

INFESTACIÓN NATURAL POR *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus* EN BOVINOS CRIOLLO LECHERO TROPICAL DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS

NATURAL INFESTATION BY *Amblyomma cajennense* AND *Boophilus microplus* IN THE TROPICAL MILKING CRIOLLO CATTLE DURING THE RAINY SEASON

Fernando González-Cerón¹, Carlos M. Becerril-Pérez^{2*}, Glafiro Torres-Hernández¹, Pablo Díaz-Rivera³, Eduardo Santellano-Estrada⁴, Adalberto Rosendo-Ponce³

¹Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México.

²Campus Córdoba. Colegio de Postgraduados. 94946. Amatlán de los Reyes, Veracruz.

(color@colpos.mx). ³Campus Veracruz. Colegio de Postgraduados. 91700. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. ⁴Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia. Periférico Francisco R.

Aldama, km 1. 31453. Chihuahua, Chihuahua.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar la variabilidad de la infestación natural por *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus* entre animales de diferentes categorías de edades y estados fisiológicos de bovinos Criollo Lechero Tropical (CLT) y entre periodos de muestreo realizados durante la época de lluvias en la región Central de Veracruz, México. Se definieron ocho categorías de bovinos: vacas lactantes de 1 a 3 partos (VL13) y de 4 a 6 partos (VL46); vacas secas de 1 a 3 partos (VS13), de 4 a 6 partos (VS46) y de 7 o más partos (VS7), vaquillas (VQ), toretes (TR) y becerros (BC). Durante ocho muestreos a intervalos de 21 d, se determinó el total de garrapatas saturadas ($\geq 4.5\text{mm}$) en el lado izquierdo del cuerpo de 148 bovinos CLT de 215 ± 6 a 5694 ± 257 d de edad. Las observaciones se analizaron con un modelo lineal mixto generalizado con efectos de categoría de animal, periodo de muestreo y su interacción, asumiendo una distribución Poisson y una estructura de covarianza en simetría compuesta. El efecto del periodo se analizó como medida repetida. Los efectos principales ($p \leq 0.05$) y la interacción ($p \leq 0.01$) fueron significativos. Las vacas lactantes tuvieron las mayores infestaciones a través de los muestreos, excepto en mayo, en el muestreo junio1 y en septiembre. Por categoría, VL46 registró la mayor infestación (18.7 ± 0.9), seguido de VL13 (10.9 ± 0.6) y VS7 (6.5 ± 1.3). Hubo infestaciones intermedias en VS46 (5.3 ± 0.7), VS13 (4.3 ± 0.6), VQ (3.5 ± 0.4) y TR (3.2 ± 0.6), mientras que BC tuvo la menor infestación (2.6 ± 0.5). Las mayores infestaciones se observaron en octubre (12.0 ± 0.6) y agosto2 (11.1 ± 0.6). La media del número de garrapatas por individuo y la precipitación media en un máximo de 21 d previos al día de muestreo estuvieron correlacionadas ($R = 0.83$; $p \leq 0.01$).

Palabras clave: Criollo Lechero Tropical, garrapata, infestación natural.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the variability of natural infestation by *Amblyomma cajennense* and *Boophilus microplus* amongst the Tropical Milking Criollo (TMC) cattle of different age categories and physiological conditions and between periods of sampling carried out during the rainy season in the central area of Veracruz, México. Eight categories of bovines were defined: lactating cows of 1-3 births (LC13) and 4-6 births (LC46); dry cows of 1-3 births (DC13), 4-6 births (DC46) and of 7 or more births (DC7), heifers (HF), young bulls (YB) and calves (CA). During eight samples of 21-day intervals, the total amount of saturated ticks ($\geq 4.5\text{mm}$) on the left side of the body was established in 148 TMC bovines of 215 ± 6 to 5694 ± 257 days of age. Observations were analyzed using a generalized linear mixed model with effects of animal category, sampling period and their interaction, assuming a Poisson distribution and a covariance structure in compound symmetry. The effect of period was analyzed as a repeated measure. The main effects ($p \leq 0.05$) and interaction ($p \leq 0.01$) were significant. Lactating cows had the largest infestations throughout the sampling, except in May, in the June1 sampling and in September. By category, UC46 recorded the highest infestation (18.7 ± 0.9), followed by UC13 (10.9 ± 0.6) and VS7 (6.5 ± 1.3). There were intermediate infestations in DC46 (5.3 ± 0.7), DC13 (4.3 ± 0.6), HF (3.5 ± 0.4) and YB (3.2 ± 0.6), while CA had the lowest infestation (2.6 ± 0.5). The greatest infestations were shown in October (12.0 ± 0.6) and August2 (11.1 ± 0.6). There was a correlation between the average number of ticks per individual and average rainfall in a maximum of 21 days before sampling ($R = 0.83$; $p \leq 0.01$).

Key words: Topical Milking Criollo, tick, natural infestation.

INTRODUCTION

In México, the most important ticks are *Amblyomma cajennense* and *Boophilus microplus* (Solís, 1987); in order to control their infestation, natural

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: Mayo, 2008. Aprobado: Marzo, 2009.

Publicado como ARTÍCULO en Agrociencia 43: 577-584. 2009.

INTRODUCCIÓN

En México, las garrapatas más importantes son *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus* (Solís, 1987); para controlar su infestación sería útil la resistencia natural mostrada por algunas especies o razas de animales (Gray y Gill, 1993) como el bovino Criollo Lechero Tropical (de Alba y Carrera, 1958), recurso genético valioso para la ganadería bovina de las regiones tropicales en América. Sin embargo, debe considerarse que dicha resistencia está influida por el estado fisiológico del animal, su edad y factores climáticos (Wharton *et al.*, 1970; Utech *et al.*, 1978).

Las infestaciones naturales se han determinado con base en observaciones empíricas (Villares, 1941), pero es importante definir las fechas más convenientes ya que hay una relación entre el incremento poblacional de la garrapata con la precipitación y la temperatura ambiental (Paes *et al.*, 1988; Kasai *et al.*, 2000; Alonso-Díaz *et al.*, 2007). El intervalo entre muestreos para *B. microplus* ha sido de una (Utech *et al.*, 1978;), dos (Sutherst *et al.*, 1988a) o tres semanas (Kasai *et al.*, 2000), o conteos a la mitad de cada estación del año (Paes *et al.*, 1988). En *A. cajennense* se ha muestreado cada tres (Pinna *et al.*, 2004) y cuatro semanas (Álvarez *et al.*, 2003). La relación entre diferentes conteos en un mismo animal se ha expresado en términos del índice de constancia, con valores de 0.16 (Seifert, 1971) a 0.85 (Sutherst *et al.*, 1979). Por tanto, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la variabilidad de la infestación natural por garrapatas saturadas, en bovinos Criollo Lechero Tropical (CLT) por categorías de edad y estado fisiológico, considerando cambios de humedad y temperatura ambiental durante la época de lluvias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Periodo y lugar

La información se obtuvo en el Campus Veracruz del Colegio de Postgraduados, ubicado a 19° 11' N y 96° 20' O, de mayo a octubre de 2005, periodo de condiciones favorables para las poblaciones de garrapatas saturadas debido a las lluvias (Sonenshine, 1993). El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano; la temperatura y precipitación media anuales son 25.5 °C y 909 mm (García, 1988). La Comisión Nacional del Agua, a través de la unidad del Servicio Meteorológico Nacional, proporcionó la información climática para el lugar y periodo de estudio.

Animales

Se usaron 148 bovinos CLT divididos por edad y estado fisiológico en: vacas lactantes de 1 a 3 partos (VL13, n=19) y de 4 a 6

resistencia would be useful, such as that displayed by some species or breeds of animals (Gray and Gill, 1993) such as the Tropical Milking Criollo (de Alba and Carrera, 1958), a valuable genetic resource for cattle farming in tropical areas of the Americas. However, it is worth mentioning that such resistance is determined by the animal's physiological condition, age and weather (Wharton *et al.*, 1970; Utech *et al.*, 1978).

Natural infestations have been established based on empirical observations (Villares, 1941), yet it is important to define the most important dates, since tick population growth is closely related to rainfall and temperature (Paes *et al.*, 1988; Kasai *et al.*, 2000; Alonso-Díaz *et al.*, 2007). Intervals between *B. microplus* sampling have been of one (Utech *et al.*, 1978;), two (Sutherst *et al.*, 1988a) or three weeks (Kasai *et al.*, 2000), or counts at the middle of each season (Paes *et al.*, 1988). In *A. cajennense*, samples have been taken every three (Pinna *et al.*, 2004) and four weeks (Álvarez *et al.*, 2003). The relation between different counts in the same animal has been expressed in terms of repeatability, with values of 0.16 (Seifert, 1971) to 0.85 (Sutherst *et al.*, 1979). The aim of this study was therefore to establish the variability of natural infestation by saturated ticks in the Tropical Milking Criollo cattle (TMC) by categories of age and physiological condition, considering changes in humidity and temperature during the rainy season.

MATERIALS AND METHODS

Period and place

Information was gathered in the Veracruz Campus of the Colegio de Postgraduados, located at 19° 11' N and 96° 20' W, between May and October, 2005, in which there were favorable conditions for saturated tick populations due to rainfall (Sonenshine, 1993). The weather is sub-humid warm with rainfall during the summer; average temperature and rainfall are 25.5 °C and 909 mm (García, 1988). The *Comisión Nacional del Agua* (National Water Commission), through the *Servicio Meteorológico Nacional* (National Weather Service), provided the weather information for the place and time of study.

Animals

One hundred and forty eight TMC bovines were used, split by age and physiological condition into: lactating cows of 1-3 births (LC13, n=19) and 4-6 births (LC46, n=10), dry cows of 1-3 births (DC13, n=13), 4-6 births (DC46, n=9) and of 7 or more births (DC7, n=4), heifers (HF, n=46), young bulls (YB, n=13) and calves (CA, n=34), ages 2065±45, 3228±95, 2280±67, 4172±109, 5694±257, 887±18, 519±12 and 215±6 d.

partos (VL46, n=10), vacas secas de 1 a 3 partos (VS13, n=13), de 4 a 6 partos (VS46, n=9) y 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 d.

Manejo

La alimentación se basó en pastoreo, con acceso a sal común y agua a libertad, usando 21 potreros con una extensión de 3 a 5 ha y un potrero de 14.1 ha el cual se dividió en potreros más pequeños mediante cercos eléctricos móviles. Los pastos predominantes fueron Pará (*Brachiaria mutica*) y Alemán (*Echinochloa polystachia*). Los potreros tienen terrenos bajos e inundables durante la época de lluvias.

Los bovinos apacentaron juntos de acuerdo con su categoría y con un sistema de rotación. La asignación de bovinos por categoría a los potreros así como su movilidad relacionada con su estado fisiológico pudo influir en la variabilidad de la infestación, pero las condiciones climáticas e instalaciones fueron similares, el personal no cambió, los potreros estaban adyacentes con suelos similares y suficiente forraje. Además, no hay antecedentes de tratamiento químico o biológico para controlar la infestación por garrapatas en los bovinos.

En las vacas se usó inseminación artificial todo el año y las vacas lactantes se ordeñaron manualmente una vez al día por la mañana con el becerro al pie. Los becerros estuvieron con su madre los primeros 5 d después del parto, luego fueron separados durante el día y tuvieron contacto físico sólo durante el ordeño y amamantamiento, el cual terminó a los 9 o 10 meses de edad.

Descripción del estudio

Cada 21 d desde el 16 de mayo, una misma persona realizó conteos totales de garrapatas saturadas (≥ 4.5 mm) en el lado izquierdo de los bovinos, ya que ésta variable tuvo una correlación mayor a 0.90 con el total corporal (González-Cerón *et al.*, 2009). El intervalo entre conteos se determinó con base en el ciclo biológico de las especies de garrapata *A. cajennense* y *B. microplus*. Este intervalo permite contar nuevas garrapatas saturadas en cada muestreo, manteniendo constante la correlación entre periodos. El conteo de garrapatas duró máximo 2 h, iniciando a las 07:00. En las vacas VL13 y VL46 el conteo se realizó en la sala de ordeña y continuó con BC durante el amamantamiento; después, en un corral de manejo techado se muestrearon VS13, VS46, VS7, VQ y TR.

Análisis estadístico

La distribución de frecuencias del conteo de garrapatas se desconoce, pero muestra ausencia de normalidad (González-Cerón *et al.*, 2009). Según Calderón *et al.* (1981), la distribución espacial de *A. cajennense* y *B. microplus* puede ser descrita por las distribuciones binomial negativa o logarítmica. Por tanto, se realizó la prueba de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk para detectar ausencia de

Handling

Feeding was based on grazing, with free access to common salt and water, using 21 fields with an extension of 3 to 5 ha each and a field of 14.1 ha, which was divided into smaller sections using mobile electric fences. Predominant grasses were Para (*Brachiaria mutica*) and Creeping River (*Echinochloa polystachya*). Fields are on low and floodable areas during rainy season.

The cattle remained together according to their categories and a rotation system. The allocation of cattle by category to paddocks, as well as their mobility related to their physiological condition could influence the variability of the infestation, although weather conditions and the facilities were similar, personnel did not change, the paddocks were adjacent to similar grounds and there was enough food. Likewise, there are no records of chemical or biological treatments for ticks in the cattle.

Artificial insemination was used all year round and lactating cows were milked by hand once a day, every morning, in the presence of the calves, which were with their mothers for the first five days after birth. They were then separated during the day and their only physical contact was for milking and suckling, which ended when the calf became 9 or 10 months old.

Study description

Every 21 d since May 16, a same person counted saturated ticks (≥ 4.5 mm) on the left sides of the cows, since this variable had a correlation higher than 0.90 with the total of the body (González-Cerón *et al.*, 2009). The interval between counts was established based on the biological cycle of tick species *A. cajennense* and *B. microplus*. This interval helps count new saturated ticks in each sample, keeping a constant correlation between periods. The tick count lasted no longer than 2 h, beginning at 07:00. In lactating cows (LC13 and LC46) the count was carried out in a parlor, and continued with calves (CA) during suckling; later, in a roofed handling pen, dry cows were sampled (DC13, DC46 and DC7), heifers (HF) and young bulls (YB).

Statistical analysis

The frequency distribution of the tick count is unknown, yet it displays a lack of normality (González-Cerón *et al.*, 2009). According to Calderón *et al.* (1981), the spatial distribution of *A. cajennense* and *B. microplus* can be described by the binomial negative or logarithmic distributions. A Shapiro-Wilk goodness-of-fit test was therefore carried out in order to detect an absence of normality; an unsuccessful attempt was made to normalize them with a logarithmic transformation (Wharton *et al.*, 1970). For analysis, the general mixed linear models methodology was used, by means of the MIXED procedure and the GLIMMIX macro (SAS Institute, 1999; Littell *et al.*, 1996). A Poisson distribution was assumed, with scale correction (Steel and Torrie, 1985), although averages are presented in the original scale, in order to simplify their biological interpretation. The effect of the time period was analyzed as a repeated measure.

normalidad; se intentó sin éxito normalizarlos con una transformación logarítmica (Wharton *et al.*, 1970). Para el análisis se usó la metodología de los modelos lineales mixtos generalizados mediante el procedimiento MIXED y el macro GLIMMIX (SAS Institute, 1999; Littell *et al.*, 1996). Se asumió una distribución Poisson con corrección de escala (Steel y Torrie, 1985), pero las medias se presentan en la escala original para facilitar su interpretación biológica. El efecto del periodo se analizó como medida repetida. Se examinaron cuatro estructuras de covarianza entre periodos y se eligió la de simetría compuesta con base en el criterio de información Bayesiana de Schwarz (Littell *et al.*, 1996). El modelo estadístico usado fue:

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

donde, y_{ijkl} = l-ésimo 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 ($j=1,2,\dots,148$); P_k = efecto fijo del k-ésimo periodo de muestreo ($k=1,2,\dots,8$); $(C \times P)_{ik}$ = efecto fijo de la interacción categoría de animal por periodo de muestreo; ε_{ijkl} = error aleatorio (λ).

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se estimaron estadísticos descriptivos con los datos obtenidos cuando se observó la mayor infestación (octubre). La media general, desviación estándar y coeficiente de variación estimados fueron 9.0 ± 0.7 , 8.4 y 92.8 %. La moda fue 3 y la mediana 6, el coeficiente de asimetría fue 1.3 y la kurtosis 1.5. Se observó que a partir de la moda la frecuencia de cada conteo se redujo al aumentar el número de garrapatas. Esta distribución con asimetría positiva en forma de 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 evidenció ausencia de normalidad ($W=0.87$; $p \leq 0.0001$). La transformación de los datos con la función $\log(\text{conteo}+1)$ no produjo el efecto deseado y se rechazó la hipótesis de normalidad ($W=0.96$; $p=0.0003$). Se obtuvieron distribuciones de frecuencia por categoría de animal encontrándose coeficientes de asimetría positivos en un intervalo de 0.63 a 2.16 en 6, 0 en 1 y -0.55 en 1. Para la distribución de frecuencias conjunta de VQ y TR, el coeficiente de asimetría fue 1.71, valor ligeramente superior al observado en octubre del 2004 y la media del número de garrapatas en el lado izquierdo del cuerpo fue 7.2 ± 0.8 , valor muy cercano

Four covariance structures were examined and the one with compound symmetry was chosen, based on Schwarz's Bayesian information criterion (Littell *et al.*, 1996). The statistical model used was:

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

where y_{ijkl} = l-th number of ticks of the j-th animal of the i-th category and k-th period; μ = common constant in the population; C_i = fixed effect of the i-th animal category ($i=1,2,\dots,8$); $A_{j(i)}$ = random effect of the j-th animal found within the i-th animal category ($j=1,2,\dots,148$); P_k = fixed effect of the k-th sampling period ($k=1,2,\dots,8$); $(C \times P)_{ik}$ = fixed effect of the interaction category of animal per sampling period; ε_{ijkl} = random error (λ).

Using the information on temperatures and rainfall of the previous period, up to 21 days, a Pearson correlation analysis was carried out with the average values of the number of ticks per animal and period.

RESULTS AND DISCUSSION

Descriptive statistics were estimated with the data obtained when the greatest infestation was observed (October). The estimated mean, standard deviation and variation coefficient were 9.0 ± 0.7 , 8.4 and 92.8 %. The mode was 3 and the median 6; the asymmetry coefficient was 1.3 and kurtosis 1.5. From the mode, the frequency of each count was reduced as the number of ticks increased. This distribution with an L-shaped positive asymmetry has been found in studies of the percentage of white coat color on Holstein cows (Becerril and Wilcox, 1992; Becerril *et al.*, 1994). The Shapiro-Wilk test showed an absence of normality ($W=0.87$; $p \leq 0.0001$). The transformation of data with the function $\log(\text{count}+1)$ did not produce the desired effect and the hypothesis of normality was rejected ($W=0.96$; $p=0.0003$). Frequency distributions were obtained per animal category, and positive asymmetry distributions were found in an interval of 0.63 to 2.16 in 6, 0 in 1 and -0.55 in 1. For the combined frequency distribution of HF and YB, the asymmetry coefficient was 1.71, slightly higher than that shown in October 2004, and the average number of ticks on the left side of the body was 7.2 ± 0.8 , very near to the half-body average in 2004 (González-Cerón *et al.*, 2009).

The covariance structure in compound symmetry was found to be more appropriate, with an estimated correlation of $R=0.12$ between periods. The category of animal, the sampling period and its interaction affected ($p \leq 0.01$) the number of saturated ticks on the left side of the body. The averages per category of animal and sampling period are shown in Table 1. Category VL46 in samples of August2 had the greatest infestation (higher than 35, $p \leq 0.01$), but there were also high infestations (20 to 29) in the June2, August1

a la mitad de la media de todo el cuerpo en el 2004 (González-Cerón *et al.*, 2009).

Se encontró más apropiada la estructura de covarianza en simetría compuesta, con una correlación estimada entre periodos de $R=0.12$. La categoría del animal, el periodo de muestreo y su interacción afectaron ($p \leq 0.01$) el número de garrapatas saturadas del lado izquierdo del cuerpo. En el Cuadro 1 se muestran las medias por categoría de animal y periodo de muestreo. La categoría VL46 en el muestreo agosto2 tuvo la mayor infestación (mayor de 35, $p \leq 0.01$), pero también tuvo infestaciones altas (de 20 a 29) en los muestreos junio2, agosto1 y octubre; un comportamiento similar mostró VL13 en el muestreo agosto2, así como infestaciones importantes (10 a 19) en septiembre, junio2, agosto2 y octubre. Hubo infestaciones consistentes de 5 a 10 garrapatas en VS7 (excepto en el muestreo agosto1) y en VS13, VS46 y VQ en los muestreos de septiembre (también VL13) y octubre (también en TR). Conteos menores de 5 fueron consistentes en diferentes muestreos (con algunas excepciones) en VS13, VQ, TR y BC (inclusive cercanos a cero). En la variabilidad observada hubo efecto de la categoría de animal y de los cambios en las condiciones ambientales entre muestreos (Paes *et al.*, 1988; Sutherst *et al.*, 1988a). Los mayores conteos se presentaron en vacas lactantes y en vacas secas de mayor edad (VL46, VL13 y VS7), seguidas del resto de vacas secas (VS46 y VS13) y finalmente de las categorías jóvenes (VQ, TR y BC).

Wharton *et al.* (1970) afirman que durante la lactancia aumenta la susceptibilidad del ganado a la garrapata; esto coincide con Sutherst *et al.* (1988b) quienes encontraron con infestaciones artificiales y ganado *B. indicus*, que la lactancia fue el factor que más afectó

and October samplings; a similar behavior was shown by LC13 in the sampling August2, as well as important infestations (10 to 19) in September, June2, August2 and October. There were consistent infestations from 5 to 10 ticks in DC7 (except in the August1 sampling) and in DC13, DC46 and HF in the September (also DC13) and October samplings (also in YB). Counts lower than 5 were consistent in different samplings (with a few exceptions) in DC13, HF, YB and CA (even close to zero). In the observed variability there was an effect of the animal category and of the changes in weather conditions between samples (Paes *et al.*, 1988; Sutherst *et al.*, 1988a). The greatest counts were carried out on lactating and older dry cows (LC46, LC13 and DC7), followed by the rest of the dry cows (DC46 and DC13) and finally of the young categories (HF, YB and CA).

Wharton *et al.* (1970) claim that during lactation the susceptibility of cattle to ticks increases; this agrees with Sutherst *et al.* (1988b) who found, using artificial infestations and *B. indicus* cattle, that lactation was the factor that most affected resistance. Cattle older than 6 years of age have more infestations than young ones (Veríssimo *et al.*, 1997a; Veríssimo *et al.*, 1997b). In contrast, there have been lower tick counts in calves (Sutherst, 1987; Sutherst *et al.*, 1988b; Veríssimo *et al.*, 1997b), which corresponds with this study, since calves (CA) showed an infestation seven times lower than the most harshly infested group (LC46). Low tick counts in calves have been related to immunity passed on by mothers during suckling (Sutherst *et al.*, 1988b; Veríssimo *et al.*, 1997b); although it can also be due to the smaller size of calves (contact area with ticks is lower), ethological differences (less grazing time due

Cuadro 1. Medias ajustadas del número de garrapatas saturadas (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) en el lado izquierdo de bovinos Criollo Lechero Tropical, por categoría de animal y periodo de muestreo.

Table 1. Adjusted means of the number of saturated ticks (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) on the left side of Tropical Milking Criollo, by animal category and sampling period.

Mes de muestreo	Categoría [†]							
	VL13	VL46	VS13	VS46	VS7	VQ	TR	BC
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
Junio1	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
Junio2	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
Agosto1	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
Agosto2	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

[†]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 (toretas) y BC (becerros). a-m: medias con literales distintas son diferentes ($p \leq 0.01$). A-F: medias con literales distintas entre columnas son diferentes ($p \leq 0.05$).

la resistencia. Bovinos con más de seis años tienen mayores infestaciones respecto a los jóvenes (Veríssimo *et al.*, 1997a; Veríssimo *et al.*, 1997b). En contraste, se han observado menores conteos de garrapata en becerros (Sutherst, 1987; Sutherst *et al.*, 1988b; Veríssimo *et al.*, 1997b), lo cual coincide con el presente estudio, ya que los becerros (BC) mostraron una infestación siete veces menor que el grupo más infestado (VL46). Se han relacionado bajos conteos de garrapatas en becerros con la inmunidad transmitida por la madre durante el amamantamiento (Sutherst *et al.*, 1988b; Veríssimo *et al.*, 1997b); aunque también puede deberse al menor tamaño de los becerros (se reduce el área de contacto con las garrapatas), diferencias etológicas (pastorean menos tiempo debido al amamantamiento y caminan menos porque duermen y descansan más que los adultos) y al acicalamiento de la madre (Utech *et al.*, 1978). El bajo conteo observado en los bovinos jóvenes, VS13, VQ y TR, podría relacionarse con resistencia adquirida, ya que disminuye el conteo de garrapatas en bovinos jóvenes sometidos a infestaciones artificiales sucesivas (Utech y Wharton, 1982; Jonsson *et al.*, 2000).

En el Cuadro 2 se muestran las medias del número de garrapatas, temperaturas y precipitación por muestreo. La mayor infestación fue en octubre ($p \leq 0.05$), coincidiendo con la mayor precipitación y descenso de temperatura. Le siguió la infestación de agosto2, cuando ocurrió la segunda mayor precipitación y descenso de temperatura y la segunda temperatura máxima más baja y la más baja de las mínimas.

Sin embargo, durante la canícula (reducción de la precipitación y aumento de la temperatura a finales de agosto y principios de septiembre) se redujo la población de garrapatas saturadas. Con excepción del muestreo de junio2 los conteos más bajos de garrapatas se observaron durante los muestreos de mayo (conteo

to suckling and less walking, since they sleep and rest more than adults) and cleaning by the mothers (Utech *et al.*, 1978). The low count observed in young cattle, DC13, HF y YB, could be related to the resistance acquired, since it reduces the number of ticks in young bovines to successive eventual artificial infestations (Utech and Wharton, 1982; Jonsson *et al.*, 2000).

The mean number of ticks, temperature and rainfall per sampling are shown in Table 2. The greatest infestation was in October ($p \leq 0.05$), corresponding to the greatest rainfall and drop in temperature. This was followed by the infestation in August2, when the second greatest rainfall and drop in temperature took place, along with the second lowest temperature and the lowest of the minimum.

However, during the hottest and least rainy days of the year, in late August and early September, the population of saturated ticks declined. Except for the sampling in June2, the lowest tick counts were in May (lowest count in the study period), June1 and July, in which rainfall was also at its lowest. High rainfall and lower temperature ranges were related with a higher number of ticks (August2 and October). During the study, the variation coefficients for maximum and minimum temperature were 8.1 % and 4.8 %; for rainfall, it was 213.6 %. The correlation coefficient (R) between the average tick per sample and rainfall was 0.83 ($p \leq 0.01$), slightly higher than the 0.74 and 0.63 reported by Alonso-Díaz *et al.* (2007).

Correlations with maximum, minimum and range temperatures were not significant ($p > 0.05$). This indicates that the number of ticks is related more to rainfall than with temperature variables. The occurrence of ticks is seasonal (Sutherst *et al.*, 1983; Sutherst *et al.*, 1988a; Veríssimo *et al.*, 1997b), with a growing population when relative humidity rises and temperature drops, which protects them from drying up and allows

Cuadro 2. Medias ajustadas del número de garrapatas saturadas (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) por periodo de muestreo, y de temperaturas y precipitación en días previos al muestreo de bovinos Criollo Lechero Tropical (n=148).

Table 2. Adjusted mean numbers of saturated ticks (*Amblyomma cajennense*+*Boophilus microplus*) per sampling period, and of temperatures and rainfall the days before the Tropical Milking Criollo cattle sampling (n=148).

Mes de muestreo	Garrapatas	Tmáx [†] (°C)	Tmín [‡] (°C)	Rango [§] (°C)	pp [¶] (mm)
Mayo (21) [□]	2.9 ± 0.6 c	31.7 ± 0.8	22.7 ± 0.3	9.0 ± 0.7	1.4 ± 1.1
Junio1 (5)	4.2 ± 0.6 c	30.8 ± 1.5	22.6 ± 0.7	8.2 ± 1.2	2.6 ± 1.9
Junio2 (17)	7.1 ± 0.6 b	33.0 ± 0.7	23.6 ± 0.3	9.4 ± 0.6	10.8 ± 4.2
Julio (21)	4.0 ± 0.6 c	32.3 ± 0.5	23.3 ± 0.2	9.0 ± 0.4	10.4 ± 4.6
Agosto1 (15)	7.3 ± 0.6 b	32.1 ± 0.3	22.4 ± 0.2	9.7 ± 0.3	11.8 ± 4.7
Agosto2 (18)	11.1 ± 0.6 a	30.8 ± 0.5	22.3 ± 0.1	8.5 ± 0.5	11.9 ± 3.0
Septiembre (20)	6.7 ± 0.6 b	32.1 ± 0.3	22.8 ± 0.2	9.3 ± 0.3	10.9 ± 3.8
Octubre (21)	12.0 ± 0.6 a	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 ($p \leq 0.05$). [†]Tmáx=Temperatura máxima; [‡]Tmín=Temperatura mínima; [§]Rango=Tmáx-Tmín; [¶]pp=Precipitación; [□]Número de observaciones para el cálculo de las medias de temperatura y precipitación antes de cada muestreo.

mínimo del periodo de estudio), junio y julio, cuando también se observó la precipitación más baja. Precipitación alta y menores rangos de temperatura se asociaron con mayor número de garrapatas (agosto y octubre). Durante el estudio los coeficientes de variación para temperatura máxima y mínima fueron 8.1 % y 4.8 %, mientras que para precipitación fue 213.6 %. El coeficiente de correlación (R) entre la media de garrapatas por muestreo y la precipitación fue 0.83 ($p \leq 0.01$), valor ligeramente superior a 0.74 y 0.63 reportados por Alonso-Díaz *et al.* (2007).

Las correlaciones con temperaturas máxima, mínima y rango no fueron significativas ($p > 0.05$). Esto indica que el número de garrapatas se relaciona más con la precipitación que con las variables de temperatura. La incidencia de garrapatas es estacional (Sutherst *et al.*, 1983; Sutherst *et al.*, 1988a; Veríssimo *et al.*, 1997b), con aumentos en su población cuando aumenta la humedad relativa y disminuye la temperatura, 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). En ganado Holandés $\times$ Cebú en Brasil aumenta la población de garrapatas al aumentar la temperatura y la precipitación (Kasai *et al.*, 2000). En contraste, Paes *et al.* (1988) encontraron una baja infestación natural en primavera (cuando la humedad y temperatura aumentan respecto al invierno) en ganado Mantiqueira.

CONCLUSIONES

La distribución de frecuencias de los conteos de garrapatas mostró asimetría positiva, es decir, hay un bajo número de bovinos con alta infestación. La categoría del bovino y el periodo de muestreo afectaron la magnitud de la infestación; los valores más altos se encontraron en las vacas lactantes (10.9 ± 0.6 y 18.7 ± 0.9 para VL13 y VL46) y en las vacas secas de mayor edad (6.5 ± 1.3). Las vaquillas (3.5 ± 0.4) y los toretes (3.2 ± 0.6) no presentaron grandes variaciones en los conteos. En las condiciones climáticas de la región Central de Veracruz los picos de infestación se relacionaron con precipitaciones altas y temperaturas más bajas, que correspondieron a los muestreos de agosto y octubre. La precipitación fue el factor más correlacionado con el aumento de la población del acaro ($R = 0.83$; $p \leq 0.01$).

LITERATURA CITADA

Alonso-Díaz, M. A., B. J. Gómez-Silva, A. C. Leme de Magalhães-Labarthe, y R. I. Rodríguez-Vivas. 2007. Infestación natural de hembras de *Boophilus microplus* Canestrini, 1887 (Acari: Ixodidae) en dos genotipos de bovinos en el trópico húmedo de Veracruz, México. *Vet. Méx.* 38:503-509.

for a longer time of free life in search of a host (Sonenshine, 1993; Sutherst *et al.*, 1979). In Holstein $\times$ Zebu cattle in Brazil, tick population increases with temperature and rainfall (Kasai *et al.*, 2000). In contrast, Paes *et al.* (1988) found a low natural infestation during the spring (when humidity and temperature rise in relation to winter) in Mantiqueira cattle.

CONCLUSIONS

The frequency distribution of the tick counts showed positive asymmetry, that is, there are a low number of cows with high infestation levels. The animal category and the sampling period affected the size of the infestation; the highest values were found in lactating cows (10.9 ± 0.6 and 18.7 ± 0.9 for LC13 and LC46) and in older dry cows (6.5 ± 1.3). The heifers (3.5 ± 0.4) and young bulls (3.2 ± 0.6) did not display great variation in counts. In the weather conditions of central Veracruz, the highest infestation levels were related to high rainfall and lower temperatures, which corresponded to the samples of August and October. Rainfall was the factor with the highest correlation to the population increase of the acarus ($R = 0.83$; $p \leq 0.01$).

End of the English version—



- Álvarez, V., R. Bonilla, e I. Chacón. 2003. Abundancia relativa de *Amblyomma* spp. (Acari: Ixodidae) en bovinos (*Bos taurus* y *B. indicus*) de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 51:435-444.
- Becerril, C. M. and C. J. Wilcox. 1992. Determination of percentage of white coat color from registry certificates in Holstein. *J. Dairy. Sci.* 75:3582-3586.
- Becerril, C. M., C. J. Wilcox, G. R. Wiggins, and K. N. Sigmon. 1994. Transformation of measurements percentage of white coat color for Holstein and estimation of heritability. *J. Dairy Sci.* 77:2651-2657.
- Calderón, A. L., R. Reyna R., A. Carrillo L., S. Infante G., y M. Camino L. 1981. Patrones en la disposición de las garrapatas *Boophilus microplus* (Canestrini) y *Amblyomma cajennense* (Fabricius) (Acarida: Ixodidae) sobre bovinos. I. Disposición espacial. *Agrociencia* Número 46 (3):101-109.
- de Alba, J., y C. Carrera. 1958. Selección del ganado Criollo Lechero Tropical. Publicaciones Turrialba. No. 61. Departamento de Industria Animal IICA. Turrialba, Costa Rica.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. UNAM. 246 p.
- González-Cerón, F., C. M. Becerril-Pérez, G. Torres-Hernández, y P. Díaz-Rivera. 2009. Garrapatas que infestan regiones corporales del bovino Criollo Lechero Tropical en Veracruz, México. *Agrociencia* 43(1):11-19.
- Gray, G. D., and H. S. Gill. 1993. Host genes, parasites and parasitic infections. *Int. J. Parasitol.* 23:485-494.
- Jonsson, N. N., A. L. Matschoss, P. Pepper, P. E. Green, and J. Ansell. 2000. Resistance of Holstein-Friesian cows to infestation

- by the cattle tick (*Boophilus microplus*). Vet. Parasitol. 89:297-305.
- Kasai, N., M. B. Labruna, A. V. Pires, H. Louvandini, A. L. Abdalla, and S.G. Gennari. 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.
- Littell, R., G. Milliken, W. Stroup, and R. Wolfinger. 1996. SAS System for Mixed Models. SAS. USA. 633 p.
- Paes, G. G., D. J. Pereira, A. L. Figueiredo, L. B. Gambini, and B. M. de Aquino. 1988. Genetic and environmental factors in natural infestation of tick (*Boophilus microplus*, Canestrini) in dairy heifers. B. Industr. Anim. 45:19-32.
- Pinna, M. H., A. Sanabria, V. C. Machado, e M. C. de Moraes. 2004. Incidência e distribuição de *Amblyomma cajennense* em regiões corporais de equinos das raças Mangalarga Marchador e Bretão Postier, naturalmente infestados. Parasitol. Latinoam. 59:21-25.
- SAS (Statistical Analysis System). 1999. SAS User' Guide Statistics, Version 8.0. SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA. 956 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.
- Solís, S. 1987. El efecto del programa de control de *Boophilus microplus* en la dinámica de población de *Amblyomma* spp. en México. In: FAO (ed). La Erradicación de la Garrapata. Actas de Consulta de Expertos sobre Erradicación de las Garrapatas con Referencia Especial a las Américas. 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.
- Sutherst, R. W., J. D. Kerr, and D. A. Stegeman. 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. 1987. Resistance of cattle to ticks as one element in a tick control programme. In: FAO (ed). La Erradicación de la Garrapata. Actas de Consulta de Expertos sobre Erradicación de las Garrapatas con Referencia Especial a las Américas. México. pp: 154-164.
- Sutherst, R. W., R. H. Wharton, I. M. Cook, I. D. Sutherland, and A. S. Bourne. 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.
- Sutherst, R. W., I. D. Sutherland, A. S. Bourne, G. F. Maywald, and D. A. Stegeman. 1988a. 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., G. F. Maywald, A. S. Bourne, I. D. Sutherland, and D. A. Stegeman. 1988b. Ecology of the cattle tick (*Boophilus microplus*) in subtropical Australia. II. Resistance of different breeds of cattle. Aust. J. Agric. Res. 39:299-308.
- Utech, K. B. W., G. W. Seifert, and R. H. Wharton. 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 R. H. Wharton. 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., D. S. R. Gomes, D. O. A. Duarte, R. W. Ramos, and R. U. Franco. 1997a. "*Boophilus microplus*" tick instar counts on a crossbred herd. B. Industr. Anim. 54:19-24.
- Veríssimo, C. J., D. S. R. Gomes, D. O. A. Duarte, R. W. Ramos, and R. U. Franco. 1997b. Resistance and susceptibility of a crossbred dairy herd to the cattle tick *Boophilus microplus*. B. Industr. Anim. 54:1-10.
- Villares, J.B. 1941. Climatologia zootécnica. III. Contribuição ao estudo da resistencia e susceptibilidade genética dos bovinos ao *Boophilus microplus*. B. Industr. 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.