capacitara sobre el adecuado manejo de instrumentos de uso diario en la ganadería al momento de realizar vacunaciones, desparasitaciones o algún procedimiento necesario. El conocimiento de la enfermedad y vías de transmisión con (RR=1) demostraría que no hay asociación entre este factor y la enfermedad y el intervalo de confianza incluye el valor de 1 lo que significa que no existe la suficiente evidencia para ser considerados como factor de riesgo.

Finalmente, el uso de antiparasitarios para garrapatas dentro de la investigación no existe asociación entre la utilización de algún método de control para garrapatas y la presencia de la enfermedad debido a que el $RR=1$, teniendo en cuenta que el uso y aplicación de los mismos por parte de los ganaderos y/o propietarios se los hace sin conocimiento alguno siendo la mayor parte del tiempo aplicaciones ocasionales.

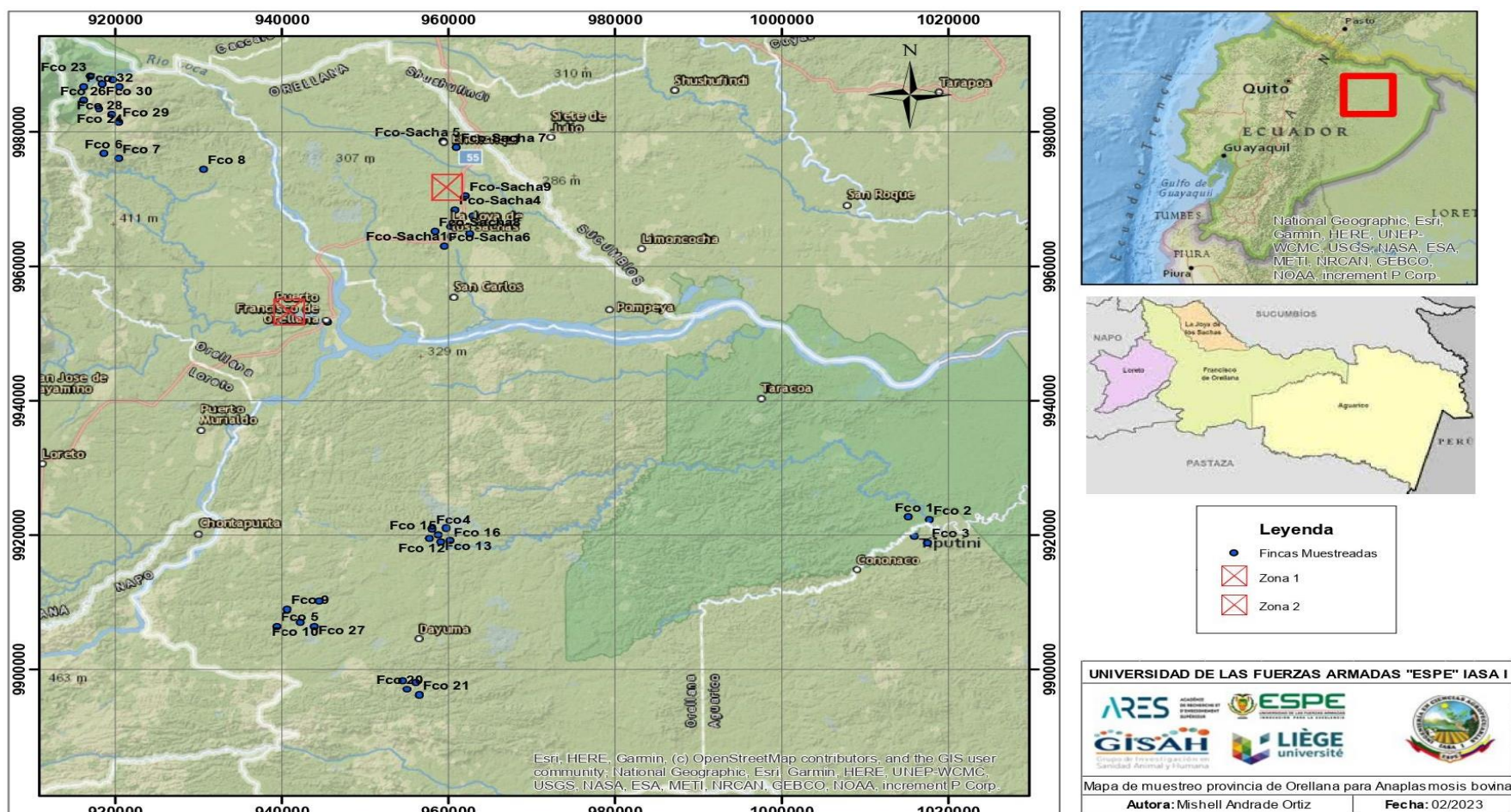
Socialización de resultados

Los resultados obtenidos fueron socializados con los ganaderos y asociaciones de la zona del Coca y La Joya de los Sachas, mediante conferencias y charlas acerca de los aspectos generales de la enfermedad y el manejo de los vectores transmisores, así como las medidas de prevención para disminuir el riesgo de un brote futuro de anaplasmosis bovina. También se impartieron conferencias sobre otras enfermedades de interés ganadero para la zona, tales como la babesiosis bovina y mastitis.

Georreferenciación de fincas ganaderas positivas a anaplasmosis

Figura 10

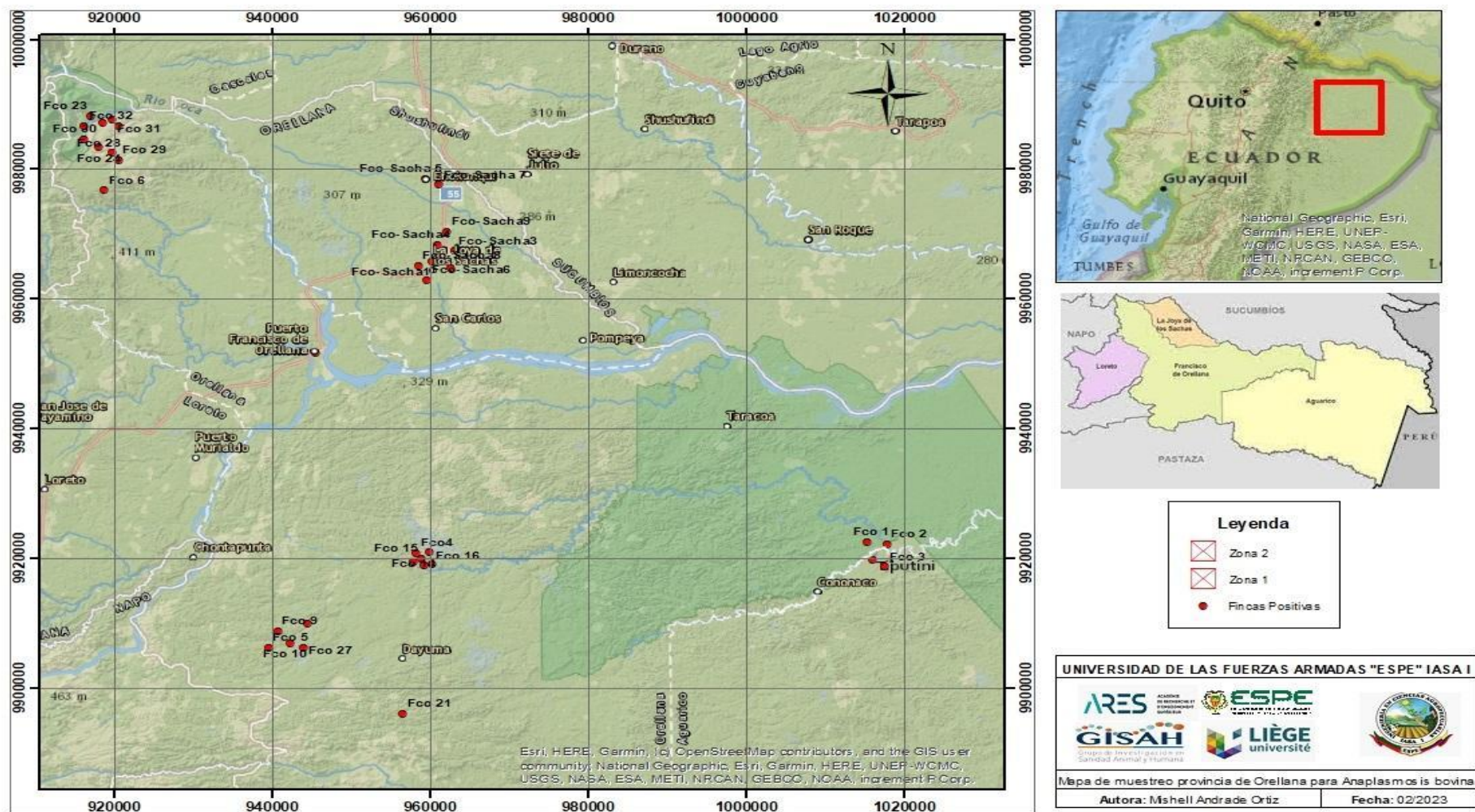
Mapa de muestreo provincia de Orellana



Nota. Fco: Zona 1 (Francisco de Orellana), Fco-Sacha (Joya de los Sachas) Mapa obtenido mediante la aplicación ArcMap 10.2. Autoría propia.

Figura 11

Mapa de fincas positivas para anaplasmosis bovina



Nota. Fco: Zona 1 (Francisco de Orellana), Fco-Sacha (Joya de los Sachas) Mapa obtenido mediante la aplicación ArcMap 10.2. Autoría propia.

Con los datos obtenidos mediante la aplicación Epicollect 5, se recolectaron las coordenadas geográficas de cada finca que fue muestreada dentro del estudio y mediante la herramienta ArcMap 10.2, se pudo generar mapas de casos positivos y muestreo, en donde se encuentran marcadas con un punto rojo aquellos predios que resultaron positivos a la prueba de frotis sanguíneo y tinción Giemsa (Figura 10 y 11).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La prevalencia de anaplasmosis bovina en la provincia de Orellana fue del 48,71% lo cual se determinó a partir del muestreo de 349 animales y obtenida mediante de la técnica de microscopía de frotis sanguíneo y coloración Giemsa; además se determinó que la prevalencia de la enfermedad a nivel de cantón Francisco de Orellana obtuvo el 84,37 y en La Joya de los Sachas del 100%.
- Con respecto a la prevalencia de anaplasmosis obtenida por sexo fue del 46,41% para hembras mientras que para machos fue del 2,29%, se podría considerar como factor de riesgo dentro del estudio, es importante tener en cuenta que en esta investigación la proporción de hembras fue de aproximadamente 4 veces más, como en la mayoría de explotaciones ganaderas el ganado hembra es más representativo existiendo una proporción de 4 a 1 para hembras sobre machos. La prevalencia de anaplasmosis bovina obtenida fue mayor en animales mestizos 60,82%, demostrando que sin importar la raza a la que pertenezca el bovino o los cruces que se hagan puede considerarse inmune ante la enfermedad.
- Debido a la alta prevalencia y distribución de los resultados positivos en la totalidad de las fincas factores antes mencionados como edad, raza, tamaño de la UPA, en el presente estudio no fueron considerados como factores de riesgo en la zona de estudio.
- El cambio de agujas, al ser parte de un tipo de transmisión de anaplasmosis (iatrogénica), es considerado como un factor de riesgo ante la infección dentro del estudio (RR=1,16: IC al 95% 1,02-1,32) debido al manejo sanitario que tienen dentro de las explotaciones y la falta de información sobre el manejo adecuado de instrumentos y protocolos.
- Mediante la prueba de diagnóstico microscopía de frotis sanguíneo y tinción Giemsa la observación de cuerpos redondeados en el margen del eritrocito o en

su proximidad, demostraron la presencia de *Anaplasma marginale* presente en la totalidad de la zona de estudio.

- La distribución espacial de las fincas que resultaron positivas en el presente estudio no demuestra una agrupación de resultados, es decir que la enfermedad se distribuye de manera aleatoria, demostrando así que anaplasmosis bovina es endémica en la zona, debido a su alto porcentaje de la población afectada a nivel de finca y de hato.

Recomendaciones

- La coloración Giemsa y frotis sanguíneo en el caso de anaplasmosis bovina como prueba diagnóstica para su detección es altamente específica, en la diferenciación de las especies del género *Anaplasma*, sin embargo, se recomienda utilizar pruebas de PCR para la caracterización del agente causal, debido a su presencia en las fincas de la provincia de Orellana.
- Se recomienda comunicar la información científica generada con Organismos oficiales de control, como la Agencia de Regulación y control Fito Zoosanitario AGROCALIDAD y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), como insumos para la generación de políticas de Estado y/o programas de promoción de Salud Bovina en el la zona de estudio debido a que es considerada como una enfermedad de alto impacto socioeconómico y sanitario por las repercusiones que traen consigo.
- En base al RA% obtenida para el factor de riesgo de transmisión iatrogénica (cambio de aguja), la posibilidad de disminuir la prevalencia de la enfermedad en un 13,89% por el control o eliminación de este factor, se recomienda profundizar en la investigación mediante el estudio piloto en fincas modelos que permitan corroborar lo antes indicado.

BIBLIOGRAFÍA

- Acha, & Szyfres. (2003). *Zoonoses and communicable diseases common to man and animals* (3rd ed., Vol. 3). Organización Panamericana de la Salud.
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/711/9275119936.pdf>
- Aktas, M., & Özübek, S. (2017). Outbreak of anaplasmosis associated with novel genetic variants of *Anaplasma marginale* in a dairy cattle. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 54, 20–26.
<https://doi.org/10.1016/J.CIMID.2017.07.008>
- Alonso, & Fernández. (2022). *Rhipicephalus microplus: biología, control y resistencia*.
https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiegt/archivos/Manual_R_Microplus.pdf
- Añez, N., Romero, O., Valbuena, H., Crisante, G., Rojas, A., & Bolívar, A. M. (2010). *Detección de transmisión transplacentaria de Anaplasma marginale en bovinos asintomáticos*. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-22592010000400007&script=sci_arttext
- Barbosa da Silva, J., Vinhote, W. M. S., Oliveira, C. M. C., André, M. R., Machado, R. Z., da Fonseca, A. H., & Barbosa, J. D. (2014). Molecular and serological prevalence of *Anaplasma marginale* in water buffaloes in northern Brazil. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 5(2), 100–104. <https://doi.org/10.1016/J.TTBDIS.2013.09.007>
- Bautista, C. (1996). La respuesta inmune celular en Anaplasmosis bovina. *Ciencia Veterinaria*, 315–325.
<https://fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol7/CVv7c11.pdf>
- Benavides, E., Jaime, O., Prada, R., Carlos, L., Jiménez, V., Benavides Ortiz, E., & Ricardo, J. (2016). *Las garrapatas del ganado bovino Guía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático*. <http://repiica.iica.int/docs/B4212e/B4212e.pdf>
- Blanco, R., Álvarez, J., & Vargas, M. (2015). Prevalencia de parásitos hematópicos endoglobulares en bovinos Gyr puros en Córdoba, Colombia. *Med Vet*, 31, 37–67.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542016000100007

- Bram, R. A., George, J. E., Reichard, R. E., & Tabachnick, W. J. (2002). Threat of Foreign Arthropod-Borne Pathogens to Livestock in the United States. In *J. Med. Entomol* (Vol. 39, Issue 3). <https://academic.oup.com/jme/article/39/3/405/834395>
- Cardona, Arias, Marín, J. Z., & Urán, J. M. (2019). Systematization of the prevalence of *Anaplasma* spp. and meta-analysis of *A. platys* and *A. phagocytophilum*. *Revista MVZ*, 24(2), 7239–7247. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1310>
- Caroa, D. (2020). *Identificación de hemoparásitos en sangre de bovinos y humanos, en dos áreas ganaderas de la provincia de Morona Santiago a través de microscopía y Npcr* [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22424/1/T-UCE-0014-MVE-113.pdf>
- Centro Latinoamericano de Investigación y Formación Biomédica. (2020, February 21). *Tinciones Hematológicas*. CELAINFOB. <https://www.celainfob.com/post/tinciones-hematol%C3%B3gicas-giemsa>
- Cháves, G. (2021). *Prevalencia de hemotrópicos en predios bovinos del cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/54494/1/TESIS%20GUIDO%20CH%c3%81VEZ%20BAQUE.pdf>
- Corona Belkis, Rodríguez Majela, & Martínez Siomara. (2004). Anaplasmosis bovina (bovine anaplasmosis). *Revista Electrónica de Veterinaria Redvet*, 6(4). <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040405.html><http://www.veterinaria.org/revistas/redvetymásespecificamenteen>
- Cossio, R., Lopez, R., Rodriguez, S., & Garcia, M. (1996). [Bovine anaplasmosis: Prevalence in Northern Veracruz State [Mexico] determined by polymerase chain reaction (PCR) and complement fixation]. *Reunion Nacional de Investigacion Pecuaria*, Cuernavaca, 2(4). <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=MX1997002402>
- Cumbe, J. (2013). *Determinación de prevalencia de Anaplasma marginale del ganado bovino en la Isla Puná, provincia del Guayas* [Tesis de Grado, Universidad Agraria del

Ecuador].

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CUMBE%20LEON%20JOSE%20LUIS.pdf>

Díaz, D., Valera, Z., de Andrade, E., Parra, O., Escalona, F., & Ramírez, R. (2003). Prevalence of *Anaplasma* spp. in cattle of La Pinata sector, Canada de Urdaneta county, Zulia state, Venezuela. *ResearchGate*.
<https://www.researchgate.net/publication/261994667>

Dzul, M. (2016). *Diseño No-Experimental*. Programa Académico: Licenciatura En Mercadotecnia.
https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf

Estrada, I. A., García-Ortiz, M. A., Preciado de la Torre, J. F., Rojas-Ramírez, E. E., Hernández-Ortiz, R., Alpírez-Mendoza, F., & Rodríguez Camarillo, S. D. (2020). Transmission of *Anaplasma marginale* by unfed *Rhipicephalus microplus* tick larvae under experimental conditions. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 11(1), 116–131. <https://doi.org/10.22319/RMCP.V11I1.5018>

Fernández. (2018). *Prevalencia de anaplasmosis bovina en los cantones Río Verde, Eloy Alfaro y Quinindé de la provincia de Esmeraldas* [Tesis de Pregrado, Universidad de San Francisco de Quito].
<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/56/browse?type=subject&order=ASC&rp=20&value=Ganado+vacuno+---+Enfermedades+---+Esmeraldas+%28Ecuador%29>.

Fonseca, Y. (2020). Anaplasmosis en bovinos de la raza Siboney de Cuba, infectados con (*Boophilus*) *microplus*. *Granmense de Desarrollo Local*, 16(2020), 2664–3065.
<https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/1556#:~:text=La%20Anaplasmosis%20es%20una%20enfermedad,muertes%20de%20los%20bovinos%20infectados>.

Guzmán. (2014). Las pruebas de Elisa. *Medigraphic*, 140(3).
<https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2004/gms043o.pdf>

- Hernández, Ramírez, & Cabiedes. (2010). Técnicas inmunológicas que apoyan el diagnóstico de las enfermedades autoinmunes. *Reumatología Clínica*, 6(3), 173–177. <https://doi.org/10.1016/J.REUMA.2009.10.003>
- Instituto de investigaciones Forestales, A. y P. (2007). *La garrapata Boophilus microplus y su manejo en la Planicie Huasteca* (Vol. 14). INIFAP, Centro Experimental Regional del Noreste, Campo Experimental Sur de Tamaulipas, Sitio Experimental del Ebano. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/180.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Bolet%C3%ADn%20t%C3%A9cnico.pdf
- Macêdo, P. (2000). Epidemiology and control of bovine Babesiosis and Anaplasmosis in southeast region of Brazil. *Ciência Rural*, 1, 187–194. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000100030>
- Medina, Reyna, A., Tavares, L., Ana, C., Ron, J., Moyanom, J., Jarrin, E., Sandoval, E., & Chávez, M. A. (2017). *Diagnosis of hemotropic Anaplasma marginale, Trypanosoma spp. and Babesia spp. by elisa and pcr techniques in three livestock farms of Pastaza Province, Ecuador*. Universidad Del Zulia. <https://www.redalyc.org/journal/959/95952010005/html/>
- Mella. (2015). *13 Claves para la crianza de terneros*.
- Mercado, A., Loza, M., Alinga, R., & Cahuana, J. (2011). Frecuencia de Anaplasma marginale (Theiler 1910) y Babesia sp en bovino mestizo Cebú, en el Municipio de Ixiamas provincia Abel Iturralde Departamento de La Paz, Bolivia . *Universidad Católica Boliviana San Pablo-UCB*, 592(2). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942011000200003&script=sci_arttext
- Merck & Co. (2007). *Manual Merck de Veterinaria* (C. Kahn, Ed.; Vol. 2).

- Montenegro. (2022). *Estudio de prevalencia y factores de riesgo asociados a hemoparásitos en bovinos de Villavicencio, Colombia* [Tesis de Pregrado, Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas]. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/4510/TRABAJO%20DE%20GRADO%20MONTENEGRO-JULIETH.pdf?sequence=1>
- Muñoz, T., Ayora, P., Luzuriaga, A., Corona, B., & Martínez, S. (2017). Prevalencia de *Anaplasma marginale* en bovinos de la provincia Zamora Chinchipe, Ecuador. *Revista de Salud Animal*, 39(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2017000100009
- Nava, S., Mastropaolo, M., & Mangold, A. J. (2003). *Garrapata común del bovino*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ficha-5__16-03.pdf
- Oficina Sanitaria Panamericana. (1944). *Prueba de Fijación de complemento en las Rickettsiasis*. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/12856/v23n8p682.pdf?sequence=1>
- Ola-Fadunsin, S. D., Gimba, F. I., Abdullah, D. A., Sharma, R. S. K., Abdullah, F. J. F., & Sani, R. A. (2018). Epidemiology and risk factors associated with *Anaplasma marginale* infection of cattle in Peninsular Malaysia. *Parasitology International*, 67(6), 659–665. <https://doi.org/10.1016/J.PARINT.2018.06.013>
- Oñate. (2015). Determinación de la prevalencia de anaplasmosis, babesiosis y tripanosomiasis en el hato lechero de la Hacienda Jhomar, cantón Pedro Vicente Maldonado [Tesis de Pregrado, Universidad de las Américas]. In *Universidad de las Américas*. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/4643/5/UDLA-EC-TMVZ-2015-16.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2020, January 25). *Enfermedades transmitidas por vectores*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
- Organización Mundial de Sanidad Animal. (2015). *Anaplasmosis bovina*. 2–4. https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.04.01_Anaplasmosis_bovina.pdf

- Organización Mundial de Sanidad Animal. (2022, November 4). *Anaplasmosis bovina*.
<https://www.woah.org/es/enfermedad/anaplasmosis-bovina/>
- Organización Panamericana de la Salud. (2021). Métodos de vigilancia entomológica y control de los principales vectores en las Américas. *Métodos de Vigilancia Entomológica y Control de Los Principales Vectores En Las Américas*, 2, 13–14.
<https://doi.org/10.37774/9789275323953>
- Orrala, E. (2022). *Prevalencia de Anaplasma marginale en bovinos del camal municipal en el cantón Pedro Carbo de la provincia del Guayas, Ecuador* [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal de Guayaquil].
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/60518/1/2022-454%20Lombeida%20Paredes%20Emmanuel%20Ricardo%20y%20Orrala%20Borbor%20Eymi%20Michaelle.pdf>
- Pascuzzo. (2013, October). *Test Diagnóstico y Gold Standard*. Análisis Estadísticos Para Ensayos Clínicos y Estudios Epidemiológicos. Asesoría Estadística Para Investigación, En General, Incluyendo Tesis. Asesoría Metodológica. Diseño de Posters Para Congresos y Eventos Científicos.
<http://aldanalisis.blogspot.com/2013/10/test-diagnostico-y-gold-standard.html>
- Paucar, V., Ron-Román, J., Benítez-Ortiz, W., Celi, M., Berkvens, D., Saegerman, C., & Ron-Garrido, L. (2021). Bayesian Estimation of the Prevalence and Test Characteristics (Sensitivity and Specificity) of Two Serological Tests (RB and SAT-EDTA) for the Diagnosis of Bovine Brucellosis in Small and Medium Cattle Holders in Ecuador. *MDPI*, 9(9), 1815. <https://doi.org/10.3390/MICROORGANISMS9091815>
- Piedra. (2022). *Prevalencia de Anaplasma marginale en bovinos mediante el método de Elisa Competitivo* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana].
[https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22656#:~:text=La%20presente%20investigaci%C3%B3n%20se%20enfoc%C3%B3,47%25%20\(88%2F188\)](https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22656#:~:text=La%20presente%20investigaci%C3%B3n%20se%20enfoc%C3%B3,47%25%20(88%2F188))

- Qiu, H.-J., Cabezas-Cruz, A., Schuberth, H.-J., & Rodríguez, S. D. (2022). Bovine Anaplasmosis: will there ever be an almighty effective vaccine? *Frontiers in Veterinary Science*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9581321/>
- Sala, J. M. (2013). *Transmisión transplacentaria de anaplasma marginale en bovinos nativos del noreste argentino* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Litoral]. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/469/tesis.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Sarli, M. (2020). *Producción y evaluación de antígenos recombinantes para el diagnóstico serológico y la generación de vacunas para el control de la anaplasmosis bovina* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Litoral]. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/9406>
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/5603>
- Sepúlveda, Pulido, Rodríguez, & García. (2017). Eficiencia in vitro de hongos entomopatógenos y productos químicos sobre *Rhipicephalus microplus*. *Veterinaria y Zootecnia*, 11(2), 67–80. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2017.11.2.6>
- Sotelo Pinto, H., & Salazar, E. (2008). *Prevalencia de Anaplasmosis Bovina, en Hembras gestantes y vacías en ordeño, en diez explotaciones con finalidad lechera, de los Municipios de León, El Sauce y Malpaisillo* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4682/1/209251.pdf>
- Soto. (2010). *Determinación de la prevalencia de anaplasmosis en el ganado bovino faenado en la empresa Metropolitana de Rastro de Quito (emrq) mediante la aplicación de las técnicas de diagnóstico: microscopía de frotis sanguíneos, reacción en cadena de la polimerasa (pcr) y ensayo inmunoenzimático competitivo (cELISA)* [Tesis de Grado, Escuela Politécnica del Ejército]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/2846/T-ESPE-030491.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Tamay de Dios, & Velasquillo. (2013). Fundamentos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y de la PCR en tiempo real. *Investigación En Discapacidad*, 2(2), 70–78. <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2013/ir132d.pdf>
- Tana, Navarrete, Ron, Reyna, & Chávez. (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(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1311-1>
- Torres, A., Lara, M., & Páez, R. (2021). Factores que influyen en la presentación actual de *Anaplasma* sp. y *Babesia* spp. en bovinos en el trópico. *Biociencias*, 1. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/Biociencias/article/download/4874/4581/16829>
- Urán, J., & Cardona Arias, J. A. (2020). Prevalencia de *Anaplasma* spp. en el ámbito mundial: Revisión sistemática 1978–2018. *Hechos Microbiológicos*, 10(1–2). <https://doi.org/10.17533/udea.hm.v10n1a04>
- Vargas, D., Torres, M., & Pulido, M. (2019). Anaplasmosis y babesiosis: estudio actual. *Pensamiento y Acción*, 1(2), 10–12. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/pensamiento_accion/article/view/9723/8243
- Villamagua, C. (2013). *Determinación de la Prevalencia de Anaplasmosis Bovina En El Cantón Chinchipe De La Provincia De Zamora Chinchipe*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11543/1/Carlos%20Inicio%20Villamagua%20Morocho.pdf>
- Yáñez, C. (2013). *Determinación de la Incidencia de Anaplasmosis y Babesiosis en el ganado bovino sometido a explotación en la parroquia Huigra, cantón Alausí, provincia de Chimborazo* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3793/1/Tesis02Vet..pdf>