



# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE SEDE SANTO DOMINGO



EVALUACIÓN DE LA TRANSMISIÓN TRANSPLACENTARIA DE LA ANAPLASMOSIS BOVINA EN PREDIOS UBICADOS EN LAS ÁREAS DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

AUTOR: MIGUEL ÁNGEL SÁNCHEZ FALCONÍ

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA VIDA  
INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

TUTOR: ARMANDO REYNA-BELLO Ph.D.

# INTRODUCCIÓN

Cría de ganado,  
otros animales,  
productos y  
actividades de apoyo

**\$515,82 MM**

(Corporación Financiera  
Nacional, 2021)

**26% muertes**

(Rodríguez-Camarillo et al., 1999)

La anaplasmosis bovina es causada por la rickettsia *Anaplasma marginale* (*A. marginale*) que afecta en la ganancia de peso o producción de leche (Reyna-Bello, 2014)

**Figura 1.** *Bovino con condición corporal baja.*



*Nota:* Adaptado de Yonenci Amaya

**TRANSMISIÓN**

**Biológica  
Mecánica  
Iatrogénica  
Transplacentaria**



**10,5%** Gonzalez et al (2013)



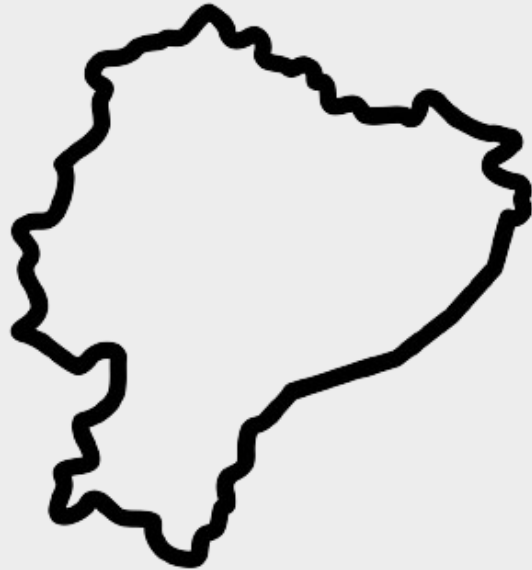
**50,0%** Añez-Rojas et al (2010)



**5,3 – 15,6%** Sala (2013)

**Sin registros indexados de  
transmisión transplacentaria en  
Ecuador**

# INTRODUCCIÓN



Galápagos: 100%  
Zamora Chinchipe: 49,5%  
Pastaza: 65,5%  
Santo Domingo de los Tsáchilas: 86.1%

# OBJETIVOS

Evaluar la transmisión transplacentaria de la anaplasmosis bovina en predios ubicados en las áreas de influencia de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

- Realizar muestreos en vacas gestantes cercanas al momento del parto, para evaluar por PCR la presencia de la rickettsia.
- Realizar muestreos a becerros neonatos para evaluar la presencia del hemotrópico por PCR.
- Determinar la presencia de ADN del agente hemotrópico en neonatos y correlacionar estos resultados con las madres.

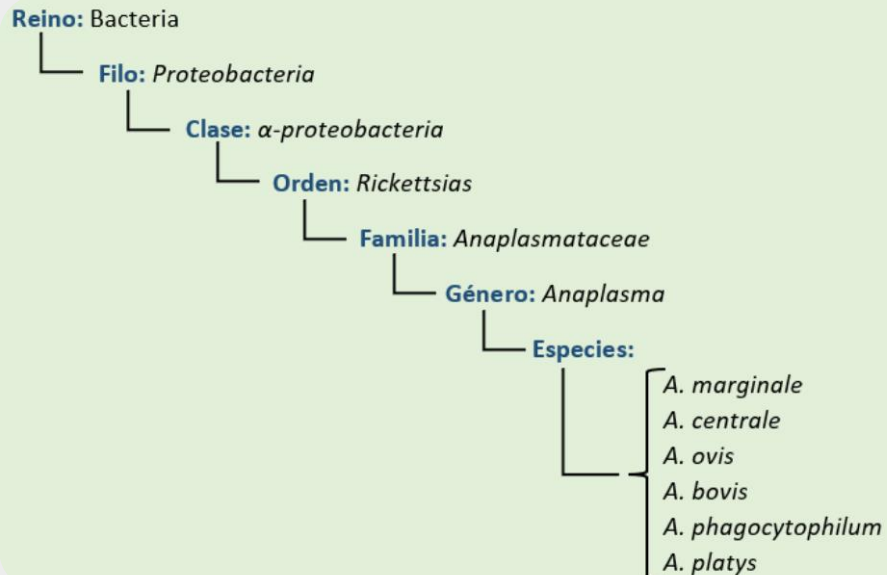
# MARCO TEÓRICO

## HISTORIA

1893 – Smith y Kilborne → Puntos marginales de 0,2-0,5  $\mu\text{m}$ , parte de *Babesia bigemina*.

1910 – Theiler → Protozoario *A. marginale*.

Figura 2. Taxonomía de *Anaplasma marginale*



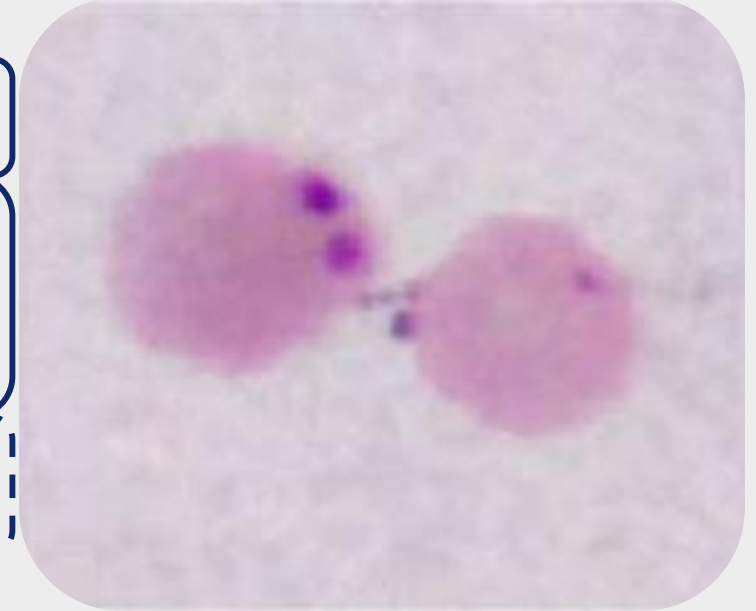
Nota: Tomado de Cando (2022) en Determinación de la seropositividad y caracterización molecular de *Anaplasma marginale* en bovinos pertenecientes a un muestreo realizado en la zona de Chone, Manabí

## MORFOLOGÍA

Figura 3. Morfología de *A. marginale*

*Rickettsia* intra-eritrocítica gram-negativa, sin cromátida ni retículo endoplasmático (Rodríguez et al, 2003)

Nota: Tomado de Diagnostic approaches for tick-borne haemoparasitic diseases in livestock, por Salih, Hussein & Singla (2015), Journal of Veterinary Medicine and Animal Health.



## SINTOMATOLOGÍA

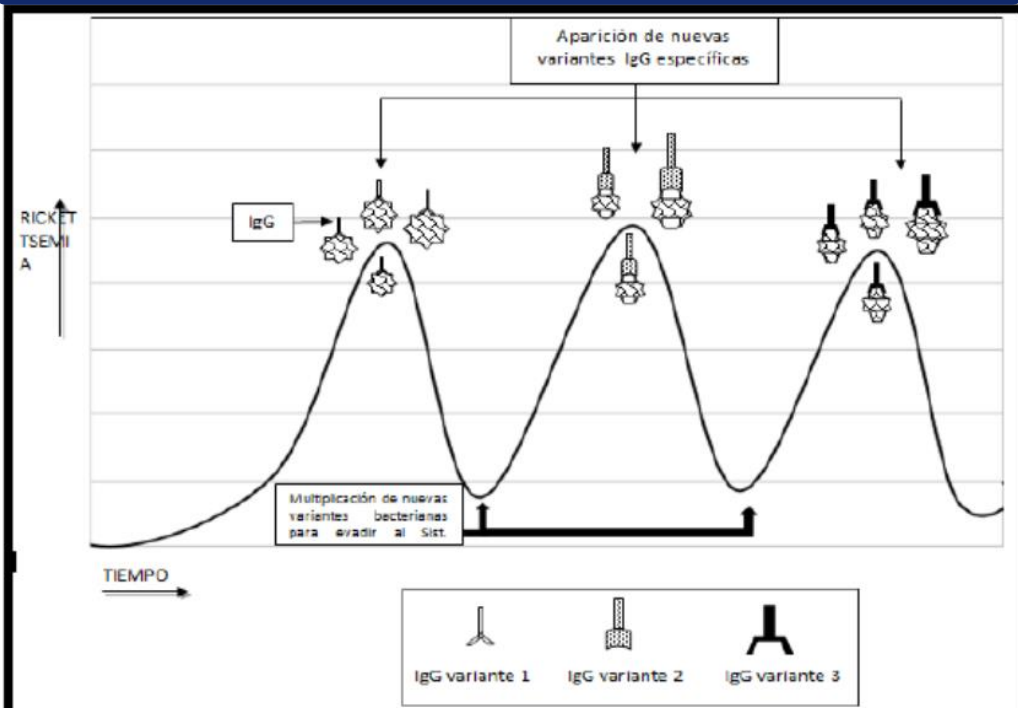
Enfermedad infecciosa en bovinos de presentación aguda o crónica en adultos. Presenta anemia, ictericia, hipertermia, emaciación, debilidad severa, palidez de mucosas, decúbito, abortos e incluso la muerte (Radostis, 2007).

# MARCO TEÓRICO

## RESPUESTA INMUNE

Los eritrocitos no pueden presentar los antígenos via CMH I, y solo pueden ser reconocidos por CMH II cuando los niveles de rickettsemia son altos y han sido fagocitados por células reticuloendoteliales del bazo (Rodríguez Camarillo et al., 2003-2004)

Figura 4. Representación de los picos de rickettsemia



Nota: Tomado de Mecanismos de Variación Antigénica en *Anaplasma marginale* por Eleizalde & Reyna-Bello (2014) de Rev. Fac. Cienc. Vet. vol.55 no.2

## TRANSMISIÓN

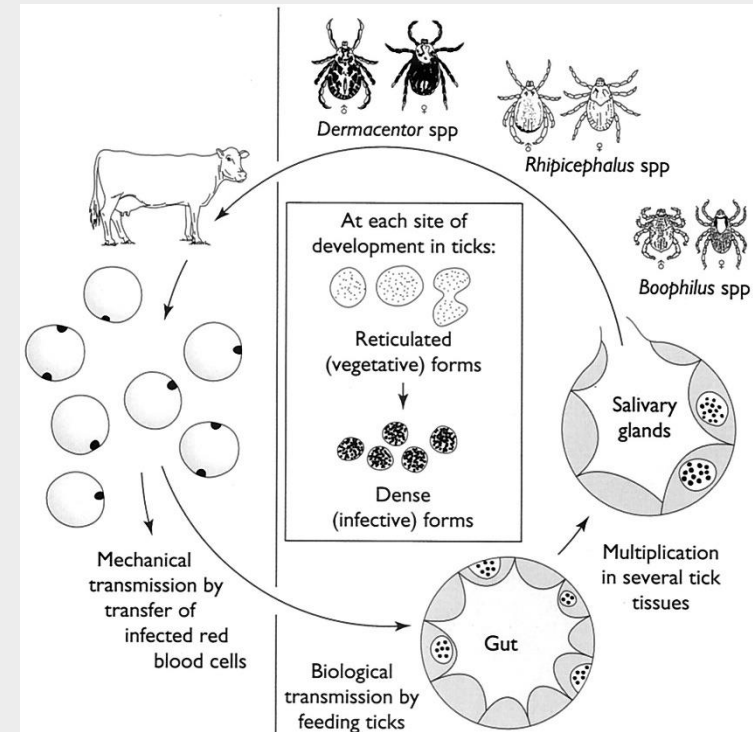
**Biológica:** Mordedura de garrapatas (*Dermacentor*, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* e *Ixodidae*).

**Mecánica:** Picadura de insectos dípteros hematófagos (*Stomoxys*, *Siphona* spp y *Tabanus*).

**Iatrogénica:** Fómites contaminados con la rickettsia.

**Transplacentaria:** De madre a becerro incluso en condición crónica (Gonzalez Grau et al., 2013)

Figura 5. Ciclo de vida de *A. marginale* en bovinos y garrapatas



Nota: Infección de las células intestinales, salivares de la garrapata para posterior infección vía biológica a los eritrocitos de bovinos. Tomado de Antigenes and Alternatives for Control of *Anaplasma marginale* Infection in Cattle, por Kocan y otros (2003), Clinical Microbiology Reviews.

# MARCO TEÓRICO

## TRANSMISIÓN TRANSPLACENTARIA

Zaugg (1990) → En casos crónicos en los primeros trimestres.

Rey, Aso, & Coronado (2000) → En zonas endémicas.

Gonzalez Grau et al. (2013) → Más estudios

## PROTEÍNAS MAYOR DE SUPERFÍCIE (MSP)

Genoma de *A. marginale*: 1.197.687 bp

(Brayton et al. 2004)

MSP1

MSP2

MSP3

MSP4

MSP5

## DETECCIÓN

Figura 5. Métodos analíticos disponibles para el diagnóstico de la anaplasmosis bovina y su propósito

Método	Propósito					
	Demostrar ausencia de circulación del virus en la población	Demostrar ausencia de infección en animales individuales antes de los desplazamientos	Contribuir a las políticas de erradicación	Confirmar casos clínicos	Determinar la prevalencia de la infección – vigilancia	Determinar el estado inmunitario en animales o poblaciones tras la vacunación
Examen microscópico	-	+	-	+++	-	-
Identificación del agente <sup>1</sup>						
PCR	-	+++	-	+++	-	-
Detección de la respuesta inmunitaria						
CAT	-	-	-	-	+-	+
ELISA	+++	+	+++	-	+++	+++
IFA	+	-	-	-	++	++
CF	-	-	-	-	+	-

Clave: +++ = método recomendado para este propósito; ++ = método recomendado pero tiene limitaciones;

+ = método adecuado en muy pocas situaciones; - = no adecuado para este propósito.

Aunque no todas las pruebas clasificadas como +++ o ++ han sido validadas formalmente, su uso sistemático y el hecho de que se hayan utilizado ampliamente sin resultados dudosos las hace aceptables.

CAT = prueba de aglutinación en placa; CF = fijación del complemento; ELISA = enzimoimmunoanálisis; IFA = prueba de la inmunofluorescencia indirecta; PCR = reacción en cadena de la polimerasa.

Nota: Tomado de Sección 3.4 Capítulo 3.4.1. Anaplasmosis Bovina en el Manual Terrestre de la OIE (2015).

MSP1

Heterodímero formado por MSP1 $\alpha$  y MSP1 $\beta$ .

MSP1 $\alpha$ : 1 gen  $\rightarrow$  105 kDa – Protección, taxonomía y adhesión a glándulas salivales

MSP2

MSP1 $\beta$ : familia multigénica  $\rightarrow$  100kDa – Adhesión al eritrocito

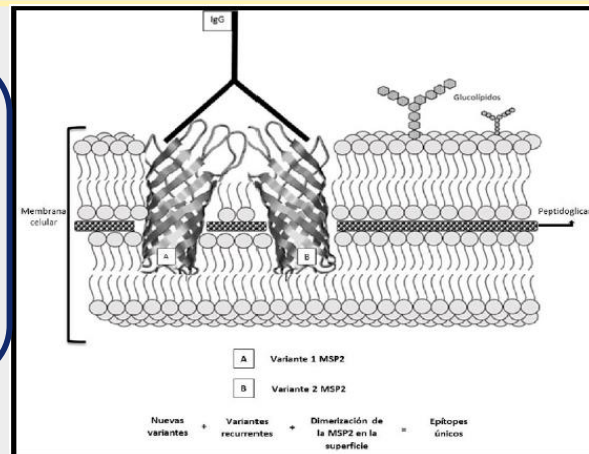
MSP3

- Codificado por familia multigénica predominante.
- Con 36 kDa.
- Función de protección y variación antigénica.
- Responsable de picos de infección.

MSP4

MSP5

**Figura 6.**  
Expresión de variantes MSP2 y conformación de epítomos únicos



*Nota:* Tomado de Mecanismos de Variación Antigénica en Anaplasma marginale por Eleizalde & Reyna-Bello (2014) de Rev. Fac. Cienc. Vet. vol.55 no.2

# MARCO TEÓRICO

MSP1

- Codificado por familia multigénica.
- Con 86 kDa.
- Función de variación antigénica.

MSP2

- Inducen respuesta humoral y celular.
- MSP2 recombinación.

MSP3

- Codificado por un gen único.
- 31 kDa.
- Altamente conservada en diferentes aislados.

MSP4

- Codificado por un gen único.
- 19 kDa.
- Inmunodominancia y diagnóstico.
- Reconocimiento en aislados distintos.

MSP5

(Eleizalde & Reyna-Bello, 2014)

(Rodríguez et al, 2003)



## PCR/MSP5

Estudio	Primers	Ventajas
Torioni de Echaide et al. (1998)	2 pares de primers. Bandas de 458 bp. Detección de concentraciones diluida de $[10^{-3}]$	30 eritrocitos infectados por mL de sangre. 0,0001% de eritrocitos infectados-Diagnostico temprano Análisis filogenético de ganado, camellos y búfalos (Mahmoud et al., 2023)
Corona & Martínez (2011) 653 bp	Detección de niveles de parasitemia de 0.000025%	
Reyna-Bello et al. (1998) 714 bp	Bandas de 714 bp confirmando la identidad por PCR-RFLP	

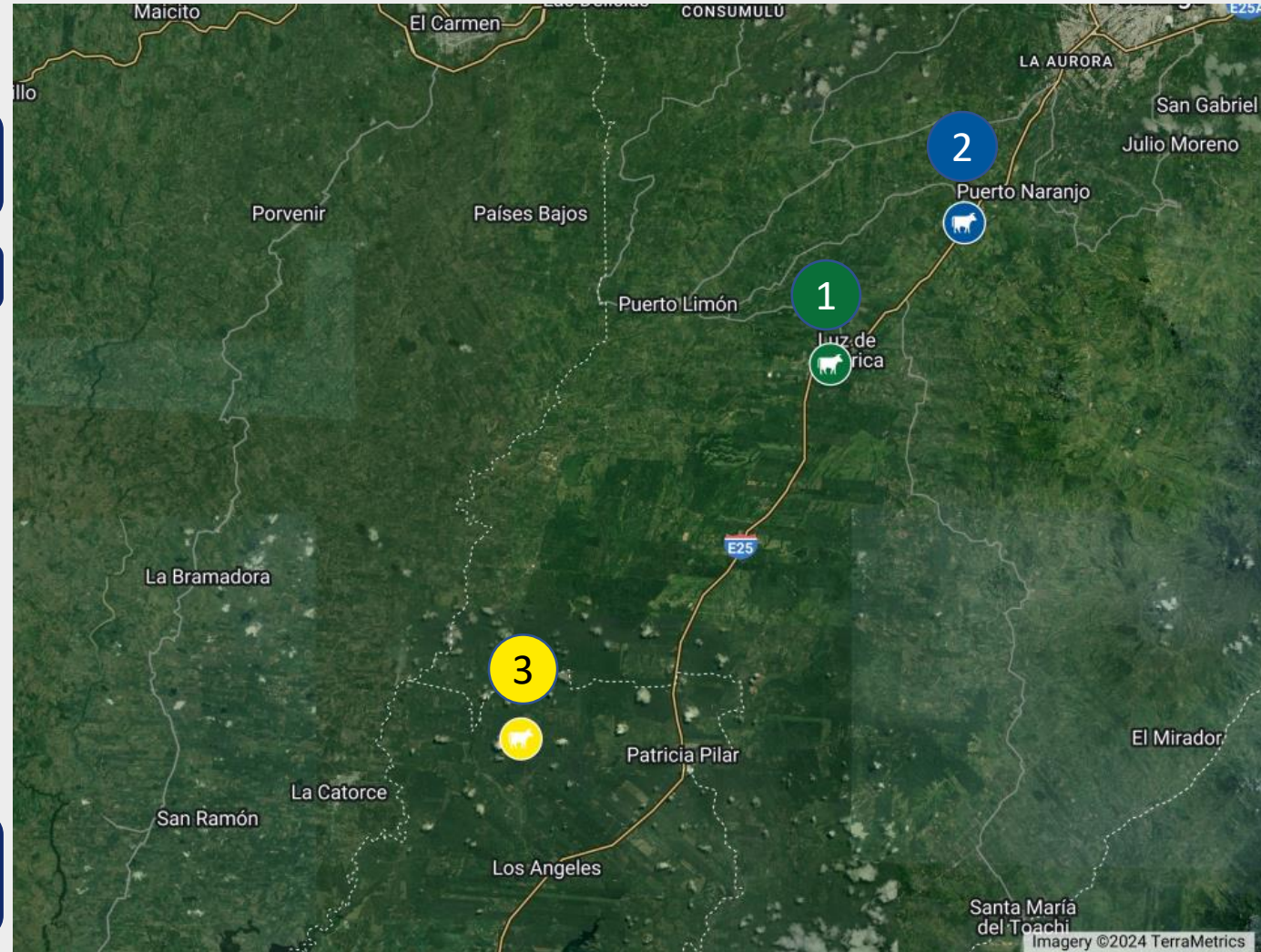
## OBTENCIÓN DE MUESTRAS

Tabla 1. Recolección de muestras

Número de Finca	Número de vacas madres	Número de becerros
1	6	6
2	2	2
3	30	30
Totales	38	38

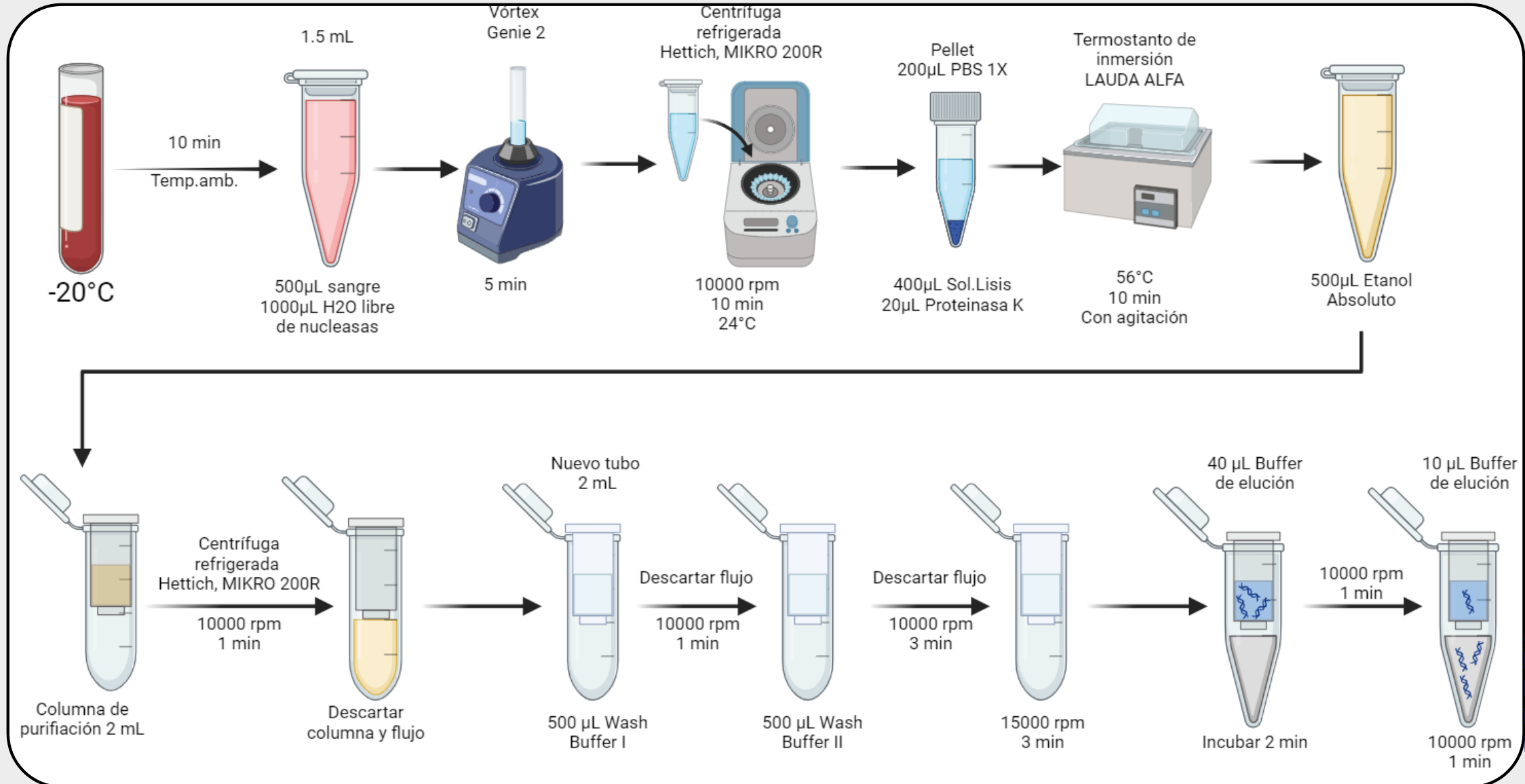
Sistema Vacutainer acoplado a un tubo de 5 mL con EDTA

Figura 7. Puntos de muestreo



Nota: Mapa del Ecuador con las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos, donde el marcador verde corresponde la finca 1, el marcador azul a la finca 2 y el marcador amarillo a la finca 3. Adaptado de TerraMetrics (2024).

**Figura 8.** Protocolo para el uso de Kit Comercial GeneJET Whole Blood Genomic DNA Purification Mini Kit (K0781, K0782)



Nota:  
Elaboración  
propia en la  
plataforma  
BioRender

# METODOLOGÍA

## PCR/MSP5

19A: 5'-GTGTTCTGGGGTACTCCTA-3'

19B: 5'-TGATCTGGTCAGCCCCAGCT-3'

**Tabla 2.** Reactivos para la detección de MSP5 por PCR convencional

Reactivo	Concentración Final	Volumen Final (uL)
H2O	-	15,85
Buffer	1X	2,5
dNTPs	0,20 mM	0,5
MgSO4	2,5 mM	2,5
19A	0,5 uM	1,25
19B	0,5 uM	1,25
Taq polimerasa	0,75 U/uL	0,15
DNA	100 ngr	1
<b>Volumen total</b>		<b>25</b>

**Tabla 3.** Condiciones para los ciclos de la PCR para detección de MSP5

Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Ciclos
Desnaturalización inicial	94	5 min	1
Desnaturalización	94	45 seg	35
Hibridación	64	30 seg	35
Extensión	72	1 min	35
Extensión final	72	10 min	1
Mantenimiento	4	∞	-

## ELECTROFORESIS

### INTEGRIDAD DEL ADN

Gel de electroforesis en agarosa 0,8% (p/v) teñido con bromuro de etidio (1/10000) empleando el buffer de carga Promega Go Taq 5X y marcador de peso molecular 100bp Opti-DNA Marker Cat# G016 – ABM.

### PRODUCTO DE PCR

Gel de electroforesis en agarosa 1,5% (p/v) teñido con bromuro de etidio (1/10000) empleando el buffer de carga Promega Go Taq 5X y marcador de peso molecular 100bp Opti-DNA Marker Cat# G016 – ABM.

## CÁLCULOS

Ecuación 1.

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{Número de casos positivos}}{\text{Número total de casos}} \times 100$$

Ecuación 2.

$$\% \text{transmisión} = \frac{\text{Número de becerros positivos}}{\text{Número de madres positivas}} \times 100$$

# RESULTADOS

FIGURA 9. INTEGRIDAD DEL ADN POR ELECTROFORESIS EN GEL DE AGAROSA 0,8%, TRANSILUMINADOR UV

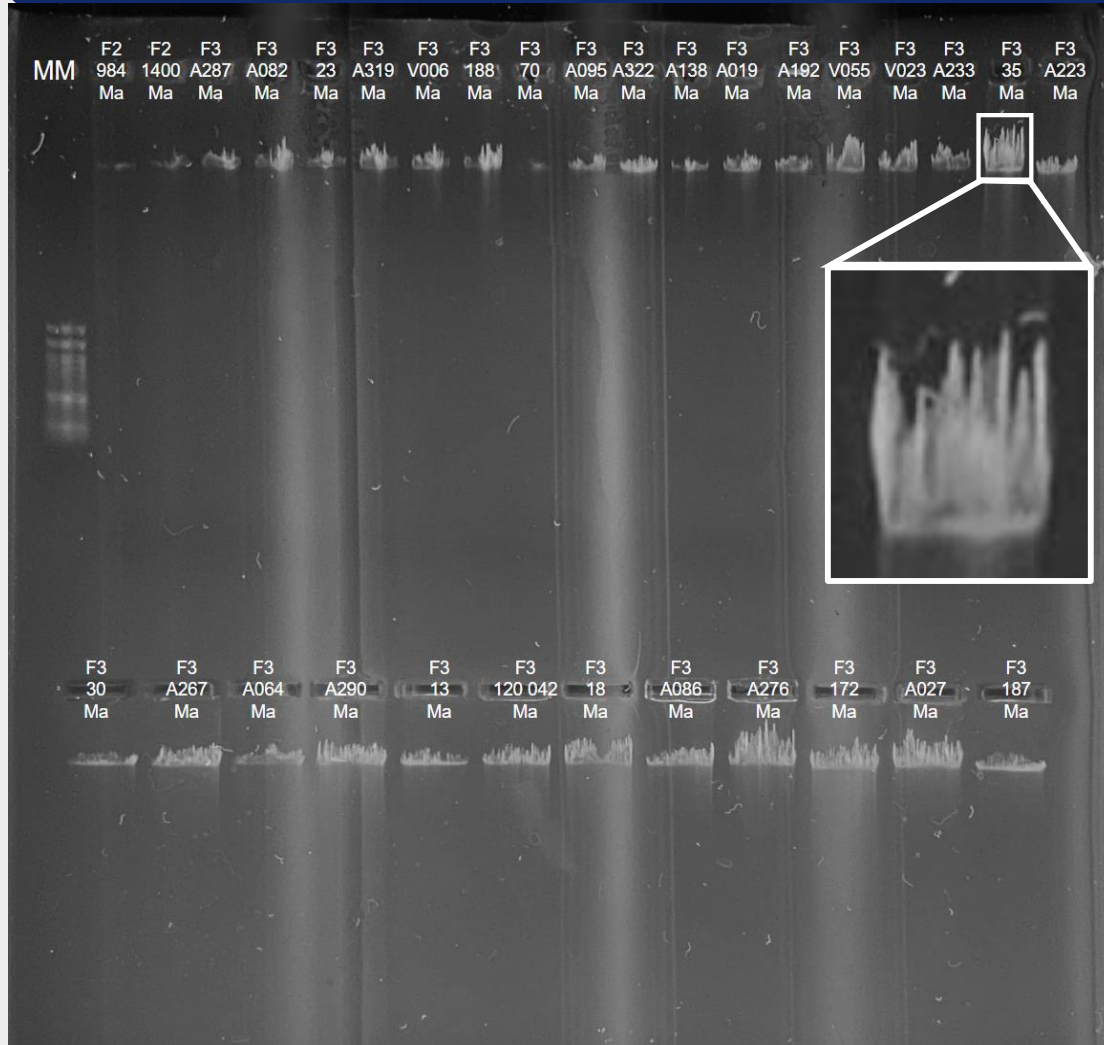


FIGURA 10. ELECTROFORESIS DEL PRODUCTO DE PCR/MSP5 EN GEL DE AGAROSA 1,5%, TRANSILUMINADOR UV



Tabla 4. RESULTADOS PCR/MSP5 - FINCA 1

Finca	Numeración Madre	Resultado PCR/MSP5+	Prevalencia	Numeración Cría	Edad (días)	Resultado PCR/MSP5+	Prevalencia
1	125	-		125	3	-	
1	181	-		181	4	-	
1	120	-	33,33%	120	2	-	0%
1	203	+	2/6	203	1	-	0/6
1	210	-		210	3	-	
1	172	+		172	1	-	

F1 MADRES



F1 CRÍAS



Tabla 4. RESULTADOS PCR/MSP5 - FINCA 2

Finca	Numeración Madre	Resultado PCR/MSP5+	Prevalencia	Numeración Cría	Edad (días)	Resultado PCR/MSP5+	Prevalencia
2	984	+	100%	984	0	-	0%
2	1206	+	2/2	1206	0	-	0/2

F2 MADRES



F2 CRÍAS



# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## FINCA 3

Tabla 4. RESULTADOS PCR/MSP5 - FINCA 3

Finca	Numeración Madre	Resultado PCR/MSP5+	Prevalencia	Numeración Cría	Edad (días)	Resultado PCR/MSP5+	Prevalencia
3	A287	+		A631	3	-	
3	A082	+		V274	4	-	
3	23	+		A622	10	-	
3	A319	+		A628	4	-	
3	V006	+		A636	2	-	
3	188	+		A635	2	-	
3	70	+		A638	1	+	
3	A095	+		V278	3	-	
3	A322	+		A623	8	-	
3	A138	+		A626	4	-	
3	A019	+		A625	8	+	
3	A192	+		V276	3	-	
3	V055	+		A629	3	-	
3	V023	+		V260	17	-	
3	A233	+	100%	A632	3	-	6,67%
3	35	+	30/30	V268	8	-	2/30
3	A223	+		V263	10	-	
3	30	+		V262	16	-	
3	A267	+		V277	3	-	
3	A064	+		V279	1	-	
3	A290	+		A634	3	-	
3	13	+		A624	8	-	
3	120 042	+		V269	8	-	
3	18	+		V267	8	-	
3	A086	+		V273	4	-	
3	A276	+		A633	3	-	
3	A027	+		A627	4	-	
3	187	+		V275	3	-	
3	A167	+		V271	4	-	
3	A177	+		V270	4	-	

F3 MADRES



F3 CRÍAS





# Discusión

Tabla 4. Resultados PCR/MSP5



**10,5%** Gonzalez et al (2013)



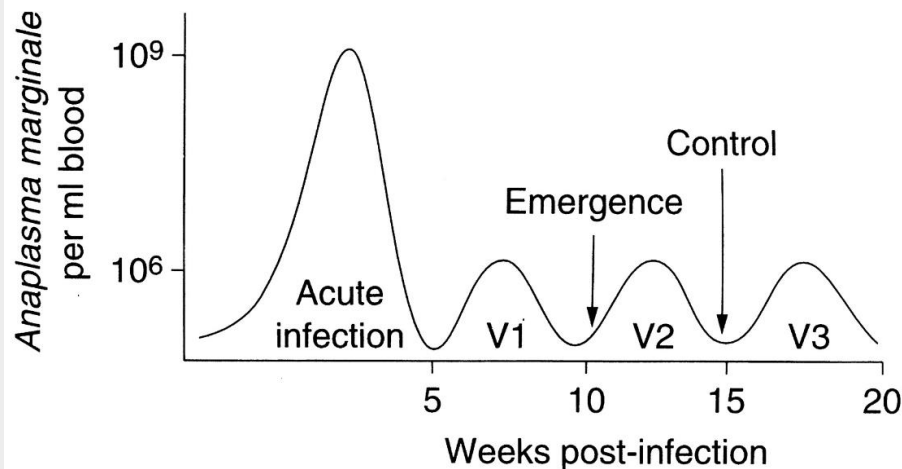
**50,0%** Añez-Rojas et al (2010)



**5,3 – 15,6%** Sala (2013)

VENEZUELA  
30% (3/10) de los becerros+  
tenían menos de 8 días  
ARGENTINA  
Región Campos y Malezalez:  
79,4% de las hembras  
gestantes y 5,3% de los fetos.  
Región Chaco Húmedo:  
100% de las madres y 15,6%  
en los terneros.

Transmisión dependiente de la cepa de la rickettsia y del nivel de la rickettsemia



Finca	Numeración Madre	Resultado PCR/MSP5+	Prevalencia	Numeración Cría	Edad (días)	Resultado PCR/MSP5+	Prevalencia
1	125	-		125	3	-	
1	181	-		181	4	-	
1	120	-	33,33%	120	2	-	0%
1	203	+		203	1	-	
1	210	-		210	3	-	
1	172	+		172	1	-	
2	984	+	100%	984	0	-	0%
2	1206	+		1206	0	-	
3	A287	+		A631	3	-	
3	A082	+		V274	4	-	
3	23	+		A622	10	-	
3	A319	+		A628	4	-	
3	V006	+		A636	2	-	
3	188	+		A635	2	-	
3	70	+		A638	1	+	
3	A095	+		V278	3	-	
3	A322	+		A623	8	-	
3	A138	+		A626	4	-	
3	A019	+		A625	8	+	
3	A192	+		V276	3	-	
3	V055	+		A629	3	-	
3	V023	+		V260	17	-	
3	A233	+	100%	A632	3	-	6,67%
3	35	+		V268	8	-	
3	A223	+		V263	10	-	
3	30	+		V262	16	-	
3	A267	+		V277	3	-	
3	A064	+		V279	1	-	
3	A290	+		A634	3	-	
3	13	+		A624	8	-	
3	120 042	+		V269	8	-	
3	18	+		V267	8	-	
3	A086	+		V273	4	-	
3	A276	+		A633	3	-	
3	A027	+		A627	4	-	
3	187	+		V275	3	-	
3	A167	+		V271	4	-	
3	A177	+		V270	4	-	
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>34</b>	<b>89,47%</b>	<b>38</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>5,26%</b>

# CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN



Existió un 5,26% (2/38) de becerros neonatos positivos para anaplasmosis con tan solo 1 y 8 días de vida siendo indudablemente infectados por la vía transplacentaria.



Anaplasmosis bovina endémica en las fincas 2 y 3 con el 100% de prevalencia en madres



Dos becerros positivos por PCR para *A. marginale* con un aparente estado de salud bueno.

- Evaluar niveles de hematocrito
- Identificar la filogenia de las cepas entre madre y cría.
- Ampliar el área de muestreo y la robustez.

# *AGRADECIMIENTOS*

Dr. Armando Reyna-Bello  
Dr. William Castillo  
Ing. Fausto Bedoya

Rancho BJ  
Hacienda Voluntad de Dios

Victoria Falconí & Leonardo Sánchez  
Hermanos y familiares  
Amigos

Todo esto fue posible por ustedes. Gracias.

# BIBLIOGRAFÍA

- Alleman, A. R., Kamper, S. M., Viseshakul, N., & Barbet, A. F. (Octubre de 1993). Analysis of the *Anaplasma marginale* genome by pulsed-field electrophoresis. *Journal of general microbiology*, 139(10), 2439-2444. doi:10.1099/00221287-139-10-2439
- Allred, D.R.; Mcguire, T.C.; Palmer, G.H.; Leib, S.R.; Harkins, T.M.; Mcelwain, T.F. Y Barbet, A.F. (1990). Molecular basis for surface antigen size polymorphisms and conservation of a neutralization-sensitive epitope in *Anaplasma marginale*. USA. Proc. Natl. Acad. Sci. 87: 3220-3224.
- Amaro Estrada, I., García Ortiz, M., 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. doi:https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.5018
- Añez-Rojas, N., Romero, O., Valbuena, H., Crisante, G., Rojas, A., & Bolívar, A. M. (Julio de 2010). DETECCIÓN DE TRANSMISIÓN TRANSPLENTARIA DE *Anaplasma marginale* EN BOVINOS ASINTOMÁTICOS. *Revista Científica*, 20(4), 377-382. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592010000400007&lng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000400007&lng=es)
- Barbet, A.F.; Palmer, G.H.; Myler, P.J. Y Mcguire, T.C. (1987). Characterization of an Immunoprotective Protein Complex of *Anaplasma marginale* by Cloning and Expression of the Gene Coding for Polypeptide Am105L. *Infect. Immun.* 55: 2428-2435
- Bautista Garfías, C. R. (1996). La respuesta inmune celular en Anaplasmosis bovina. *Ciencia Veterinaria*, 7, 315-329. Recuperado el 14 de Febrero de 2024, de <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol7/CVv7c11.pdf>
- Biberstein, E. L. (1999). *Anaplasmatocaeae Vet. Microbiol.* Blackwell Science Publ.
- Bowie, M. V., de la Fuente, J., Kocan, K. M., Blouin, E. F., & Barbet, A. F. (2002). Conservation of major surface protein 1 genes of *Anaplasma marginale* during cyclic transmission between ticks and cattle. *Gene*, 282(1-2), 95-102. [https://doi.org/10.1016/s0378-1119\(01\)00845-9](https://doi.org/10.1016/s0378-1119(01)00845-9)
- Brayton, K. A., Kappmeyer, L. S., Herndon, D. R., Dark, M. J., Tibbals, D. L., Palmer, G. H., . . . Konwles Jr, D. P. (Enero de 2005). Complete genome sequencing of *Anaplasma marginale* reveals that the surface is skewed to two superfamilies of outer membrane proteins. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 844-849. doi:10.1073/pnas.0406656102.
- Conelius, B. P. (1957). Family IV. Anaplasmatocaeae Philip Fam. Nov. En R. S. Breed, E. G. Murray, & N. R. Smith, *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Septima ed., págs. 980-984). Waverly Press. Obtenido de <https://www.biodiversitylibrary.org/item/41848#page/7/mode/1up>
- Corona González, B., Obregón, D., Alemán, Y., Alfonso, P., Vega, E., Díaz, A., & Martínez, S. (2014). Tendencias en el diagnóstico de la anaplasmosis bovina. *Revista de Salud Animal*, 36(2), 73-79. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v36n2/rsa01214.pdf>
- Corona, B., & Martínez, S. (2011). DETECCIÓN DE *Anaplasma marginale* EN BOVINOS, MEDIANTE LA AMPLIFICACIÓN POR PCR DEL GEN msp5. *Revista de Salud Animal*, 33(1), 24-31. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-570X2011000100004&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2011000100004&lng=es&tlng=es)
- Corporación Financiera Nacional. (2021). *Cria y Reproducción de Ganado*. CFN. Recuperado el 15 de Febrero de 2024, de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2021/fichas-sectoriales-4-trimestre/Ficha-Sectorial-Ganaderia.pdf>
- Dumler, J. S., Barbet, A. F., Bekker, C. P., Dasch, G. A., Palmer, G. H., Ray, S. C., . . . Rurangirwa, F. R. (1 de Noviembre de 2001). Reorganization of genera in the families Rickettsiaceae and Anaplasmatocaeae in the order Rickettsiales: unification of some species of Ehrlichia with Anaplasma, Cowdria with Ehrlichia and Ehrlichia with Neorickettsia, descriptions of six new species combi. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51(6), 2145-2165. doi:https://doi.org/10.1099/00207713-51-6-2145
- Gainer, J. H. (1961). Demonstration of *Anaplasma marginale* with the fluorescent dye, acridine orange; comparisons with the complement-fixation test and Wright stain. *American Journal of Veterinary Research*, 22, 882-886.
- Gioia, G. V., Vinueza, R., Marsot, M., Devillers, E., Cruz, M., Petit, E., . . . Zanella, G. (2018). Bovine anaplasmosis and tick-borne pathogens in cattle of the Galapagos Islands. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65(2), 1-10. doi:http://dx.doi.org/10.1111/tbed.12866
- Gonzalez Grau, H. E., da Cunha Filho, N. A., Geraldo Pappen, F., & da Rosa Farias, N. A. (Abril-Junio de 2013). Transplacental transmission of *Anaplasma marginale* in beef cattle chronically infected in southern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 22(2). doi:https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000200038
- Kocan, K. M., De la Fuente, J., & García-García, J. C. (2004). *Anaplasma marginale* (Rickettsiales: Anaplasmatocaeae): recent advances in defining host-pathogen adaptations of a tick-borne rickettsia. *Parasitology*, 129, S285-S300. doi:10.1017/S0031182003004700
- Kocan, K. M., de la Fuente, J., Guglielmo, A. A., & Meléndez, R. D. (2003). Antigens and Alternatives for Control of *Anaplasma marginale* Infection in Cattle. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(4), 698-712. doi:https://doi.org/10.1128/cmr.16.4.698-712.2003
- Kocan, K. M., Fuente, J. d., Blouin, E. F., Coetzee, J. F., & Ewing, S. (2010). The natural history of *Anaplasma marginale*. *Veterinary Parasitology*, 167(2-4), 95-107. doi:10.1016/j.vetpar.2009.09.012
- Kottler, K. L., Marble, D. W., & Matthews, N. J. (1962). Anaplasmosis complement-fixation response in calves from. *American journal of veterinary research*, 23, 1007-1010. Recuperado el 15 de Febrero de 2024
- Lozina, L., Torioni, E. S., Barbieri, F., Del Río, F., & Ríos, E. E. (2019). Evaluación de la actividad inmunogénica de una vacuna para profilaxis de la anaplasmosis bovina. *Revista Veterinaria*, 30(1), 3-6. doi:https://doi.org/10.30972/vet.3013875
- Maldonado, J., Coronado, A., Kowalski, A., & Medina, J. (Mayo de 2012). Molecular evidence of transplacental transmission of *Anaplasma marginale* in zebu neonatal calves of Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 30(1), 109-114. Recuperado el 15 de Febrero de 2024
- Medina-Naranjo, V. L., Reyna-Bello, A., Tavares-Marques, L. M., Campos, A. M., Ron Román, J. W., Moyano, C. J., . . . Chávez-Larrea, M. A. (2017). DIAGNÓSTICO DE LOS HEMOTRÓPICOS *Anaplasma marginale*, *Trypanosoma* spp. Y *Babesia* spp. MEDIANTE LAS TÉCNICAS DE ELISA Y PCR EN TRES FINCAS GANADERAS DE LA PROVINCIA DE PASTAZA, ECUADOR. *Revista Científica*, 27(3), 162-171. Obtenido de [https://www.redalyc.org/journal/959/95952010005/html/#redalyc\\_95952010005\\_ref36](https://www.redalyc.org/journal/959/95952010005/html/#redalyc_95952010005_ref36)
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (27 de Diciembre de 2023). *Boletín de cifras del Sector Productivo*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2023/12/Boletin-Cifras-Productivas-DIC-2023.pdf>
- Molina Chávez, J. E., Vargas Hidalgo, J. S., & Viamontes Garcés, M. I. (2022). Estudio bibliográfico sobre la prevalencia de Anaplasmosis bovina en la región. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 6(1). Recuperado el 13 de Febrero de 2024
- Muñoz Guanizo, T. R., Ayora Fenández, P., Luzuriaga Neira, A., Corona González, B., & Martínez Marrero, S. (2017). Prevalencia de *Anaplasma marginale* en bovinos de la provincia Zamora Chinchipe, Ecuador. *Revista de Salud Animal*, 39(1), 68-74. Recuperado el 14 de Febrero de 2024, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v39n1/rsa09117.pdf>
- Norton, J. H., Parker, R. J., & Fourbes-Faulkner, J. C. (1983). Neonatal anaplasmosis in a calf. *Australian Veterinary Journal*, 60(1), 348-348. doi:https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1983.tb02844.x
- Oberle, S. M., Palmer, G. H., & Barbet, A. F. (1993). Expression and immune recognition of the conserved MSP4 outer membrane protein of *Anaplasma marginale*. *Infection and immunity*, 61(12), 5245-5251. <https://doi.org/10.1128/iai.61.12.5245-5251.1993>

# BIBLIOGRAFÍA

- OIE. (2015). Anaplasmosis Bovina. En OIE, *Manual Terrestre* (págs. 1-16). Obtenido de [https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health\\_standards/tahm/3.04.01\\_Anaplasmosis\\_bovina.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.04.01_Anaplasmosis_bovina.pdf)
- Palmer, G. H., Barbet, A. F., Musoke, A. J., Katende, J. M., Rurangirwa, F., Shkap, V., Pipano, E., Davis, W. C., & McGuire, T. C. (1988). Recognition of conserved surface protein epitopes on *Anaplasma centrale* and *Anaplasma marginale* isolates from Israel, Kenya and the United States. *International journal for parasitology*, *18*(1), 33–38. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(88\)90033-1](https://doi.org/10.1016/0020-7519(88)90033-1)
- Palmer, G. H., Rurangirwa, F. R., Kocan, K. M., & Brown, W. C. (Julio de 1999). Molecular Basis for Vaccine Development against the Ehrlichial Pathogen *Anaplasma marginale*. *Parasitology today*, *15*(7), 281-286. doi:[https://doi.org/10.1016/s0169-4758\(99\)01469-6](https://doi.org/10.1016/s0169-4758(99)01469-6)
- Passos, L. F., & Lima, J. D. (1984). Diagnóstico de anaplasmoze bovina congênita em Minas Gerais. *Arq Bras Med Vet Zootec*, *36*(6), 743-744.
- Piercy, P. L. (1956). TRANSMISSION OF ANAPLASMOSIS. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *64*(2), 40-48. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1956.tb36605.x>
- Radostits, O. M., Gay, C. C., hinchcliff, K. W., & Constable, P. D. (2007). *Veterinary Medicine A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. Saunders Ltd.
- Rey, C., Aso, P. A., & Coronado, A. (2000). Homologous and Heterologous Immune Reactions between Venezuelan Geographic Isolates of *Anaplasma marginale*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *916*(1), 658–661. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb05355.x>
- Reyna-Bello, A. (2014). Anaplasmosis bovina: logros y retos inmediatos. En C. González Stagnaro, N. Madrid Bury, & E. Soto Bello, *Logros & Desafíos de la Ganadería Doble Propósito* (pág. 703). Venezuela: Astro Data S.A.
- Reyna-Bello, A., Cloeckert, A., Vizcaíno, N., Gonzatti, M. I., Aso, P. M., Dubray, G., & Zygmunt, M. S. (1998). Evaluation of an Enzyme-Linked Immunosorbent Assay Using Recombinant Major Surface Protein 5 for Serological Diagnosis of Bovine Anaplasmosis in Venezuela. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, *5*(2), 259-262. doi:<https://doi.org/10.1128%2Fcdli.5.2.259-262.1998>
- Richey, E. J. (1991). Bovine Anaplasmosis. *AMERICAN ASSOCIATION OF BOVINE PRACTITIONERS*, 3-11. doi:<https://doi.org/10.21423/aabppro19916695>
- Rodríguez Camarillo, S. D., García Ortiz, M. A., Aboytes Torres, R., Cantó Alarcón, G. J., & Barigye, R. (2003-2004). Inmunología e inmunoprofilaxis de la anaplasmosis bovina. *Ciencia veterinaria*, *9*, 124-164. Recuperado el 15 de Febrero de 2024, de <https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/ciencivet/revistas/CVvol9/CVv9c5.pdf>
- Rodríguez-Camarillo, S. D., Garcí-Ortiz, M. A., Cantó-Alarcón, G. J., Henández-Salgado, G., Santos-Cerda, N., & Abortes-Torres, R. (1999). Ensayo de un inmunógeno experimental inactivado. *Técnica Pecuaria en México*, *37*, 1-12.
- Sala, J. M. (2013). *TRANSMISIÓN TRANSPLENTARIA DE ANAPLASMA MARGINALE EN BOVINOS NATIVOS DEL NORESTE ARGENTINO*. Tesis de maestría, Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Santa Fe. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/469/tesis.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Silva, J. B., Santana Castro, N. G., & Adivaldo, F. H. (2014). Longitudinal study of risk factors for anaplasmosis and transplacental transmission in herd. *Semina: Ciências Agrárias*, *35*(4), 2491-2500. Recuperado el 14 de Febrero de 2024, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744143023>
- Smith, T., & Kilborne, F. (1893). *Investigations into the nature, causation, and prevention of Texas or southern cattle fever*. Washington: Medicine in the Americas. Recuperado el 2 de Febrero de 2014, de <http://resource.nlm.nih.gov/62350480R>
- Sonia Costa, C. L., Sampaio de Magalhaes, V. C., Volkart de Oliveira, U., Santos Carvalho, F., Pereira de Almeida, C., Zacarias Machado, R., & Dias Munhoz, A. (Marzo de 2016). Transplacental transmission of bovine tick-borne pathogens: Frequency, co-infections and fatal neonatal anaplasmosis in a region of enzootic stability in the northeast of Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, *7*(2), 270-275. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.11.001>
- Tana Hernández, L., Navarrete Arroyo, K., Ron Román, J., Reyna Bello, A., & Chávez Larrea, M. A. (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*(392). doi:10.1186/s12917-017-1311-1
- Tapia Granados, J. A. (1995). Medidas de prevalencia y relación incidencia-prevalencia. *Medicina clínica*, *105*(6), 216-218.
- Theiler, A. (1910). Gall-sickness of South Africa. (Anaplasmosis of Cattle.). *Journal of Comparative Pathology and Therapeutics*, *23*, 95-115. doi:[https://doi.org/10.1016/S0368-1742\(10\)80028-1](https://doi.org/10.1016/S0368-1742(10)80028-1)
- Torioni de Echaide, S., Knowles, D. P., McGuire, T. C., Palmer, G. H., Suarez, C. E., & McElwain, T. F. (Marzo de 1998). Detection of Cattle Naturally Infected with *Anaplasma marginale* in a Region of Endemicity by Nested PCR and a Competitive Enzyme-Linked Immunosorbent Assay Using Recombinant Major Surface Protein 5. *JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY*, *36*.3.777-782.1998
- Vidotto, O., & Marangoni Marana, E. R. (2001). DIAGNÓSTICO EM ANAPLASMOSSE BOVINA. *Ciência Rural*, *31*(2), 361 - 368. doi:<https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000200028>
- Visser, E. S., McGuire, T. C., Palmer, G. H., Davis, W. C., Shkap, V., Pipano, E., & Knowles, D. P., Jr (1992). The *Anaplasma marginale* msp5 gene encodes a 19-kilodalton protein conserved in all recognized *Anaplasma* species. *Infection and immunity*, *60*(12), 5139–5144. <https://doi.org/10.1128/iai.60.12.5139-5144.1992>
- Zaugg, J. L. (1985). Bovine anaplasmosis: transplacental transmission as it relates to stage of gestation. *American journal of veterinary research*, *46*(3), 570-572. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3994125/>
- Zaugg, J. L. (1 de Abril de 1990). Seasonality of natural transmission of bovine anaplasmosis under desert mountain range conditions. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *196*(7), 1106-1109. Recuperado el 4 de Febrero de 2024, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2329080/>

*Gracias por su*

*atención*