

GARRAPATAS QUE INFESTAN REGIONES CORPORALES DEL BOVINO CRIOLLO LECHERO TROPICAL EN VERACRUZ, MÉXICO

TICKS INFESTING BODY REGIONS OF TROPICAL MILKING CRIOLLO CATTLE IN VERACRUZ, MÉXICO

Fernando González-Cerón¹, Carlos M. Becerril-Pérez^{2*}, Glafiro Torres-Hernández¹, Pablo Díaz-Rivera³

¹Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Carretera Federal México-Texcoco, km 36.5. 56230. Montecillo, Estado de México. ²Campus Córdoba. Colegio de Postgraduados. Carretera Federal Córdoba-Veracruz, km 348. 94946. Amatlán de los Reyes, Veracruz (color@colpos.mx). ³Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados. Carretera Federal Xalapa-Veracruz, km 88.5. 91700. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron determinar las especies, el número y distribución de garrapatas en regiones corporales y su relación con el total presente en bovinos Criollo Lechero Tropical (CLT). Se utilizaron 28 vaquillas y 16 toretes (655 ± 35 y 741 ± 89 d de edad) de un hato experimental ubicado en la región central del estado de Veracruz, México. Las garrapatas saturadas (≥ 4.5 mm) del cuerpo de los bovinos fueron recolectadas, contadas e identificadas por especie. Los datos fueron transformados logarítmicamente y analizados usando un modelo lineal mixto que incluyó los efectos de sexo del animal, especie de garrapata, región corporal y sus interacciones, considerando mediciones repetidas por región corporal. El número de garrapatas de las diferentes regiones corporales se correlacionó con el total mediante la prueba de correlación de Pearson. Las especies de garrapata identificadas fueron *Amblyomma cajennense* (Ac) y *Boophilus microplus* (Bm). El total de garrapatas fue 10.6 ± 0.8 Ac, 3.5 ± 0.8 Bm y 14.5 ± 1.15 (Ac+Bm). Aunque las ingles (5.6 ± 0.5) y las axilas (4.4 ± 0.5) fueron las regiones más infestadas, el número de garrapatas del lado izquierdo del cuerpo resultó más correlacionado ($R=0.94$) con el número total ($p \leq 0.01$), por lo que fue identificado como la región corporal más relacionada con la infestación total.

Palabras clave: *Amblyomma cajennense*, *Boophilus microplus*, criollo lechero tropical, garrapatas, regiones corporales.

INTRODUCCIÓN

En México, las especies de garrapata más frecuentes en bovinos son *Amblyomma americanum*, *A. cajennense*, *A. imitator*, *A. inortatum*, *A. maculatum*, *Boophilus anulatus*, *B. microplus*, *Dermacentor albipictus*, *D. occidentalis*, *D. variabilis* y *Rhipicephalus sanguineus*; en el estado de Veracruz hay *A. cajennense*, *A. imitator*, *A. inortatum*, *B. microplus* y *D. albipictus* (Delabra *et al.*, 1996).

*Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: Junio, 2007. Aprobado: Diciembre, 2008.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 43: 11-19. 2009.

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine the species, number and distribution on body regions, and their relationship to the total number of ticks on Tropical Milking Criollo cattle. Twenty-eight heifers and 16 young bulls (655 ± 35 and 741 ± 89 d old) from an experimental herd located in the central region of the state of Veracruz, Mexico, were used. Ticks (≥ 4.5 mm) adhered to the body of the cattle were collected, counted and identified by species. The data were transformed logarithmically and analyzed using a mixed linear model that included the effects of animal sex, tick species, body region, and their interactions, considering repeated measurements by body region. The number of ticks on different body regions was correlated with the total number of ticks with a Pearson correlation test. The tick species identified were *Amblyomma cajennense* (Ac) and *Boophilus microplus* (Bm). The total number of ticks was 10.6 ± 0.8 Ac, 3.5 ± 0.8 Bm, and 14.5 ± 1.15 (Ac+Bm). Although the most infested body regions were the groin (5.6 ± 0.5) and axilla (4.4 ± 0.5), the number of ticks on the left side of the body correlated more highly ($R=0.94$) with the total number ($p \leq 0.01$). Thus, the left side was identified as the body region most related to total infestation.

Key words: *Amblyomma cajennense*, *Boophilus microplus*, tropical milking criollo, ticks, body regions.

INTRODUCTION

In Mexico, the most common tick species found on bovines are *Amblyomma americanum*, *A. cajennense*, *A. imitator*, *A. inortatum*, *A. maculatum*, *Boophilus anulatus*, *B. microplus*, *Dermacentor albipictus*, *D. occidentalis*, *D. variabilis*, and *Rhipicephalus sanguineus*. *A. cajennense*, *A. imitator*, *A. inortatum*, *B. microplus*, and *D. albipictus* are found in Veracruz (Delabra *et al.*, 1996). Tropical Milking Criollo cattle is adapted to hot climates and is an alternative for production in regions infested by ticks since this breed is resistant to parasites (Villares, 1941; de Alba, 1981; Frisch, 1999).

La Criollo Lechero Tropical (CLT), una raza bovina adaptada a climas cálidos, es una alternativa para la producción en regiones infestadas por garrapata, ya que estos bovinos tienen resistencia a parásitos (Villares, 1941; de Alba, 1981; Frisch, 1999).

Para aprovechar la posible resistencia del bovino Criollo Lechero Tropical es necesario conocer las características de su infestación, es decir, qué especies de garrapata lo infestan y con qué frecuencia, ya que el número de garrapatas varía entre regiones corporales de un mismo animal (Shahardar y Narsapur, 2003). Sin embargo, determinar el número total de garrapatas en un animal es tedioso, por lo que se han usado conteos parciales (de Castro *et al.*, 1991). En Australia, la distribución del número de garrapatas en bovinos es asimétrica, con la varianza asociada al cuadrado de la media, por lo que la función logarítmica es usada para transformar y analizar los datos (Wharton *et al.*, 1970). Por tanto, los objetivos del presente estudio fueron identificar las especies de garrapata, estimar propiedades estadísticas, la frecuencia en diferentes regiones corporales y su relación con el total presente en vaquillas y toretes Criollo Lechero Tropical (CLT), lo cual ayudaría a generar un método práctico y válido de medición del nivel de infestación en estos bovinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

Este estudio fue realizado en el Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados, localizado a 19° 11' N y 96° 20' O, a 40 m de altitud. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, temperatura y precipitación medias anuales de 25.2 °C y 909 mm (García, 1988).

Animales

Se utilizaron 16 toretes y 28 vaquillas CLT (741 ± 89 y 655 ± 35 días de edad), en potreros de pasto Pará (*Brachiaria mutica*), zacate Alemán (*Echinochloa polystachia*) y gramas nativas (*Paspalum* spp). Durante el periodo de muestreo los bovinos pastorearon continuamente potreros inundables en temporada de lluvias, similares en localización, suelo y manejo, pero las vaquillas y los toretes estaban separados para evitar apareamientos no deseados. Bovinos jóvenes (promedio 1.9 años) fueron seleccionados para conocer el número de garrapatas en bovinos que están en potreros y sometidos a una infestación natural. Los bovinos no habían recibido tratamiento químico o biológico para evitar su infestación por ectoparásitos.

Método de recolección de garrapatas

De cada lado del cuerpo se consideró la cabeza, cuello, tórax, axila, vientre, ingle, ubre o testículos, cadera y periné. De la

To use to advantage the possible resistance of the Tropical Milking Criollo cattle, it is necessary to determine the characteristics of tick infestation: what species of tick and with what frequency, since the number of ticks varies among body regions of the same animal (Shahardar and Narsapur, 2003). However, determining the total number of ticks on an animal is tedious, and so partial counts have been used (de Castro *et al.*, 1991). In Australia, the distribution of ticks on bovinos is asymmetric, with the variance associated to the mean square; thus, the logarithmic function is used to transform and analyze the data (Wharton *et al.*, 1970). Therefore, the objectives of this study were to identify tick species and to estimate statistical properties, frequency on different body regions, and its relationship with the total ticks present on Tropical Milking Criollo (CLT) heifers and young bulls. This would contribute to generating a practical and valid method of measurement of the level of infestation in these cattle.

MATERIALS AND METHODS

Location

This study was conducted at the Veracruz Campus of the Colegio de Postgraduados, located at 19° 11' N and 96° 20' W, at an altitude of 40 m. The climate is hot subhumid with summer rains and mean annual temperature and precipitation of 25.2 °C and 909 mm (García, 1988).

Animals

The animals used were CLT, 16 young bulls and 28 heifers, grazed in pastures of Pará (*Brachiaria mutica*), German grass (*Echinochloa polystachia*), and native grasses (*Paspalum* spp). During the sampling period the cattle grazed continuously in the pastures that flood in the rainy season. These pastures were similar in location, soil and management, but the heifers and young bulls were separated to prevent undesired mounting. Young cattle (1.9 years old on average) were selected to determine the number of ticks on cattle in pasture and subjected to natural infestation. The cattle had not received chemical or biological treatment against infestation by ectoparasites.

Tick collection method

On each side of the body, the head, neck, thorax, axilla, abdomen, groin, udder or testicles, hip, and perineum were considered. By grouping regions, six more were obtained: total axilla, total groin, total axilla and groin, left side, right side, and entire body. Because of the environmental conditions that favor tick proliferation (Sonenshine, 1993) and the climate of the study region (García, 1988), samples were taken in October when moisture

agrupación de algunas regiones se obtuvieron seis más: axila total, ingle total, axila e ingle total, lado izquierdo, lado derecho y total corporal. Debido a las condiciones ambientales que favorecen la proliferación de las garrapatas (Sonenshine, 1993) y el clima de la región de estudio (García, 1988), los muestreos fueron realizados en octubre, cuando ocurre una mayor humedad. Las garrapatas saturadas (≥ 4.5 mm) en cada bovino fueron recolectadas, contadas e identificadas por especie en el laboratorio, utilizando un microscopio estereoscópico (Delabra *et al.*, 1996).

Análisis estadístico

La prueba de Shapiro-Wilk de bondad de ajuste fue utilizada para evaluar normalidad del número total de garrapatas (Steel and Torrie, 1985) y los datos fueron transformados, $\log(\text{número total} + 1)$ (Wharton *et al.*, 1970). Para los datos transformados fue usado un modelo estadístico mixto con las regiones corporales de un mismo animal como mediciones repetidas:

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

donde, y_{ijklm} = logaritmo del m -ésimo número de garrapatas en el i -ésimo sexo del j -ésimo animal, observado en la k -ésima región corporal y correspondiente a la 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 ($j = 1, \dots, 44$), $IDN(0, \sigma_a^2)$; 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; $(R \times E)_{kl}$ = efecto fijo de la interacción región corporal por especie de garrapata; $(S \times R \times E)_{ikl}$ = efecto fijo de la interacción sexo del animal por región corporal por especie de garrapata; ε_{ijklm} = error aleatorio, $IDN(0, \sigma_e^2)$.

El procedimiento MIXED (SAS, 1999) fue usado para analizar los datos, considerando una estructura de covarianza en simetría compuesta. Los resultados son presentados en la escala original para facilitar su interpretación biológica. También fueron realizados análisis eliminando del modelo el efecto de especie de garrapata, así como un análisis de correlación de Pearson entre el número de garrapatas de diferentes regiones corporales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dos especies de garrapata fueron identificadas: *Amblyomma cajennense* (Ac) y *Boophilus microplus* (Bm). Este resultado coincide con Solís (1987) y Trápaga (1987), quienes consideran dichas especies como las más importantes en México. En Australia los estudios se han enfocado a Bm (de Alba, 1977; Frisch *et al.*, 2000) y en África el ganado es infestado por

is high. Engorged ticks (≥ 4.5 mm) were collected from each animal, counted and identified by species in the laboratory using a stereoscopic microscope (Delabra *et al.*, 1996).

Statistical analysis

The Shapiro-Wilk goodness-of-fit test was used to assess normality of the total number of ticks (Steel and Torrie, 1985), and data were transformed, $\log(\text{total number} + 1)$ (Wharton *et al.*, 1970). For transformed data, a mixed statistical model was used with the body regions of the same animal as repeated measurements.

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

where y_{ijklm} = logarithm of the m^{th} number of ticks on the i^{th} sex of the j^{th} animal, observed in the k^{th} body region and corresponding to the l^{th} species of tick; μ = common population constant; S_i = fixed effect of the i^{th} sex of the animal (i = male, female); $A_{j(i)}$ = random effect of the j^{th} animal nested in the i^{th} sex ($j = 1, \dots, 44$), $IDN(0, \sigma_a^2)$; R_k = fixed effect of the k^{th} body region ($k = 1, \dots, 18$); $(S \times R)_{ik}$ = fixed effect of the interaction sex of animal \times body region; E_l = fixed effect of the tick species ($l = 1, 2$); $(S \times E)_{il}$ = fixed effect of the interaction sex of animal \times tick species; $(R \times E)_{kl}$ = fixed effect of the interaction body region \times tick species; ε_{ijklm} = random error, $IDN(0, \sigma_e^2)$.

The MIXED procedure (SAS, 1999) was used to analyze the data, considering one structure of covariance in compound symmetry. The results are presented on the original scale to facilitate their biological interpretation. Also performed were analyses in which the effect of tick species was eliminated, as well as a Pearson correlation analysis among the number of ticks on different body regions.

RESULTS AND DISCUSSION

Two species of tick were identified: *Amblyomma cajennense* (Ac) and *Boophilus microplus* (Bm). This result agrees with Solís (1987) and Trápaga (1987), who consider these the major species in Mexico. In Australia, studies have focused on Bm (de Alba, 1977; Frisch *et al.*, 2000), while in Africa livestock is infested by multiple species (de Castro *et al.*, 1991). For the total number of ticks on the entire body, the highest frequency (38%) was observed in the mode of 15, the median was 13.5, and the mean 14.5. Only 7% of the bovines had more than 21 ticks. The minimum value was 3 and the maximum 39 on 9% and 3% of the bovines. The standard deviation and coefficient of variation (CV) were 7.6 and 52.4%, while kurtosis was 2.4 and asymmetry was 1.3. In contrast, Utech and Wharton (1982) found a distribution of frequencies with negative asymmetry

múltiples especies (de Castro *et al.*, 1991). Para el total corporal de garrapatas la mayor frecuencia (38%) se observó en la moda de 15, la mediana fue 13.5 y la media 14.5; sólo 7% de los bovinos tuvieron más de 21 garrapatas. El valor mínimo fue 3 y el máximo 39, en 9 y 3% de los bovinos. La desviación estándar y el coeficiente de variación (CV) fueron 7.6 y 52.4%, mientras que la curtosis fue 2.4 y la asimetría 1.3. En cambio, Utech y Wharton (1982) encontraron una distribución de frecuencias con asimetría negativa en bovinos Australian Illawarra Shorthorn no seleccionado para resistencia a garrapata. Wharton y Norris (1980) indicaron que 10 garrapatas saturadas por bovino tienen un efecto mínimo en la producción; en el presente estudio 33% de los bovinos tuvieron conteos menores a dicho valor. La prueba de bondad de ajuste indicó ausencia de normalidad; en contraste, los datos transformados se aproximaron a una distribución normal y el CV disminuyó 33.6% respecto a los datos originales.

Los efectos fijos y sus interacciones fueron significativos ($p \leq 0.05$), con excepción del sexo del hospedero. En el Cuadro 1 se presentan las medias ajustadas del número de garrapatas considerando la interacción especie de garrapata, región corporal y

en Australian Illawarra Shorthorn cattle not selected for resistance to ticks. Wharton and Norris (1980) reported that 10 engorged ticks per bovine had minimal effect on production. In our study 33% of the bovines had counts lower than 10. The goodness-of-fit test indicated absence of normality. The transformed data, however, approximated a normal distribution, and CV decreased 33.6% relative to the original data.

The fixed effects and their interactions were significant ($p \leq 0.05$), with the exception of the host sex. Table 1 presents the adjusted means of the number of ticks considering the interaction tick species, body region and host gender. The left axilla (AXI), right groin (ID) and right axilla (AXD) of the females were more highly infested ($p \leq 0.05$) by Ac, with means of 2.3 ± 0.2 , 2.3 ± 0.2 , and 2.0 ± 0.2 ; for Bm on ID the mean was 0.7 ± 0.2 , and on AXI and AXD means were nearly zero. For Ac on ID, left groin (LI), AXD and AXI of males the means were 1.4 ± 0.2 to 1.7 ± 0.2 ; for Bm on II, it was 1.5 ± 0.2 (similar to the ID mean of 1.1 ± 0.2) and on AXD and AXI, 0.4 ± 0.2 . This differential in incidence among body regions coincides with the results of Serra-Freire *et al.* (1995), who found in Brazil that on the examined Jersey cows 39.95% of Bm was concentrated on the

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

Table 1. Adjusted means of number of ticks relative to the effects of body region, sex of bovine, and tick species.

Región [†]	<i>Amblyomma cajennense</i>			<i>Boophilus microplus</i>		
	Hembra [¶]	Macho [¶]	Global [§]	Hembra [¶]	Macho [¶]	Global [§]
AXD	2.0ab	1.7bc	1.9A	0.1h	0.4fgh	0.3CDEFG
AXI	2.3a	1.6bcd	1.9A	0.2gh	0.4fgh	0.3CDEFG
CDD	0.0h	0.0h	0.0G	0.0h	0.0h	0.0G
CDI	0.0h	0.0h	0.0G	0.0h	0.0h	0.0G
CLD	0.4fgh	0.5efgh	0.4CD	0.0h	0.1h	0.0FG
CLI	0.8ef	0.0h	0.4CDE	0.0h	0.0h	0.0FG
CZD	0.4fgh	0.3fgh	0.3CDEFG	0.0h	0.0h	0.0G
CZI	0.6efg	0.4fgh	0.5C	0.0h	0.0h	0.0G
ID	2.3a	1.4cd	1.9A	0.7f	1.1de	0.9B
II	1.8bc	1.6bcd	1.7A	0.9e	1.5cd	1.2B
PD	0.6efg	0.0h	0.3CDEFG	0.1h	0.1h	0.1DEFG
PI	0.7ef	0.1h	0.4CDE	0.2gh	0.0h	0.1EFG
TXD	0.0h	0.0h	0.0G	0.0h	0.0h	0.0G
TXI	0.0h	0.0h	0.0FG	0.0h	0.0h	0.0FG
UD-TSD	0.9e	0.1h	0.5C	0.1h	0.4fgh	0.2CDEFG
UI-TSI	0.4fgh	0.2h	0.3CDEFG	0.0h	0.7ef	0.4CDEF
VD	0.1h	0.1h	0.1EFG	0.0h	0.0h	0.0G
VI	0.0h	0.0h	0.0G	0.0h	0.0h	0.0G
Global	$0.7 \pm 0.05x$	$0.4 \pm 0.06y$	$0.6 \pm 0.04X$	$0.1 \pm 0.05z$	$0.3 \pm 0.06z$	$0.2 \pm 0.04Y$

[†] 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 ($p \leq 0.05$). [¶] EE=0.2, [§] EE=0.1.

sexo del hospedero. La axila izquierda (AXI), ingle derecha (ID) y axila derecha (AXD) de las hembras tuvieron la mayor infestación ($p \leq 0.05$) por Ac, con medias de 2.3 ± 0.2 , 2.3 ± 0.2 y 2.0 ± 0.2 ; para Bm, en ID fue 0.7 ± 0.2 y en AXI y AXD cercanas a cero. Para Ac en ID, ingle izquierda (II), AXD y AXI de los machos las medias fueron 1.4 ± 0.2 a 1.7 ± 0.2 ; para Bm en II fue 1.5 ± 0.2 (similar a ID de 1.1 ± 0.2) y en AXD y AXI 0.4 ± 0.2 . Esta ocurrencia diferencial de garrapatas entre regiones corporales coincide con los resultados de Serra-Freire *et al.* (1995), quienes encontraron en vacas Jersey en Brasil que 39.95% de Bm se concentraron en la región del periné, ingles y ubre. En la India, 36.1% de garrapatas Bm prefirió la región integrada por cuello, papada y axilas; en otra región compuesta por ingles y ubre o escroto hubo un porcentaje similar (Shahardar y Narsapur, 2003).

Medias por especie de garrapata y región corporal se observan en los globales por columna del Cuadro 1. La Ac mostró los mayores valores en AXD, AXI (1.9 ± 0.1) e ID 1.7 ± 0.1 (similar a II); los de Bm fueron menores, en II 1.2 ± 0.1 , en ID 0.9 ± 0.1 y en AXD y AXI 0.3 ± 0.1 . La Ac también infestó la región derecha de cuello (CLD), cabeza (CZD), ubre o testículos (UD-TSD) y periné (PD), así como la región izquierda de cuello (CLI), cabeza (CZI), periné (PI) y de ubre o testículos (UI-TSI). A excepción de UI-TSI, Bm mostró valores de cero o muy cercanos a éste en otras regiones. Estos resultados difieren de los obtenidos por Solís (1987), quien encontró que Bm prefirió cabeza, cuello, tórax y periné, pero coinciden con respecto a Ac, ya que ésta infestó preferentemente axila, ingle, ubre o testículos y periné. La preferencia por regiones corporales específicas puede deberse a diferencias en temperatura, humedad y grosor de la piel del hospedero (Marshall, 1981) y al mecanismo de alimentación de las garrapatas de la familia Ixodidae, quienes succionan agregados de sangre obtenidos lacerando los vasos sanguíneos (Ribeiro, 1987). Por tanto, prefieren zonas corporales altamente vascularizadas que facilitan el acceso al tejido hemático y las protegen de la remoción por el hospedero y depredadores (Bittencourt y Rocha, 2002).

Medias por especie y sexo están en el global de la última hilera del Cuadro 1. En las hembras, Ac tuvo la mayor infestación (0.7 ± 0.05) y Bm la menor (0.1 ± 0.05). En machos hubo valores intermedios: 0.4 ± 0.05 y 0.3 ± 0.06 . Marshall (1981) señala que el tamaño del hospedero, diferencias en su piel, niveles hormonales en sangre y factores etológicos (diferencias en acicalamiento y movilidad), pueden causar variación en la abundancia de ectoparásitos entre sexos de una raza de ganado. Veríssimo *et al.*

perineum region, groin and udder. In India 36.1% of Bm ticks preferred the region comprising the neck, dewlap and axillas; in another region composed of axillas and udder or scrotum, there was a similar percentage (Shahardar and Narsapur, 2003).

Means by tick species and body region are observed in the overall (global) column of Table 1. Ac had higher values for AXD, AXI (1.9 ± 0.1) and ID 1.7 ± 0.1 (similar to II). Bm had lower values for II 1.2 ± 0.1 , ID 0.9 ± 0.1 , and AXD and AXI 0.3 ± 0.1 . Ac also infested the right region of neck (CLD), head (CZD), udder or testicles (UD-TSD) and perineum (PD), as well as the left region of neck (CLI), head (CZI), perineum (PI), and udder or testicles (UI-TSI). Except for those of UI-TSI, Bm values were zero or almost zero on other regions. These results differ from those obtained by Solís (1987), who found that Bm preferred head, neck, thorax, and perineum, but coincide with those for Ac, which preferably infested axilla, groin, udder or testicles, and perineum. Preferences for different host body regions can be due to differences in temperature, moisture, and skin thickness (Marshall, 1981) and to the feeding mechanism of Ixodidae tick family, which suck blood aggregates obtained by lacerating blood vessels (Ribeiro, 1987). They therefore prefer body regions that are highly vascularized where they have easy access to hematic tissue and are protected from removal by the host and predators (Bittencourt and Rocha, 2002).

Means by species and sex are shown in the last row of Table 1. Females were more highly infested by Ac (0.7 ± 0.05) and less by Bm (0.1 ± 0.05). Intermediate values were found on males: 0.4 ± 0.05 and 0.3 ± 0.06 . Marshall (1981) pointed out that the size of the host, differences in its skin, blood hormone levels, and ethological factors (differences in grooming and mobility) can cause variation in the abundance of ectoparasites between the sexes of the same breed of livestock. Veríssimo *et al.*, (1997) found in 5/8 European 3/8 zebu cattle that the females had fewer Bm ticks than males due to differences in immune response against ticks, which is possibly related to immune-defense and endocrine systems. When only the susceptible axilla and groin regions are analyzed, the effects of body region, tick species and the interaction of tick species with sex of the animal and body region were statistically important ($p \leq 0.05$): a higher number of Ac ticks (3.7 ± 0.3) than Bm (1.3 ± 0.3).

There was no difference in number of Ac ticks in AXT (3.8 ± 0.4) and on IT (3.5 ± 0.4), while more Bm ticks were found on IT (2.1 ± 0.4) than in AXT (0.5 ± 0.4). By sex, Ac preferred ($p \leq 0.05$) females (4.2 ± 0.3) to males (3.1 ± 0.4), but there

(1997) encontraron en bovinos 5/8 europeo 3/8 cebú que las hembras tuvieron menos garrapatas Bm que los machos debido a diferencias en la respuesta inmune contra las garrapatas, cuyo origen puede estar relacionado con los sistemas inmune y endocrino. Al analizar sólo las regiones susceptibles de axila e ingle, los efectos de región corporal, especie de garrapata y las interacciones de ésta con el sexo del animal y la región corporal fueron estadísticamente importantes, encontrándose un mayor ($p \leq 0.05$) número de garrapatas Ac (3.7 ± 0.3) que Bm (1.3 ± 0.3).

No hubo 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). Por sexo, Ac prefirió ($p \leq 0.05$) hembras (4.2 ± 0.3) que machos (3.1 ± 0.4), pero no hubo diferencia ($p > 0.05$) para Bm. En el análisis del número de garrapatas por lado del cuerpo, hubo un efecto significativo ($p \leq 0.05$) de la especie de garrapata y su interacción con el sexo del animal ya que el número de garrapatas Ac (5.3 ± 0.4) superó ($p \leq 0.05$) al de Bm (1.7 ± 0.4). La Ac infestó más ($p \leq 0.05$) a hembras (6.6 ± 0.4) que a machos (4.0 ± 0.6), pero no hubo diferencia ($p > 0.05$) por Bm (1.2 ± 0.4 y 2.3 ± 0.6). La media del número de garrapatas Ac en el total corporal fue 10.6 ± 0.8 , mientras que de Bm fue 3.5 ± 0.8 ($p \leq 0.05$). La infestación por Ac en hembras (13.3 ± 1.0) fue superior ($p \leq 0.05$) a la de machos (8.0 ± 1.4), mientras que para Bm no hubo diferencia ($p > 0.05$) entre sexos (2.4 ± 1.0 y 4.6 ± 1.4). La diferencia en el número de garrapatas puede deberse a la competencia por espacio y alimento entre especies (Marshall, 1981). Además, en México los programas de control de Bm han derivado en aumentos de la población de Ac (Solís, 1987). En el análisis del número de garrapatas (Ac+Bm) sin considerar la especie, 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 las ingles, en II 2.9 ± 0.2 y en ID 2.8 ± 0.2 .

Un menor ($p \leq 0.05$) número se presentó en las axilas, en AXI 2.3 ± 0.2 y en AXD 2.1 ± 0.2 . En CLI, PD y PI la infestación fue mayor ($p \leq 0.05$) en hembras que en machos. El efecto de región corporal en AXT e IT fue significativo ($p \leq 0.05$). En IT (5.6 ± 0.5) hubo más garrapatas ($p \leq 0.05$) que AXT (4.4 ± 0.5). No hubo efecto significativo del lado corporal en el número de garrapatas: 6.9 ± 0.6 en el lado derecho (TLD) y 7.2 ± 0.6 en el izquierdo (TLI). En TLD las hembras tuvieron 7.7 ± 0.8 y los machos 6.1 ± 1.0 , y en TLI 7.9 ± 0.8 y 6.5 ± 1.0 . La media de garrapatas totales por bovino fue 14.5 ± 1.2 , valor superior al encontrado por Ulloa y de Alba (1957, citados por de

was no difference ($p > 0.05$) for Bm. In the analysis of number of ticks on either side of the body, there was a significant effect ($p \leq 0.05$) of tick species and its interaction with sex of the animal; the number of Ac ticks (5.2 ± 0.4) surpassed ($p \leq 0.05$) that of Bm ticks (1.7 ± 0.4). Ac infested more ($p \leq 0.05$) females (6.6 ± 0.4) than males (4.0 ± 0.6), but there was no difference ($p > 0.05$) for Bm (1.2 ± 0.4 and 2.3 ± 0.6). The mean number of Ac ticks on the entire body was 10.6 ± 0.8 ($p \leq 0.05$), while that for Bm was 3.5 ± 0.8 ($p \leq 0.05$). Infestation by Ac on females (13.3 ± 1.0) was higher ($p \leq 0.05$) than on males (8.0 ± 1.4), while no difference ($p > 0.05$) was found between the sexes (2.4 ± 1.0 and 4.6 ± 1.4). The difference in number of ticks may be due to competition for space and food between the species (Marshall, 1981). In Mexico programs for the control of Bm have resulted in increases in the Ac population (Solís, 1987). In the analysis of number of ticks (Ac+Bm), regardless of species, body region and its interaction with sex of the animals were significant ($p \leq 0.05$). In the last column of Table 2 it can be observed that the highest number of ticks ($p \leq 0.05$) was found in the groin, 2.9 ± 0.2 in II and 2.8 ± 0.2 in ID.

A lower ($p \leq 0.05$) number was present in the axillas, 2.3 ± 0.2 in AXI and 2.1 ± 0.2 in AXD. In CLI, PD and PI infestation was greater ($p \leq 0.05$) in females than in males. The effect of body region for AXT and IT was significant ($p \leq 0.05$). In IT (5.6 ± 0.5) there were more ticks ($p \leq 0.05$) than in AXT (4.4 ± 0.5). There was no significant effect of the side of the body on number of ticks: 6.9 ± 0.6 on the right side (TLD) and 7.2 ± 0.6 on the left (TLI). On TLD females had 7.7 ± 0.8 ticks and males had 6.1 ± 1.0 ; on TLI females had 7.9 ± 0.8 and males had 6.5 ± 1.0 . Mean total ticks per animal was 14.5 ± 1.2 , a value higher than that found by Ulloa and de Alba (1957, cited by de Alba, 1981) in local breed cattle: means of 11.1, 10.9 and 4.2 ticks on 10 cm² samples from the rib cage, top foreleg, and shoulder of three local breed genotypes. The means per animal reported by Villares (1941) in Brazil are even lower: (0.8) on 17 Caracú cows and (0.1) on 20 Mocho Nacional cows. Verissimo *et al.* (1997) found 10 Bm ticks on European \times zebu cattle.

Most of the correlations between the total number of ticks (Ac+Bm) and region (Table 3; regions where no ticks were found are omitted) were not significant ($p > 0.05$) among 18 original regions; the maximum value for the significant R was 0.56. In regions obtained by grouping original regions, $R > 0.74$ ($p \leq 0.01$) when one region was a subtotal of another. The correlations between the entire body total (TC) and TLI (0.94) and between TC and TLD (0.91) were the highest: were 0.86 with AXT+IT, 0.71 with AXT, 0.71 with

Alba, 1981) en bovinos Criollos: medias de 11.1, 10.9 y 4.2 garrapatas en tres genotipos criollos en muestras de 10 cm² en el costillar, el escudo y la paleta. Las medias por animal reportadas por Villares (1941) en Brasil son aún menores: (0.8) en 17 vacas Caracú y (0.1) en 20 vacas Mocho Nacional. Veríssimo *et al.* (1997) encontraron 10 garrapatas Bm en bovinos mestizos europeo×cebu.

La mayoría de las correlaciones entre el número total de garrapatas (Ac+Bm) por región (Cuadro 3; se omiten regiones donde no se encontraron garrapatas) no fueron significativas ($p > 0.05$) entre las 18 regiones originales; el valor máximo fue 0.56 para las R significativas. En regiones obtenidas al agrupar regiones originales hubo $R > 0.74$ ($p \leq 0.01$) cuando una región fue subtotal de otra. Las correlaciones del total corporal (TC) con el TLI (0.94) y TLD (0.91) fueron las más altas: 0.86 con AXT+IT, 0.71 con AXT, 0.71 con IT, y 0.74 con CLI; las R fueron 0.56 a 0.66 con AXI, ID, II y CZD. Además, hubo 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. Estos resultados indican que el número de garrapatas en un solo lado del cuerpo es una medida útil para aproximarse al número total de garrapatas en el bovino CLT. Veríssimo y Duarte (1994) encontraron una $R = 0.86$ fenotípica entre el número de garrapatas Bm en la parte anterior del cuerpo (de cabeza a escápula incluyendo el brazo) y el número total del lado izquierdo.

Las correlaciones entre las 18 regiones originales por especie tuvieron magnitudes similares a las del número total de garrapatas (Ac+Bm), con un valor máximo de 0.56 ($p \leq 0.01$). Las correlaciones entre las seis regiones agrupadas generalmente fueron mayores para Ac que para las del total (Ac+Bm) y éstas a su vez que para Bm. Al considerar Ac las correlaciones más altas fueron entre TC y TLD de 0.95 ($p \leq 0.01$) y TC con TLI de 0.92 ($p \leq 0.01$), similares a las obtenidas al considerar el total de las dos especies y superiores a las obtenidas para Bm (0.85) con TLI ($p \leq 0.01$) y 0.81 con TLD ($p \leq 0.01$). Estos resultados indican que para Ac el número de garrapatas de un solo lado del cuerpo es una medida útil para aproximarse al número total del hospedero; sin embargo, para Bm sería deseable determinar el total corporal.

CONCLUSIONES

Las especies de garrapata que infestaron al bovino Criollo Lechero Tropical en el centro del estado

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

Table 2. Adjusted means of the total number of ticks (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) by body region and sex of bovine.

Región [†]	Hembra [‡]	Macho [§]	Global [¶]
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	1.0c	0.5cde	0.8C
UI	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

[†] 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 ($p \leq 0.05$). [‡] EE=0.2, [§] EE=0.3.

IT, and 0.74 with CLI; R were 0.56 to 0.66 with AXI, ID, II and CZD. Moreover, there were high correlations ($R \geq 0.80$) between AXT+IT and AXT, IT, and II, as well as between AXT+IT and ID, and TLD. Correlations between TLI and TLD, AXT and AXD, IT and II, as well as between AXT+IT and ID and TLD, showed lower values ($0.70 \leq R < 0.80$) These results indicate that the number of ticks on a single side of the body is a useful measurement for approximating the total number of ticks on Tropical Milking Criollo Cattle. Verissimo and Duarte (1994) found a phenotypic $R = 0.86$ between the number of Bm ticks on the fore part of the body (from head to scapula including foreleg) and the total number of ticks on the left side.

Correlations among the 18 original regions by species had magnitudes similar to those of total number of ticks (Ac+Bm), with a maximum value of 0.56 ($p \leq 0.05$). The correlations among the six grouped regions were generally higher for Ac than for those of the total (Ac+Bm) and these in turn

**Cuadro 3. Correlaciones del número de garrapatas *Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus* entre regiones corporales (n=44).
Table 3. Correlations between number of *Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus* ticks and body regions (n=44).**

Región†	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*	.40*
PD														.09	.08	.10	.22	.35*	.30*
AXT															.37*	.81**	.66**	.65**	.71**
IT																.84**	.66**	.65**	.71**
AXT-IT																	.80**	.79**	.86**
TLI																		.71**	.94**
TLD																			.91*

† Cabeza izquierda (CZI), cuello izquierdo (CLI), tórax izquierdo (TXI), axila izquierda (AXI), ingle izquierda (II), ubre izquierdo 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). *p≤0.05; **p≤0.01.

de Veracruz fueron *A. cajennense* y *B. microplus*. El conteo del número total corporal de garrapatas (*A. cajennense* + *B. microplus*) no se distribuye normalmente y tiene coeficiente de asimetría positivo; la media fue 14.5±1.15. La *A. cajennense* fue más abundante (10.6±0.8) que *B. microplus* (3.5±0.8) y prefirió las regiones inguinal y axilar, y a las hembras (13.3±1.0) que a los machos (8.0±1.4). La *B. microplus* se encontró principalmente en ingles, sin diferencia entre machos y hembras. El mayor número de garrapatas estuvo en ingles (5.6±0.5) y axilas (4.4±0.5), regiones corporales correlacionadas con el número total (R>0.70). El número de garrapatas en un solo lado del cuerpo es una medida útil para aproximarse al total corporal (R>0.90), para la especie *A. cajennense* y en conjunto con la especie *B. microplus*.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor recibió apoyo económico para sus estudios de postgrado del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, México). Este estudio fue financiado con recursos provenientes del proyecto SAGARPA-CONACYT 2002-C01-1928 y del Colegio de Postgraduados.

LITERATURA CITADA

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

were higher than for *Bm*. Considering *Ac*, the highest correlations were between *TC* and *TLD*, 0.95 (p≤0.01), and between *TC* and *TLI*, 0.92 (p≤0.01), similar to those obtained when considering the total for the two species, and higher to those obtained for *Bm* (0.85) with *TLI* (p≤0.01) and 0.81 with *TLD* (p≤0.01). These results indicate that, for *Ac*, the number of ticks on a single side of the body is useful for approximating the total number on the host. For *Bm*, however, it is recommendable to determine the number on the entire body.

CONCLUSIONS

The tick species that infested tropical local breed dairy cattle in central Veracruz were *A. cajennense* and *B. microplus*. The count of the number of ticks on the entire body (*A. cajennense* + *B. microplus*) does not distribute normally and has a positive coefficient of asymmetry; the mean was 14.5±1.15. *A. cajennense* was more abundant (10.6±0.8) than *B. microplus* (3.5±0.8) and preferred the groin and axilla regions and females (13.3±1.0) over males (8.0±1.4). *B. microplus* was found mainly in the groin, with no difference between males and females. The highest number of ticks were in the groin (5.6±0.5) and axillas (4.4±0.5); these body regions correlated with the total number (R>0.70). The number of ticks on a single side of the body is a useful measure for approximating

- 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: Muller-Haye y Gelman (eds). Recursos Genéticos Animales en América Latina: Ganado Criollo y Especies de Altura.* Roma, Italia. FAO. pp: 25-30.
- de Castro, J. J., P. B. Capstick, S. Nokoe, H. Kiara, F. Rinkanya, R. Slade, O. Okello, and L. Bennun. 1991. Towards the selection of cattle for tick resistance in Africa. *Exp. Appl. Acarol.* 12: 219-227.
- Delabra G., H. Fragoso, R. Franco, F. Martínez, M. Ortiz, A. Ortiz, J. Osorio, M. Santamaría, y N. Soberanes. 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.
- Frisch, J. E. 1999. Towards a permanent solution for controlling cattle ticks. *Int. J. Parasitol.* 29: 57-71.
- Frisch, J. E., C. J. O'Neill, and M.J. Kelly. 2000. Using genetics to control cattle parasites - The Rockhampton experience. *Int. J. Parasitol.* 30: 253-264.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.
- Marshall, A. G. 1981. *The Ecology of Ectoparasitic Insects.* Academic Press. United Kingdom. 351 p.
- Ribeiro, J. M. C. 1987. Role of saliva in blood-feeding by arthropods. *Ann. Rev. Entomol.* 32: 463-478.
- SAS (Statistical Analysis System). 1999. *SAS User's Guide Statistics, Version 8.0.* SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA. 956 p.
- Serra-Freire, N. M., P. L. Cavalcanti, G. S. Gazêta, E. O. Nogueira, G. C. da Rocha, e C. H. Maduro. 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 V. S. Narsapur. 2003. Studies on host preferences and preferred feeding sites of ixodid ticks in bovines. *Ind. 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. the total on the entire body ($R > 0.90$) for the species *A. cajennense* and for this species together with *B. microplus*.

—End of the English version—



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 (ed). México. pp: 211-216.

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

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

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. (ed). México. pp: 16-27.

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

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

Verissimo, C. J., R. G. da Silva, A. A. D. de Oliveira, W. R. Ribeiro, e U. F. Rocha. 1997. Resistência e suscetibilidade de bovinos leiteiros mestiços ao carrapato *Boophilus microplus*. *B. Indústria Anim.* 54: 1-10.

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

Wharton, R. H., K. B. W. Utech, and H. G. Turner. 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.

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