



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

**RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA**

**INFESTACIÓN POR GARRAPATAS EN EL GANADO
CRIOLLO LECHERO TROPICAL EN VERACRUZ, MÉXICO**

FERNANDO GONZÁLEZ CERÓN

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2007

La presente tesis titulada: **INFESTACIÓN POR GARRAPATAS EN EL GANADO CRIOLLO LECHERO TROPICAL EN VERACRUZ, MÉXICO**, realizada por el alumno: **FERNANDO GONZÁLEZ CERÓN**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

DR. CARLOS M. BECERRIL PÉREZ

ASESOR

DR. GLAFIRO TORRES HERNÁNDEZ

ASESOR

DR. PABLO DÍAZ RIVERA

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento sincero y perenne al Dr. Carlos Miguel Becerril Pérez quien durante el tiempo que trabajamos juntos nunca escatimó al brindarme su atención y tiempo, y me proporcionó siempre su apoyo para concluir satisfactoriamente mis estudios de postgrado; lo mejor fue que paralelo al rigor académico que lo caracteriza se ocupó de mi formación humana.

Un agradecimiento muy especial a mi maestro el Dr. Arturo Pró Martínez quien me favorece con su amistad y de quien obtuve lo primero de mi formación académica, gracias por estar atento a mi superación en éste mismo sentido.

Al Dr. Glafiro Torres Hernández y al Dr. Pablo Díaz Rivera por la atención prestada a la investigación realizada y por el apoyo recibido para concluir ésta tesis.

A mis amigos Dr. Rosendo Balois y M.C. Ibar Tlatilpa, dos excelentes humanos que tuve la fortuna de conocer durante mi estancia en el Colegio de Postgraduados aderezándola y haciéndola aun más valiosa.

A mi amigo Ing. Neón Larios Sarabia por ayudarme en lo que le fue posible durante los conteos de garrapatas.

Al equipo de trabajo de la Incubadora Maxi-Pollo: Ing. Esiquio Gaytán, Sr. Javier Villasánchez, Edgar González D., Josué González D., Margarito Nieto C., Erick Cruz S., José Miguel Lazcano M. y Nancy Maldonado G. por apoyarme en todo sentido durante mis numerosas visitas al Colegio de Postgraduados.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), instancia que canalizó los recursos públicos con los que fueron financiados mis estudios de postgrado.

*Sabio, por sus raíces etimológicas,
significa “el que degusta”.
Ser sabio no es tener acumulados
conocimientos en grado superlativo:
es haber desarrollado la capacidad
erótica de sentir el gusto por la vida.
Sapiencia es “nada de poder, una pizca
de saber y el máximo posible de sabor”.*

Barthes

*A mis padres
Elena Cerón Rodríguez e Isidoro González*

*A mis hermanos
Rocío, Rodrigo y Gabriela*

A Jorge Luis Cruz Zúñiga

A mis sobrinos Cocó y Osmar

Con todo mi amor

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
CAPÍTULO II. GARRAPATAS QUE INFESTAN REGIONES CORPORALES DE VAQUILLAS Y TORETES CRIOLLO LECHERO TROPICAL EN VERACRUZ, MÉXICO.....	3
RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
Periodo y lugar.....	6
Clima.....	6
Animales.....	7
Método de colecta de garrapatas.....	7
Análisis estadístico.....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
CONCLUSIONES.....	24
CAPITULO III. INFESTACIÓN POR <i>Amblyomma cajennense</i> Y <i>Boophilus microplus</i> EN UN HATO DE GANADO CRIOLLO LECHERO TROPICAL DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS.....	25
RESUMEN.....	25

INTRODUCCIÓN.....	26
MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
Periodo y lugar.....	28
Clima.....	29
Animales.....	30
Manejo.....	30
Descripción del estudio.....	31
Análisis estadístico.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
CONCLUSIONES.....	43
CAPÍTULO IV. RESUMEN Y DISCUSIÓN GENERAL.....	44
BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXO I. Programa SAS para el análisis de los datos correspondientes al Capítulo I.....	60
ANEXO II. Programa SAS para el análisis de los datos correspondientes al Capítulo II.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Medias ajustadas del número de garrapatas en relación a los efectos de región corporal, sexo del animal y especie de garrapata.....	15
Cuadro 2. Medias ajustadas del número de garrapatas totales (<i>Amblyomma cajennense</i> + <i>Boophilus microplus</i>) por región corporal y sexo del animal.....	18
Cuadro 3. Correlaciones (r) ¹ del número de garrapatas <i>Amblyomma cajennense</i> + <i>Boophilus microplus</i> entre diferentes regiones corporales (n=44).....	21
Cuadro 4. Correlaciones (r) ¹ del número de garrapatas <i>Amblyomma cajennense</i> (debajo de la diagonal) y <i>Boophilus microplus</i> (sobre la diagonal) entre diferentes regiones corporales (n=44).....	23
Cuadro 5. Medias ajustadas del número de garrapatas (<i>Amblyomma cajennense</i> + <i>Boophilus microplus</i>) en el lado izquierdo de ganado Criollo Lechero Tropical, por categoría de animal y periodo de muestreo.....	37
Cuadro 6. Medias ajustadas del número de garrapatas (<i>Amblyomma cajennense</i> + <i>Boophilus microplus</i>) por periodo de muestreo, y de temperaturas y precipitación en días previos al muestreo de ganado Criollo Lechero Tropical.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de frecuencias del número de garrapatas totales (<i>Amblyomma cajennense</i>+<i>Boophilus microplus</i>) en el cuerpo completo de vaquillas y toretes Criollo Lechero Tropical (n=44).....	11
Figura 2. Distribución de frecuencias del número de garrapatas totales (<i>Amblyomma cajennense</i>+<i>Boophilus microplus</i>) en escala logarítmica, en el cuerpo completo de vaquillas y toretes Criollo Lechero Tropical (n=44).....	11
Figura 3. Fluctuación anual de la temperatura media (.....) y precipitación (___) en el Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México (García, E. 1988).....	29
Figura 4. Distribución de frecuencias del número de garrapatas (<i>Amblyomma cajennense</i>+<i>Boophilus microplus</i>) en el lado izquierdo de bovinos Criollo Lechero Tropical en el muestreo de octubre (n=148).....	34
Figura 5. Distribución de frecuencias del número de garrapatas (<i>Amblyomma cajennense</i>+<i>Boophilus microplus</i>) en escala logarítmica, en el lado izquierdo de bovinos Criollo Lechero Tropical en el mes de octubre (n=148).....	35
Figura 6. Interacción categoría de animal por periodo de muestreo en el número de garrapatas (<i>Amblyomma cajennense</i>+<i>Boophilus microplus</i>) en el lado izquierdo de ganado Criollo Lechero Tropical.....	42

INFESTACIÓN POR GARRAPATAS EN EL GANADO CRIOLLO LECHERO TROPICAL EN VERACRUZ, MÉXICO

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la infestación por garrapatas en un hato experimental de ganado Criollo Lechero Tropical (CLT) ubicado en la región central del estado de Veracruz, México; la información generada permitiría iniciar el registro sistemático de la infestación causada por éstos ectoparásitos para considerarla como una posible característica a ser incluida en un programa de mejora genética a mediano plazo. A 28 vaquillas (655 ± 35 días de edad) y 16 toretes (741 ± 89 días de edad) CLT se les retiraron del cuerpo todas las garrapatas saturadas (≥ 4.5 mm) considerando 18 regiones corporales para identificar la especie a la que pertenecían, ubicar las regiones corporales donde se localizaban, determinar la carga parasitaria y estimar la correlación entre cargas de diferentes regiones corporales. Las observaciones se transformaron usando una función logarítmica y se analizaron bajo dos modelos mixtos, uno que incluyó efectos de sexo del animal, especie de garrapata, región corporal y sus interacciones; y otro que no incluyó el efecto de especie. El número de garrapatas se analizó con un modelo de mediciones repetidas por región corporal. Las especies de garrapata identificadas fueron *Amblyomma cajennense* (Ac) y *Boophilus microplus* (Bm). Se encontraron 14.5 ± 1.15 (Ac+Bm), 10.6 ± 0.8 garrapatas Ac y 3.5 ± 0.8 garrapatas Bm en todo el cuerpo. Aunque las ingles (5.6 ± 0.5) y las axilas (4.4 ± 0.5) fueron las regiones más infestadas, el número de garrapatas en un lado del cuerpo resultó más correlacionado con el número total ($r=0.94$, $p \leq 0.01$). A 148 bovinos CLT de 215 ± 6 a 5694 ± 257 días de edad, se les determinó el total de garrapatas saturadas (≥ 4.5 mm) en el lado izquierdo del cuerpo, durante ocho ocasiones a intervalos de 21 días. El hato se dividió en ocho categorías de animales: vacas lactantes de 1 a 3 partos (VL13), vacas lactantes de 4 a 6 partos (VL46), vacas secas de 1 a 3 partos (VS13), vacas secas de 4 a 6 partos (VS46), vacas secas de 7 o más partos (VS7), vaquillas (VQ), toretes (TR) y becerros (BC). Las observaciones fueron analizadas con un modelo lineal mixto generalizado con efectos de categoría de animal, periodo de muestreo y sus interacciones, asumiendo una distribución Poisson y una estructura de covarianza en simetría compuesta. El efecto del periodo se analizó como medida repetida. También se obtuvo la distribución de frecuencias del número de garrapatas de todo el hato. Los efectos y la interacción incluidos en el modelo resultaron significativos ($p \leq 0.05$). Durante el estudio, las vacas VL13 y VL46 tuvieron las mayores infestaciones (10.9 ± 0.6 y 18.7 ± 0.9 , respectivamente), excepto en los muestreos de Mayo, en el primer muestreo de Junio y en Septiembre; en Octubre la categoría BC tuvo una infestación (12.7 ± 1.5) tan alta ($p > 0.01$) como la de VL13. Por categoría, VL46 registró la mayor carga (18.7 ± 0.9), seguido de VL13 y VS7 (10.9 ± 0.6 y 6.5 ± 1.3 , respectivamente). Cargas intermedias se encontraron en VS46 (5.3 ± 0.7), VS13 (4.3 ± 0.6), VQ (3.5 ± 0.4) y TR (3.2 ± 0.6). La categoría BC tuvo la menor carga (2.6 ± 0.5). Los mayores niveles de infestación se observaron en Octubre (11.97 ± 0.60), Agosto (11.11 ± 0.55 y 7.25 ± 0.55), Junio (7.05 ± 0.55) y Septiembre (6.66 ± 0.56). Se observó una correlación significativa ($r=0.83$, $p \leq 0.01$) entre la media del número de garrapatas por individuo y la precipitación media en un máximo de 21 días previos al día de muestreo. Es conveniente registrar la carga de garrapatas en vaquillas y toretes CLT durante los meses de Agosto, Septiembre y Octubre.

Palabras clave: Criollo Lechero Tropical, garrapata, caracterización.

TICK INFESTATION IN THE TROPICAL MILKING CRIOLLO CATTLE IN VERACRUZ, MEXICO

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize tick infestation in an experimental herd of Tropical Milking Criollo (TMC) cattle located in the central region of Veracruz, Mexico. This information would allow to start a registry of tick burden and to include this characteristic in a breeding program. All engorged ticks (≥ 4.5 mm) were collected from 28 heifers (655 ± 35 days old) and 16 young bulls (741 ± 89 days old). The animal's body was divided in 18 regions. The purpose was to identify tick species, location in body regions, to determine tick burden, and to estimate correlations of tick counts among body regions. Data was transformed using a log function. Two mixed models were used. In the first model effects of animal's sex, tick's specie, body region and their interactions, were included. In the second, the effect of tick's specie was removed. Tick counts by body region of the same animal were taken as repeated measures. The identified tick species were *Amblyomma cajennense* (*Ac*) and *Boophilus microplus* (*Bm*). In the total body 14.5 ± 1.15 (*Ac+Bm*), 10.6 ± 0.8 *Ac* and 3.5 ± 0.8 *Bm* ticks were found. Although groins (5.6 ± 0.5) and axillas (4.4 ± 0.5) were the most infested regions, the tick count at one body's side was most correlated with total tick count ($r=0.94$, $p \leq 0.01$). In 148 animals from 215 ± 6 to 5694 ± 257 days old, a total count of engorged ticks (≥ 4.5 mm) at left side of the body was obtained. The counts were made 8 times with 21 days intervals. The herd was divided in 8 categories: lactating cows from 1 to 3 parturitions (VL13), lactating cows from 4 to 6 parturitions (VL46), dry cows from 1 to 3 parturitions (VS13), dry cows form 4 to 6 parturitions, dry cows with 7 or more parturitions (VS7), heifers (VQ), young bulls (TR) and calves (BC). The data were analyzed under a generalized linear mixed model with effects of animal's category, sampling period and their interactions. A Poisson distribution and a covariance structure in compound symmetry were assumed. The effect of period was analyzed as repeated measure. The distribution of frequencies of tick count from the whole herd was obtained. The effects and the interaction included in the model were significant ($p \leq 0.05$). VL13 and VL46 cows had the highest counts (10.9 ± 0.6 and 18.7 ± 0.9 , respectively), except in May, the first sample of June and September. In October the BC category had a count (12.7 ± 1.5) as high ($p > 0.01$) as VL13. By category, VL46 registered the highest count (18.7 ± 0.9), followed by VL13 and VS7 (10.9 ± 0.6 and 6.5 ± 1.3 , respectively). Intermediate counts were found in VS46 (5.3 ± 0.7), VS13 (4.3 ± 0.6), VQ (3.5 ± 0.4) and TR (3.2 ± 0.6). BC had the lowest count (2.6 ± 0.5). The highest counts were observed in October (11.97 ± 0.60), August (11.11 ± 0.55 and 7.25 ± 0.55), June (7.05 ± 0.55) and September (6.66 ± 0.56). A significant correlation ($r=0.83$, $p \leq 0.01$) between average tick count by animal and average rainfall in a maximum previous period of 21 days before sampling was observed. It is suitable to register the load of ticks in TMC heifers and young bulls during August, September and October.

Key words: Tropical Milking Criollo, tick, characterization.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN GENERAL

A finales del siglo XV, el ganado Ibérico se constituía en parte por animales provenientes de África y Medio Oriente y arribó a América en 1493, durante el segundo viaje de Colón (Salazar y Cardozo, 1981). Sometido a las diferentes condiciones naturales del ambiente americano, desde su llegada el ganado Ibérico ha estado sometido a un proceso de selección natural, desarrollando características que le permitieron sobrevivir con una alimentación basada en forrajes nativos, en condiciones climáticas extremas y ante la presencia de depredadores y diversas enfermedades; hoy día constituye lo que se conoce genéricamente como ganado Criollo, un recurso importante del componente genético animal de Latinoamérica (Müller y Gelman, 1981; Salazar y Cardozo, 1981). El ganado Criollo Lechero Tropical (CLT) se estableció en Turrialba, Costa Rica, con bovinos provenientes de Nicaragua y Honduras, países ubicados en regiones tropicales con climas cálidos; el CLT presenta como características generales pelo corto y escaso, de color amarillo al rojo oscuro, con áreas negras en extremidades y cara, más marcada en los machos, piel pigmentada, pezuñas muy fornidas, además de poseer una gran habilidad para caminar bajo el sol tropical, tanto húmedo como seco, y potencial lechero comprobado (de Alba y Carrera, 1958; de Alba, 1981). Se ha sugerido ampliamente la necesidad de evaluar y mejorar los ganados criollos de Latinoamérica, investigando a profundidad sus cualidades y características, pero dichas evaluaciones requieren la recopilación de información básica (FAO, 1981). Uno de los retos que enfrenta la ganadería bovina tropical mexicana de climas cálidos es la infestación por garrapatas. De las especies de garrapata presentes en el país las de mayor importancia económica son *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus* (Solís, 1987; Trápaga, 1987; Delabra *et al.*, 1996). En diversos países latinoamericanos éste problema está presente y ha sido objeto de estudio. En Brasil, Villares (1941) concluyó que las razas Caracú y Mocho Nacional tuvieron

trece veces menos garrapatas *B. microplus* que ganados Europeos; de Alba (1981) citó un trabajo de Ulloa y de Alba (1958) donde encontraron promedios entre 4.2 y 11.1 garrapatas en Criollos Lecheros Tropicales, mientras que en Jersey 21.8 y en Suizo x Cebú 10.2. En Australia (Frisch *et al.*, 2000), obtuvieron una reducción de hasta casi 1/7 de la carga parasitaria original a través de 15 años de selección genética de animales resistentes. de Alba (1977) ofrece una revisión de estudios llevados a cabo en Estados Unidos y Australia, indicando que la experiencia en estos países en técnicas de estudio y recomendaciones sería útil para el caso Latinoamericano, pero señala la conveniencia de estudiar el fenómeno bajo las condiciones de ésta región del planeta. Por consiguiente, es necesario conocer con mayor amplitud el fenómeno de la infestación por garrapatas en el ganado Criollo, particularmente Lechero Tropical, iniciando por caracterizar el problema en un hato experimental que pertenece al Colegio de Postgraduados y que se ubica en la región central del estado de Veracruz; lo que permitiría saber qué especies de garrapata lo infestan, en qué parte del cuerpo de los animales se ubican, a cuánto asciende la carga parasitaria, cuál sería una forma práctica y válida de medir la infestación, cuál es la variabilidad entre las diferentes categorías de animales del hato y durante cuáles meses es más conveniente medirla; esta información sería útil para iniciar el registro sistemático de la infestación causada por garrapatas para considerarla como una posible característica a ser incluida en un programa de mejora genética a mediano plazo y así aprovechar las características adaptativas del ganado Criollo Lechero Tropical.

CAPÍTULO II

GARRAPATAS QUE INFESTAN REGIONES CORPORALES DE VAQUILLAS Y TORETES CRIOLLO LECHERO TROPICAL EN VERACRUZ, MÉXICO

RESUMEN

Las garrapatas son ectoparásitos que disminuyen la productividad del ganado bovino. Contar con animales que mantengan bajas cargas de garrapatas representa una alternativa de control. Los objetivos del presente estudio fueron determinar la carga parasitaria, especies de garrapata, su distribución en diferentes regiones corporales y su relación con el total de garrapatas presentes en el ganado Criollo Lechero Tropical (CLT). Se emplearon 28 vaquillas (655 ± 35 días de edad) y 16 toretes (741 ± 89 días de edad) CLT, pertenecientes a un hato experimental ubicado en la región central del estado de Veracruz, México. A los animales, se les retiraron del cuerpo todas las garrapatas saturadas (≥ 4.5 mm) considerando 18 regiones corporales. Se realizó una transformación logarítmica de las observaciones y se analizaron bajo dos modelos mixtos, uno incluyó efectos de sexo del animal, especie de garrapata, región corporal y sus interacciones; y otro que no incluyó el efecto de especie. El número de garrapatas se analizó con un modelo de mediciones repetidas por región corporal. También se realizó un análisis de correlación entre regiones corporales. Las especies de garrapata identificadas fueron *Amblyomma cajennense* (*Ac*) y *Boophilus microplus* (*Bm*). Se encontraron 14.5 ± 1.15 (*Ac+Bm*), 10.6 ± 0.8 garrapatas *Ac* y 3.5 ± 0.8 garrapatas *Bm* en todo el cuerpo. Aunque las ingles (5.6 ± 0.5) y las axilas (4.4 ± 0.5) fueron las regiones más infestadas, el número de garrapatas en un lado del cuerpo resultó más correlacionado con el número total ($r=0.94$, $p \leq 0.01$).

Palabras clave: Criollo Lechero Tropical, ectoparásitos, regiones corporales, correlación.

INTRODUCCIÓN

Los ectoparásitos son organismos que pasan la mayor parte de su vida en asociación con el hábitat creado por la piel y el pelo de su hospedero, usando a éste como fuente de alimento (Marshall, 1981). En México, las especies de garrapata de mayor frecuencia en el ganado bovino son *Amblyomma americanum*, *A. cajennense*, *A. imitator*, *A. inortatum*, *A. maculatum*, *Boophilus anulatus*, *B. microplus*, *Dermacentor albipictus*, *D. occidentalis*, *D. variabilis* y *Rhipicephalus sanguineus*, siendo *A. cajennense*, y *B. microplus* las más importantes. En particular, en el estado de Veracruz ha sido documentada la presencia de *A. cajennense*, *A. imitator*, *A. inortatum*, *B. microplus*, y *D. albipictus* (Delabra *et al.*, 1996). Contar con animales que mantengan bajas cargas parasitarias representa una alternativa de control contra la garrapata (Frisch, 1999). El ganado Criollo Lechero Tropical, cuyo origen se remonta a bovinos sometidos a selección natural desde su llegada a América durante la conquista (Müller y Gelman, 1981; Salazar y Cardozo, 1981) y a selección artificial desde mediados del siglo pasado (de Alba y Carrera, 1958), representa una alternativa para la producción animal en regiones infestadas por garrapata. Villares (1941), de Alba (1981) y Frisch (1999) han sugerido que los ganados Criollos poseen una resistencia a la garrapata; sin embargo, para iniciar una estrategia de control se necesita contar con información cuantitativa de la carga parasitaria que éstos animales mantienen en su papel de hospedero (Mooring y McKenzie, 1995). Determinar dicha carga parasitaria por animal contando todas las garrapatas presentes en la superficie corporal es un procedimiento tedioso e inoperativo en campo, por lo que se han utilizado conteos parciales (de Castro *et al.*, 1991). Los conteos de garrapatas se han realizado bajo dos tipos de condiciones: infestación natural o infestación artificial. En el primer caso, se cuantifica la carga que el animal porta como resultado de la invasión por garrapatas existentes en el lugar de apacentamiento, en la segunda se aplica directamente sobre el animal un número conocido de larvas del parásito para posteriormente

recuperar las garrapatas saturadas. En condiciones de infestación natural en Brasil, Villares (1941) determinó el número de garrapatas y su tamaño, considerando el cuerpo completo de vacas adultas y un tamaño mínimo por garrapata de 4 mm. Wharton *et al.* (1970) en Australia, realizaron los conteos considerando el número de hembras entre 4.5 y 8 mm de longitud sobre el lado derecho del cuerpo de vacas y becerros, Seifert (1971) utilizó el mismo criterio para el tamaño del parásito, sin considerar un lado específico del hospedero. En algunos trabajos se ha utilizado el lado derecho (Lemos *et al.*, 1985; Paes *et al.*, 1988; Dreyer *et al.*, 1998; Kasai *et al.*, 2000) y en otros el lado izquierdo (O'Kelly y Spiers, 1976; Sutherst *et al.*, 1979; Mackinnon *et al.*, 1991; Veríssimo *et al.*; 1997a); otros autores han alternado durante sus investigaciones los conteos en uno y otro lado del cuerpo (Ali y de Castro, 1993; Solomon y Kaaya, 1996); mientras que existen trabajos en los que el conteo de garrapatas en el cuerpo completo de los animales se ha establecido como técnica (Latif *et al.*, 1991; Rechav *et al.*, 1991; Fivaz *et al.*, 1992). En varias de las investigaciones donde se ha considerado el número de garrapatas en un solo lado del hospedero, éste se multiplicó por dos para obtener la carga total (O'Kelly y Spiers, 1976; Ali y de Castro, 1993; Solomon y Kaaya, 1996; Dreyer *et al.*, 1998; Kasai *et al.*, 2000). Veríssimo y Duarte (1994) contaron garrapatas *B. microplus* ubicadas sólo en la región que va de la cabeza a la escápula, incluyendo el brazo, para compararla con conteos en el lado izquierdo del hospedero y encontraron una correlación fenotípica de 86.9 % y genética de 90.9 ± 9.3 % entre ambas características; L'Hostis *et al.* (1994) encontraron que el conteo de la garrapata *Ixodes ricinus* en axilas y la región de la ubre incluyendo la ingle fue un buen estimador de la carga total; de Castro *et al.* (1991) encontraron correlaciones significativas de 0.48 a 0.83 entre calificaciones visuales del número de garrapatas, principalmente *B. decoloratus* y conteos de la mitad del cuerpo. Wharton *et al.* (1970) y Seifert (1971) han advertido que la distribución de frecuencias de los conteos de garrapatas es asimétrica con la varianza asociada al cuadrado de la media, por lo que

se ha utilizado la función logarítmica para transformar y analizar los datos; en ese sentido L'Hostis *et al.* (1994) encontraron que la moda del número de garrapatas *Ixodes ricinus* en ganado Holstein y Normando fue de 1 mientras que la media fue de 15.1 ± 18.6 ; con 2, 12 y 21.3 garrapatas para el primero, segundo y tercer cuartil, respectivamente; Villares (1941) observó que de 60 vacas criollas de la raza Caracú, la presencia de *B. microplus* fue de 0 en 40, 4 en 2, 3 en 4, 2 en 5 y 1 garrapata en 9 vacas; mientras que en 23 vacas de raza Mocho Nacional se observaron 0 en 18, 14 en 1, 4 en 1, 2 en 1 y 1 en 2, respectivamente. Dreyer *et al.* (1998) en 10 animales de cruzas *Bos taurus* observaron que en 3 se encontraban el 50 % de garrapatas *Boophilus decoloratus* contadas en un año. También se ha señalado que el número de garrapatas presentes varía entre regiones corporales de un mismo animal (Shahardar y Narsapur, 2003). Los objetivos del presente estudio fueron determinar las especies de garrapata, carga parasitaria, su distribución en diferentes regiones corporales y su relación con el total de garrapatas presentes en vaquillas y toretes de la raza Criollo Lechero Tropical.

MATERIALES Y MÉTODOS

Periodo y lugar

Los datos se colectaron en Octubre de 2004, en el Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados, el cual se localiza a $19^{\circ} 11.743' N$ y $96^{\circ} 20.279' O$, a 40 msnm, en el Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México; en el km 88.5 de la carretera federal Xalapa-Veracruz.

Clima

Según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), el lugar se caracteriza por un clima $Aw_0 (w) (i') gw''$, el menos húmedo de los climas cálidos subhúmedos con lluvias

en verano, oscilación térmica de 5 a 7 °C y estación seca invernal. La temperatura media anual es de 25.2 °C y la precipitación de 909 mm.

Animales

Se emplearon 16 toretes y 28 vaquillas de 741±89 y 655±35 días de edad, respectivamente, que apacentaban en potreros de pasto Pará (*Brachiaria mutica*), zacate Alemán (*Echinochloa polystachia*) y gramas nativas (*Paspalum* spp.). Aunque durante el periodo de muestreo los animales pastorearon de manera continua potreros inundables en temporada de lluvias, similares en localización, suelos y manejo, las vaquillas y los toretes se mantuvieron separados para evitar apareamientos no deseados, situación que es común en hatos comerciales. Se consideró torete a un macho joven en crecimiento y que puede cubrir a una hembra, reservado para emplearse eventualmente como futuro semental. Vaquilla es una hembra joven reproductivamente activa y que aún no experimenta ningún parto. Se eligieron individuos jóvenes con el fin de conocer a temprana edad las cargas de garrapatas en animales que permanecen en potreros y que están sometidos a una infestación natural. Wharton *et al.* (1970), Utech *et al.* (1978) y Sutherst *et al.* (1979) encontraron que tanto infestaciones naturales como artificiales proporcionan información confiable del nivel de infestación en un hospedero. Los animales no recibieron ningún tratamiento químico o biológico para evitar su infestación por ectoparásitos.

Método de colecta de garrapatas

Para propósitos de muestreo, cada lado del cuerpo se dividió en 9 regiones originales: cabeza, cuello, tórax, axila, vientre, ingle, ubre o testículos, cadera y periné, para obtener un total de 18. Algunas regionales originales fueron agrupadas en 6 nuevas regiones: axila total, ingle total, axila e ingle total, lado izquierdo, lado derecho y total corporal. En función de las condiciones ambientales que las garrapatas demandan para su proliferación (Sonenshine, 1993) y el clima de la región de estudio (García, 1988), se determinó realizar los conteos en el mes de Octubre. Se

colectaron, contaron e identificaron por especie en el laboratorio todas las garrapatas saturadas (≥ 4.5 mm) presentes en cada animal, con ayuda de un microscopio estereoscópico y de acuerdo a los procedimientos descritos por Delabra *et al.* (1996).

Análisis estadístico

Se utilizó la prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk (Steel y Torrie, 1985) para probar normalidad en la distribución estadística de los conteos. Al rechazar la suposición de normalidad de la variable, se procedió a realizar una transformación logarítmica de las observaciones para aproximarlos a la distribución normal (Wharton *et al.*, 1970). Se utilizó un modelo estadístico mixto con la región corporal de un mismo animal como medición repetida, que se presenta a continuación:

$$y_{ijkl} = \mu + S_i + A_{j(i)} + R_k + (S \times R)_{ik} + E_l + (S \times E)_{il} + (R \times E)_{kl} + (S \times R \times E)_{ikl} + \varepsilon_{ijkl}$$

donde:

y_{ijkl} : logaritmo del número de garrapatas del i -ésimo sexo del animal, j -ésimo animal, k -ésima región corporal y l -ésima especie de garrapata;

μ : constante común a la población;

S_i : efecto fijo del i -ésimo sexo del animal ($i =$ macho, hembra);

$A_{j(i)}$: efecto aleatorio del j -ésimo animal anidado en el i -ésimo sexo ($j = 1 \dots 44$), IIDN ($0, \sigma_a^2$);

R_k : efecto fijo de la k -ésima región corporal ($k = 1 \dots 18$);

$(S \times R)_{ik}$: efecto fijo de la interacción sexo del animal por región corporal;

E_l : efecto fijo de la l -ésima especie de garrapata ($l = 1, 2$);

$(S \times E)_{il}$: efecto fijo de la interacción sexo del animal por especie de garrapata;

(R x E)_{kl}: efecto fijo de la interacción región corporal por especie de garrapata;

(S x R x E)_{ikl}: efecto fijo de la interacción sexo del animal por región corporal por especie de garrapata;

ε_{ijkl} : error aleatorio, IIDN $(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

Para el análisis de los datos se utilizó el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS V.8 (SAS, 1999). Aunque las covarianzas entre observaciones de diferentes regiones corporales de un mismo animal fueron diferentes de cero, estas formaron una estructura de covarianza en simetría compuesta, la cual fue utilizada en el análisis ($r=0.04$ entre regiones corporales). Los análisis se llevaron a cabo en la escala log (conteo+1), aunque las medias se presentan en la escala original para facilitar su interpretación biológica. También se realizaron análisis excluyendo el efecto de especie de garrapata del modelo propuesto y se llevo a cabo un análisis de correlación entre conteos de diferentes regiones corporales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que las garrapatas colectadas en el estudio pertenecen a la familia Ixodidae, ésta se caracteriza por la presencia de un escudo corto en las hembras y largo en los machos. Asimismo, se identificó que las garrapatas pertenecían a los géneros *Amblyomma* y *Boophilus*, el primero se caracteriza por tener los palpos largos, generalmente el escudo es ornamentado, presenta festones, la base del gnatosoma usualmente subtriangular o subrectangular dorsalmente; el segundo no presenta dibujos ornamentales en el escudo, no cuenta con festones, los palpos son cortos y estrangulados, la base del gnatosoma es de forma hexagonal y la coxa I presenta dos espolones. La determinación de la especie *Amblyomma cajennense* se verificó por la presencia de festones con tubérculos quitinosos en el ángulo posterior interno, también llamados mamelones. Se comprobó que la otra especie era *Boophilus microplus* ya que los ejemplares mostraron la coxa I

triangular, tan larga como ancha con los espolones interno y externo redondeados, la coxa II y III con espolón externo redondeado más ancho que largo. Estos resultados coinciden con Solís (1987) y Trápaga (1987) quienes consideran dichas especies como las de mayor importancia en México. En contraste, en regiones como Australia los estudios se enfocan a *Bm* (de Alba, 1977) mientras que en África el ganado es infestado por múltiples especies (de Castro *et al.*, 1991).

En las Figuras 1 y 2 se muestran las distribuciones empíricas de frecuencia de la variable sin transformar y transformados del número de garrapatas, considerando el total corporal (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*). En la escala original la frecuencia mayor de 38 % se observó en el valor de la moda de 15, la mediana fue 13.5 y la media 14.5, sólo 7 % de los animales mostraron cargas superiores a 21 garrapatas. El valor mínimo fue 3, observado por 9 % y el máximo 39, observado por 3 % de los animales. La desviación estándar y el coeficiente de variación fueron de 7.6 y 52.4 %, respectivamente. Se observó una kurtosis de 2.4 y asimetría positiva (coeficiente=1.3), con una mayor proporción de animales en la parte izquierda de la distribución de frecuencias; este valor de asimetría contrasta con lo obtenido por Utech y Wharton (1982) quienes en un hato de ganado Australian Illawarra Shorthorn no seleccionado para resistencia a garrapata encontraron una distribución de frecuencias con asimetría negativa. Wharton y Norris (1980) indicaron que a un nivel de resistencia de 10 garrapatas saturadas por animal los efectos sobre la producción serían mínimos, en el presente estudio 33 % de los animales se encontraron debajo de dicho valor. La prueba de no normalidad fue significativa ($p \leq 0.001$), en contraste los datos transformados se aproximaron a una distribución normal; el coeficiente de variación fue de 18.8 %, menor en 33.6 % del obtenido con los datos originales.

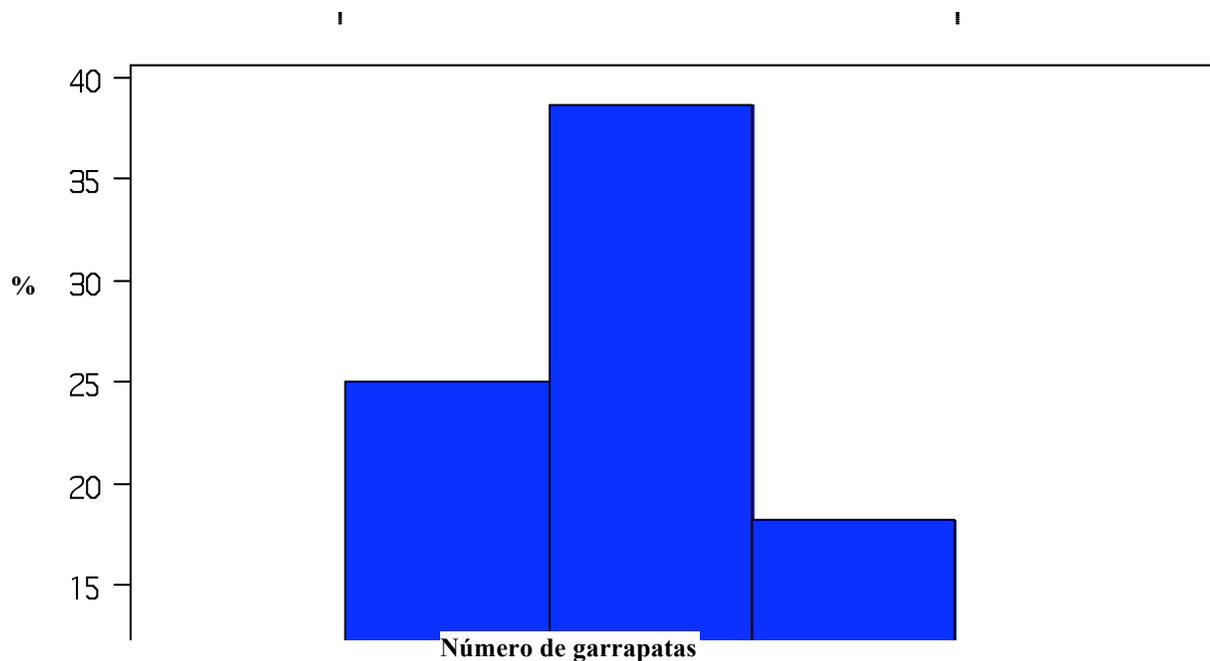


Fig. 1. Distribución de frecuencias del número de garrapatas totales (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) en el cuerpo completo de vaquillas y toretes Criollo Lechero Tropical (n=44).

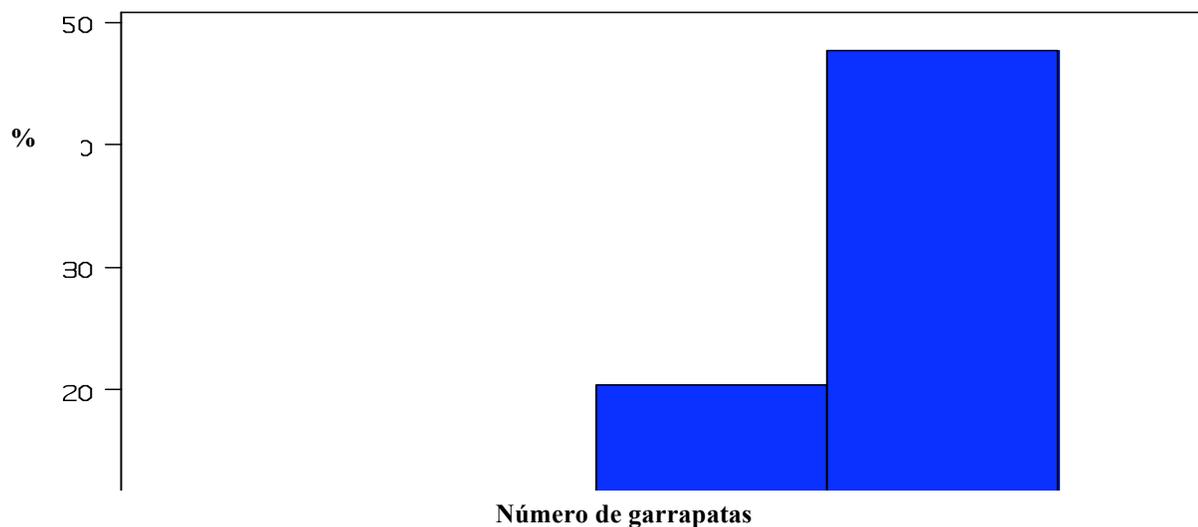


Fig. 2. Distribución de frecuencias del número de garrapatas totales (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) en escala logarítmica, en el cuerpo completo de vaquillas y toretes Criollo Lechero Tropical (n=44).

Los efectos fijos y sus interacciones resultaron significativos ($p \leq 0.05$) a excepción del sexo. En el Cuadro 1 se presentan las medias ajustadas del número de garrapatas considerando la interacción especie de garrapata, región corporal y sexo del animal. *Amblyomma cajennense* (*Ac*) en la axila izquierda (AXI), ingle derecha (ID) y axila derecha (AXD) de las hembras tuvo la mayor infestación ($p \leq 0.05$) con 2.3 ± 0.2 , 2.3 ± 0.2 y 2.0 ± 0.2 , mientras que *Boophilus microplus* (*Bm*) tuvo valores bajos de 0.7 ± 0.2 en ID y cercanos a cero en AXI y AXD. Para *Ac* valores de 1.4 ± 0.2 a 1.7 ± 0.2 se observaron en ID, ingle izquierda (II), AXD y AXI de los machos y para *Bm* de 1.5 ± 0.2 sólo en II (similar a 1.1 ± 0.2 en ID) y de 0.4 ± 0.2 en AXD y AXI. *Ac* también infestó la porción izquierda del cuello (CLI), cabeza (CZI) y periné (PI), y la porción derecha del periné (PD) y ubre (UD). En algunos estudios se ha enfatizado la ocurrencia de una determinada especie en cierta zona del cuerpo del animal, pero no así en una triple interacción que contemple el sexo como tercer factor. Serra-Freire *et al.* (1995) en vacas Jersey en Brasil encontraron que 39.95 % de las hembras saturadas de *Bm* se concentraron en la región del periné, ingles y la ubre o escroto, con una media de 36.7 garrapatas, resultando la región más infestada. En un trabajo realizado por Shahardar y Narsapur (2003) en la India se encontró que *Bm* prefirió por igual una zona comprendida por el cuello, la papada y las axilas y otra región compuesta por ingles, ubre o escroto (36.1 % del total de garrapatas se encontró en cada zona). En *A. variegatum*, Barré *et al.* (1991) encontraron que la ingle, periné, axila y la papada fueron las regiones de preferencia. En Francia con vacas de las razas Holstein y Normanda se encontró que el 35.3 % de las garrapatas *Ixodes ricinus* se concentró en la ingle y ubre, mientras que en la axila se localizó el 44.1 % (L'Hostis *et al.*, 1994).

Medias por especie y región corporal se observan en los globales por columna del Cuadro 1. *Ac* observó los mayores valores ($p \leq 0.05$) de 1.9 ± 0.1 en AXD, AXI e ID (similar a 1.7 ± 0.1 en II), superiores a *Bm* de 1.2 ± 0.1 en II, 0.9 ± 0.1 en ID y 0.3 ± 0.1 en AXD y AXI. *Ac* también infestó la

parte derecha del cuello (CLD), la cabeza (CZD) y la ubre o los testículos (UD-TSD), CLI, CZI, PD, PI, y parte izquierda de la ubre o los testículos (UI-TSI). A excepción de UI-TSI, *Bm* mostró valores muy cercanos o de cero en las otras regiones. Estos resultados difieren con Solís (1987), quien encontró que *Bm* tiende a preferir cabeza, cuello, tórax y periné, pero coincide con respecto a *Ac*, ya que ésta especie de garrapata infestó preferentemente la axila, ingle, ubre o testículos y periné. La preferencia a ciertas regiones corporales mostrada por las garrapatas puede deberse a la diferencia en temperatura, humedad y grosor de la piel que existe de una zona a otra del cuerpo (Marshall, 1981) y a la forma en que se alimentan, ya que las garrapatas de la familia Ixodidae poseen un mecanismo de alimentación a base de succión de agregados de sangre, que son resultado de la laceración de los vasos sanguíneos (Lavoipierre, 1965; Tatchell y Moorhouse, 1968; Ribeiro, 1987); de manera que prefieren zonas corporales altamente vascularizadas que les facilitan el acceso al tejido hemático y a la vez las protegen de la remoción por parte del hospedero y depredadores (Bloemer *et al.*, 1988; L'Hostis *et al.*, 1994; Bittencourt y Rocha, 2002). Se ha observado que el acicalamiento del pelo y la piel que practican los animales, es causa importante del desprendimiento de las garrapatas (Marshall, 1981; Mooring *et al.*, 1996). Por otra parte, se ha encontrado que la distribución de algunas garrapatas en el cuerpo del hospedero está relacionada con la dimensión y la forma del gnatosoma, ya que a mayor longitud de éste se puede llegar a vasos sanguíneos más profundos (Marquez y Guiguen, 1992).

Medias por especie y sexo se presentan en el global de la última hilera del Cuadro 1. *Ac* tuvo la mayor infestación con 0.7 ± 0.05 y *Bm* la menor con 0.1 ± 0.05 en las hembras. Valores intermedios se obtuvieron para los machos, siendo a su vez superiores para *Ac* vs *Bu*, de 0.4 ± 0.05 y 0.3 ± 0.06 , respectivamente. Marshall (1981) señala que factores tales como el tamaño relativo del hospedero, diferencias en las características de su piel, niveles hormonales en sangre y factores etológicos, como diferencias en el acicalamiento y movilidad, pueden ser causa de la variación

observada en la abundancia de ectoparásitos entre sexos de una raza de ganado; esto podría explicar la preferencia de las garrapatas por cada sexo. Veríssimo *et al.* (1997a) muestreando animales 5/8 europeo 3/8 cebú en Brasil, encontraron que las hembras tuvieron menos garrapatas *Bm* que los machos, los autores sugieren la existencia de un dimorfismo sexual en la respuesta inmune de los bovinos a las garrapatas, cuyo origen puede ser una interacción entre el sistema inmune y el endocrino.

Cuadro 1. Medias ajustadas del número de garrapatas en relación a los efectos de región corporal, sexo del animal y especie de garrapata.

Región ¹	<i>Amblyomma cajennense</i>			<i>Boophilus microplus</i>		
	Hembra ²	Macho ²	Global ³	Hembra ²	Macho ²	Global ³
XD	2.0ab	1.7bc	1.9A	0.1h	0.4fgh	0.3CDEFG
XI	2.3a	1.6bcd	1.9A	0.2gh	0.4fgh	0.3CDEFG
DD	0.0h	0.0h	0.0G	0.0h	0.0h	0.0G
DI	0.0h	0.0h	0.0G	0.0h	0.0h	0.0G
JD	0.4fgh	0.5efgh	0.4CD	0.0h	0.1h	0.0FG
JI	0.8ef	0.0h	0.4CDE	0.0h	0.0h	0.0FG
ZD	0.4fgh	0.3fgh	0.3CDEFG	0.0h	0.0h	0.0G
ZI	0.6efg	0.4fgh	0.5C	0.0h	0.0h	0.0G
I	2.3a	1.4cd	1.9A	0.7f	1.1de	0.9B
U	1.8bc	1.6bcd	1.7A	0.9e	1.5cd	1.2B
U	0.6efg	0.0h	0.3CDEFG	0.1h	0.1h	0.1DEFG
U	0.7ef	0.1h	0.4CDE	0.2gh	0.0h	0.1EFG
KD	0.0h	0.0h	0.0G	0.02h	0.0h	0.0G
KI	0.0h	0.0h	0.0FG	0.0h	0.0h	0.0FG
U-TSD	0.9e	0.1h	0.5C	0.1h	0.4fgh	0.2CDEFG
U-TSI	0.4fgh	0.2h	0.3CDEFG	0.0h	0.7ef	0.4CDEF
U	0.1h	0.1h	0.1EFG	0.0h	0.0h	0.0G
U	0.0h	0.0h	0.0G	0.0h	0.0h	0.0G
obal	0.7±0.05x	0.4±0.06y	0.6±0.04X	0.1±0.05z	0.3±0.06z	0.2±0.04Y

¹ Axila derecha (AXD), axila izquierda (AXI), cadera derecha (CDD), cadera izquierda (CDI), cuello derecho (CLD), cuello izquierdo (CLI), cabeza derecha (CZD), cabeza izquierda (CZI), ingle derecha (ID), ingle izquierda (II), periné derecho (PD), periné izquierdo (PI), tórax derecho (TXD), tórax izquierdo (TXI), ubre derecha o testículo derecho (UD-TSD), ubre izquierda o testículo izquierdo (UI-TSI), vientre derecho (VD), vientre izquierdo (VI). a, b, c, d, e, f, g, h: medias con literales distintas entre columnas son diferentes ($p \leq 0.05$). A, B, C, D, E, F, G: medias con literales distintas entre columnas son diferentes ($p \leq 0.05$). x, y, z: medias con literales distintas entre columnas son diferentes ($p \leq 0.05$). X, Y: medias con literales distintas entre columnas son diferentes ($p \leq 0.05$). ²EE=0.2, ³EE=0.1.

En el análisis que consideró sólo las regiones susceptibles de la axila y la ingle, los efectos estadísticamente importantes ($p \leq 0.05$) fueron: región corporal, especie de garrapata, especie de garrapata por sexo del animal y especie de garrapata por región corporal. Se encontró un mayor ($p \leq 0.05$) número de garrapatas *Ac* (3.7 ± 0.3) que *Bm* (1.3 ± 0.3). Independientemente de la especie, ingle total (IT) (2.8 ± 0.3) mostró una población mayor de garrapatas que axila total (AXT) (2.2 ± 0.3). No se encontró diferencia entre el número de garrapatas *Ac* en AXT (3.8 ± 0.4) e IT (3.5 ± 0.4), mientras que se encontraron más garrapatas *Bm* en IT (2.1 ± 0.4) que en AXT (0.6 ± 0.4). *Ac* prefirió ($p \leq 0.05$) hembras (4.2 ± 0.3) que machos (3.1 ± 0.4) y *Bm* infestó por igual ($p > 0.05$) a ambos sexos. Al analizar el número de garrapatas de cada lado del cuerpo, la especie de garrapata y la interacción especie de garrapata por sexo del animal fueron significativos ($p \leq 0.05$). La densidad de población de *Ac* (5.3 ± 0.4) superó ($p \leq 0.05$) a la de *Bm* (1.7 ± 0.4). *Ac* infestó más ($p \leq 0.05$) a hembras (6.6 ± 0.4) que a machos (4.0 ± 0.6), la infestación por *Bm* no mostró tal diferencia ($p > 0.05$) (1.2 ± 0.4 vs 2.3 ± 0.6 para hembras y machos, respectivamente). Sin considerar la especie de garrapata, TLD mostró 3.4 ± 0.4 garrapatas mientras que TLI mostró 3.6 ± 0.4 ; asimismo, por lado las hembras tuvieron 3.9 ± 0.4 garrapatas y los machos 3.1 ± 0.5 . La media del número de garrapatas *Ac* del total corporal fue de 10.6 ± 0.8 , mientras que el de *Bm* fue de 3.5 ± 0.8 , valores significativamente diferentes ($p \leq 0.05$). El nivel de infestación por *Ac* encontrado en las hembras (13.3 ± 1.0) fue superior ($p \leq 0.05$) al encontrado en los machos (8.0 ± 1.4), mientras que la carga por garrapatas *Bm* en machos (4.6 ± 1.4) no fue diferente ($p > 0.05$) de la encontrada en hembras (2.4 ± 1.0). La diferencia en densidades de población puede estar relacionada a la existencia de alguna interacción antagónica o competencia entre ambas especies en términos de espacio y alimento (Marshall, 1981), lo que disminuiría la población de una de las dos especies. Serra-Freire y Furlong (1993) realizaron infestaciones simultáneas de garrapatas *Ac* y *Bm* en bovinos *Bos taurus* x *Bos indicus* y encontraron que índices biológicos (ingurgitamiento,

longitud, peso inicial, diferencia de peso, peso de la masa de huevos y periodo de postura) de *Ac* y *Bm* aumentaron con el parasitismo simultáneo. Por otro lado, se ha indicado que en México los programas de control de *Bm* han derivado en incrementos de la población de *Ac* (Solís, 1987); además, es conocido que en la costa del Golfo de México hacia el final del otoño *Ac* puede surgir como una infestación grave (Trápaga, 1987).

En el análisis del número de garrapatas sin considerar la especie (*Ac+Bm*), la región corporal y su interacción con el sexo de los animales fueron significativos ($p \leq 0.05$). En la última columna del Cuadro 2 se observa que el mayor número de garrapatas ($p \leq 0.05$) se concentró en la región de las ingles, registrando 2.9 ± 0.2 en II y 2.8 ± 0.2 en ID. Una menor carga ($p \leq 0.05$) se localizó en las axilas, encontrándose 2.3 ± 0.2 garrapatas en AXI y 2.1 ± 0.2 en AXD. No se encontró diferencia ($p > 0.05$) entre el número de garrapatas en cuello, cabeza, periné y ubre o testículos; sin embargo, la carga en las regiones mencionadas fue menor ($p \leq 0.05$) respecto a ingles y axilas. En las regiones de la cadera, tórax y vientre prácticamente no se encontraron garrapatas ($p \leq 0.05$). Las regiones corporales donde las hembras mostraron una mayor ($p \leq 0.05$) infestación que los machos fueron CLI, PD y PI. Al considerar el análisis en referencia a AXT e IT, sólo el efecto de la región corporal fue significativo ($p \leq 0.05$). Se encontró que IT (5.6 ± 0.5) concentró más garrapatas ($p \leq 0.05$) que AXT (4.4 ± 0.5). Al considerar la región corporal como lado del cuerpo del animal no hubo efectos significativos pero se señala que en el lado derecho (TLD) se encontraron 6.9 ± 0.6 garrapatas y en el izquierdo (TLI) 7.2 ± 0.6 . En TLD las hembras mostraron 7.7 ± 0.8 garrapatas y los machos 6.1 ± 1.0 mientras que en TLI las hembras tuvieron 7.9 ± 0.8 y los machos 6.5 ± 1.0 .

Cuadro 2. Medias ajustadas del número de garrapatas totales (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) por región corporal y sexo del animal.

Región ¹	Hembra ²	Macho ³	Global ²
AXD	2.2b	2.1b	2.1B
AXI	2.5ab	2.0b	2.3B
CDD	0.0e	0.0e	0.0D
CDI	0.0e	0.0e	0.0D
CLD	0.4de	0.6cde	0.5CD
CLI	0.8cd	0.0e	0.4CD
CZD	0.4de	0.3de	0.3CD
CZI	0.6cde	0.4de	0.5CD
ID	3.0a	2.5ab	2.8A
II	2.7ab	3.1a	2.9A
PD	0.7cd	0.1e	0.4CD
PI	0.9cd	0.1e	0.5CD
TXD	0.0e	0.0e	0.0D
TXI	0.1e	0.0e	0.0D
UD-TSD	1.0c	0.5cde	0.8C
UI-TSI	0.5cde	0.9cd	0.7C
VD	0.1e	0.1e	0.1D
VI	0.0e	0.0e	0.0D
Global	15.7±1.4	12.6±1.9	14.5±1.2

¹ Axila derecha (AXD), axila izquierda (AXI), cadera derecha (CDD), cadera izquierda (CDI), cuello derecho (CLD), cuello izquierdo (CLI), cabeza derecha (CZD), cabeza izquierda (CZI), ingle derecha (ID), ingle izquierda (II), periné derecho (PD), periné izquierdo (PI), tórax derecho (TXD), tórax izquierdo (TXI), ubre derecha o testículo derecho (UD-TSD), ubre izquierda o testículo izquierdo (UI-TSI), vientre derecho (VD), vientre izquierdo (VI). a, b, c, d, e: medias con literales distintas entre columnas son diferentes ($p \leq 0.05$). A, B, C, D: medias con literales distintas entre hileras son diferentes ($p \leq 0.05$). ²EE=0.2, ³EE=0.3.

La media de garrapatas totales encontrada en un animal fue 14.5 ± 1.2 , que contrasta con lo encontrado por otros autores en ganado Criollo (Ulloa y de Alba, 1957; citado por de Alba, 1981), donde estimaron medias de 11.1, 10.9 y 4.2 garrapatas en tres clases de ganado, dos originarios de Nicaragua y uno de Honduras; aunque es importante señalar que muestrearon superficies de 10 cm^2 en el costillar, el escudo y la paleta, mientras que en el presente trabajo se estudió la totalidad del cuerpo de los animales, encontrando que las áreas más infestadas correspondieron a las axilas y las ingles, regiones no muestreadas por los autores citados. Los valores mostrados en el trabajo que Villares (1941) realizó en Brasil distan aún más, ya que en un grupo de 17 vacas de ganado Caracú éste autor estimó una media de 0.8 y en otro grupo de 20 vacas Mocho Nacional estimó 0.1 garrapatas por individuo. En Brasil, Veríssimo *et al.* (1997a)

encontraron cargas de 10 garrapatas *Bm* muestreando animales 5/8 europeo, 3/8 cebú, valor menor al estimado en el presente estudio. Por otro lado, la carga de garrapatas por hospedero de los animales Criollos de este estudio fue menor que la estimada en el ganado Mantiqueira de Brasil de 49.58 ± 6.48 (Paes *et al.*, 1988); también se obtuvieron 40 garrapatas *Bm* por hospedero en el ganado Belmont Adaptaur de Australia (Frisch *et al.* 2000). Lemos *et al.* (1985) encontraron valores medios de garrapatas en condiciones naturales en Brasil con animales de diferente proporción de genotipo europeo (Holstein-Fresian), variando desde 44 hasta 501 en vaquillas con la menor y la mayor proporción de genotipo europeo. L'Hostis *et al.* (1994) en Francia, estimaron una media por hospedero de 15.1 garrapatas *Ixodes ricinus* en vacas Holstein y Normanda.

Correlaciones entre el número total de garrapatas ($Ac+Bm$) por región se presentan en el Cuadro 3, aquellas regiones corporales donde no fue posible la estimación de la correlación debido a que no se encontraron garrapatas, no aparecen en el cuadro. En general, las correlaciones entre la gran mayoría de las 18 regiones básicas fueron no significativas ($p > 0.05$); las que lo fueron ($p \leq 0.05$) tuvieron valores máximos de 0.56. Para las regiones obtenidas al agrupar algunas regiones básicas, se obtuvieron correlaciones superiores a 0.74 ($p \leq 0.01$) cuando una región es subtotal de otra. La correlación de TC con el TLI, 0.94 y TLD, 0.91 fueron las más altas; siendo de 0.86 con AXT+IT, 0.71 con AXT, 0.71 con IT, y 0.74 con CLI; con AXI, ID, II y CZD se observaron correlaciones de 0.56 a 0.66. Por otro lado, se observaron correlaciones altas ($r \geq 0.80$) entre AXT+IT y AXT, IT, TLI y TLD; y también entre IT e ID. De menor magnitud ($0.70 \leq r < 0.80$) fueron las correlaciones entre TLI y TLD, AXT y AXD y AXI, IT e II, así como de AXT+IT e ID y TLD. También resultaron correlacionados ($0.60 \leq r < 0.70$) TLD y CLI, CZD, ID, AXT e IT; TLD y AXI, AXT e IT, y AXT+IT y AXI e II. Se observaron correlaciones de menor magnitud ($0.50 \leq r < 0.60$) entre TLD y AXI, TLI e II, TLI e ID, CLI e ID, CLI e IT y AXT+IT con CLI y AXD. Estos resultados indican que el conteo de garrapatas en un sólo lado del cuerpo

es una medida útil para aproximarse a la carga total de ectoparásitos en ganado Criollo Lechero Tropical, lo que no ocurre para otras regiones del cuerpo. Veríssimo y Duarte (1994), en bovinos 5/8 europeo 3/8 cebú, encontraron una correlación fenotípica de 86.9 % entre el número de garrapatas *Bm* localizadas en la parte anterior del cuerpo de los animales (de la cabeza a la escápula incluyendo el brazo) y el conteo total del lado izquierdo. En ovinos, se han encontrado correlaciones de 0.97 entre el conteo de garrapatas en orejas y el total corporal (Ogore *et al.*, 1999) y en el caso de impalas (*Aepyceros melampus*) de 0.67 para las mismas regiones corporales (Matthee *et al.*, 1997).

Cuadro 3. Correlaciones (r)¹ del número de garrapatas *Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus* entre diferentes regiones corporales (n=44).

Región ²	CLI	TXI	AXI	II	UI-TSI	PI	CZD	CLD	AXD	VD	ID	UD-TSD	PD	AXT	IT	AXT-IT	TLI	TLD	TC
CZI	.35*	-.11	.04	-.14	.03	.06	-.05	-.12	.31*	.09	.19	-.11	-.06	.22	.06	.17	.45*	.12	.33*
CLI		-.09	.25	.27	.06	.13	.41*	.01	.42*	.04	.56*	.10	.15	.43*	.52*	.58**	.72**	.63**	.74**
TXI			.02	.16	.02	.23	-.11	-.11	-.13	.06	-.03	-.11	.11	-.07	.06	0	.05	-.16	-.04
AXI				.35*	.11	.29	.45*	.36*	.19	.09	.26	.20	.22	.78**	.35*	.68**	.66*	.55*	.66**
II					.12	.27	.43*	-.08	.07	.14	.38*	.36*	.04	.27	.78**	.64**	.58**	.46*	.56**
UI-TSI						.07	-.16	.06	-.02	.18	-.04	.25	0	.06	.03	.06	.25	.05	.17
PI							.23	.08	-.07	.06	.15	.26	.49*	.15	.24	.24	.43*	.33*	.42*
CZD								.33*	.03	.14	.12	.26	.36*	.32*	.30*	.37*	.46*	.60**	.56**
CLD									-.15	.14	-.16	.11	-.01	.15	-.15	-.01	.09	.28	.19
AXD										.03	.25	-.12	-.09	.75**	.21	.57**	.35*	.45*	.43*
VD											-.19	.43	-.04	-.04	-.05	-.06	-.01	.05	.02
ID												.06	.09	.33*	.88**	.74**	.53*	.61**	.61**
UD-TSD														.07	.06	.22	.17	.28	.48*
PD															.09	.08	.10	.22	.35*
AXT																.37*	.81**	.66**	.65**
IT																	.84**	.66**	.65**
AXT-IT																		.80**	.79**
TLI																			.71**
TLD																			
TC																			

¹* p<0.05, **p<0.01. ² Cabeza izquierda (CZI), cuello izquierdo (CLI), tórax izquierdo (TXI), axila izquierda (AXI), ingle izquierda (II), ubre izquierda o testículo izquierdo (UI-TSI), periné izquierdo (PI), cabeza derecha (CZD), cuello derecho (CLD), axila derecha (AXD), vientre derecho (VD), ingle derecha (ID), ubre derecha o testículo derecho (UD-TSD), periné derecho (PD), axila total (AXT), ingle total (IT), axila total + ingle total (AXT + IT), total izquierdo (TLI), total derecho (TLD), total corporal (TC).

Correlaciones entre regiones corporales por especie de garrapata se presentan en el Cuadro 4. Las regiones corporales sin correlación estimada por ausencia de garrapatas, se eliminaron del cuadro. En las dos especies por separado, las correlaciones entre las 18 regiones básicas tuvieron magnitudes similares a las correlaciones de conteos conjuntos de ambas especies, observando un valor máximo de 0.56 ($p \leq 0.01$). Las correlaciones entre las 6 regiones agrupadas, generalmente fueron mayores en *Ac* que en las 2 especies en conjunto (*Ac+Bm*) y estas a su vez que en *Bm* (Cuadros 3 y 4). Al considerar *Ac* y TC se observaron las correlaciones más altas de 0.95 con TLD y 0.92 con TLI ($p \leq 0.01$), similares a las obtenidas al considerar el total de las dos especies y superiores a las obtenidas para *Bm* de 0.85 con TLI y 0.81 con TLD, ($p \leq 0.01$). Estos resultados indican que en la especie *Ac* el conteo de garrapatas de un solo lado del cuerpo es una medida útil para aproximarse a la carga total parasitaria del hospedero; sin embargo para la especie *Bm* sería deseable el conteo del cuerpo completo para determinar la carga parasitaria total. Correlaciones entre el número de garrapatas *Ac* y *Bm* dentro de cada una de las 6 regiones agrupadas (AXT, IT, AXT+IT, TLI, TLD y TC) observaron valores bajos y cercanos a cero ($p > 0.05$) excepto para la correlación en TC que fue 0.33 ($p \leq 0.01$); lo que es indicativo de que aunque existe una asociación positiva entre la presencia de las poblaciones de estas especies de garrapata en un mismo hospedero, ésta es moderada.

Cuadro 4. Correlaciones (r^1) del número de garrapatas *Amblyomma cajennense* (debajo de la diagonal) y *Boophilus microplus* (sobre la diagonal) entre diferentes regiones corporales (n=44).

Región ²	CZI	CLI	TXI	AXI	II	UI-TSI	PI	CZD	CLD	AXD	VD	ID	UD-TSD	PD	AXT	IT	AXT-IT	TLI	TLD	TC
CZI	.39																			
CLI	.29	.39																		
TXI	-.09	-.07	.39																	
AXI	.06	.20	.08	.39																
II	.03	.34*	-.06	.48*	.39															
UI-TSI	.13	.01	.13	.04	-.17	.39														
PI	0	.11	.11	.28	.35	.10	.39													
CZD	-.07	.32*	-.08	.47*	.34*	-.19	.25	.39												
CLD	-.13	-.04	-.09	.39*	.01	.14	.15	.31*	.39*											
AXD	.30	.47*	-.08	.14	.26	-.08	-.05	.09	-.16	.39*										
VD	-.06	-.04	-.04	-.05	0.20	0	-.03	-.11	-.16	.06	.39*									
ID	.24	.56**	.16	.18	.40*	-.11	.07	.04	-.27	.31*	-.14	.39*								
UD-TSD	-.09	.10	-.06	.20	.42*	.26	.41*	.20	.08	-.12	.42*	.06	.35*							
PD	-.13	.09	.30*	.20	.03	.09	.50*	.37*	-.03	-.16	0	-.07	.10	.46*						
AXT	.23	.44*	0	.78**	.50*	-.02	.16	.38*	.16	.73**	0	.32*	.06	.46*	.18					
IT	.17	.54*	.07	.39*	.82**	-.16	.24	.22	-.16	.34*	.03	.85**	.28	.48*	.46*	.75**				
AXT-IT	.23	.57**	.04	.67**	.77**	-.11	.23	.35*	-.01	.61**	.02	.69**	.20	.85**	.87**	.93**				
TLI	.35*	.58**	.05	.77**	.74**	.18	.50*	.43*	.19	.33	.03	.45*	.39*	.74**	.70**	.84**	.60**			
TLD	.16	.64**	.05	.46*	.61**	.03	.38*	.47*	.06	.56**	.15	.64**	.51*	.22	.67**	.75**	.83**	.67**		
TC	.29	.65**	.06	.68**	.73**	.12	.48*	.48*	.14	.47*	.09	.57**	.48*	.23	.76**	.77**	.89**	.74**	.60**	

¹ * p<0.05, **p<0.01. ² Cabeza izquierda (CZI), cuello izquierdo (CLI), tórax izquierdo (TXI), axila izquierda (AXI), ingle izquierda (II), ubre izquierda o testículo izquierdo (UI-TSI), periné izquierdo (PI), cabeza derecha (CZD), cuello derecho (CLD), axila derecha (AXD), vientre derecho (VD), ingle derecha (ID), ubre derecha o testículo derecho (UD-TSD), periné derecho (PD), axila total (AXT), ingle total (IT), axila total + ingle total (AXT + IT), total izquierdo (TLI), total derecho (TLD), total corporal (TC).

CONCLUSIONES

Las especies de garrapata que infestaron al ganado Criollo Lechero Tropical del centro de Veracruz, México fueron *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus*. Se encontró que el conteo del número total corporal de garrapatas ($Ac+Bm$) no se distribuye normalmente, con coeficiente de asimetría positivo; la media fue de 14.5 ± 1.15 . Ac fue más abundante (10.6 ± 0.8) que Bm (3.5 ± 0.8) y prefirió las regiones inguinal y axilar con cargas entre 1.7 ± 0.1 y 1.9 ± 0.1 , aunque también fue encontrada en menor número en cabeza, cuello, periné y ubre o testículos; también tuvo una mayor infestación en hembras (13.3 ± 1.0) que en machos (8.0 ± 1.4). La densidad de población de Bm fue mayor en ingles con un valor de 0.9 ± 0.1 a 1.2 ± 0.1 ; axilas, ubres y testículos fueron regiones donde también se localizó esta especie que prefirió por igual a machos que hembras. Las ingles (5.6 ± 0.5) y las axilas (4.4 ± 0.5) fueron las regiones corporales con cargas más importantes de garrapatas. Estas regiones corporales se hallan correlacionadas con la carga total de los animales ($r>0.70$); sin embargo, el conteo de garrapatas en un sólo lado del cuerpo es una medida útil para aproximarse al total corporal ($r>0.90$) cuando se considera la especie Ac y en conjunto con la especie Bm .

CAPITULO III

INFESTACION POR *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus* EN UN HATO DE GANADO CRIOLLO LECHERO TROPICAL DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS

RESUMEN

Amblyomma cajennense y *Boophilus microplus*, son ectoparásitos importantes para la ganadería bovina mexicana, y de especial referencia para el ganado Criollo Lechero Tropical (CLT). El objetivo de éste estudio fue evaluar los cambios en la infestación por garrapatas en las diferentes categorías de animales de un hato experimental de ganado CLT durante la época de lluvias. Se utilizaron 148 bovinos de ésta raza de 215 ± 6 a 5694 ± 257 días de edad, a quienes se les determinó el total de garrapatas saturadas ($\geq 4.5\text{mm}$) en el lado izquierdo del cuerpo, durante ocho ocasiones a intervalos de 21 días. El hato se dividió en ocho categorías de animales: vacas lactantes de 1 a 3 partos (VL13), vacas lactantes de 4 a 6 partos (VL46), vacas secas de 1 a 3 partos (VS13), vacas secas de 4 a 6 partos (VS46), vacas secas de 7 o más partos (VS7), vaquillas (VQ), toretes (TR) y becerros (BC). Las observaciones fueron analizadas bajo un modelo lineal mixto generalizado con efectos de categoría de animal, periodo de muestreo y sus interacciones, asumiendo una distribución Poisson y una estructura de covarianza en simetría compuesta. El efecto del periodo se analizó como medida repetida. También se obtuvo la distribución de frecuencias del número de garrapatas de todo el hato. Los efectos y la interacción incluidos en el modelo resultaron significativos ($p \leq 0.05$). Durante el estudio, las vacas VL13 y VL46 registraron la mayor infestación (10.9 ± 0.6 y 18.7 ± 0.9 , respectivamente), excepto en los muestreos de Mayo, en el primer muestreo de Junio y en Septiembre; en Octubre la categoría BC tuvo una infestación (12.7 ± 1.5) tan alta ($p > 0.01$) como la de VL13. Por categoría, VL46 registró la mayor carga (18.7 ± 0.9), seguido de VL13 y VS7 (10.9 ± 0.6 y 6.5 ± 1.3 , respectivamente). Cargas intermedias se encontraron en VS46 (5.3 ± 0.7), VS13 (4.3 ± 0.6), VQ (3.5 ± 0.4) y TR (3.2 ± 0.6). La categoría BC

tuvo la menor carga (2.6 ± 0.5). Los mayores niveles de infestación se observaron en Octubre (11.97 ± 0.60), Agosto (11.11 ± 0.55 y 7.25 ± 0.55), Junio (7.05 ± 0.55) y Septiembre (6.66 ± 0.56). Se observó una correlación significativa ($p\leq 0.01$) de $r=0.83$ entre la media del número de garrapatas por individuo y la precipitación media en un máximo de 21 días previos al día de muestreo. Es conveniente registrar la carga de garrapatas en vaquillas y toretes CLT durante los meses de Agosto, Septiembre y Octubre.

Palabras clave: Criollo Lechero Tropical, garrapatas, resistencia.

INTRODUCCIÓN

Las infestaciones por garrapata merman la productividad del ganado; *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus*, representan las dos especies de mayor importancia para la ganadería bovina mexicana (Solís, 1987; Trápaga, 1987; Delabra *et al.*, 1996; Capítulo anterior). Algunas especies animales poseen resistencia natural hacia ciertos parásitos; cuando éstos llegan a establecerse con éxito y maduran, son controlados en menor o mayor medida mediante mecanismos fisiológicos del hospedero; ésta forma de variación en la respuesta del hospedero, cuya base es en parte genética, ha sido encontrada en casi todos los sistemas parásito-hospedero, existiendo la posibilidad de explotarla incrementando la frecuencia de genes de resistencia como medida de control (Gray y Gill, 1993). El ganado bovino Criollo ha sido objeto de selección natural desde su llegada a América desarrollando características que le han permitido sobrevivir bajo condiciones adversas (Müller y Gelman, 1981; Salazar y Cardozo, 1981). En particular, el ganado Criollo Lechero Tropical muestra tolerancia al calor y resistencia a ectoparásitos (de Alba y Carrera, 1958). En estudios de resistencia del ganado a la garrapata es importante considerar los factores ambientales que pueden influir la relación parásito-hospedero, ya que se ha encontrado que estados fisiológicos, como la lactancia o la preñez, algunos factores climáticos o la edad de los

animales pueden influir en la carga de garrapatas de un animal en una situación específica (Wharton *et al.*, 1970; Seifert, 1971; Utech *et al.*, 1978); por ello resulta importante conocer la variabilidad entre las distintas categorías de animales que componen un hato; en algunas investigaciones realizadas con infestaciones naturales se han empleado vacas y sus crías (Wharton *et al.*, 1970; Seifert, 1971; Utech *et al.*, 1978; Sutherst *et al.*, 1979; Veríssimo *et al.*, 1997); vacas lactantes, secas, preñadas y vacías (Wharton *et al.*, 1970; Utech *et al.*, 1978), becerros (O’Kelly y Spiers, 1976), vaquillas (Sutherst *et al.*, 1979; Lemos *et al.*, 1985; Paes *et al.*, 1988; Latif *et al.*, 1991; Solomon y Kaaya, 1996; Kasai *et al.*, 2000) y toretes (Latif *et al.*, 1991; Fivaz *et al.*, 1992). En relación a factores climáticos como temperatura y precipitación, y las fechas en que se realizan los conteos de garrapatas del ganado bajo infestaciones naturales, es conocido que en ocasiones, éstas han sido determinadas con base en observaciones empíricas; por ejemplo, Villares (1941) eligió la época seca del invierno en Sao Paulo, Brasil porque consideró que coincidía con la de mayor proliferación de *B. microplus*, otros investigadores en ese mismo país y con la misma especie de garrapata han encontrado que incrementos en la población del parásito coinciden con los de mayor precipitación y temperatura (Paes *et al.*, 1988; Veríssimo *et al.*, 1997a,b; Kasai *et al.*, 2000). En África, estudios con la garrapata *Amblyomma hebraeum* se ha afirmado que diferencias entre cargas de distintos animales pueden ser mejor demostradas durante la época de alta proliferación del parásito, que corresponde al verano con ambiente cálido y húmedo (Rechav *et al.*, 1991); en ese mismo continente, el pico poblacional de *Amblyomma variegatum* (Solomon y Kaaya, 1996) y *Boophilus decoloratus* (Fivaz *et al.*, 1992) se observó con el establecimiento de la estación lluviosa. En relación al intervalo entre muestreos, se ha determinado la infestación por garrapatas *B. microplus* en intervalos de una (Utech *et al.*, 1978; Sutherst *et al.*, 1979), dos (Lemos *et al.*, 1985; Sutherst *et al.*, 1988) o tres semanas (Kasai *et al.*, 2000) o conteos a la mitad de cada estación del año (Paes *et al.*, 1988; Verísson *et al.*, 1997).

En *A. cajennense* se han realizado muestreos cada tres (Pinna *et al.*, 2004) y cuatro semanas (Gallardo y Morales, 1999; Álvarez *et al.*, 2003). En África, donde las especies de garrapata más importantes son *A. hebraeum*, *A. variegatum*, *B. decoloratus*, *Hyalomma marginatum rufipes*, *Rhipicephalus appendiculatus* y *R. evertsi evertsi*, se han realizado intervalos mensuales de conteo. La relación entre diferentes conteos en un mismo animal ha sido expresada en términos del índice de constancia; en algunos estudios australianos que investigaron a la garrapata *B. microplus* mencionan valores de índice de constancia de 0.47 en vacas Australian Illawarra Shorthorn (Wharton *et al.*, 1970); por su parte Seifert (1971) encontró que el índice de constancia entre conteos en ganado europeo fue de 0.16 mientras que en cruza de cebú fue de 0.61, asimismo, en hembras se estimó un valor mayor (0.63) que en machos (0.42); en ganado europeo y cruza de éste Sutherst *et al.* (1979) observaron valores entre 0.60 y 0.85; en África con la garrapata *Boophilus decoloratus* se han estimado índices de constancia de 0.75 a 0.90 (Alí y de Castro, 1993); los índices de constancia citados se estimaron con base en conteos mensuales, a excepción de Sutherst *et al.* (1979), quienes consideraron conteos semanales. El presente estudio tuvo como objetivos determinar la infestación natural por garrapatas en un hato de ganado Criollo Lechero Tropical compuesto por animales de diferentes categorías, definidas por su etapa de vida y condición fisiológica, así como durante la época de lluvias, para determinar su variabilidad e intentar definir cuándo y a qué animales muestrear.

MATERIALES Y MÉTODOS

Periodo y lugar

El lugar de estudio ya fue descrito en el capítulo I. El periodo de estudio comprendió los meses de Mayo a Octubre de 2005; éste periodo se determinó en congruencia con la presencia de lluvia.

Las garrapatas prefieren condiciones ambientales cálidas y húmedas (Sonenshine, 1993) que se cumplen en los meses de estudio elegidos (García, 1988).

Clima

Según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1988), el lugar se caracteriza por un clima $Aw_0 (w) (i') gw''$, el menos húmedo de los climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano, oscilación térmica de 5 a 7 °C y estación seca invernal. (Figura 3). La temperatura media anual es de 25.5 °C y la precipitación de 909 mm. La Comisión Nacional del Agua (CNA) a través de la unidad del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), proporcionó la información climática disponible para el lugar y periodo del estudio.

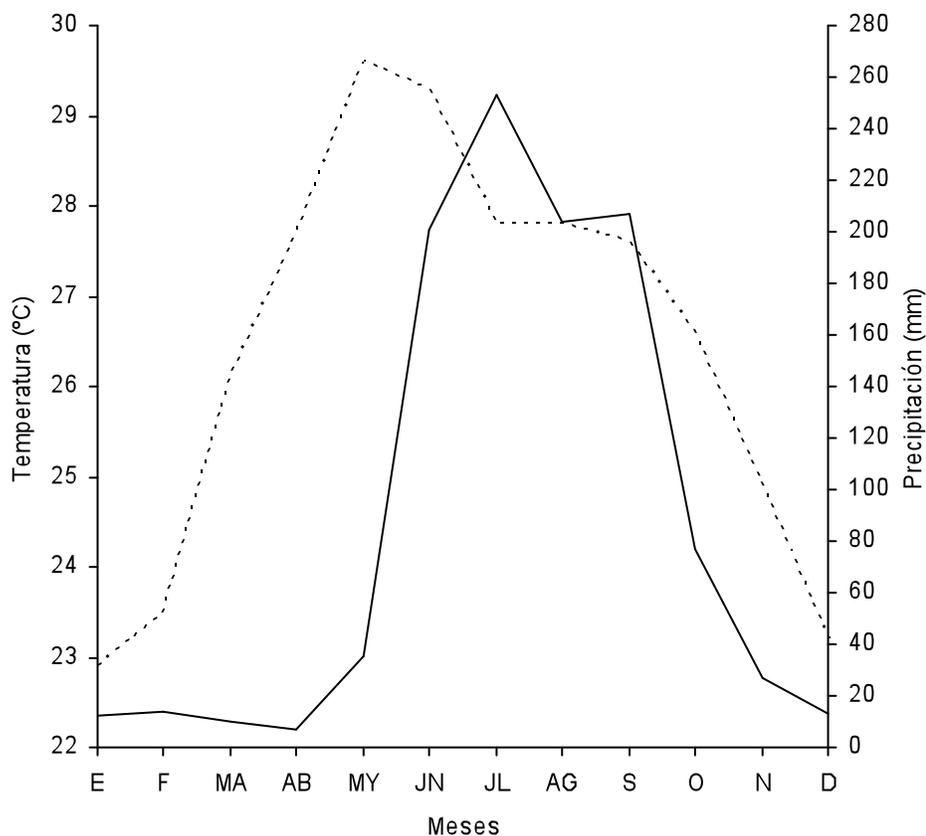


Fig. 3. Fluctuación anual de la temperatura media (.....) y precipitación (____) en el Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. (García, E. 1988).

Animales

Se utilizaron 148 animales, los cuales fueron divididos en ocho categorías: vacas lactantes de 1 a 3 partos (VL13, n=19), vacas lactantes de 4 a 6 partos (VL46, n=10), vacas secas de 1 a 3 partos (VS13, n=13), vacas secas de 4 a 6 partos (VS46, n=9), vacas secas de 7 o más partos (VS7, n=4), vaquillas (VQ, n=46), toretes (TR, n=13) y becerros (BC, n=34), con edades de 2065 ± 45 , 3228 ± 95 , 2280 ± 67 , 4172 ± 109 , 5694 ± 257 , 887 ± 18 , 519 ± 12 y 215 ± 6 días, respectivamente. Vale decir que algunos animales pudieron haber cambiado de categoría durante el estudio, lo cual fue debidamente registrado para propósitos del conteo de garrapatas.

Manejo

La alimentación se basó en el consumo de forraje en pastoreo. Se utilizaron 21 potreros con una extensión aproximada de 3 a 5 ha y un solo potrero de 14.1 ha del cual se obtuvieron potreros más pequeños utilizando cercos eléctricos móviles. Las especies forrajeras predominantes son el Pará (*Brachiaria mutica*) y Alemán (*Echinochloa polystachia*); aunque se dispuso de pequeñas superficies de Estrella (*Cynodon plectostachius*); Guinea (*Panicum maximum*), Limpo (*Hemarthria altissima*) y Gramas nativas (*Paspalum* spp.). La superficie total de pastoreo está conformada preferentemente de terrenos bajos e inundables durante la época de lluvias, aunque algunas superficies pequeñas alcanzan algunos lomeríos. Los animales permanecieron juntos para el pastoreo de acuerdo a su categoría bajo un sistema de rotación. Aunque esta asignación por categoría de animales a los potreros, así como su movilidad relacionada a su estado fisiológico pudieron influir en la variabilidad de la infestación, todos los animales estuvieron sometidos a las mismas condiciones climáticas, instalaciones de manejo, manejados por los mismos vaqueros, en potreros con suelos similares y con suficiente forraje disponible en todos ellos (aunque eventualmente con calidad nutritiva variable) y no recibieron ningún tratamiento químico o biológico para controlar la infestación por garrapatas, y dada la distribución adyacente

de los potreros se considero una condición de homogeneidad entre los mismos. Los becerros (BC) fueron la única categoría que permanecieron en un mismo potrero, pero tuvieron contacto físico con sus madres al momento del ordeño y durante el amamantamiento, lo que permite su infestación por garrapatas. Además del forraje los animales tuvieron acceso a sal común y agua a libertad. Las vacas lactantes se ordeñaron manualmente una sola vez al día por la mañana con la presencia del becerro. Los becerros permanecen con su madre durante los primeros cinco días después del parto, posteriormente son separados de ella durante el día, manteniendo contacto solamente durante el ordeño y amamantamiento a través de toda la lactancia hasta los 9 o 10 meses de edad. Las vacas son servidas mediante inseminación artificial, observándose por un vaquero la presentación de estros durante la ordeña a través de todo el año.

Descripción del estudio

A partir del 16 de Mayo de 2005 una misma persona realizó conteos cada 21 días para determinar la infestación por garrapatas en los animales. El intervalo entre muestreos se determinó con base al ciclo biológico de las garrapatas identificadas (Capítulo I) que fueron *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus* (Delabra *et al.*, 1996); la finalidad fue tratar de contar nuevas garrapatas saturadas (≥ 4.5 mm) en cada muestreo, procurando reducir o mantener constante la posible correlación entre conteos de distintos periodos. Se contó el número total de garrapatas saturadas presentes en el lado izquierdo del cuerpo de cada animal. En las vacas lactantes (VL13 y VL46) el conteo se realizó durante las mañanas mientras permanecieron en la sala de ordeña, se prosiguió con los becerros (BC) durante el amamantamiento con sus madres; posteriormente se muestrearon las vacas secas (VS13, VS46 y VS7), vaquillas (VQ) y toretes (TR) en un corral de manejo. El muestreo de todo el hato tuvo una duración del orden de 7 h.

Análisis estadístico

La distribución de frecuencias del conteo de garrapatas es desconocida, aunque la evidencia empírica ha mostrado ausencia de normalidad (Capítulo I); en este sentido, Calderón *et al.* (1981) propusieron que la distribución espacial de *A. cajennense* y *B. microplus* puede ser descrita por la distribución binomial negativa o por la distribución logarítmica, teniendo la primera un mejor ajuste. Por lo anterior, se realizó la prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para ausencia de normalidad, utilizando para tal propósito los datos del muestreo donde ocurrió la mayor infestación, intentándose transformarlos a escala logarítmica sin éxito (Wharton *et al.*, 1970). Se utilizó la metodología de los modelos lineales mixtos generalizados a través del procedimiento MIXED y el macro GLIMMIX del programa estadístico SAS V.8 (SAS, 1999), lo que permitió el análisis de la información con base en una distribución propia de los datos (Littell *et al.*, 1996). Se asumió una distribución de Poisson (con corrección de escala) la cual está relacionada con datos de conteos (Stell y Torrie, 1985); sin embargo, las medias se presentan en la escala original para facilitar su interpretación biológica. El efecto del periodo se analizó como medida repetida. Se probaron cuatro estructuras de covarianza entre periodos y se determinó cuál fue la más adecuada con base en el criterio de información Bayesiana de Schwarz.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$y_{ijkl} = \mu + C_i + A_{j(i)} + P_k + (C \times P)_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$$

donde:

y_{ijkl} : número de garrapatas del j-ésimo animal de la i-ésima categoría y k-ésimo periodo;

μ : constante común a la población;

C_i : efecto fijo de la i-ésima categoría de animal ($i = 1, 2, \dots, 8$);

$A_{j(i)}$: efecto aleatorio del j-ésimo animal anidado dentro de la i-ésima categoría de animal ($j=1 \dots 148$); $P(\lambda)$;

P_k : efecto fijo del k-ésimo periodo de muestreo ($k = 1 \dots 8$);

$(C \times P)_{ik}$: efecto fijo de la interacción categoría de animal por periodo de muestreo;

ε_{ijkl} : error aleatorio, $P(\lambda)$.

Con la información climatológica de temperaturas y precipitación del periodo previo máximo de 21 días al muestreo, se realizó un análisis de correlación con los valores medios del número de garrapatas por animal y periodo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Utilizando los datos obtenidos del muestreo de Octubre, cuando se observó la mayor infestación, se estimaron los estadísticos descriptivos. La media general, desviación estándar y coeficiente de variación estimados fueron 9.0 ± 0.7 , 8.4 y 92.8 %, respectivamente. La moda fue 3 y la mediana 6, el coeficiente de asimetría fue 1.3 y la kurtosis 1.5. El ganado CLT parece presentar conteos bajos de garrapatas. La distribución de frecuencias de cada conteo por animal del hato se observa en las Figura 4, a partir de la moda las frecuencias de cada conteo se redujeron claramente al aumentar el número de garrapatas. La frecuencia máxima de 24 % se observó en la moda de 3; con frecuencias de 1 a 2 % para valores de 27 o más garrapatas. Esta distribución con asimetría positiva (hacia la derecha) y en forma similar a L ha sido encontrada en estudios del porcentaje de color blanco del pelaje en vacas Holstein (Becerril y Wilcox, 1992; Becerril *et al.*, 1994). La prueba de Shapiro-Wilk para ausencia de normalidad fue estadísticamente significativa ($W=0.87$, $p \leq 0.0001$). La transformación $\log(\text{conteo}+1)$ de los datos no produjo el efecto deseado y se rechazó la hipótesis de normalidad ($W=0.96$, $p=0.0003$). Los intervalos de clase cambiaron después de la transformación (Fig.5). Se obtuvieron distribuciones de frecuencia por categoría de

animal encontrándose coeficientes de asimetría con valores positivos en un intervalo de 0.63 a 2.16 en 6, 0 en 1 y -0.55 en 1. Para el caso de la distribución de frecuencias conjunta de VQ y TR, se observó un coeficiente de asimetría de 1.71, valor ligeramente superior al observado el año anterior y la media del número de garrapatas en el lado izquierdo del cuerpo fue 7.21 ± 0.8 , valor muy cercano a la mitad de la media anterior (Capítulo I).

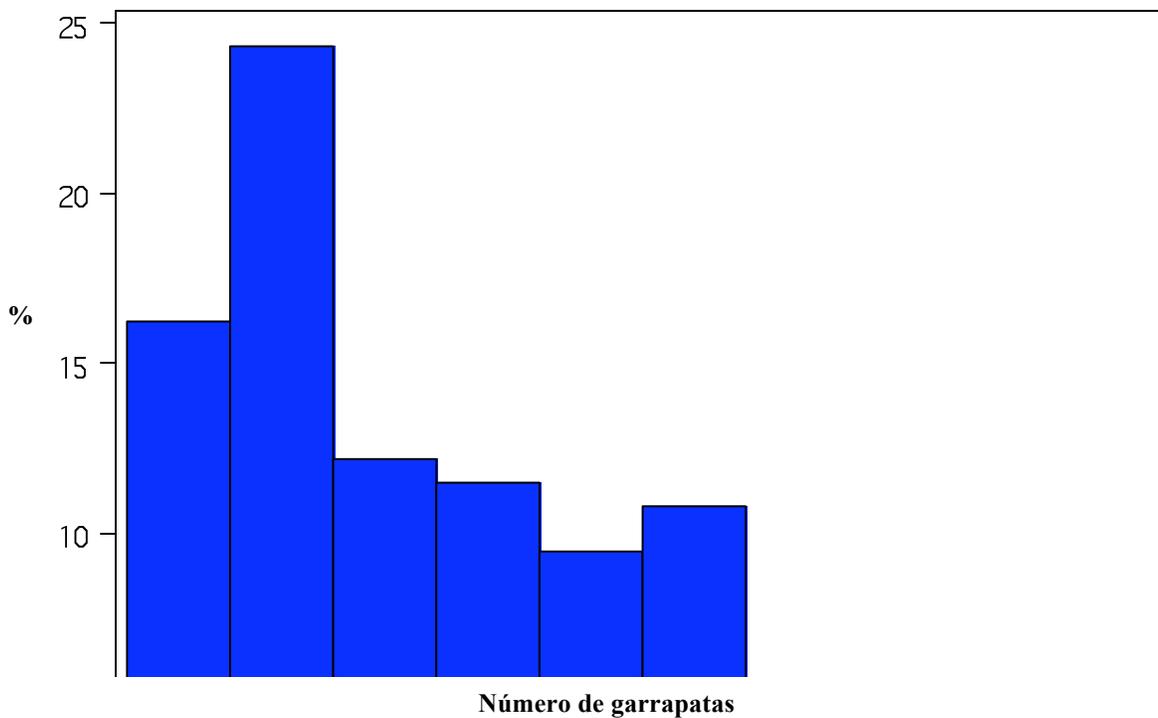


Figura 4. Distribución de frecuencias del número de garrapatas (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) en el lado izquierdo de bovinos Criollo Lechero Tropical en el muestreo de octubre (n=148).

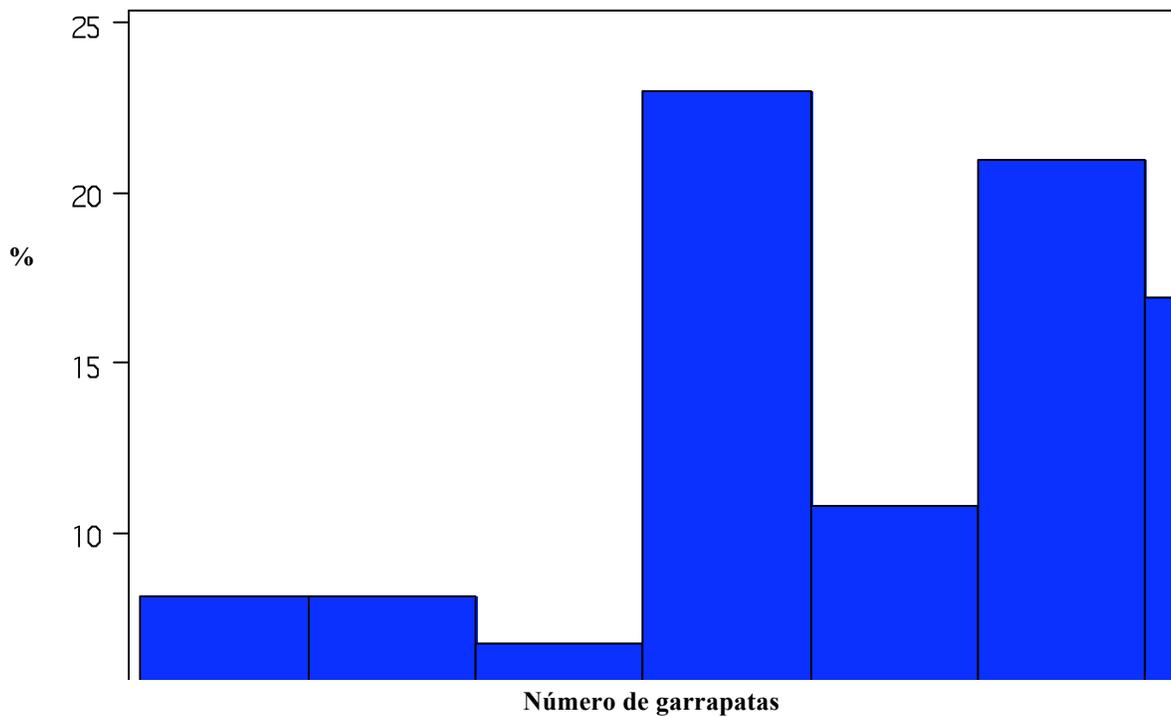


Figura 5. Distribución de frecuencias del número de garrapatas (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) en escala logarítmica, en el lado izquierdo de bovinos Criollo Lechero Tropical en el muestreo de octubre (n=148).

Del modelo estadístico utilizado se encontró que la estructura de covarianza más adecuada entre conteos de un mismo animal en diferentes periodos fue la de simetría compuesta con una correlación estimada de $r=0.12$ entre periodos. La categoría del animal, el periodo de muestreo y su interacción tuvieron efecto significativo en el número de garrapatas del lado izquierdo del cuerpo ($p \leq 0.01$). En el Cuadro 5 se muestran las medias de mínimos cuadrados por categoría de animal y periodo de muestreo, las cuales se presentan esquemáticamente en la Figura 6. Las vacas VL46 en el segundo muestreo de Agosto tuvieron la mayor infestación (mayor de 35, $p \leq 0.01$), pero también tuvieron infestaciones altas (de 20 a 29) en el segundo muestreo de Junio, primero de Agosto y Octubre; un comportamiento similar mostraron las VL13 en el segundo muestreo de Agosto y BC en Octubre. En estas dos categorías de vacas también se presentaron

infestaciones importantes (de 10 a 19) durante los muestreos de Septiembre, Junio, primero de Agosto y Octubre, respectivamente. Infestaciones de 5 a 10 garrapatas se presentaron de manera consistente en VS7 (excepto en el primer muestreo de Agosto) y en VS13, VS46 y VQ en los muestreos de Septiembre (también VL13) y Octubre (también en TR). Conteos menores de 5 se presentaron de manera consistente en diferentes muestreos (con algunas excepciones) en VS13, VS7, VQ, TR y BC (inclusive cercanos a cero). Los efectos de las categorías de animales y los cambios de las condiciones ambientales en los diferentes muestreos fueron importantes en la variabilidad observada (Roberts, 1971; Paes *et al.*, 1988; Sutherst *et al.*, 1988b). Los mayores conteos se presentaron en vacas adultas lactantes y secas (VL46, VL13 y VS7), seguidas del resto de vacas secas (VS46 y VS13) y finalmente de las categorías jóvenes (VQ, TR y BC).

Cuadro 5. Medias ajustadas del número de garrapatas (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) en el lado izquierdo de ganado Criollo Lechero Tropical, por categoría de animal y periodo de muestreo.

Mes de	Categoría ¹									
	VL13	VL46	VS13	VS46	VS7	VQ	TR	BC		
Muestreo										
Mayo	1.9±1.2klm	3.5±1.6hijkl	2.8±1.4jklm	3.1±1.7ijklm	5.8±2.6fghijk	1.6±0.8lm	2.1±1.4klm	2.2±0.9klm		
Junio	4.2±1.2hijkl	5.4±1.8fghijk	4.7±1.4ghijkl	4.3±1.6ghijkl	9.8±2.6cdefgh	3.4±0.7ijkl	0.7±1.4m	0.8±0.9m		
Junio	13.7±1.2cd	23.8±1.8b	0.4±1.4m	5.4±1.6fghijk	6.0±2.6fghijk	2.2±0.7klm	3.2±1.4ijkl	1.6±0.9lm		
Julio	6.6±1.2fghij	9.9±1.8cdefg	2.3±1.4jklm	3.8±1.6hijkl	5.0±2.6ghijkl	2.8±0.7jklm	1.5±1.2lm	0.4±1.1m		
Agosto	12.3±1.2cde	29.6±2.0ab	4.0±1.3hijkl	4.7±1.5ghijkl	1.8±2.6klm	2.3±0.7jklm	2.7±1.2jklm	0.7±1.1m		
Agosto	24.0±1.3b	39.4±2.0a	4.6±1.3ghijkl	4.4±1.5ghijkl	7.8±2.6efghij	4.2±0.7hijkl	3.5±1.2hijkl	1.0±1.1lm		
Septiembre	7.7±1.4efghij	11.0±2.1cdef	7.8±1.2efghi	9.9±1.4cdefg	7.8±2.6efghij	5.1±0.7ghijk	2.9±1.1ijklm	1.2±1.2lm		
Octubre	16.7±1.5bc	27.0±2.6ab	7.9±1.1efghi	7.3±1.3efghij	8.5±2.6defghi	6.5±0.7fghij	9.3±1.1defgh	12.7±1.5cde		
Global	10.9±0.6B	18.7±0.9A	4.3±0.6DE	5.3±0.7CD	6.5±1.3BC	3.5±0.4E	3.2±0.6E	2.6±0.5F		

¹ VL13 (vacas lactantes de 1 a 3 partos); VL46 (vacas lactantes de 4 a 6 partos); VS13 (vacas secas de 1 a 3 partos); VS46 (vacas secas de 4 a 6 partos); VS7 (vacas secas de 7 o más partos); VQ (vaquillas); TR (torretes) y BC (becerros); a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m: medias con literales distintas entre columnas son diferentes (p≤0.01). A, B, C, D, E, F: medias con literales distintas entre columnas son diferentes (p≤0.05).

Sutherst *et al.* (1988a) midieron la resistencia a garrapata en ganado con diferente proporción de genotipo *Bos indicus* a través de infestaciones artificiales y encontraron que la lactancia fue el factor que más afectó el nivel de resistencia, ya que las vacas lactantes tuvieron el doble de garrapatas que las secas. Este comportamiento también lo observaron Veríssimo *et al.* (1997b), quienes trabajando con vacas 5/8 europeo 3/8 cebú en Brasil, encontraron una media de 9 garrapatas por animal en cada conteo realizado y la lactancia tuvo efecto significativo sobre el nivel de infestación. Asimismo, Wharton *et al.* (1970) afirman que durante la lactancia aumenta la susceptibilidad del ganado a la garrapata. Veríssimo *et al.* (1997c) encontraron que animales viejos con edades superiores a los seis años tienen mayores infestaciones, esto mismo fue verificado por Veríssimo *et al.* (1997a) con animales 5/8 europeo, 3/8 cebú mayores de 8 años; los autores sugieren que los becerros son el grupo más resistente y a medida que crecen van perdiendo ésta capacidad pasando por una etapa de mayor susceptibilidad en la pubertad, pero la resistencia se estabiliza cuando alcanzan la madurez volviendo a disminuir cuando envejecen. En contraste con los animales viejos, diversos investigadores han señalado menores cargas de garrapata en becerros (Bourne *et al.*, 1988; Sutherst, 1987; Sutherst *et al.*, 1988a; Veríssimo *et al.*, 1997a; Veríssimo *et al.*, 1997c); ésta observación coincide con los resultados del presente estudio porque el grupo de becerros (BC) mostró una infestación siete veces menor que el grupo más infestado (VL46). Aunque no se realizó medición alguna respecto a la inmunidad de los animales, algunos autores han relacionado bajas cargas de garrapatas en becerros a cierta inmunidad transmitida por la madre durante el amamantamiento (Sutherst *et al.*, 1988a; de Castro y Newson, 1993; Veríssimo *et al.*, 1997a); el comportamiento observado también podría deberse al menor tamaño de éste tipo de animales (el área de contacto de las larvas se reduce) y a diferencias en el comportamiento, ya que pastorean menos tiempo debido al amamantamiento y caminan menos ya que los becerros duermen y descansan más que los adultos; el acicalamiento

por parte de la madre es otro factor importante (Utech *et al.*, 1978). La baja carga observada en VS13, VQ y TR, que son animales jóvenes, podría deberse a una resistencia adquirida a través del tiempo debido al reto constante de la población de garrapatas; ésta aseveración se apoya en la evidencia proporcionada por investigaciones en las que se ha conseguido disminuir la carga de garrapatas en animales sometidos a infestaciones artificiales sucesivas (Hewetson y Nolan, 1968; Hewetson, 1971; Wagland, 1975; Wagland, 1978; Utech y Wharton, 1982; Rechav *et al.*, 1991; Jonsson *et al.*, 2000), además se ha aceptado que la protección procurada por infestaciones naturales (que implica el desarrollo de mecanismos de inmunidad celular, humoral y reacciones de hipersensibilidad) podría ser aún mayor que el de una vacunación (Oberem, 1984).

En el Cuadro 6 se muestran las medias del número de garrapatas, temperaturas y precipitación por muestreo. La mayor infestación ocurrió en Octubre ($p \leq 0.05$) que coincidió con la mayor precipitación, con descensos de temperaturas respecto al muestreo anterior. Le siguió la infestación del segundo muestreo de Agosto, cuando también ocurrió la segunda mayor precipitación y descenso de temperaturas relativas al muestreo anterior y la segunda temperatura máxima más baja y la más baja de las mínimas. Sin embargo, la canícula (reducción de precipitación y aumento de temperatura) ocurrida a finales de Agosto y principios de Septiembre redujo la población de garrapatas saturadas (≥ 4.5 mm). Con excepción del segundo muestreo de Junio los conteos más bajos de garrapatas se observaron durante los muestreos de los meses de Mayo (conteo mínimo del periodo de estudio), Junio y Julio, cuando también se observaron los registros más bajos de precipitación. Con precipitaciones altas, rangos de temperatura más pequeños estuvieron asociados a muestreos con un mayor número de garrapatas (segundo de Agosto y Octubre).

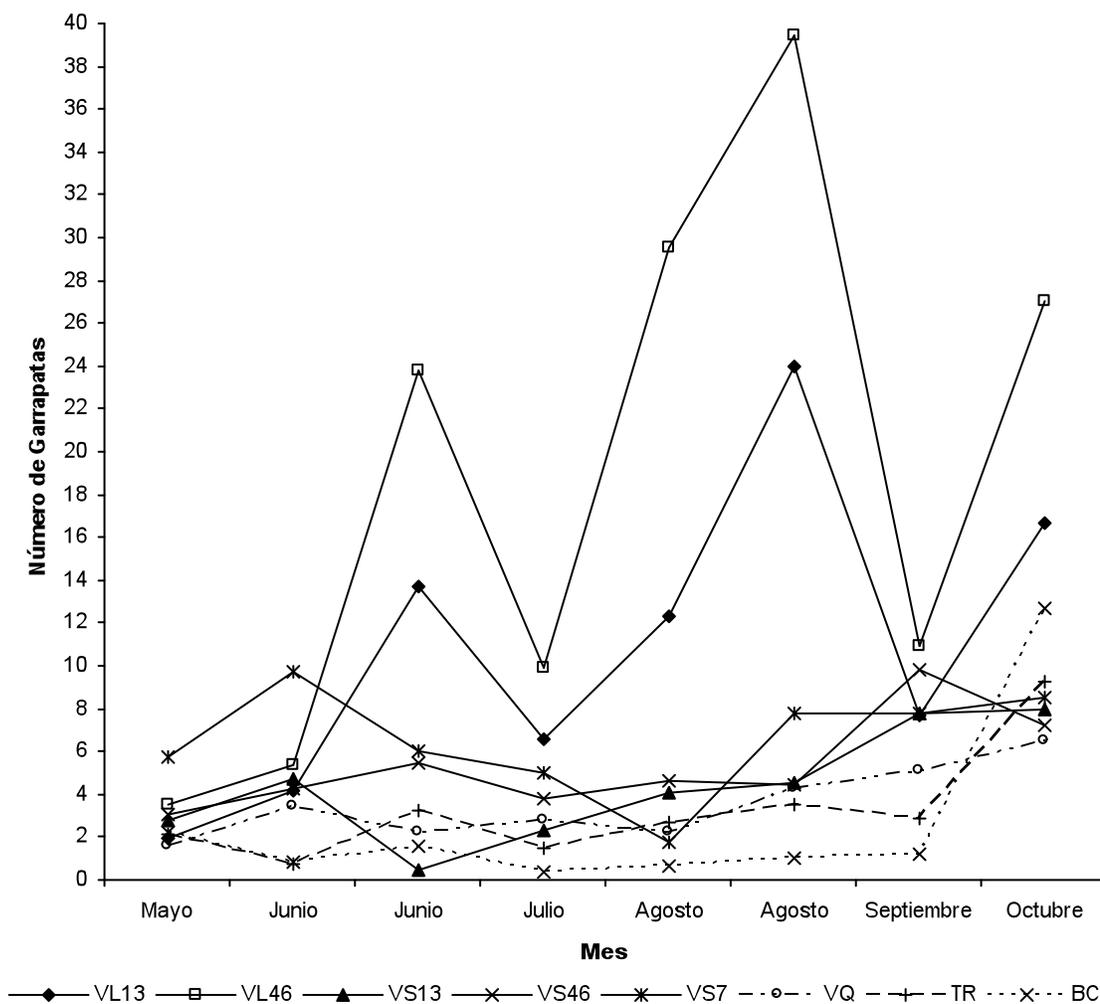
Cuadro 6. Medias ajustadas del número de garrapatas (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) por periodo de muestreo, y de temperaturas y precipitación en días previos al muestreo de ganado Criollo Lechero Tropical (n=148).

Mes de muestreo	Garrapatas	Tmáx ¹ (°C)	Tmín ² (°C)	Rango ³ (°C)	pp ⁴ (mm)
Mayo (21) ⁵	2.87±0.55c	31.7±0.8	22.7±0.3	9.0±0.7	1.4±1.1
Junio (5)	4.16±0.55c	30.8±1.5	22.6±0.7	8.2±1.2	2.6±1.9
Junio (17)	7.05±0.55b	33.0±0.7	23.6±0.3	9.4±0.6	10.8±4.2
Julio (21)	4.03±0.55c	32.3±0.5	23.3±0.2	9.0±0.4	10.4±4.6
Agosto (15)	7.25±0.55b	32.1±0.3	22.4±0.2	9.7±0.3	11.8±4.7
Agosto (18)	11.11±0.55a	30.8±0.5	22.3±0.1	8.5±0.5	11.9±3.0
Septiembre (20)	6.66±0.56b	32.1±0.3	22.8±0.2	9.3±0.3	10.9±3.8
Octubre (21)	11.97±0.60a	31.0±0.6	22.4±0.2	8.6±0.6	17.9±9.4

a, b, c: medias con literales distintas entre hileras son diferentes ($p \leq 0.05$). ¹Tmáx = Temperatura máxima, ²Tmín = Temperatura mínima, ³Rango = Tmáx - Tmín, ⁴pp = Precipitación, ⁵Número de observaciones para el cálculo de las medias de temperatura y precipitación antes de cada muestreo.

Durante el periodo de estudio los coeficientes de variación para temperatura máxima y mínima fueron 8.1 % y 4.8 %, mientras que para precipitación fue 213.6 %. Los coeficientes de correlación (r) entre la media de garrapatas por muestreo y precipitación fue 0.83 ($p \leq 0.01$). Sin embargo para temperatura máxima, temperatura mínima y rango mostraron una tendencia negativa -0.35, -0.44 y -0.15 ($p > 0.05$). Lo anterior es indicativo que la precipitación tiene una relación más importante con el número de garrapatas que con las variables de temperatura. Una asociación diferente fue mencionada por Paes *et al.* (1988), quienes trabajando en Brasil con infestaciones naturales en ganado Mantiqueira encontraron que durante el periodo de menor temperatura y precipitación (invierno) se registró la menor carga. En primavera, cuyas condiciones de humedad y temperatura aumentan respecto al invierno, hubo una baja infestación; lo que atribuyen los autores a una pequeña población de garrapatas existente en los pastos, la cual resulta del invierno que es una época crítica para los parásitos. Al final del otoño el descenso, principalmente de humedad y temperatura, reduce la población de las garrapatas. Kasai *et al.*

(2000) con ganado Holandés x Cebú en Brasil, observaron un comportamiento parecido, ya que encontraron una menor carga en los meses donde la precipitación y la temperatura son más bajas; en primavera, con el aumento en éstas variables climáticas, observaron un incremento en la población. En este mismo sentido, diferentes trabajos han evidenciado la estacionalidad de la incidencia de garrapatas (Sutherst *et al.*, 1983; Sutherst *et al.*, 1988b; Veríssimo *et al.*, 1997a). Se sabe que éstas reconocen el periodo estacional óptimo, en cuanto a condiciones climáticas, para el crecimiento de su población, prefiriendo incrementos en humedad relativa y decremento de la temperatura ambiental, lo que las protege de la desecación y les permite un periodo mayor de vida libre en busca de hospedero (Sonenshine, 1993; Sutherst *et al.*, 1979; Roberts, 1971; Dreyer *et al.*, 1998); también se ha observado que en temporada de lluvias se reduce la habilidad del ganado para expresar su resistencia, por lo que se observan mayores infestaciones (Paes *et al.*, 1988; Sutherst *et al.*, 1988a). En otros estudios con *Amblyomma variegatum* y *Rhipicephalus evertsi evertsi* en África, se ha observado que el tamaño de la población de garrapatas a través del tiempo muestra picos (Solomon y Kaaya, 1996; Kasai *et al.*, 2000).



VL13 (vacas lactantes de 1 a 3 partos); VL46 (vacas lactantes de 4 a 6 partos); VS13 (vacas secas de 1 a 3 partos); VS46 (vacas secas de 4 a 6 partos); VS7 (vacas secas de 7 o más partos); VQ (vaquillas); TR (toretos) y BC (becerros).

Figura 6. Interacción categoría de animal por periodo de muestreo en el número de garrapatas (*Amblyomma cajennense*+ *Boophilus microplus*) en el lado izquierdo de ganado Criollo Lechero Tropical.

CONCLUSIONES

La distribución de frecuencias de los conteos de garrapatas mostró asimetría positiva lo que indicó un bajo número de animales con altas cargas de garrapatas. La categoría del animal afectó la magnitud de la carga de garrapatas, los valores más altos se encontraron en las vacas lactantes (10.9 ± 0.6 y 18.7 ± 0.9 para VL13 y VL46, respectivamente) y en las vacas secas de más edad (6.5 ± 1.3). Los menores niveles de infestación se registraron en los animales más jóvenes, principalmente en los becerros (2.6 ± 0.5). Con el fin de conocer la carga parasitaria producida por la infestación natural de garrapatas en el ganado Criollo Lechero Tropical las vaquillas (3.5 ± 0.4) y toretes (3.2 ± 0.6) podrían ser las categorías más adecuadas, ya que no presentan grandes variaciones y son animales jóvenes no expuestos a otros factores fisiológicos de estrés (lactancia, reproducción, etc.). Se detectó que los picos de infestación se presentan relacionados a precipitaciones altas y temperaturas más bajas, que correspondieron a los últimos cuatro muestreos, de acuerdo al periodo de estudio y bajo las condiciones climáticas del centro de Veracruz. La precipitación fue el factor más relacionado al aumento de la población del parásito ($r=0.83$, $p \leq 0.01$).

CAPÍTULO IV

RESUMEN Y DISCUSIÓN GENERAL

Los objetivos globales del presente estudio fueron caracterizar las especies de garrapatas, descubrir una manera simple de medir su presencia, determinar su distribución en diferentes regiones corporales y medir su variabilidad a través de varios meses de la época de lluvias en las diferentes categorías de animales que conforman un hato de ganado Criollo Lechero Tropical, ubicado en el centro del Estado de Veracruz, México. Las hipótesis fundamentales de trabajo fueron que pocas especies de garrapata y en conteos bajos infestarían al ganado CLT, prefiriendo algunas regiones corporales de los mismos y que se podría encontrar una medida útil de la infestación, sin necesidad de contar las garrapatas en toda la superficie del cuerpo de cada animal, además que los muestreos durante la época de lluvias permitirían identificar aquellos meses en que las infestaciones ocurren con mayor intensidad y a su vez poder definir cuándo y a qué categoría de animales sería más conveniente muestrear en futuros estudios, con el fin de conocer la variabilidad de la infestación entre los mismos. Estas hipótesis se basan en el hecho de que el ganado CLT ha permanecido por más de 500 años bajo selección natural en climas cálidos de regiones tropicales de las tierras bajas de varios países del continente Americano, por lo cual ha desarrollado resistencia a las infestaciones de diversos parásitos externos e internos, y que puede ser observada en cada animal individualmente. Además, la preferencia de las garrapatas por ciertas regiones corporales permitiría llevar a cabo una medición simple y rápida de su infestación durante la ocurrencia de las mayores precipitaciones en el año, cuando las poblaciones de garrapatas tienden a aumentar.

En una muestra de 28 vaquillas y 16 toretes de 655 ± 35 y 741 ± 89 días de edad, respectivamente, durante el mes de Octubre, se identificaron en el laboratorio las especies de garrapatas que infestan el ganado CLT y se obtuvieron conteos de garrapatas saturadas mayores de 4.5 mm, en 18 regiones definidas en el cuerpo de cada animal. En vista de que los conteos de garrapata tuvieron una distribución empírica no normal, estos se transformaron a escala logarítmica. Los datos transformados se analizaron con la metodología de los modelos mixtos, con la inclusión de los efectos de sexo del animal, especie de garrapata (excluida en un segundo análisis), región corporal (como observación repetida de un mismo animal) y sus interacciones. También se realizó un análisis de correlación entre conteos de diferentes regiones corporales. Las especies de garrapata identificadas fueron *Amblyomma cajennense* (*Ac*) y *Boophilus microplus* (*Bm*). La distribución de frecuencias del número de garrapata mostró una asimetría positiva, lo que indicó que la mayoría de los animales se localizaron a la izquierda de la distribución. Se estimaron 14.5 ± 1.15 (*Ac+Bm*), 10.6 ± 0.8 *Ac* y 3.5 ± 0.8 *Bm* en todo el cuerpo del animal. La diferencia entre el número de garrapatas por especie podría estar relacionada a un posible antagonismo entre ambas en términos de espacio y alimento, además de una posible disminución de la población de *Bm* en México debida a la campaña de erradicación de la misma. Las ingles (5.6 ± 0.5) y las axilas (4.4 ± 0.5) fueron las regiones más infestadas, pero el número de garrapatas en un sólo lado del cuerpo fue el más correlacionado con el número total corporal, $r=0.94$ ($p\leq 0.01$). La preferencia mostrada por las garrapatas por regiones corporales particulares pudo deberse a que aquellas zonas representan un ambiente más favorable para su desarrollo y por la forma en que se alimentan, prefiriendo regiones corporales con mayor disponibilidad de vasos sanguíneos.

Con 148 bovinos CLT se realizaron cada 21 días 8 muestreos de conteos de garrapatas saturadas, mayores de 4.5 mm, en el lado izquierdo del cuerpo de cada animal, durante los meses de Mayo a Octubre, cuando ocurren las precipitaciones más abundantes y presumiblemente las infestaciones más fuertes, de acuerdo al clima predominante en el lugar de estudio. Tomando en cuenta su actividad fisiológica y edad se definieron 8 categorías de animales en el hato: vacas lactantes de 1 a 3 partos (VL13), vacas lactantes de 4 a 6 partos (VL46), vacas secas de 1 a 3 partos (VS13), vacas secas de 4 a 6 partos (VS46), vacas secas de 7 o más partos (VS7), vaquillas (VQ), toretes (TR) y becerros (BC), las edades de los animales por categoría oscilaron entre 215 ± 6 y 5694 ± 257 días de edad. La distribución empírica de frecuencias fue no normal y en forma parecida de L, con asimetría positiva. El análisis estadístico se realizó bajo un modelo lineal mixto generalizado con efectos de categoría, periodo de muestreo y sus interacciones, con una función de Poisson corregida. La categoría del animal, el periodo de muestreo y su interacción tuvieron un efecto significativo en el número de garrapatas del lado izquierdo del cuerpo ($p \leq 0.01$).

Las VL46 en el segundo muestreo de Agosto tuvieron la mayor infestación (mayor de 30, $p \leq 0.01$), pero también infestaciones altas (de 20 a 29) en el segundo muestreo de Junio, primero de Agosto y Octubre; un comportamiento similar mostraron las VL13 en el segundo muestreo de Agosto y BC en Octubre. En estas dos categorías de vacas también se presentaron infestaciones importantes (de 10 a 19) durante los muestreos de Septiembre, Junio, primero de Agosto y Octubre, respectivamente. Infestaciones de 5 a 10 garrapatas se presentaron de manera consistente en VS7 (excepto en el primer muestreo de Agosto) y en VS13, VS46 y VQ en los muestreos de Septiembre (también VL13) y Octubre (también en TR). Conteos menores de 5 se presentaron de manera consistente en diferentes muestreos (con algunas excepciones)

en VS13, VS7, VQ, TR y BC (inclusive cercanos a cero). Los mayores niveles de infestación se observaron en Octubre (11.97 ± 0.60), Agosto (11.11 ± 0.55 y 7.25 ± 0.55), Junio (7.05 ± 0.55) y Septiembre (6.66 ± 0.56); se encontró también que las medias del número de garrapatas por muestreo mostraron una correlación significativa ($r > 0.8$, $p \leq 0.01$) con el valor medio de precipitación observado en un máximo de 21 días previos al día de muestreo; en contraste, la correlación con el rango de temperatura fue negativa, cercana a cero y no significativa, lo que muestra la relación de la población de garrapatas infestantes con la precipitación en condiciones de infestación natural. La interacción observada entre la categoría de animal y el periodo de muestreo sugiere que bajo infestación natural, los animales tienen cargas parasitarias diferenciales a través de la temporada de lluvias. Con base en los resultados obtenidos, se considera que el periodo entre Agosto y Octubre sería el más conveniente para tomar registros de conteo de garrapatas y se sugiere que por ser las vaquillas y los toretes categorías jóvenes de animales, sujetos a infestación natural en condiciones de pastoreo en potrero, sean estos animales a los que se les tome dicho registro.

BIBLIOGRAFÍA

Alí, M. and de Castro, J.J. 1993. Host resistance to ticks (Acari:Ixodidae) in different breeds of cattle at Bako, Etiopia. Trop. Anim. Hlth. Prod. 25:215-222.

Álvarez, V.; Bonilla, R. y Chacón, I. 2003. Abundancia relativa de *Amblyomma* spp. (Acari:Ixodidae) en bovinos (*Bos taurus* y *B. indicus*) de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 51:435-444.

Barré, N.; Camus, E.; Borel, G. et Aprelon, R. 1991. Sites de fixation de la tique *Amblyomma variegatum* sur ses hôtes en Guadeloupe (Antilles françaises). Revue Élev. Méd. Vét. Pays trop. 44(4):453-458.

Becerril C.M. and C.J. Wilcox. 1992. Determination of percentage white coat color from registry certificates in Holsteins. J. Dairy. Sci. 75:3582-3586.

Becerril C.M.; C.J. Wilcox; G.R. Wiggans and K.N. Sigmon. 1994. Transformation of measurements percentage of white coat color for Holsteins and estimation of heritability. J. Dairy Sci. 77:2651-2657.

Bittencourt, E.B. and Rocha, C.F.D. 2002. Spatial use of rodents (Rodentia: Mammalia) host body surface by ectoparasites. Braz. J. Biol. 62(3):419-425.

Bloemer, S.R.; Zimmerman, R.H. and Fairbanks, K. 1988. Abundance, attachment sites, and density estimators of lone star ticks (Acari:Ixodidae) infesting white-tailed deer. J. Med. Entomol. 25(4):295-300.

Bourne A.S.; Sutherst, R.W.; Sutherland, I.D.; Maywald, G.F. and Stegeman. 1988. Ecology of cattle tick (*Boophilus microplus*) in subtropical Australia. III. Modelling populations on different breeds of cattle. Aust. J. Agric. Res. 39:309-318.

Calderón A. L.; Reyna R. R.; Carrillo L. A.; Infante G. S. y Camino L. M. 1981. Patrones en la disposición de las garrapatas *Boophilus microplus* (Canestrini) y *Amblyomma cajennense* (Fabricius) (Acarida: Ixodidae) sobre bovinos. I. Disposición espacial. Agrociencia 46(3):101-109.

de Alba, J. 1977. Relaciones entre la garrapata y el ganado. Implicaciones sobre la producción pecuaria. Rev. Mex. Prod. Anim. 9:3-31.

de Alba, J. 1981. Resistencia a enfermedades y adaptación de ganados Criollos de América al ambiente tropical. In: Recursos genéticos animales en América Latina: ganado criollo y especies de altura (Muller-Haye y Gelman. eds). FAO. Roma, Italia. 168 p.

de Alba, J. y Carrera, C. 1958. Selección del ganado Criollo Lechero Tropical. Publicaciones Turrialba. No. 61. Departamento de Industria Animal IICA; Turrialba, Costa Rica.

de Castro, J.J.; Capstick, P.B.; Nokoe, S.; Kiara, H.; Rinkanya, F.; Slade, R.; Okello, O. and Bennun, L. 1991. Towards the selection of cattle for tick resistance in Africa. *Exp. Appl. Acarol.* 12:219-227.

de Castro, J.J. and Newson, R.M. 1993. Host resistance in cattle tick control. *Parasitol. Today.* 9(1): 13-17.

Delabra, G.; Fragoso, H.; Franco, R.; Martínez, F.; Ortiz, M.; Ortiz, A.; Osorio, J.; Santamaría, M. y Soberanes, N. 1996. Manual de identificación de las especies de garrapatas de importancia en México. Dirección General de Salud Animal. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. México. 89 p.

Dreyer, K.; Fourie, L.J. and Kok, D.J. 1998. Individual host variations in ticks of cattle in a resource-poor community. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 65:291-296.

FAO, 1981. Recomendaciones de la consulta de expertos FAO/PNUMA sobre la evaluación y conservación de recursos genéticos animales. In: Recursos genéticos animales en América Latina: ganado criollo y especies de altura (Muller-Haye y Gelman. eds). FAO. Roma, Italia. 168 p.

Fivaz, B.H.; de Waal, D.T. and Lander, K. 1992. Indigenous and crossbred cattle- A comparison of resistance to ticks and implications for their strategic control in Zimbabwe. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 24:81-89.

Frisch, J.E. 1999. Towards a permanent solution for controlling cattle ticks. *Int. J. for Parasitol.* 29:57-71.

Frisch, J.E.; O'Neill, C.J. and Kelly, M.J. 2000. Using genetics to control cattle parasites-The Rockhampton experience. *Int. J. for Parasitol.* 30:253-264.

Gallardo, J.S. y Morales, J. 1999. Incidencia de *Boophilus microplus* y *Amblyomma cajennense*, dinámica poblacional de *B. microplus* (Acari:Ixodidae) en el municipio de Morán, Estado Lara. *Bioagro.* 11:51-60.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. 246 p.

Gray, G.D. and Gill, H.S. 1993. Host genes, parasites and parasitic infections. *Int. J. Parasitol.* 23:485-494.

Hewetson, R.W. and Nolan, J. 1968. Resistance of cattle to cattle tick, *Boophilus microplus*. I. The development of resistance to experimental infestation. *Aust. J. Agric. Res.* 19:323-333.

Hewetson, R.W. 1971. Resistance of cattle to cattle tick, *Boophilus microplus*. III. The development of resistance to experimental infestations by purebred Sahiwal and Australian Illawarra Shorthorn cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 22:331-342.

Jonsson, N.N.; Matschoss, A.L.; Pepper, P.; Green, P.E. and Ansell, J. 2000. Resistance of Holstein-Friesian cows to infestation by the cattle tick (*Boophilus microplus*). Vet. Parasitol. 89:297-305.

Kasai, N.; Labruna, M.B.; Pires, A.V.; Louvandini, H.; Abdalla, A.L. and Gennari, S.G. 2000. Populational dynamics of *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) in dairy cattle under intensively grazing elephant grass pasture. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 52:453-458.

Latif, A.A.; Punyua, D.K.; Nokoe, S. and Capstick, P.B. 1991. Tick infestations on zebu cattle in western Kenya: individual host variation. J. Med. Entomol. 28:114-121.

Lavoipierre, M.M.J. 1965. Feeding mechanism of blood-sucking arthropods. Nature. 208(5007):302-303.

Lemos, A.M.; Teodoro, R.L.; Oliveira, G.P. and Madalena, F.E. 1985. Comparative performance of six Holstein-Friesian x Guzera grades in Brazil. Anim. Prod. 41:187-191.

L'Hostis, M.; Diarra, O. and Seegers, H. 1994. Sites of attachment and density assessment of female *Ixodes ricinus* (Acari:Ixodidae) on dairy cows. Exp. Appl. Acarol. 18:681-689.

Littell, R.; Milliken, G.; Stroup, W. and Wolfinger, R. 1996. SAS System for Mixed Models. SAS. USA. 633 p.

- Mackinnon, M.J.; Meyer, K. and Hetzel, D.J.S. 1991. Genetic variation and covariation for growth, parasite resistance and heat tolerance in tropical cattle. *Livest. Prod. Sci.* 27:105-122.
- Marshall, A.G. 1981. *The ecology of ectoparasitic insects.* Academic Press. UK. 351 p.
- Marquez, F.J. et Guiguen, C. 1992. Distribution sur l'hôte des ixodides parasites d'*Oryctolagus cuniculus* (L.) et facteurs qui l'affectent. *Acarol.* 23(2):141-148.
- Mathee, S.; Meltzer, D.G.A. and Horak, I.G. 1997. Sites of attachment and density assessment of ixodid ticks (Acari: Ixodidae) on impala (*Aepyceros melampus*). *Exp. Appl. Acarol.* 21:179-192.
- Mooring, M.S. and McKenzie, A.A. 1995. The efficiency of patch sampling for determination of relative tick burdens in comparison with total tick counts. *Exp. Appl. Acarol.* 19:533-547.
- Mooring, M.S.; McKenzie, A.A. and Hart, B.L. 1996. Grooming in impala: role of oral grooming in removal of ticks and effects of tick in increasing grooming rate. *Physiol. Behav.* 59:965-971
- Müller, B. y Gelman, J. 1981. Recursos genéticos animales en América Latina: ganado criollo y especies de altura. FAO. Roma, Italia. 168 p.

- Oberem, P.T. 1984. The immunological basis of host resistance to ticks- a review. *J. South African Vet. Ass.* 55:215-217.
- Ogore, P.B.; Baker, R.L.; Kenyanjui, M. and Thorpe, W. 1999. Assessment of natural Ixodid infestations in sheep. *Small Rum. Res.* 33:103-107.
- O’Kelly, J.C. and Spiers, W.G. 1976. Resistance to *Boophilus microplus* (Canestrini) in genetically different types of calves in early life. *J. Parasitol.* 62:312-317.
- Paes, G.G.; Pereira, D.J.; Figueiredo, A.L.; Gambini, L.B. and de Aquino, B.M. 1988. Genetic and environmental factors in natural infestation of tick (*Boophilus microplus*, Canestrini) in dairy heifers. *B. Industr. Anim.* 45:19-32.
- Pinna, M.; Sanabria, A.; Machado, V. e de Moraes, M. 2004. Incidência e distribuição de *Amblyomma cajennense* em regiões de equinos das raças Mangalarga Marchador e Bretão Portier, naturalmente infestados. *Parasitol. Latinoam.* 59:21-25.
- Rechav, Y.; Clarke, F.C. and Dauth, J. 1991. Acquisition of immunity in cattle against the blue tick, *Boophilus decoloratus*. *Exp. Appl. Acarol.* 11:51-56.
- Ribeiro, J.M.C. 1987. Role of saliva in blood-feeding by arthropods. *Ann. Rev. Entomol.* 32:463-478.

Roberts, J.A. 1971. Behavior of larvae of the cattle tick, *Boophilus microplus* (Canestrini), on cattle of differing degrees of resistance. J. Parasitol. 57:651-656.

SAS (Statistical Analysis System). 1999. SAS User' Guide Statistics, Version 8.0. SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA. 956 p.

Salazar, J.J. y Cardozo, A. 1981. Desarrollo del ganado Criollo en América Latina: resumen histórico y distribución actual. In: Recursos genéticos animales en América Latina: ganado criollo y especies de altura (Muller-Haye y Gelman. eds). FAO. Roma, Italia. 168 p.

Seifert, G.W. 1971. Variations between and within breeds of cattle in resistance to field infestations of cattle tick (*Boophilus microplus*). Aust. J. Agric. Res. 22:159-168.

Serra-Freire, N.M. e Furlong, J. 1993. Comportamento de *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) e *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) em infestações simultâneas em bovinos. Rev. Bras. Parasitol. Vet. 2(2):99-104.

Serra-Freire, N.M.; Cavalcanti, P.L.; Salles, G.G.; de Oliveira, N.E.; Chaves, D.G. e Maduro, C.H. 1995. Ecto e entero parasitos de bovinos Jersey em Resende, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Rev. Univ. Rural, Sér. Ciênc. da Vida. 17(1):75-81.

Shahardar, R.A. and Narsapur, V.S. 2003. Studies on host preferences and preferred feeding sites of ixodid ticks in bovines. Indian Vet. J. 80:736-738.

Solís, S. 1987. El efecto del programa de control de *Boophilus microplus* en la dinámica de población de *Amblyomma spp.* en México. In: La erradicación de la garrapata. Actas de consulta de expertos sobre erradicación de las garrapatas con referencia especial a las Américas. FAO. México.

Solomon, G. and Kaaya, G.P. 1996. Comparison of resistance in three breeds of cattle against African ixodid ticks. *Exp. Appl. Acarol.* 20:223-230.

Sonenshine, D.E. 1993. *Biology of ticks*. V.2. Oxford University Press. 465 p.

Steel, R. y Torrie, J. 1985. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 2ª. Ed. McGraw-Hill. México. 622 p.

Sutherst, R.W. 1987. Resistance of cattle to ticks as one element in a tick control programme. In: La erradicación de la garrapata. Actas de consulta de expertos sobre erradicación de las garrapatas con referencia especial a las Américas. FAO. México.

Sutherst, R.W.; Maywald, G.F.; Bourne, A.S.; Sutherland, I.D. and Stegeman, D.A. 1988a. Ecology of the cattle tick (*Boophilus microplus*) in subtropical Australia II. Resistance of different breeds of cattle. *Aust. J. Agric. Res.* 39:299-308.

Sutherst, R.W.; Sutherland, I.D.; Bourne, A.S.; Sutherst, R.W.; Maywald, G.F. and Stegeman, D.A. 1988b. Ecology of the cattle tick (*Boophilus microplus*) in subtropical Australia I. Introduction and free-living stages. Aust. J. Agric. Res. 39:285-297.

Sutherst, R.W.; Kerr, J.D.; Sutherst, R.W. and Stegeman, D.A. 1983. The effect of season and nutrition on the resistance of cattle to the tick *Boophilus microplus*. Aust. J. Agric. Res. 34:329-339.

Sutherst, R.W.; Wharton, R.H.; Cook, I.M.; Sutherland, I.D. and Bourne, A.S. 1979. Long-term population studies on the cattle tick (*Boophilus microplus*) on untreated cattle selected for different levels of tick resistance. Aust. J. Agric. Res. 30:353-368.

Tatchell, R.J. and Moorhouse, D.E. 1968. The feeding processes of the cattle tick *Boophilus microplus* (Canestrini). Parasitol. 58:441-459.

Trápaga, B.J. 1987. La campaña contra la garrapata *Boophilus spp.* en México – Logros, problemas y perspectivas. In: La erradicación de la garrapata. Actas de consulta de expertos sobre erradicación de las garrapatas con referencia especial a las Américas. FAO. México.

Utech, K.B.W.; Seifert, G.W. and Wharton, R.H. 1978. Breeding Australian Illawarra Shorthorn cattle for resistance to *Boophilus microplus*. I: Factors affecting resistance. Aust. J. Agric. Res. 29:411-422.

Utech, K.B.W. and Wharton, R.H. 1982. Breeding for resistance to *Boophilus microplus* in Australian Illawarra Shorthorn and Brahman x Australian Illawarra Shorthorn cattle. Aust. Vet. J. 58:41-46.

Veríssimo C.J. e Duarte, A. 1994. Método simplificado de contagem para avaliar a resistência de bovinos ao carrapato *Boophilus microplus*. B. Indústr. Anim. 51(2):169-173.

Veríssimo, C.J.; Gomes, D. S. R.; Duarte, D.O. A.; Ramos, R.W. and Franco, R.U. 1997a. Resistance and susceptibility of a crossbred dairy herd to the cattle tick *Boophilus microplus*. B. Indústr. Anim. 54:1-10.

Veríssimo, C.J.; Gomes, D. S. R.; Duarte, D.O. A.; Ramos, R.W. and Franco, R.U. 1997b. Resistance and susceptibility of a crossbred dairy cows to the cattle tick *Boophilus microplus*. B. Indústr. Anim. 54:11-17.

Veríssimo, C.J.; Gomes, D. S. R.; Duarte, D.O. A.; Ramos, R.W. and Franco, R.U. 1997c. “*Boophilus microplus*” Tick instar counts on a crossbred herd. B. Indústr. Anim. 54:19-24.

Villares, J.B. 1941. Climatologia zootécnica III: Contribuição ao estudo da resistência e susceptibilidade genética dos bovinos ao *Boophilus microplus*. B. Indústr. Anim. 4:60-79.

Wagland, B.M. 1975. Host resistance to cattle tick (*Boophilus microplus*) in Brahman (*Bos indicus*) cattle. I. Responses of previously unexposed cattle to four infestations with 20,000 larvae. Aust. J. Agric. Res. 26:1073-1080.

Wagland, B.M. 1978. Host resistance to cattle tick (*Boophilus microplus*) in Brahman (*Bos indicus*) cattle. II. The dynamics of resistance in previously unexposed and exposed cattle. Aust. J. Agric. Res. 29:395-400.

Wharton, R.H., and Norris K.R. 1980. Control of parasitic arthropods. Vet. Parasitol. 6:135-164.

Wharton, R.H.; Utech, K.B.W. and Turner, H.G. 1970. Resistance to the cattle tick, *Boophilus microplus* in a herd of Australian Illawarra Shorthorn cattle: its assessment and heritability. Aust. J. Agric. Res. 21:163-181.

ANEXO I

Programa SAS para el análisis de los datos correspondientes al Capítulo I.

```
data tick;
input animal $ edad region $ sexo especie numero;
cards;
E-52 779 CZI 1 1 0
E-52 779 CZD 1 1 0
E-52 779 CLI 1 1 0
E-52 779 CLD 1 1 0
E-52 779 TXI 1 1 0
E-52 779 TXD 1 1 0
E-52 779 AXI 1 1 0
E-52 779 AXD 1 1 0
E-22 824 CZI 1 2 0
E-22 824 CZD 1 2 0
E-22 824 CLI 1 2 0
E-22 824 CLD 1 2 0
E-22 824 TXI 1 2 0
E-22 824 TXD 1 2 0
E-22 824 AXI 1 2 1
E-22 824 AXD 1 2 0
E-20 830 CZI 1 2 0
E-20 830 CZD 1 2 1
E-20 830 CLI 1 2 1
E-20 830 CLD 1 2 2
E-20 830 TXI 1 2 0
E-20 830 TXD 1 2 0
E-20 830 AXI 1 2 5
E-20 830 AXD 1 2 3
;
proc mixed data=tick;
class sexo animal region especie;
model numero=sexo region sexo*region especie sexo*especie region*especie
sexo*region*especie;
repeated region/subject=animal(sexo) type=cs r rcorr;
lsmeans sexo*region/pdiff;
run;
```

ANEXO II

Programa SAS para el análisis de los datos correspondientes al Capítulo II.

```
data tick;
input animal $ sexo $ grupo edad numero numtrans periodo fecha potrero;
if grupo=1211 or grupo=1212 or grupo=1213 then grupo=1;
if grupo=1221 or grupo=1222 or grupo=1223 then grupo=2;
if grupo=1231 or grupo=1232 or grupo=1233 then grupo=3;
cards;
C2      H      1212  1948  1      0.301029996 1      1605  8
D29     H      1213  1366  2      0.477121255 1      1605  8
B20     H      1213  2101  0      0          1      1605  8
D19     H      1213  1079  0      0          1      1605  8
U68     H      1223  4288  2      0.477121255 1      1605  8
X16     H      1223  3272  3      0.602059991 1      1605  8
Y7      H      1211  3299  1      0.301029996 1      1605  8
B23     H      1211  2096  3      0.602059991 1      1605  8
Y16     H      1223  2865  4      0.698970004 1      1605  8
C8      H      1211  1872  3      0.602059991 1      1605  8
D4      H      1211  1515  3      0.602059991 1      1605  8
B41     H      1222  1972  2      0.477121255 1      1605  8
C24     H      1212  1828  2      0.477121255 1      1605  8
D18     H      1213  1444  0      0          1      1605  8
Y37     H      1211  2703  0      0          1      1605  8
C6      H      1212  1924  1      0.301029996 1      1605  8
Z44     H      1213  2484  8      0.954242509 1      1605  8
Y31     H      1223  2742  5      0.77815125  1      1605  8
;
%include 'E:\FGC\glimmix.txt';
%glimmix(data=tick,
procopt=method=reml,
stmts=%str(
class animal grupo periodo;
model numero=grupo periodo grupo*periodo;
repeated periodo/subject=animal type=cs;
lsmeans grupo periodo grupo*periodo/pdiff;),
error=p,
link=log);
run;
```