

Conference Paper

# Preliminary Evaluation of the Effectiveness of the GAVAC® Immunogen and the Rational Use of Acaricides as an Alternative for an Integrated Tick Control Program in Ecuador

## Evaluación preliminar de la efectividad del inmunógeno GAVAC® y el uso racional de acaricidas como alternativa de un programa integrado de control de garrapatas en Ecuador

IX CONGRESO  
INTERNACIONAL DE  
INVESTIGACIÓN DE LA RED  
ECUATORIANA DE  
UNIVERSIDADES Y  
ESCUELAS POLITÉCNICAS Y  
IX CONGRESO  
INTERNACIONAL DE  
CIENCIA TECNOLOGÍA  
EMPENDIMIENTO E  
INNOVACIÓN  
SECTEI-ESPOCH 2022

Corresponding Author: Richar Rodríguez-Hidalgo; email: rrodriguez@uce.edu.ec

Published: 9 November 2023

Production and Hosting by Knowledge E

© Richar Rodríguez-Hidalgo et al. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Tania Tinoco<sup>1</sup>, Lenin Ron-Garrido<sup>1,2</sup>, Ximena Perez-Otañez<sup>1,2</sup>, Richar Rodríguez-Hidalgo<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

<sup>2</sup>Instituto de Investigación en Zoonosis, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

### ORCID

Richar Rodríguez-Hidalgo: <https://orcid.org/0000-0002-9338-1062>

### Abstract

*Rhipicephalus microplus* one of the ectoparasites with the most significant impact on livestock health and the economy in Ecuador and globally. Controlling ticks through chemical means has been demonstrated to be ineffective, resulting in acaricide resistance and increasing costs and health problems in tropical and subtropical livestock. Several tick control alternatives have been investigated to date, showing promising results under laboratory conditions but not in field applications. The use of multiple control alternatives in a comprehensive management plan for tick control has proven to be effective in reducing tick infestation. The objective of this study was to determine the effectiveness of immunization with the Gavac® vaccine and its effect on the rational use of acaricides. The study aimed to establish the impact of immunization on the biotic potential of *Rhipicephalus microplus*, the level of infestation, and the frequency of acaricidal baths. In a pilot farm, 176 bovines were vaccinated, and 30 animals were observed every 15 days for eight months, resulting in 18 observations. Observationally, a significant reduction in tick load on animals was identified, as well as a reduction in the use of acaricides by less than 10% (1 bath) compared to the farm's estimated use. On average, acaricidal baths were administered 23 days after vaccination. The study found a statistically significant decrease in the number of ticks on the animals, the weight of the eggs, and their hatching percentage after the inclusion of the vaccination program on the farm. However, no statistically significant effect on the weight of engorged ticks was observed. In conclusion, the Gavac® vaccine has a positive observational effect on controlling the presence of ticks in animals and a negative effect on their reproductive aspects.

**Keywords:** *Rhipicephalus microplus*; vaccine; bovines; acaricide control; integrated tick control program.

### Resumen

*Rhipicephalus microplus* es considerado como uno de los ectoparásitos de mayor impacto sanitario y económico en las ganaderías del Ecuador y del mundo. En la actualidad, se ha demostrado que los métodos de control químico son poco eficientes y generan resistencias a los acaricidas en las garrapatas;

 OPEN ACCESS



aumentando los costos y los problemas sanitarios en las ganaderías tropicales y subtropicales. Hasta la presente fecha se han investigado varias alternativas de control para las garrapatas con buenos resultados en condiciones de laboratorio; no así, en su aplicación en el campo. El uso combinado y técnico de dos o más alternativas de control ha mostrado buenos resultados en la disminución de las garrapatas dentro de un “plan de manejo integral para el control de las garrapatas”. El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de la inmunización con la vacuna *Gavac*<sup>®</sup> y su efecto en el uso racional de acaricidas; estableciendo el impacto de la inmunización sobre el potencial biótico de *Rh. microplus*, el nivel de infestación y la frecuencia de los baños acaricidas. En una finca piloto se vacunaron a 176 bovinos; de los cuales, 30 animales fueron observados cada 15 días por 8 meses (18 observaciones). Observacionalmente, se identificó una reducción significativa de la carga de garrapatas en los animales; así como, una reducción del uso de acaricidas menor al 10% (1 baño) en comparación con lo estimado por la finca. El promedio por baño acaricida fue de 23 días tras la vacunación. Se obtuvo una disminución estadísticamente significativa en el número de garrapatas sobre los animales, el peso de los huevos y su porcentaje de eclosión tras la inclusión del programa en el predio. No se observó un efecto estadísticamente significativo en el peso de las garrapatas ingurgitadas. En conclusión, la vacuna tiene un efecto positivo observacional sobre el control de la presencia de las garrapatas en los animales y un efecto negativo en los aspectos reproductivos de las mismas.

**Palabras Clave:** *Rhipicephalus microplus*; vacuna; bovinos; control acaricida; plan de manejo integrado.

## 1. Introducción

Las garrapatas de la especie *Rhipicephalus microplus* son consideradas como uno de los ectoparásitos de mayor impacto sanitario y económico en las ganaderías del Ecuador y del mundo [1]. Los efectos negativos ocasionados por las garrapatas se relacionan con la disminución de la producción de leche y carne y la reducción de la ganancia de peso de los animales infestados; del mismo modo, las garrapatas participan como vectores en la transmisión de enfermedades hematozoaricas, como Anaplasmosis y Babesiosis [2,3]. *Rhipicephalus microplus* se encuentra ampliamente distribuido en las zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo. En el Ecuador, la infestación por garrapatas constituye un problema en las 4 regiones [1] y afecta al 80% de la ganadería tropical.

En el Ecuador, el uso de acaricidas es el principal medio de control [4] y que, su uso indiscriminado y antitécnico ha derivado en baja eficiencia acaricida, incremento de resistencias en las garrapatas, presencia de residuos en carne y leche y un impacto ambiental negativo [5,6]. Existen otras alternativas de control que incluyen *Metarhizium spp.*, *Beauveria spp.*, aceites esenciales, rotación de potreros, uso de azufre y las vacunas. Estas alternativas pueden ser incluidas en un plan de manejo integrado para el control de las garrapatas. Varios estudios han demostrado que el uso de la vacuna



asociada al uso de los acaricidas químicos han dado buenos resultados en el programa de control integrado de garrapatas [7].

La vacuna *Gavac*<sup>®</sup> contra las garrapatas, de origen cubano, está formulada a base de la proteína Bm86, presente en el tracto digestivo de las garrapatas. Esta vacuna, aplicada en bovinos, induce la producción de anticuerpos que al ser ingeridas por *Rh. microplus* producen daños en su sistema digestivo, lo que afecta a los procesos de reproducción y viabilidad de los huevos de la garrapata [8]. La vacuna ha sido empleada en países como Cuba, Panamá y Nicaragua con resultados favorables [9].

En el Ecuador, no existen estudios con vacunas contra las garrapatas y su introducción podría ayudar a mejorar los programas de control integrado contra garrapatas y disminuir el uso de acaricidas, el desarrollo de resistencias a los acaricidas, el impacto ambiental, la toxicidad en los animales, la presencia de residuos en los productos, la transmisión de enfermedades y las pérdidas económicas de los ganaderos y, mejoraría la calidad e inocuidad de los productos alimenticios de origen animal.

El objetivo de este estudio es determinar la efectividad de la inmunización con la vacuna *Gavac*<sup>®</sup> y su efecto en el uso racional de acaricidas, estableciendo el impacto de la inmunización sobre el potencial biótico de *Rhipicephalus microplus*, el nivel de infestación y la frecuencia de los baños acaricidas.

## 2. Materiales y métodos

El estudio es de tipo descriptivo observacional con un diseño longitudinal y se realizó en una finca de producción lechera ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas (0°10'51.1"S 79°11'30.8"W) a 447 msnm con temperatura, humedad y precipitación promedio de 25°C, 80% y 3394 mm, respectivamente.

### 2.1. Vacuna GAVAC<sup>®</sup>

La vacuna fue aplicada de acuerdo al protocolo de los fabricantes que consiste en inoculaciones de 2ml de la vacuna vía IM al día 0, 30 (un mes) y 180 (6 meses). De acuerdo a los fabricantes, todos los animales del predio desde los 3 meses deben ser vacunados y el 10-30% del hato, no más de 30 bovinos deben ser monitoreados durante el primer año. Luego de la primera vacunación, todos los animales con más de 10 garrapatas al conteo, deben ser bañados.

### 2.2. Colecta de datos y procesamiento



### 2.2.1. Fase de campo

La totalidad de bovinos fueron vacunados de los cuales, 30 fueron seleccionados aleatoriamente y observados cada 15 días durante 8 meses, sin tomar en cuenta su sexo, edad o tipo de producción.

Inicialmente se colectaron datos informativos del predio y de los animales con un cuestionario que incluye información general del predio, la presencia y control de las garrapatas, las condiciones del hato, tratamientos acaricidas, resistencias y costos financieros, entre las principales variables.

Durante de la vacunación, el 17% de los animales fueron revisados y se contabilizaron todas las garrapatas adultas ( $\pm$  4.5 mm). Dependiendo de la carga parasitaria, se contó visualmente y por palpación (en animales de pelo largo) de un solo lado o la totalidad del cuerpo del animal para estimar la carga parasitaria; los conteos se realizaron cada 15 días. Al mismo tiempo se verificó la concentración del producto recomendada por el fabricante y se realizó el baño acaricida por aspersion automatizada a todos los animales.

En cada observación se colectaron alrededor de 40 garrapatas ingurgitadas, de más de 4.5mm; las cuales, fueron colocadas en un contenedor plástico con algodón humedecido y cerrado herméticamente; la tapa tenía pequeños orificios para facilitar la respiración de las garrapatas. Los frascos fueron colocados en una caja térmica y transportarlos al laboratorio para posteriores análisis.

Finalmente, en cada visita, se analizó la pertinencia y se sugirió el baño acaricida de acuerdo a la intensidad de infestación.

### 2.2.2. Fase de laboratorio

En el laboratorio, las garrapatas fueron lavadas con agua destilada para eliminar los detritus orgánicos. Alrededor de 40 garrapatas fueron pesadas, registradas y colocadas en cajas petri con papel filtro y humedecidas con 2ml de agua destilada para evaluar el potencial biótico. La cajas se colocaron en una cámara de incubación con una temperatura promedio de 27°C y 80% de humedad relativa, hasta que se complete la oviposición. Posteriormente, los huevos se pesaron, registraron y se mantuvieron en tubos transparentes de 10cm de alto dentro de la cámara de incubación hasta el nacimiento de las larvas. Se determinó el porcentaje de eclosión por observación.



## 2.3. Análisis de datos

Los datos obtenidos se procesaron y analizaron descriptivamente para estimar el número de huevos, el porcentaje de eclosión y viabilidad de las larvas. Además, se desarrolló un modelo mixto, para el análisis de los datos de número de garrapatas, peso de las garrapatas, peso de los huevos y porcentaje de eclosión, por medio del programa estadístico Software R, donde las variables fijas son los días post vacunación, los días previos al último baño, la raza y la aplicación de la segunda y tercera dosis de la vacuna; y la variable aleatoria es el individuo. El modelo es:

$$\text{Log}(y+1) = 2.671906 - 0.009714X_1 + 0.009066X_2 - 0.096899X_3 + 1.181108X_4 - 0.668543X_5 \quad (1)$$

Donde,  $y$  es igual al número de garrapatas;  $x_1$ , los días post vacunación;  $x_2$ , los días previos de baño;  $x_3$ , segunda dosis;  $x_4$ , tercera dosis y  $x_5$ , raza.

## 3. Resultados y discusión

Al inicio de la observación se encontró que las vacas tenían un promedio de 73.6 garrapatas por animal, que para otros estudios es considerado de alta infestación (>60 garrapatas/animal). La tasa de infestación depende de la raza, ubicación geográfica y condiciones ambientales [10,11]. Según el propietario el número de garrapatas encontrado fue considerado alto. La presencia de garrapatas está directamente relacionada con las pérdidas de producción, según el ganadero. En la Figura 1 y Tabla 1, se describe el comportamiento del número promedio de garrapatas durante los 18 conteos y en relación con la vacunación y los baños acaricidas.

En la figura 1 se observa que, a partir del conteo 2 hay una disminución significativa del número promedio de garrapatas a 20.5, la cual se mantiene hasta el conteo 18 con 3.6 garrapatas en promedio. Existen ligeros repuntes del promedio de las garrapatas desde el conteo 5 hasta el conteo 7, y en el conteo 15. Sin embargo, la línea de tendencia central se mantiene al descenso durante todo el estudio; así mismo, se observa un aumento de los días abiertos entre cada baño lo que, conjuntamente con la aplicación de los baños acaricidas demuestra que la vacuna tuvo un efecto observacional en el control de las garrapatas [9,12,13].

En la tabla 1 se puede observar que, dentro del grupo de animales monitoreados, 8 animales mantuvieron conteos superiores a 10 garrapatas durante la mayor parte de tiempo del estudio, lo que podría indicar que no respondieron favorablemente a la aplicación de la vacuna o, probablemente a que su composición genética (cruzas con razas taurinas) predispone al desarrollo significativo de las garrapatas en esos animales.

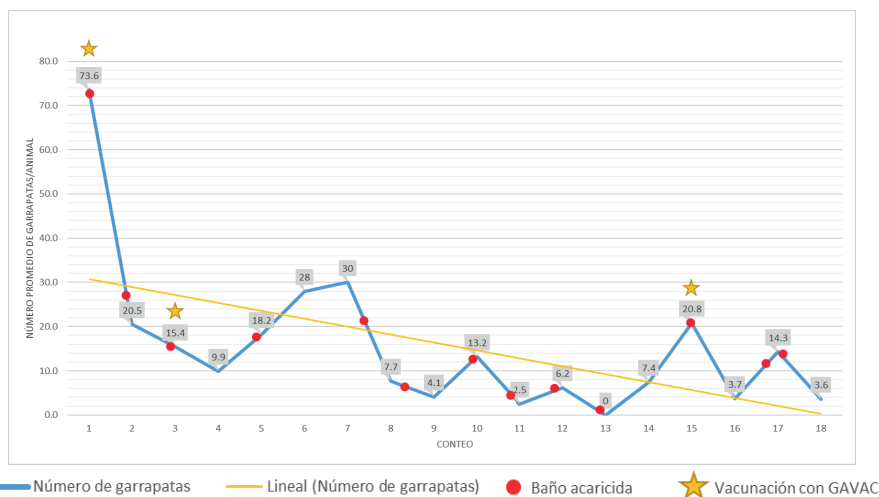


Figura 1

Comportamiento de la presencia de garrapatas en el período de estudio considerando las inmunizaciones y los baños acaricidas.

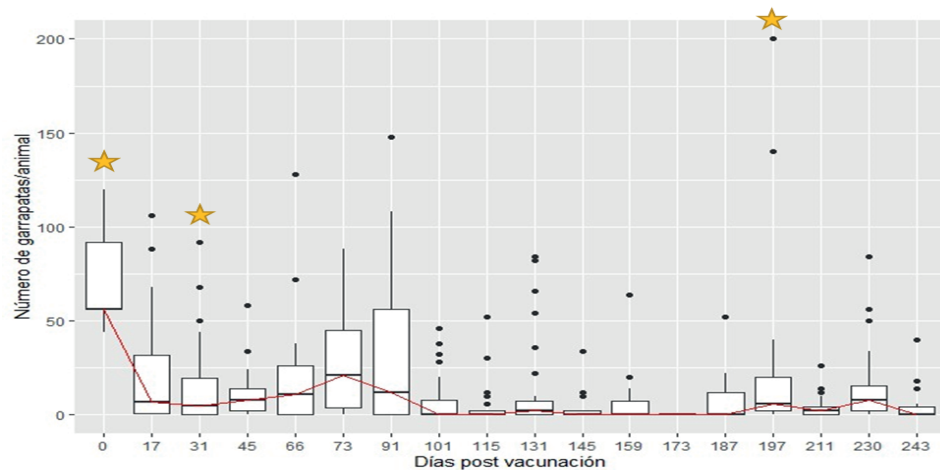
Este fenómeno ya ha sido observado y descrito por Robbertse et al. y Shyma et al. [14,15] y también por observaciones personales en la provincia de Manabí, donde animales con una alta cruz genética de Holstein y Brown swiss permanecían significativamente con garrapatas en comparación con el resto de animales que no tenían este tipo de cruza.

Fecha	Conteo	639	675	845	850	948	950	951	958	987	990	1001	1018	1028	1044	1049	1053	1067	1068	1094	1113	1128	1170	1178	1230	1270	1276	1272	1281	3054	3055	M23	Promedio	
2/1/2021	1	68	44	22	44	6	44	2	88	22	14	56	14	50	0	24	0	0	106	34	38	2	2	0	2	0	0	0	0	4	14	8	23	
16/1/2021	2	92	14	20	40	0	6	0	6	16	0	0	12	18	2	36	0	0	68	22	50	4	44	2	0	0	0	0	0	0	6	4	15	
30/1/2021	3	58	14	24	16	0	6	8	2	16	6	0	10	16	2	4	8	0	0	34	18	12	8	4	2	0	0	2	0	8	10	10	19	
20/2/2021	4	72	38	18	20	0	6	8	2	34	12	0	26	36	0	0	12	0	0	128	32	8	10	70	14	0	0	0	0	0	26	4	22	
27/2/2021	5	88	26	38	42	0	12	6	0	80	0	0	12	56	0	2	26	0	0	54	20	12	148	8	0	6	0	0	0	22	12	24	22	
17/3/2021	6	80	58	32	56	0	4	0	4	80	0	0	22	94	0	0	10	0	0	108	22	8	16	14	0	0	0	0	0	12	8	22	22	
27/3/2021	7	28	4	2	20	0	14	0	2	16	0	0	4	46	0	0	0	0	0	38	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	7	
10/4/2021	8	52	10	54	2	0	4	2	10	6	0	0	0	12	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	7
26/4/2021	9	66	22	0	2	0	6	2	0	36	0	0	2	84	0	0	4	0	0	82	6	4	0	34	4	0	0	0	0	0	0	0	12	12
10/5/2021	10	10	2	12	0	0	6	4	12	2	0	0	0	12	0	0	0	0	0	10	0	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3
24/5/2021	11	64	8	0	0	0	0	0	20	20	0	0	0	20	0	4	0	0	0	14	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
7/6/2021	12	0	0	4	0	0	2	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	
21/6/2021	13	52	12	6	0	0	0	34	22	0	4	0	10	10	16	14	0	0	0	22	10	14	22	2	0	20	4	2	0	0	200	16	16	
1/7/2021	14	140	20	12	40	40	0	4	4	20	4	6	6	6	0	2	6	0	0	20	2	0	6	2	6	0	0	0	0	10	6	12	12	
15/7/2021	15	4	26	6	2	0	0	28	8	0	0	22	10	10	0	2	2	4	0	0	0	14	10	0	4	0	0	0	0	2	0	6	6	
3/8/2021	16	50	12	0	14	4	2	14	84	10	16	6	56	6	4	10	0	0	30	2	10	6	4	4	0	0	0	0	2	40	14	14		
16/8/2021	17	0	4	0	2	0	0	2	2	18	0	4	4	2	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
Promedio		54	18	16	18	3	7	5	13	26	4	9	9	31	2	2	9	0	0	44	10	11	6	23	3	2	1	0	1	1	6	19		

Figura 2

Número de garrapatas por individuo en cada conteo.

Al aplicar y evaluar los conteos en el modelo estadístico, se identifica una variación estadísticamente significativa con un efecto pequeño, pero con tendencia a la disminución después de la primera inmunización ( $p < 0,05$ ). No obstante, tiende a aumentar en los conteos posteriores a la tercera dosis de la vacuna ( $p < 0,05$ ). Este último resultado, coincide con Treviño [17], quien en su estudio reporta una mayor carga parasitaria al aplicar el refuerzo después de los 6 primeros meses y la atribuye a la menor resistencia de las razas *Bos taurus*.



Se indican la mediana (líneas negras y línea roja), rango intercuartil (cajas), datos atípicos (puntos negros), mínimos y máximos (líneas negras verticales) e inmunizaciones con GAVAC® (estrellas).

**Figura 3**

*Número de garrapatas post vacunación.*

Se indican la mediana (líneas negras y línea roja), rango intercuartil (cajas), datos atípicos (puntos negros), mínimos y máximos (líneas negras verticales) e inmunizaciones con GAVAC® (estrellas).

Por otra parte, se menciona que, a pesar de que la primera generación de garrapatas que parasiten animales inmunizados puede presentar disminuciones de no más del 50%, el mayor impacto de la inmunización se reflejará en la segunda y demás generaciones ulteriores, una vez que la capacidad reproductiva haya sido afectada y el número de larvas en los pastos sea menor [18]. Rodríguez et al. [20] reporta 31% menos en el conteo de garrapatas, mientras que de la Fuente et al. y Jonsson et al. [23,24] mencionan descensos del 20 hasta el 30% en el número de garrapatas ingurgitadas.

Los baños acaricidas realizados durante el período de estudio (Figura 1), se observa un aumento de días en el intervalo entre baños durante los primeros meses. Sin embargo, se vuelve inestable en los meses posteriores. En este sentido, no se cumplió con el protocolo asociado al uso de la vacuna (baños a animales con mas de 10 garrapatas ingurgitadas); es decir, por decisión del ganadero, el uso de los acaricidas se basó en aspectos relacionados con su actividad económica. Al evaluar todos los intervalos, en promedio se realizó un baño acaricida cada 23 días. El intervalo entre baños más amplio fue de 34 días. La reducción en los tratamientos químicos fue de menos del 10% (1 baño) a lo originalmente establecido para la finca. Los resultados observacionales en general, muestran el efecto de la vacuna sobre la carga parasitaria y la disminución del número de baños. Hay que considerar que según Willadsen [25] y de la Fuente et al. [24,26], la presencia de garrapatas en los potreros y los pastizales





irá disminuyendo paulatinamente durante el tiempo hasta su control. Es por esto que, existen reportes donde se utiliza la vacuna que indica que, en un tiempo de 8 años, el uso de los acaricidas dentro del programa de manejo integrado que usa estas dos alternativas logró ser de hasta un baño anual [9]. Por otro lado, según nuestras observaciones, el control de las garrapatas es un problema sanitario secundario que minimiza su importancia y se ve enmascarada por los intereses productivos y de rentabilidad. Es así que, el uso de químicos, sin control técnico o presencia de garrapatas no es una prioridad; de ahí se desprende más la importancia productiva/resproductiva y la rentabilidad sin considerar la afectación de la salud animal, humana y ambiental.

La reducción de la capacidad reproductiva de las garrapatas se traduce en un descenso en la cantidad de huevos y larvas presentes en el suelo, lo cual conduce a la disminución de la población de garrapatas en el área, por lo que en teoría se espera un menor uso de los tratamientos acaricidas [27]. En pruebas de campo realizadas entre 1996 y 1997 en 26 fincas, se determinó un ahorro de 2.4 tratamientos acaricidas por cada vacunación de refuerzo; mientras que, el 25% no necesitó de más tratamientos químicos [18].

El peso promedio de una garrapata en el primer muestreo fue de 220 mg; mientras que, el promedio post vacunación fue de 193.1 mg por garrapata y no se observó gran variación. Estadísticamente, la diferencia en los pesos promedio después de la inmunización no es significativa ( $p > 0.05$ ). Este es un resultado contrario a lo que detallan otros estudios, donde expresan que el peso de las garrapatas presentó disminuciones significativas después de la aplicación de la vacuna [22,27,28] y que los efectos principales de la inmunización se manifiestan en las últimas etapas del ciclo biológico de las garrapatas, es decir, en los individuos adultos y el período de la ovoposición [18]. Por ejemplo, Rodríguez et al. [20] reporta 50% menos de peso de las garrapatas repletas, mientras que, de la Fuente et al. y Jonsson et al., [23,24] un 30% de disminución.

El peso promedio de los huevos ovopositados por una garrapata en el primer muestreo fue de 99.6 mg. Las reducciones más significativas (muestréos dos, tres, nueve y 10) se observan posterior a las aplicaciones de la vacuna, con un incremento en el peso de los huevos en los muestréos cuatro, seis, siete y ocho. Es posible que este comportamiento se relacione con una corta duración del nivel de títulos de anticuerpos en la sangre necesarios para que la vacuna sea eficaz [18].

Al analizar estadísticamente el peso de los huevos ovopositados, se determinó una disminución significativa a partir de la aplicación de la segunda dosis de la vacuna ( $p < 0,05$ ). La capacidad reproductiva disminuyó un 21.9% en promedio posterior a la aplicación de la vacuna. Este resultado es similar al presentado por Hernández et al.,





[29] quien expone una disminución del 25% en el peso después de la vacunación. Sin embargo, otras investigaciones mencionan disminuciones del 60 hasta 80% en el peso de los huevos al inocular a los bovinos con el antígeno Bm86 [19,21,22].

Durante los primeros meses posterior a la primera y segunda aplicación de la vacuna, se observa una disminución de la eclosión de los huevos, lo cual concuerda con el efecto esperado [9,27]. Sin embargo, el porcentaje de eclosión aumenta en los siguientes meses hasta la aplicación de la tercera dosis de la vacuna, cuando vuelve a disminuir ligeramente. Al igual que con el peso de los huevos es posible que estas variaciones respondan al nivel de anticuerpos en la sangre [18].

Con el modelo utilizado (Figura 2) se estableció una disminución con significancia estadística en el porcentaje de eclosión a partir de la aplicación de la segunda dosis ( $p < 0.05$ ), no así con la tercera dosis ( $p > 0.05$ ). Después de la primera inmunización, el porcentaje de eclosión fue de 77.5% en promedio. Un 12.5% menos que al inicio del estudio. El efecto en la fertilidad es muy similar al detallado por Vargas et al. [30] con una reducción del 12.96% en inmunizaciones bajo el esquema de aplicación de Gavac de cero y cuatro semanas en Cuba.

Los resultados obtenidos no permiten obtener una clara visión del efecto de la vacuna en el control de las garrapatas. Existen resultados que discrepan con los reportados en otros estudios, pese a que, observacionalmente, se puede identificar el efecto de la vacuna sobre la carga de garrapatas. Posiblemente, esto se debe a diferencias morfológicas, fisiológicas y/o moleculares de las cepas de *Rh. microplus*, como lo detalla García et al. [32]. Se ha demostrado, del mismo modo, que la vacuna no induce el mismo nivel de protección contra las cepas de *Rh. microplus* existentes en América del Sur, en comparación con la experiencia cubana [33,34]. Existen poblaciones tales como la cepa Argentina de *Rh. microplus* que muestran una susceptibilidad muy baja a la vacuna, donde se reportan eficacias de 0 a máximo 10% [34,35]. Lo mismo sucede en Uruguay, donde no se encontraron niveles notables de protección al evaluar la vacuna [36].

Estudios posteriores han demostrado la relación que existe entre la eficiencia de la vacuna y las variaciones en la secuencia de la proteína Bm86 [18,31,34,35,37]. Se detalla que una variación de la secuencia de aminoácidos desde el 2.8% en adelante es suficiente para que la vacuna no sea eficaz [37]. Por lo que el polimorfismo del locus de Bm86 en las distintas cepas de *Rh. microplus* se identifica como la principal causa del bajo efecto o fracaso al intentar aplicar el programa de control de garrapatas con vacunación en países diferentes a aquellos donde se crearon las vacunas [38]. Hasta el momento se ha estudiado la proteína en varios países de la región, presentándose



variaciones en la secuencia de hasta 10.2% (USA) [34]. No obstante, no se ha realizado este estudio con las cepas presentes en Ecuador.

De igual manera, las diferencias en la eficacia de la vacunación, entre este y otros estudios podría relacionarse con la respuesta inmune de los individuos. Es necesario conseguir niveles altos de anticuerpos y que los mismos se mantengan a lo largo del tiempo para que el programa sea eficiente [18]. Por lo que errores en la vacunación y el estado fisiológico de los animales podrían generar variaciones en la respuesta [31].

Los resultados encontrados en este estudio son prometedores, por lo que se requiere la implementación de estudios que permitan comparar los resultados observacionales con aspectos inmunológicos de los animales relacionados con la aplicación de las vacunas.

#### 4. Agradecimientos

Nuestros agradecimientos van hacia la empresa farmacéutica OXIALFARM y a la Hacienda “Vuelta Abajo” quienes hicieron posible la realización de este trabajo de investigación. De igual Manera al Instituto de Investigaciones en Zoonosis-CIZ y a la Lcda. Maritza Celi que le dirige por facilitarnos la infraestructura, laboratorios, equipos y materiales para la realización de este estudio. De igual manera a los pasantes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Linette Jácome, Pamela Llasha, Carlos Rivera y Luis Sandoval

#### 5. Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

#### References

- [1] Bustillos R, Rodríguez R. Ecología parasitaria de Rhipicephalus Microplus en bovinos. Editorial Académica Española [Internet]. 2014;4(3):57–71. Available from: <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- [2] Bautista A, Pimentel R, Gómez A. Control biológico de Rhicephalus (Boophilus) microplus con hongos entomopatógenos. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 2017;6(12):33–62.
- [3] Nava S, Mangold A, Simonato G, Puntin E, Sproat M. Guía para la identificación de las principales especies de garrapatas que parasitan a los bovinos en la provincia



- de Entre Ríos, Argentina [Internet]. *Journal of Petrology*. 2013;369(1):1689–1699.
- [4] INIA. Plan de Sensibilización y Extensión en Control de Garrapata y Tristeza Parasitaria. *Revista del Plan Agropecuario* [Internet]. 2016 [cited 2021 Sep 4];159:48–52. Available from: [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/Revista\\_on\\_line/Revista\\_159/files/assets/basic-html/page50.html](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/Revista_on_line/Revista_159/files/assets/basic-html/page50.html)
- [5] Maldonado I, Torres F. Control Integral de la Garrapata *Boophilus microplus* en Coyuca de Benítez, Guerrero. *Tlamati Sabiduría*. 2017;8(2).
- [6] Rodríguez J, Ojeda M, Ojeda N, Martínez C. Estrategias para el control de la garrapata *Rhipicephalus microplus* en un mundo de resistencia a los acaricidas convencionales y lactonas macrocíclicas. *Avances de la Investigación sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*. 2018;6(2):189–204.
- [7] Rodríguez R, Rosado A, Ojeda M, Pérez L, Martínez I, González M. Integrated control of ticks in bovine livestock. *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Autónoma de Yucatán* [Internet]. 2014;1(3):295–308. Available from: [www.ujat.mx/era](http://www.ujat.mx/era)
- [8] CIGB. Gavac® [Internet]. [cited 2022 May 28]. Available from: <https://www.cigb.edu.cu/product/gavac/>
- [9] Valle MR, Méndez L, Valdez M, Redondo M, Espinosa CM, Vargas M, et al. Integrated control of *Boophilus microplus* ticks in Cuba based on vaccination with the anti-tick vaccine Gavac. *Experimental and Applied Acarology*. 2004;34(3-4):375–382.
- [10] Castañeda R, Álvarez J, Rojas C, Lira J, Ríos Á, Martínez F. *Rhipicephalus microplus* infestation level and its association with climatological factors and weight gain in *Bos taurus* x *Bos indicus* cattle [Internet]. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2021 Jan;12(1):273–285. [cited 2022 Jun 16] Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242021000100273&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242021000100273&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
- [11] Valencia C, Appel V, Ruíz G, Salazar H. Identification and prevalence of ticks (Acari, Ixodidae) in bovines in five municipalities of the Popayán Plateau (Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2017 Jul;30(3):239–247.
- [12] de la Fuente J, Rodríguez M, Montero C, Redondo M, García-García JC, Méndez L, et al. Vaccination against ticks (*Boophilus* spp): The experience with the Bm86-based vaccine Gavac. *Genetic Analysis, Techniques and Applications*. 1999 Nov;15(3-5):143–148.
- [13] Redondo M, Fragoso H, Ortiz M, Montero C, Lona J, Medellín J, et al. Integrated control of Acaricide-Resistant *Boophilus microplus* populations on grazing cattle in Mexico using vaccination with Gavac™ and Amidine Treatments. *Experimental &*



- Applied Acarology. 1999;23:10 [Internet]. 1999 [cited 2022 May 29];23(10):841–849. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1015925616490>
- [14] Robbertse L, Richards SA, Maritz-Olivier C. Bovine immune factors underlying tick resistance: Integration and future directions. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* [Internet]. 2017 Dec 19 [cited 2022 Apr 7];7(DEC):522. Available from: [/pmc/articles/PMC5742187/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31111111/)
- [15] Shyma KP, Gupta JP, Singh V. Breeding strategies for tick resistance in tropical cattle: a sustainable approach for tick control. *Journal of Parasitic Diseases* [Internet]. 2015 Mar 1 [cited 2022 Apr 7];39(1):1. Available from: [/pmc/articles/PMC4328023/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26111111/)
- [16] Treviño M. Evaluación de resistencia a ixodíidas y efectividad de la vacuna BM86 en el grado de infestación por garrapata *Boophilus* sp. en las razas de ganado bovino Charolais, Simmental, Brangus negro y Comercial. [Internet, maestría]. Universidad Autónoma de Nuevo León; 2013. Available from: <http://eprints.uanl.mx/3731/1/1080256714.pdf>
- [17] Treviño R. Evaluación de resistencia a ixodíidas y efectividad de la [internet]. [mexico]: universidad autonoma de nuevo leon; 2013 [cited 2022 Sep 28]. Available from: <http://eprints.uanl.mx/3731/1/1080256714.pdf>
- [18] Willadsen P. Anti-tick vaccines. *Parasitology* [Internet]. 2004 [cited 2022 May 8];129 Suppl (SUPPL.). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15938519/> <https://doi.org/10.1017/S0031182003004657>.
- [19] Rodríguez M, Rubiera R, Penichet M, Montesinos R, Cremata J, Falcón V, et al. High level expression of the *B. microplus* Bm86 antigen in the yeast *Pichia pastoris* forming highly immunogenic particles for cattle. *Journal of Biotechnology*. 1994 Mar;33(2):135–146.
- [20] Rodríguez M, Rubiera R, Penichet M, Montesinos R, Cremata J, Falcón V, et al. High level expression of the *B. microplus* Bm86 antigen in the yeast *Pichia pastoris* forming highly immunogenic particles for cattle [Internet]. *Journal of Biotechnology*. 1994 Mar;33(2):135–146. [cited 2022 Sep 28] Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7764729/>
- [21] Jonsson NN, Matschoss AL, Pepper P, Green PE, Albrecht MS, Hungerford J, et al. Evaluation of tickGARD(PLUS), a novel vaccine against *Boophilus microplus*, in lactating Holstein-Friesian cows. *Veterinary Parasitology*. 2000 Mar;88(3-4):275–285.
- [22] de la Fuente J, Almazán C, Canales M, Pérez de la Lastra JM, Kocan KM, Willadsen P. A ten-year review of commercial vaccine performance for control of tick infestations



- on cattle. *Animal Health Research Reviews*. 2007 Jun;8(1):23–28. [cited 2021 Sep 9] Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17692140/>
- [23] Jonsson NN, Matschoss AL, Pepper P, Green PE, Albrecht MS, Hungerford J, et al. Evaluation of tickGARD(PLUS), a novel vaccine against *Boophilus microplus*, in lactating Holstein-Friesian cows [Internet]. *Veterinary Parasitology*. 2000 Mar;88(3-4):275–285. [cited 2022 Sep 28] Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10714465/>
- [24] de la Fuente J, Almazán C, Canales M, Pérez de la Lastra JM, Kocan KM, Willadsen P. A ten-year review of commercial vaccine performance for control of tick infestations on cattle [Internet]. *Animal Health Research Reviews*. 2007 Jun;8(1):23–28. [cited 2022 Sep 28] Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17692140/>
- [25] Willadsen P. Anti-tick vaccines. *Parasitology* [Internet]. 2004 [cited 2022 Sep 28];129 Suppl (SUPPL.). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15938519/> <https://doi.org/10.1017/S0031182003004657>.
- [26] de la Fuente J, Contreras M. Tick vaccines: Current status and future directions. *Expert Review of Vaccines*. 2015;14(10):1367–1376.
- [27] Vargas M, Montero C, Sánchez D, Pérez D, Valdés M, Alfonso A, et al. Two initial vaccinations with the Bm86-based Gavacplus vaccine against *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* induce similar reproductive suppression to three initial vaccinations under production conditions. *BMC Veterinary Research* 2010 6:1 [Internet]. 2010 Sep 16 [cited 2021 Sep 9];6(1):1–8. Available from: <https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-6148-6-43>
- [28] Hernández RY, Castillo A, Quintana Y. Control integrated of ticks (*Rhipicephalus microplus*) in a small bovine flock [Internet]. *Revista Electronica de Veterinaria*. 2016;17(9):1–10. Available from: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090916.html>
- [29] Hernandez Y, Fuentes A, Quintana Y. Control integrated of ticks (*Rhipicephalus microplus*) in a small bovine flock. *REDVET* [Internet]. 2016 [cited 2022 Sep 28];17(9):16–7. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163346040>
- [30] Vargas M, Montero C, Sánchez D, Pérez D, Valdés M, Alfonso A, et al. Two initial vaccinations with the Bm86-based Gavacplus vaccine against *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* induce similar reproductive suppression to three initial vaccinations under production conditions [Internet]. *BMC Veterinary Research*. 2010 Sep;6(1):43. [cited 2022 Sep 28] Available from: <https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-6148-6-43>



- [31] García-García JC, Montero C, Redondo M, Vargas M, Canales M, Boue O, et al. Control of ticks resistant to immunization with Bm86 in cattle vaccinated with the recombinant antigen Bm95 isolated from the cattle tick, *Boophilus microplus*. *Vaccine*. 2000 Apr;18(21):2275–2287.
- [32] García-García JC, Montero C, Redondo M, Vargas M, Canales M, Boue O, et al. Control of ticks resistant to immunization with Bm86 in cattle vaccinated with the recombinant antigen Bm95 isolated from the cattle tick, *Boophilus microplus* [Internet]. *Vaccine*. 2000 Apr;18(21):2275–2287. [cited 2022 Sep 28] Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10717348/>
- [33] Ndawula C, Jr. From bench to field: A guide to formulating and evaluating anti-tick vaccines delving beyond efficacy to effectiveness. *Vaccines (Basel)* [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2022 May 11];9(10). Available from: [/pmc/articles/PMC8539545/](https://pmc/articles/PMC8539545/) <https://doi.org/10.3390/vaccines9101185>
- [34] Tabor AE. A review of Australian tick vaccine research. *Vaccines (Basel)*. 2021 Sep;9(9):1–12.
- [35] García-García JC, Gonzalez IL, González DM, Valdés M, Méndez L, Lamberti J, et al. Sequence variations in the *Boophilus microplus* Bm86 locus and implications for immunoprotection in cattle vaccinated with this antigen [Internet]. *Experimental and Applied Acarology*. 1999 Nov;23(11):883–895. [cited 2022 May 11] Available from: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1006270615158>
- [36] Lucas M. “Expresión de la proteína recombinante Bm86uy-r y evaluación de su respuesta inmune humoral en bovinos inmunizados” [Internet, Tesis de doctorado]. Universidad de la República; 2015 [cited 2022 Apr 13]. Available from: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/10276/1/FV-31592.pdf>
- [37] León M, Hernández E. Descripción de la proteína Bm86, polimorfismo y su papel como inmunógeno en el ganado bovino infestado por garrapatas. *NOVA* [Internet]. 2012 [cited 2021 Sep 9];10(17):17. Available from: <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/196/392>
- [38] Curotto J, Leite C. Efecto de una vacuna con el antígeno recombinante rGSTHI sobre algunos parámetros reproductivos de *Rhipicephalus microplus* en bovinos de Uruguay [tesis doctoral]. Universidad de la República; 2012.