



**INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA**  
**ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MEXICO**  
**CENTRO REGIONAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD PÚBLICA**

Especificidad de hospedero de la garrapata *Rhipicephalus sanguineus* en cuatro gradientes altitudinales en el municipio de Tapachula, Chiapas

**MVZ JOSÉ BALAM ARTURO GUILLÉN TOLEDO**

GENERACIÓN 2014 - 2016

Tesis para obtener el grado en Maestría en Ciencias de la Salud con Área de Concentración en Enfermedades Transmitidas por Vector

Director de tesis:  
Dr. Armando Ulloa García

Asesor de tesis:  
Dra. Janine M. Ramsey Willoquet

Asesor de tesis:  
MC. David A. Moo LLanes

Tapachula, Chiapas  
Octubre 2016

## Indice

|  |    |
|--|----|
| 1.- Resumen .....  | 3  |
| 2.- Introducción .....   | 4  |
| 2.1- Etología de las garrapatas.....                             | 4  |
| 2.2- Las Garrapatas vectores potenciales de Enfermedades.....    | 5  |
| 2.3- Enfermedades transmitidas por garrapatas en México .....    | 6  |
| 2.4- Estatus taxonómico de <i>R. sanguineus</i> .....            | 7  |
| 2.5- Ciclo de vida de <i>Rhipicephalus sanguineus</i> .....      | 8  |
| 2.6- Enfermedades transmitidas por <i>R. sanguineus</i> .....    | 10 |
| 3.- Justificación .....  | 13 |
| 4.- Pregunta de investigación .....                              | 13 |
| 5.- Hipótesis .....  | 13 |
| 6.- Objetivos.....   | 14 |
| 6.1- Objetivo general.....                                       | 14 |
| 6.2- Objetivos específicos.....                                  | 14 |
| 7.- Material y métodos .....                                     | 15 |
| 7.1- Área de estudio.....  | 15 |
| 7.2- Muestreo.....   | 19 |
| 7.3- Colecta de poblaciones de garrapatas .....                  | 19 |
| 7.4- Identificación de las garrapatas y otros ectoparásitos..... | 19 |
| 7.5- Modelo de nicho ecológico .....                             | 20 |
| 7.6- Análisis de Datos .....                                     | 21 |
| 8.- Resultados.....  | 23 |
| 8.1- Resultados generales .....                                  | 23 |
| 8.2.- Estructura de la diversidad .....                          | 24 |
| 8.3.- Especies de hospederos incluidos en el estudio.....        | 29 |
| 8.4.- Tasa de infestación de garrapatas .....                    | 29 |
| 8.5- Nicho ecológico de <i>Rhipicephalus sanguineus</i> .....    | 33 |
| 9.- Discusión .....  | 34 |
| 10.- Conclusión .....  | 38 |
| 11.- Bibliografía.....   | 39 |

**Palabras clave:** *Rhipicephalus sanguineus*, *Ixodes boliviensis*, *Amblyomma ovale*, Garrapatas.

### **1.- Resumen:**

En este estudio se evaluó la distribución de especies de garrapatas que infestan a perros en cuatro intervalos altitudinales dentro del municipio de Tapachula, Chiapas. Se incluyeron cuatro intervalos altitudinales en el área de estudio: 1-390 msnm, 391-942 msnm, 943-1687 msnm y 1688-2695 msnm. Cada intervalo se seleccionaron dos comunidades, para realizar las colectas de garrapatas. Se colectaron un total de 195 garrapatas provenientes de perros y ganado bovino. Entre las que se identificaron cuatro especies, siendo la más prevalente *Rhipicephalus sanguineus*, seguido de *Amblyomma ovale*, *Ixodes boliviensis*. Y *Rhipicephalus (boophilus) microplus*. *R. sanguineus* fue la especie que tuvo una distribución hasta los 2000 msnm, mientras que *A. ovale* e *I. Boliviensis* estuvieron restringidas al segundo, tercero y cuarto intervalo altitudinal, respectivamente. La presencia de *R. sanguineus*, *A. ovale* e *I. boliviensis* puede ser un riesgo para la salud humana, aunque es necesario investigar si existe un ciclo de transmisión zoonótica de patógenos, en el área de estudio.

## **2.- Introducción**

Las garrapatas son considerados ectoparásitos pertenecientes a Phylum Arthropoda, clase Arachnida, subclase Acari, Orden Parasitiformes y Suborden Ixodida, la diversidad mundial conocidas es de 896 especies agrupadas en tres familias: *Argasidae* (193 especies), *Ixodidae* (702 especies) y *Nuttalliellidae* (monotípica) (Guglielmone *et al.*, 2010). En México, existen alrededor de 100 especies, lo que corresponde al 11.2% de la diversidad mundial. En el país esta diversidad está representada por dos familias: *Argasidae* (32 especies) e *Ixodidae* (68 especies) (Pérez *et al.*, 2014). La familia *Ixodidae* presenta una etapa inactiva (huevos) y tres etapas móviles hematófagas: larva, ninfa y adulto. Cada una de estas requiere de varios días de fijación en el hospedero (Barros-Battesti *et al.*, 2006). En contraste, las garrapatas de la familia *Argasidae* pueden pasar por varios estadios ninfales antes de alcanzar la fase adulta y las etapas de alimentación pueden ser muy cortas (de minutos a horas). Los requerimientos de hábitat son un aspecto importante en la biología de garrapatas y afectan los estados no parasíticos así como la oportunidad de contacto con un hospedero para la ingesta de sangre (Oliver, 1989).

### **2.1- Etología de las garrapatas**

Las garrapatas son hematófagos obligados que parasitan diferentes tipos de vertebrados en casi todas las regiones del mundo, se fijan a sus hospederos para su alimentación sanguínea, facilitando la transmisión efectiva de los agentes patógenos (Sonenshine *et al.*, 2013). Los patógenos ingeridos por las garrapatas también pueden transmitirse transestadial y/o transovarial, aunado a que las garrapatas hembras presentan una alta tasa reproductiva, aumenta la posibilidad de propagación eficaz de los agentes infecciosos en las poblaciones de hospederos reservorios, particularmente, en animales de compañía y de manera incidental en humanos que interactúan con dichos animales. Sólo una minoría de las especies de garrapatas, son las que tienen una amplia gama de

hospederos animales, a los cuales le pueden transmitir diferentes patógenos (Shaw *et al.*, 2001).

## **2.2- Las Garrapatas vectores potenciales de Enfermedades**

La distribución geográfica de las garrapatas se ha ampliado a áreas donde no se habían reportado anteriormente. En 1980, la garrapata *Ixodes ricinus* había ampliado su dispersión en áreas del norte y occidente de Suecia (Jaenson *et al.*, 2012), igualmente, otra especie, *Dermacentor variabilis*, se había dispersado hasta el noreste de los Estados Unidos (Snetsinger *et al.*, 1993). Por lo tanto, la dispersión debido a la fragmentación de hábitat, la variabilidad climática son factores que aumentan el riesgo de transmisión de diferentes enfermedades transmitidas por vectores (Jones *et al.*, 2008; Wimberly *et al.*, 2008).

Las garrapatas son vectores eficaces de enfermedades y ocupan el segundo lugar solamente superado por mosquitos en número de casos de transmisión de enfermedades infecciosas (Le Bars, 2009). Aproximadamente el 10% de todas las especies de garrapatas conocidas actúan como vectores de diversos patógenos para los seres humanos y los otros animales (Jongejan *et al.*, 2004). En 1983, Smith *et al.*, fueron los primeros en demostrar que *Boophilus annulatus* era el transmisor del agente etiológico (*Babesia bigemina*) que infectaba al ganado con la Fiebre de Texas. A principios del siglo XX, las garrapatas fueron implicadas como vectores de enfermedades humanas, Dutton *et al.*, (1905), demostraron que la fiebre recurrente era causada por *Borrelia duttonii* y transmitida por *Ornithodoros moubata*. Ricketts (1909), reportó que la garrapata *Dermacentor andersoni* como vector principal de *Rickettsia rickettsii*, que provoca la enfermedad fiebre manchada de Montañas Rocosas. En Estados Unidos, las enfermedades causadas por Rickettsias son de reporte obligatorio desde el año 1920, haciendo referencia al aumento de casos, debido a que en el año 2000 se presentaban menos de 2 casos por millón de personas, en el año 2010 se registraron 6 casos por millón de personas. (CDC, 2013).

Recientemente, en el año 2013, se han reportado 27,203 casos confirmados y 9,104 probables casos de la enfermedad de Lyme por el CDC (NAID, 2013).

### **2.3- Enfermedades transmitidas por garrapatas en México**

Según el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica de México (2010), se tiene registro de la presencia de rickettsiosis, con mayor prevalencia en los estados de Baja California Norte, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora, con una tasa de mortalidad de hasta 35% en pacientes no tratados. Durante el periodo 2007 – 2009 se confirmaron brotes importantes en Mexicali y Baja California (278 casos). En Mexicali, Baja California en el año 2011 se detectó un brote importante de *Rickettsia rickettsii* en garrapatas *Rhipicephalus sanguineus*. Hasta la semana epidemiológica 31 del año 2016 se han registrado un total de 63 casos de Fiebre Manchada y 65 casos de otras rickettsiosis en el territorio mexicano (Tabla 1).

En Yucatán, se reportó la muerte de una niña de cuatro años por *Rickettsia rickettsii* (Zavala-Castro *et al.*, 2006), igualmente, del Campo *et al.*, (2010) reportó el primer caso de fiebre manchada de las montañas rocosas en Guadalajara, Jalisco. Hasta el momento, en el estado de Sonora también se han reportaron brotes importantes de rickettsiosis en diferentes periodos de tiempo (Martínez-Medina *et al.*, 2005, Martínez-Medina *et al.*, 2007, Gómez-Rivera *et al.*, 2009). La presencia de los patógenos en el vector y reservorios es un indicador de riesgo de exposición de la población humana por lo que estas enfermedades están relacionadas con las características ecológicas de cada región (Tinoco-Gracia *et al.*, 2007). Las garrapatas, han logrado colonizar nuevos hábitats con un clima adecuado y hospederos apropiados, lo que significa que se tienen modos eficaces de dispersión (Daniel y Dusbábek, 1994).

Tabla 1.- Casos por entidad federativa de Rickettsiosis hasta la semana epidemiológica 31 del 2016

| Entidad Federativa  | Otras Rickettsiosis<br>2015<br>Acumulado |           |           | Fiebre Manchada<br>2016<br>Acumulado |           |           |
|---------------------|--|-----------|-----------|--------------------------------------|-----------|-----------|
|                     | Hombres                                  | Mujeres   | Total     | Hombres                              | Mujeres   | Total     |
|                     | Baja California                          | 9         | 9         | 18                                   | 1         | 3         |
| Baja California Sur | -  | -         | 0         | -                                    | 1         | 1         |
| Campeche            | -  | -         | 0         | 1                                    | -         | 1         |
| Coahuila            | -  | 2         | 2         | 2                                    | -         | 2         |
| Chiapas             | -  | -         | 0         | 1                                    | -         | 1         |
| Chihuahua           | 10                                       | 4         | 14        | 3                                    | 1         | 4         |
| Jalisco             | -  | -         | 0         | 1                                    | 2         | 3         |
| Michoacán           | -  | -         | 0         | 1                                    | 1         | 2         |
| Morelos             | -  | -         | 0         | 4                                    | 3         | 7         |
| Nuevo León          | -  | -         | 0         | 4                                    | 4         | 8         |
| Sinaloa             | -  | -         | 0         | -                                    | 7         | 7         |
| Sonora              | 13                                       | 18        | 31        | 8                                    | 8         | 16        |
| Tamaulipas          | -  | -         | 0         | 2                                    | 1         | 3         |
| Veracruz            | -  | -         | 0         | 1                                    | 3         | 4         |
| <b>Total</b>        | <b>32</b>                                | <b>33</b> | <b>65</b> | <b>29</b>                            | <b>34</b> | <b>63</b> |

Datos obtenidos del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (2016), Boletín Epidemiológico Nacional. [www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/boletin/intd\\_boletin.html](http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/dgae/boletin/intd_boletin.html)

Consultado: 06 de agosto de 2016.

#### 2.4- Estatus taxonómico de *R. sanguineus*

La primera descripción de *R. sanguineus* fue realizada por Latreille (1806), como *Ixodes sanguineus*. Algunos autores sugieren que se trata de una especie africana (Hoogstraal, 1956), otros argumentan que es una especie mediterránea (Morel y Vassiliades, 1963). Distintos autores han coincidido de que *Rhipicephalus sanguineus* es un complejo de al menos 12 especies morfológicamente estrechas incluyendo a *R. sanguineus* sensu estricto (s.s.) (Nava, 2015). A finales del ciclo 20, el taxón de *R. sanguineus* se consideraba como una sola especie con una distribución cosmopolita y asociada a perros (Pegram *et al.*, 1987, Walker *et al.*, 2000). Sin embargo, estudios moleculares (Burlini *et al.*, 2010, Nava *et al.*, 2012), biológicos (Szabó *et al.*, 2005), y

morfológicos (Oliveira *et al.*, 2015) han sugerido la presencia de dos distintas especies bajo el taxón de *R. sanguineus* en Latinoamérica. Estas especies fueron asignadas como “templadas” y “tropical” (Moraes-Filho *et al.*, 2011), la primera con una distribución restringida en América del Sur (Uruguay, Argentina, Chile y el sureste de Brasil), mientras que la segunda abarca desde México hasta Brasil. Esta distribución, fue corroborada con datos posteriores con base a análisis genético (Nava *et al.*, 2012). Al igual que en la situación actual de Latinoamérica, los recientes estudios genéticos y biológicos, mostraron que el taxón *R. sanguineus* s. s, también se aplica a genoespecies distintos en otros continentes (Levin *et al.*, 2012, Danta-Torres *et al.*, 2013, Liu *et al.*, 2013). En vista de este problema taxonómico, Nava *et al.*, 2015 sugirió que en la actualidad, no es posible asignar el nombre específico de *R. sanguineus* s.s., a cualquier población de garrapatas del mundo. Por lo que, se sugiere emplear "grupo *R. sanguineus*" en lugar de *R. sanguineus* s.s.

## **2.5- Ciclo de vida de *Rhipicephalus sanguineus***

La especie de garrapata *R. sanguineus* tiene comportamiento endofílico (adaptado a vivir adentro de las casas), monotrópico (todos los estados de desarrollo se alimentan de la misma especie de hospedero) y de tres hospederos (cada estadio requiere un nuevo hospedero para alimentarse, sin embargo, es capaz de sobrevivir en el exterior en sitios de refugio, por ejemplo, paredes de piedra caliza). A pesar de tener un comportamiento monotrópico esta especie en ocasiones puede alimentarse de otros mamíferos (incluyendo humanos) (Dantas-Torres, 2010).

*Rhipicephalus sanguineus* es una garrapata de tres hospederos, es decir, cada etapa activa de desarrollo (larva, ninfa y adulto) sólo se alimenta una vez. Las hembras adultas de *R. sanguineus* se alimentan del hospedero de 5 a 21 días (Pegram *et al.*, 1987), una vez terminado el proceso de alimentación la hembra se separa y cae al suelo para seguir con la digestión sanguínea y desarrollo de los huevos para ovipositar. La duración media del período de oviposición es de

16-18 días, como resultado de este proceso se obtienen alrededor de 4,000 huevos con un máximo 7,273 huevos (Koch, 1982), una vez terminado el proceso de oviposición la hembra muere. Los huevos serán depositados en lugares como grietas y hendiduras, a menudo a nivel elevado del suelo cerca de los hospederos; esto probablemente como un comportamiento estratégico para facilitar la búsqueda de hospedero a las larvas. Los rangos de temperatura óptima de oviposición de *R. sanguineus* es entre los 20°C y 30°C (Sweatman, 1967). El período de incubación de los huevos varía de 6 a 23 días (Jittapalapong *et al.*, 2000). Después de la incubación, pequeñas larvas salen de los huevos y comienzan inmediatamente a buscar un hospedero. Las larvas se alimentan de 3 a 10 días del hospedero, antes de caer al suelo para mudar en ninfas (Pegram *et al.*, 1987). El rango de periodo de muda es de 5 a 15 días (Pegram *et al.*, 1987). Las ninfas se parecen a los adultos en forma y se alimentan de 3 a 11 días antes de caer del hospedero para mudar nuevamente en adultos, el rango del proceso de muda de la ninfa es de 9 a 47 días (Pegram *et al.*, 1987). Las larvas de *R. sanguineus* sin alimentar pueden sobrevivir durante aproximadamente ocho meses, mientras que las ninfas no alimentadas seis meses, y los adultos sin alimentar hasta 19 meses (Goddard, 1987). En condiciones favorables, el ciclo de vida se puede completar en 63-91 días (Louly *et al.*, 2007).

En condiciones de laboratorio, los parámetros biológicos (por ejemplo, oviposición y períodos de muda) de *R. sanguineus* varían mucho con la temperatura, humedad relativa y el tipo de hospedero (Bellato *et al.*, 1997). La supervivencia máxima de las ninfas se produce en 20°C y 85% de humedad relativa; el umbral mínimo de temperatura para la muda se encuentra entre 10°C y 15°C. Las garrapatas adultas no alimentadas son más resistentes que ninfas no alimentadas a condiciones de desecación por ejemplo a 35°C y 35% de humedad relativa (Koch *et al.*, 1986). Sin embargo, se ha observado que los mecanismos de compensación de agua de *R. sanguineus* son mayormente eficientes que otras especies de garrapatas, lo que facilitaría su establecimiento

en hábitats o regiones secas (Yoder *et al.*, 2006).

Los periodos de muda y alimentación varían ampliamente entre las poblaciones y están influenciados por factores tales como la temperatura y la disponibilidad de hospedero. Parece que hay una fuerte asociación entre la temperatura ambiente y el tamaño de la población de la garrapata (Mumcuoglu *et al.*, 1993). La duración del ciclo de vida de las garrapatas puede variar de un país a otro y de una región a otra. Estudios de campo indican que *R. sanguineus* pueden completar por lo menos dos generaciones por año (Uspensky y Ioffe-Uspensky, 2002). En Brasil, donde las condiciones ambientales son bastante favorables, *R. sanguineus* es capaz de completar hasta cuatro generaciones por año (Dantas-Torres *et al.*, 2006; Louly *et al.*, 2007).

Las larvas y ninfas de *R. sanguineus* se alimentan de sangre para llevar a cabo procesos de muda, además que los adultos la utilizan para reproducción. Las hembras necesitan grandes cantidades de sangre para producir huevos y llegan a aumentar hasta 100 veces su peso corporal original después de la alimentación (Szabó *et al.*, 2005) a diferencia los machos adultos que solo se alimentan de sangre para espermatogénesis y completar el proceso reproductivo (Sanchez *et al.*, 2012).

## **2.6- Enfermedades transmitidas por *R. sanguineus***

*Rhipicephalus sanguineus* es un vector de diversos patógenos (Tabla 2), incluso está involucrado en la transmisión de *Leishmania infantum*, agente etiológico de leishmaniasis visceral (Coutinho *et al.*, 2005). El papel de *R. sanguineus* en la transmisión de patógenos para los seres humanos está bien documentado, a pesar de su relativamente baja antropofilia (Palmas *et al.*, 2001). La incriminación de *R. sanguineus* como vector de diversos patógenos se basa en experimentos y observaciones ecológicas, o en ambos. *Rhipicephalus sanguineus* puede actuar como vector y reservorio de ciertos patógenos. La especie tiene la capacidad de mantener el patógeno en la naturaleza, a través

de varias generaciones, por transmisión transovárica (de la hembra para su progeñie) y transestadial (a través de etapas de la vida sucesivas) (Bremer *et al.*, 2005). Las garrapatas están naturalmente infectadas por las bacterias y los tripanosomátidos, aunque se desconoce la patogenicidad de estas parasitosis experimentales (Dantas-Torres, 2007). En *R. sanguineus* se ha encontrado infecciones naturales por flagelados tripanosomátidos en Irak (Machattie, 1930) y Brasil, que eran morfológicamente indistinguibles (Sherlock, 1964).

En México, se ha reportado la presencia de *R. sanguineus* en diferentes estados como en Cuernavaca, Morelos (Cruz-Vázquez *et al.*, 1998), Mexicali, Baja California (Tinoco *et al.*, 2009), y Culiacán, Sinaloa (Gaxiola *et al.*, 1997), Coahuila (Nava-Reyna *et al.*, 2016), y Chiapas (López-López, 2014). En México se han detectado a *Rickettsia rickettsia* en *R. sanguineus* infestando a perros en Baja California (Eremeeva, 2011), Yucatán (Peniche-Lara, 2015) y Coahuila (Castillo-Martínez, 2015), y a *Ehrlichia canis* en *R. sanguineus* en el estado de Yucatán (Pat-Nah *et al.*, 2015).

Tabla 2.- Agentes patógenos que pueden ser transmitidas por *R. sanguineus*

|   |   |   |
|---|---|---|
| <i>Anaplasma marginale</i>                                | Anaplasmosis bovina                     | Parker and Wilson (1979)  |
| <i>Anaplasma platys</i>                                   | Trombocitopenia cíclica canina          | Simpson <i>et al.</i> (1991)                                    |
| <i>Babesia caballii</i>                                   | Babesiosis equina                       | Enigk (1943)  |
| <i>Babesia canis</i>                                      | Babesiosis canina                       | Regendanz and Muniz (1936)                                      |
| <i>Babesia gibsoni</i>                                    | Babesiosis canina                       | Sen <i>et al.</i> (1933)  |
| <i>Cercopithifilaria grassii</i>                          | Filaria Canina                          | Bain <i>et al.</i> (1982)                                       |
| <i>Coxiella burnetti</i>                                  | Fiebre Q                                | Mantovani <i>et al.</i> (1953)                                  |
| <i>Dipetalonema dracunculoides</i>                        | Filaria canina                          | Bain <i>et al.</i> (1972)<br>Olmeda-García <i>et al.</i> (1993) |
| <i>Hepatozoon canis</i>                                   | Hepatozonosis Canina                    | Nordgren <i>et al.</i> (1984)                                   |
| <i>Leishmania infantum</i> /<br><i>Leishmania chagasi</i> | Leishmaniosis canina visceral           | Blanc <i>et al.</i> (1930)                                      |
| <i>Mycoplasma haemocanis</i>                              | Hemobartonelosis canina                 | Seneviatna <i>et al.</i> (1973)                                 |
| <i>Ehrlichia canis</i>                                    | Ehrlichiosis monocítica canina          | Groves <i>et al.</i> (1975)                                     |
| <i>Rickettsia conorii</i>                                 | Fiebre manchada mediterránea            | Brumpt (1932)   |
| <i>Rickettsia rickettsii</i>                              | Fiebre manchada de las Montañas Rocosas | Parker <i>et al.</i> (1933)                                     |
| <i>Theileria equi</i>                                     | Theilerosis                             | Enigk (1943)  |

Dantas-Torres, F., 2008. The brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*

### **3.- Justificación:**

En el norte de México existe evidencia de la circulación de patógenos causantes de enfermedades transmitidas por garrapatas, representando un nuevo desafío para la salud pública y el control de las enfermedades transmitidas por vector. La gran diversidad de hospederos y vectores competentes que se han localizado en todo el territorio mexicano, pudieran poner en riesgo la salud humana por la posible circulación de patógenos tales como *Coxiella burnetii*, *Ehrlichia canis*, *Rickettsia conorii* y *Rickettsia rickettsii* en ciclos de transmisión antropozoonótica. Uno de los vectores principales de estos patógenos es *R. sanguineus*, el cual se le considera una especie que infesta a animales de compañía o mascota del humano. En este estudio se investigó la distribución de especies de garrapatas que infestan a perros en diferentes intervalos altitudinales dentro del municipio de Tapachula, Chiapas.

### **4.- Pregunta de investigación**

¿*Rhipicephalus sanguineus* infestan a perros a distintos intervalos altitudinales dentro del municipio de Tapachula, Chiapas?

### **5.- Hipótesis.**

*Rhipicephalus sanguineus* está presente en todos los intervalos altitudes, aunque con menor abundancia relativa en altitudes mayores.

## **6.- Objetivos**

### **6.1- Objetivo general.**

Medir la abundancia y especificidad de la garrapata *R. sanguineus* en mascotas de cuatro gradientes altitudinales en el municipio de Tapachula, Chiapas

### **6.2- Objetivos específicos.**

1. Identificar la diversidad de especies de garrapatas en *Canis lupus familiaris* en diferentes estratos altitudinales en el municipio de Tapachula.
2. Analizar las asociaciones de *R. sanguineus* con *Canis lupus familiaris* según el gradiente altitudinal
- 3.- Analizar los resultados de ocurrencia de *R. sanguineus* con el nicho ecológico para la especie.

## 7.- Material y métodos

### 7.1- Área de estudio

Para realizar este estudio, se seleccionaron cuatro intervalos altitudinales localizados entre los 0 y 2,955 msnm dentro del municipio de Tapachula, Chiapas, mediante el software ArcMap ver 10. En cada uno de los intervalos se seleccionaron aleatoriamente dos comunidades, con base a la categoría de tamaño poblacional rural (100 – 200 viviendas). De acuerdo al cuaderno Estadístico Municipal de Tapachula, Chiapas, 2006, se reportan los tipos de clima A (w1), A (w2), Am, ACm y C(m), los cuales corresponden a la clasificación Köppen-Geiger definidos como cálido húmedo, cálido subhúmedo y templado húmedo, respectivamente. Las comunidades presentan dos estaciones bien definidas: estación de lluvias que se extiende a partir del mes de Mayo hasta Octubre, y el resto de los meses con una estación de secas bien definida (INEGI 2006). La precipitación total anual varía, entre 1,200 mm a 4, 000 mm. Mientras que la temperatura media anual en Tapachula se encuentra entre los 24 – 28 °C (Ramoset *al.*, 2010).

Las dos primeras comunidades del primer intervalo (0 - 390msnm) fueron Rio Florido (14° 51' 13" N, 92° 20' 28" W) y Murillo (14° 49' 01" N, 92° 17' 31" W): Cada una de estas comunidades tienen una población aproximada de 600 habitantes viviendo en 150 casas y están ubicadas en zonas suburbanas. En general, las casas en estas dos poblaciones se encuentran construidas de concretos y techo de lámina. La vegetación primaria alrededor de estas comunidades ha sido reemplazada por cultivos de mango, ajonjolín, soya, maíz y pastura para ganado.

Las comunidades en el segundo intervalo (391- 942) fueron Simón Bolívar (15° 02' 35" N, 92° 19' 26" W) y Congregación Zaragoza (15° 07' 46" N, 92° 18' 20" W). Estas comunidades ya se encuentran ubicadas en el área rural y cada una de las comunidades presenta una población aproximada de 600 habitantes

viviendo en 130 casas. En general las casas están construidas con concreto y techo de lámina. Las comunidades están enclavadas en áreas con manchones de vegetación primaria las cuales en gran parte han sido modificadas por el cultivo de café.

Las comunidades del tercer intervalo (943 -1687) fueron Chanjalé (15° 06' 10" N, 92° 13' 05" W) y Manacal (15° 06' 10" N, 92° 13' 05" W) son consideradas áreas rurales con casas dispersas y enclavadas en bosques fragmentados para dar paso a actividades de cultivo de café y en menor escala el cultivo de maíz. En estas viven alrededor de 650 habitantes viviendo en 130 casas construidas con material mixto entre concreto y madera, con techo de lámina.

En el cuarto intervalo (1,688 - 2,965msnm), se seleccionaron Bijahual (15° 12' 17" N, 92° 11' 22" W) y Cuesta de la Piedra (15° 09' 03" N 92° 14' 24" W), también son consideradas comunidades rurales, una característica de estas comunidades es que las viviendas se encuentran muy dispersas, por lo que su número de habitantes es aproximadamente de 453 viviendo en alrededor de 77 viviendas. Se observa una vegetación mixta entre diversos manchones de vegetación primaria y extensas áreas de cultivo de café (Ramos *et al.*, 2010). (Figura 1).

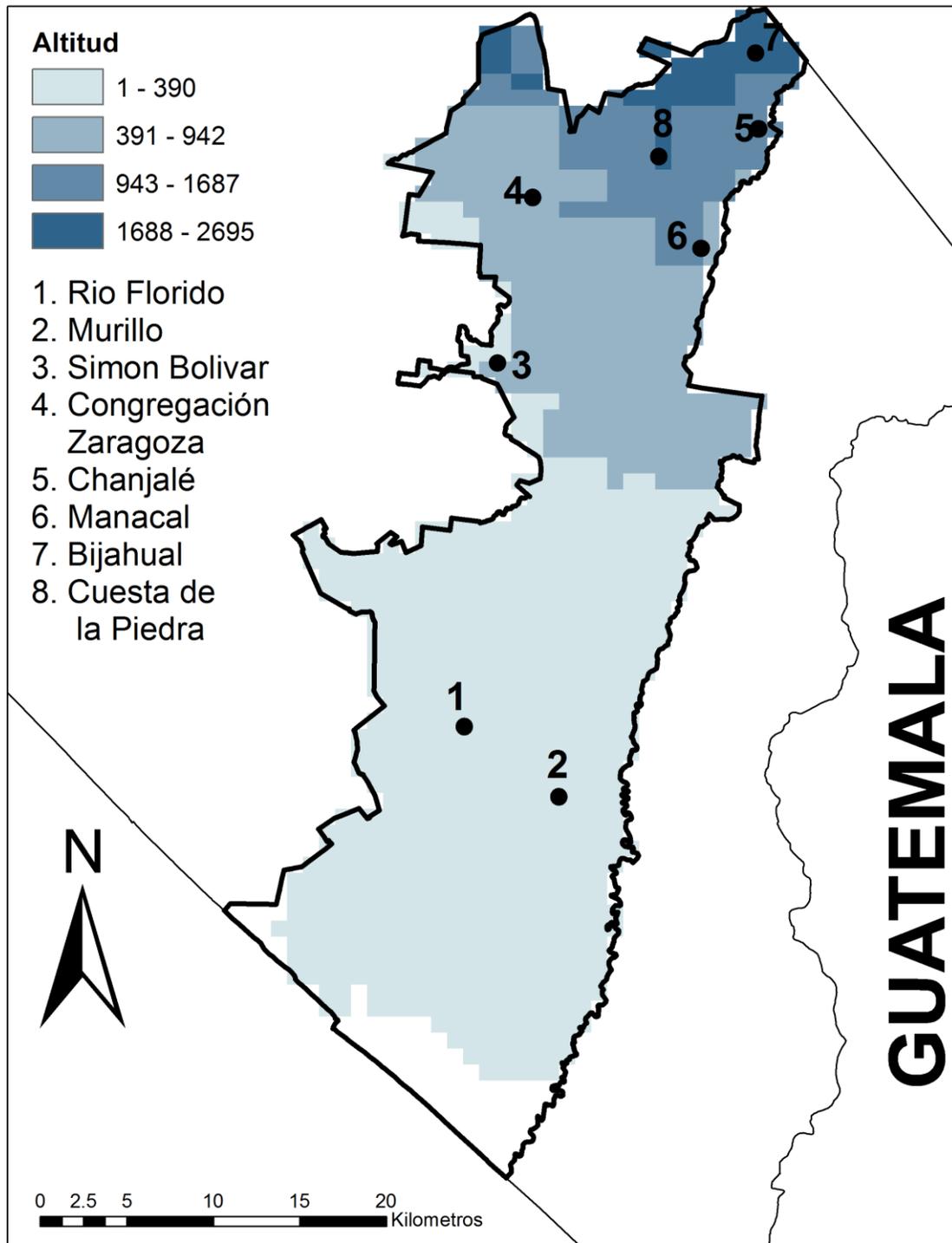


Figura 1.- Mapa del área de estudio localizado dentro del municipio de Tapachula, Chiapas.

Tabla 3.- Características del área de estudio.

| Rango altitud | Comunidad             | Altitud | Temperatura Promedio (°C) * | Humedad Promedio (%)* | Uso de suelo          | Vegetación                            |
|---------------|-----------------------|---------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 0-390         | Rio Florido           | 50      | 32.6±2.06                   | 84.4±4.15             | Agricultura-Ganadería | Diversos cultivos-Pastizal            |
|               | Murillo               | 90      | 35.1±1.09                   | 76.9±6.08             |                       |                                       |
|               | Promedio              |         | 33.85                       | 80.65                 |                       |                                       |
| 391-942       | Simón Bolívar         | 400     | 33.9±1.40                   | 80.6±5.79             | Agricultura           | Vegetación mixta (Café-Veg. primaria) |
|               | Congregación Zaragoza | 591     | 31.7±0.59                   | 74.9±4.00             |                       |                                       |
|               | Promedio              |         | 32.8                        | 77.75                 |                       |                                       |
| 943-1687      | Chanjalé              | 1026    | 33.3±1.02                   | 79.2±2.78             | Agricultura           | Vegetación mixta (Café-Veg. primaria) |
|               | Manacal               | 1592    | 29.9±0.84                   | 76.0±4.30             |                       |                                       |
|               | Promedio              |         | 31.6                        | 77.6                  |                       |                                       |
| 1,688-2,965   | Bijahual              | 1832    | 26.9±2.08                   | 69.0±5.40             | Agricultura           | Vegetación mixta (Café-Veg. primaria) |
|               | Cuesta de la piedra   | 1965    | 22.5±1.80                   | 84.6±5.89             |                       |                                       |
|               | Promedio              |         | 24.7                        | 76.8                  |                       |                                       |

\*Datos obtenidos durante la colecta de garrapatas.

## **7.2- Muestreo**

Se realizó un muestreo balanceado en cada comunidad según criterios geográficos (Atributos topográficos, hídricos y de uso agrícola) y demográficos (Ubicación de viviendas céntricas o periféricas). Se entrevistó a las autoridades civiles del cada ejido para solicitar consentimiento colectivo para poder trabajar dentro de su comunidad. Posteriormente, para el muestreo se solicitó el consentimiento escrito informado específico de cada jefe de familia participante para el muestreo de garrapatas en sus animales de compañía y en el caso pertinente los pecuarios (Ver carta de consentimiento informado Anexo 1). Los muestreos se realizaron entre los meses de octubre a diciembre de 2015, para cada una de las comunidades se destinó un día de muestreo, en las cuales se seleccionaron entre 12 a 15 casas, en cada uno de los sitios de colecta se registró la temperatura, humedad y sus coordenadas geográficas mediante el GPS (Tabla 3).

## **7.3- Colecta de poblaciones de garrapatas**

Las poblaciones de garrapatas fueron capturadas mediante el método de colección directa, consistente en la revisión corporal de cada animal. Las garrapatas fueron extraídas del cuerpo del animal con la ayuda de pinzas entomológicas y depositadas en viales con alcohol al 70% y etiquetados con la información de campo tales como fecha, comunidad, código de muestra y tipo de hospedero (Londt *et al.*, 1979).

## **7.4- Identificación de las garrapatas y otros ectoparásitos.**

Las muestras de garrapatas fueron transportadas al insectario del Centro Regional de Investigación en Salud Pública (CRISP) en Tapachula, Chiapas, donde se procedió a la identificación taxonómica mediante características morfológicas con base a la presencia o ausencia de festón, longitud de los espolones en las coxas, forma de la base del capítulo, fórmula dental de hipostoma, placa adanal, forma de orificio genital, longitud y forma de palpos y espiráculos (Goodard y Layton 2006, Keirans y Litwak 1989. En caso de pulgas

se identificaron usando las claves del manual del CDC 2013 (<http://www.cdc.gov>).

### **7.5- Modelo de nicho ecológico**

Se construyó una base de datos con puntos de ocurrencia de la presencia de *Rhipicephalus sanguineus* (N=126) para todo México; obtenidos principalmente, de colectas personales (AUG), literatura científica, GBIF ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)), y EncicloVida ([www.encyclovida.mx](http://www.encyclovida.mx)). El área accesible M de calibración se construyó obteniendo un buffer de 100km<sup>2</sup> de cada punto de ocurrencia, posteriormente, se traslapa el nuevo shapefile con el shapefile de las ecoregiones basadas en la WWF (Olson *et al.*, 2001). En esta nueva área se realizó un recorte para la región del Soconusco de Chiapas, México con una extensión de 39,298km<sup>2</sup>. Para la construcción de los modelos de nicho ecológico (MNE), se utilizaron los puntos de ocurrencias y 13 variables ambientales: nueve bioclimáticas (BIO1, BIO4, BIO5, BIO6, BIO7, BIO12, BIO13, BIO14 y BIO15) obtenidas de WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005), y cuatro topográficas (aspecto, altitud, índice topográfico y pendiente) (EROS 2011). Las nueve variables bioclimáticas fueron seleccionadas de un grupo de 19 variables, mediante la menor inter-correlación entre ellas ( $r > 0.75$ ) de una matriz de correlación (Moo-Llanes *et al.*, 2013). Todas las variables tienen una resolución de 0.8333 (1km<sup>2</sup>). Se utilizó el algoritmo de Maxima Entropía o MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006). Este software divide los puntos de ocurrencia en dos: puntos de construcción (75%) y puntos de evaluación (25%) (Anderson *et al.*, 2003). Los parámetros considerados para la construcción del modelo fueron (linear, product, threshold y hinge), regularización múltiple (2), máximo número de interacciones (500), máximo número de background (10,000), y bootstrap (10 réplicas) (Moo-Llanes, 2016). Después, se sumaron las 10 réplicas para obtener un mapa a una escala de 0-10.

## 7.6- Análisis de Datos

Los datos obtenidos de los muestreos fueron capturados en una base de datos con el software Microsoft Excel ®. Se calculó la tasa de infestación, usando la relación del número de perros con garrapatas / número total de perros estudiados x 100. Para identificar posible relación entre la altitud y la abundancia de las especies se realizó un análisis de correlación de Pearson. Se obtuvo la curva de acumulación de especies mediante la ecuación de Clench con una aleatorización de 100 corridas para determinar el número de especies esperadas para el total de la muestra y por zonas (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). La fórmula de la ecuación de Clench es  $S_n = a \cdot (1 + b \cdot n)$  donde  $a$  = la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario y  $b$  es un parámetro relacionado con la forma de la curva. Se utilizó los programas Estimate S Versión 8.0 (Colwell, 2006) y Statistica Trial Versión 8.0 (StatSoft, 2008). Para estimar los índices de diversidad se usó el índice de heterogeneidad de Shannon-Wiener y el índice de dominancia de Simpson, dado que en un solo valor se incluyen a la riqueza específica y a la equitabilidad

Para el primer índice se usó la relación:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:  $p_i$  representa la abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra y  $\ln$  es el logaritmo natural calculado sobre  $p_i$  (Zar, 1999).

Para el índice de Simpson se determinó a través de la relación

$$\lambda = \sum_i p_i^2$$

Donde  $p_i$  representa la abundancia proporcional de la especie  $i$ . (Magurran, 1988; Moreno *et al.*, 2001). Los modelos de nicho ecológico fueron evaluados utilizando el parcial-ROC (Escobar *et al.*, 2013), mediante el software

desarrollado por Barve (2008). Estos modelos se interpretan como significativos cuando el valor de AUC (área bajo la curva) es superior al 1.0.

## 8.- Resultados

### 8.1. Resultados generales

En total se colectaron cuatro especies de garrapatas, con las siguientes abundancias absolutas: *Rhipicephalus sanguineus* (168), *Ixodes boliviensis* (13), *A. ovale* (11.) y *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (3). Además que se colectaron otras especies de ectoparásitos entre las que se encuentran: *Menacanthus stramineus* (Phthiraptera: Menoponidae), *Ctenocephalis canis* (Siphonaptera: Pulicidae), *Ctenocephalides felis* (Siphonaptera: Pulicidae).

La gráfica de la curva de acumulación de especies estima aproximadamente siete especies para el municipio de Tapachula, Chiapas. Utilizando la ecuación de Clench los resultados son  $Y = (1.15333 * n) / (1 + (0.164966 * n))$  con una  $R^2 = 0.99$  extrapolados a 100 muestras aleatorizadas (Figura 2).

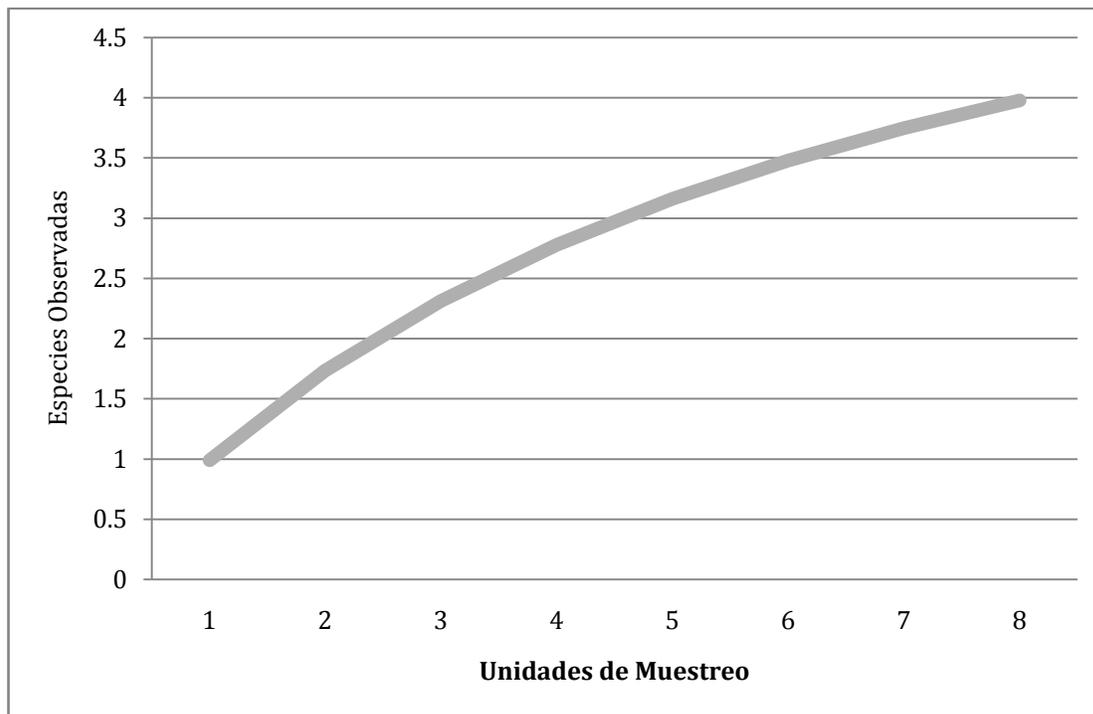


Figura 2.- Curva de acumulación de especies para las garrapatas en el área de muestreo ( $r = 0.99$ ).

De todos los hospederos infestados se colectaron un total de 195 garrapatas, de estos 192 ejemplares fueron colectadas en 44 perros y solo 3 ejemplares en una vaca.

## 8.2- Estructura de la diversidad

La especie más abundante colectada en perros fue *R. sanguineus* (87%), seguido de *Ixodes boliviensis* (6.77%) y *A. ovale* (5.72%). La especie de garrapata colectadas en la vaca fue *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (1.5%).

*R. sanguineus* presentó una distribución espacial hasta los 2000 msnm, presentándose con mayor abundancia en los dos primeros intervalos altitudinales, con una drástica disminución de la abundancia por arriba de los 942. (Tabla 5, Figura 3). No se observó asociación entre la abundancia de garrapatas y altitud ( $r^2=0.000370$ ,  $P = 0.91$ ).

Los índices de Shannon y Simpson indicaron baja diversidad con un promedio de 0.53 (con un mínimo de 0.15 y un máximo 0.687) (Tabla 7). La similitud de especies de garrapata entre niveles altitudinales fue de 25%.

Los 13 ejemplares (8 hembras y 5 machos) de *I. boliviensis* se colectaron como única especie en cuatro perros examinados en la comunidad “Cuesta de la Piedra” ubicada en el intervalo altitudinal más alta (1688-2955 msnm). (Tabla 5, Figura 4).

De la especie *A. ovale* se colectaron 11 ejemplares sobre 9 perros distribuidos en las comunidades de Simón Bolívar y Zaragoza ambas incluidas en el segundo intervalo altitudinal (391 – 942 msnm), así como también en la comunidad de Manacal ubicada en el tercer nivel altitudinal (943-1687msnm). De los 11 ejemplares, 2 fueron colectados en infestación mixta con *R. sanguineus*, los 8 ejemplares restantes se colectaron como única especie. (Tabla 4 Figura 5)

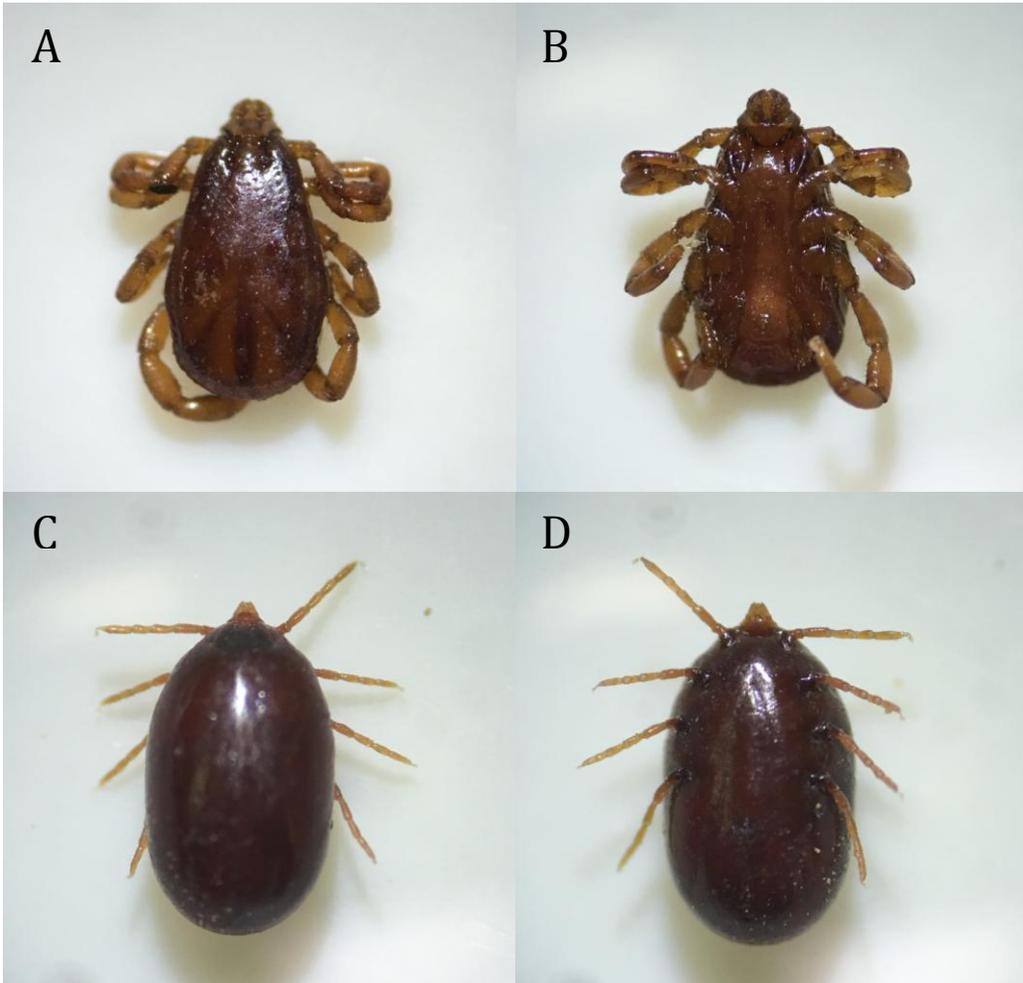


Figura 3.- *R. sanguineus*:A) Macho vista dorsal; B) Macho vista ventral; C) Hembra vista dorsal; D) Hembra vista ventral

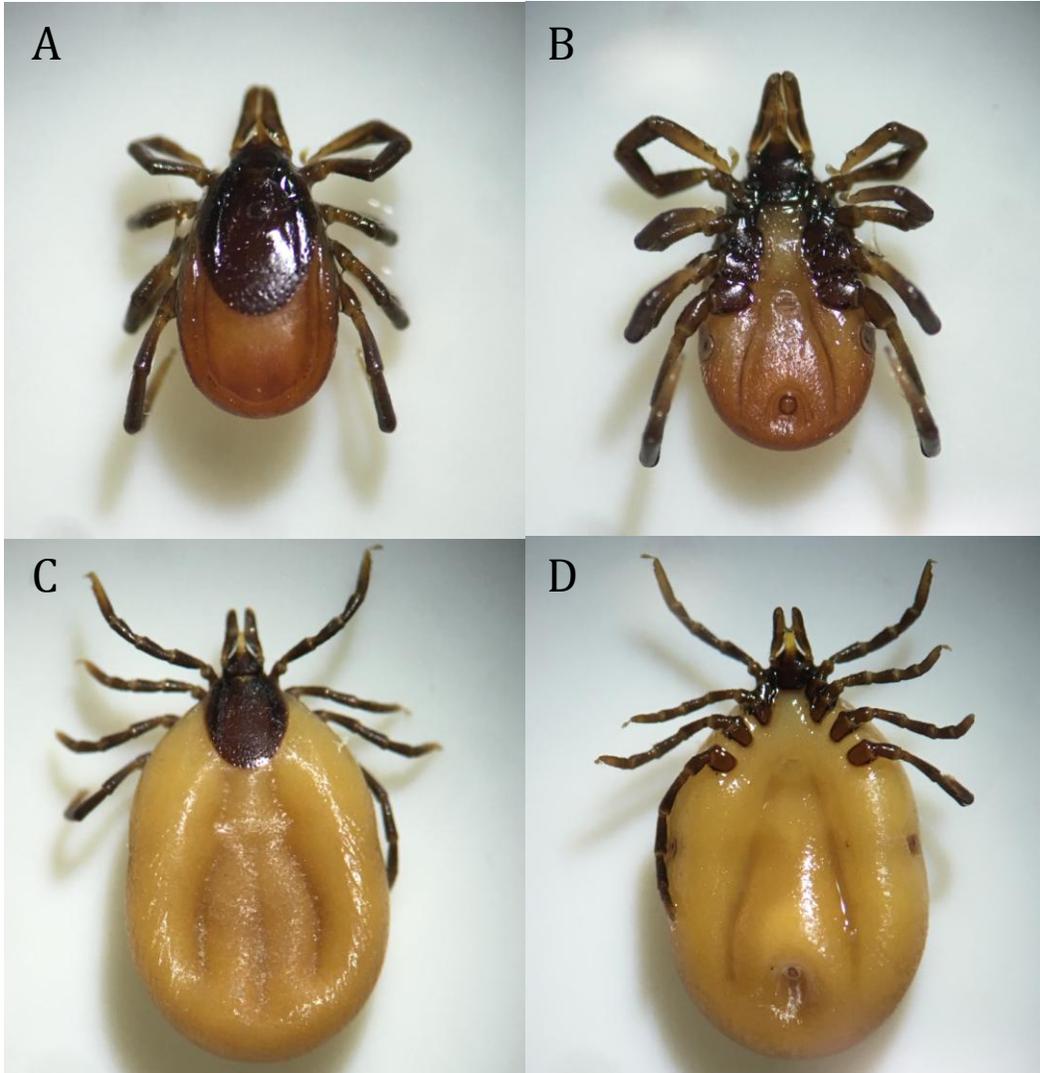


Figura 4 *I. boliviensis*: A) Macho vista dorsal; B) Macho, vista ventral; C) Hembra vista dorsal; D) Hembra, vista ventral

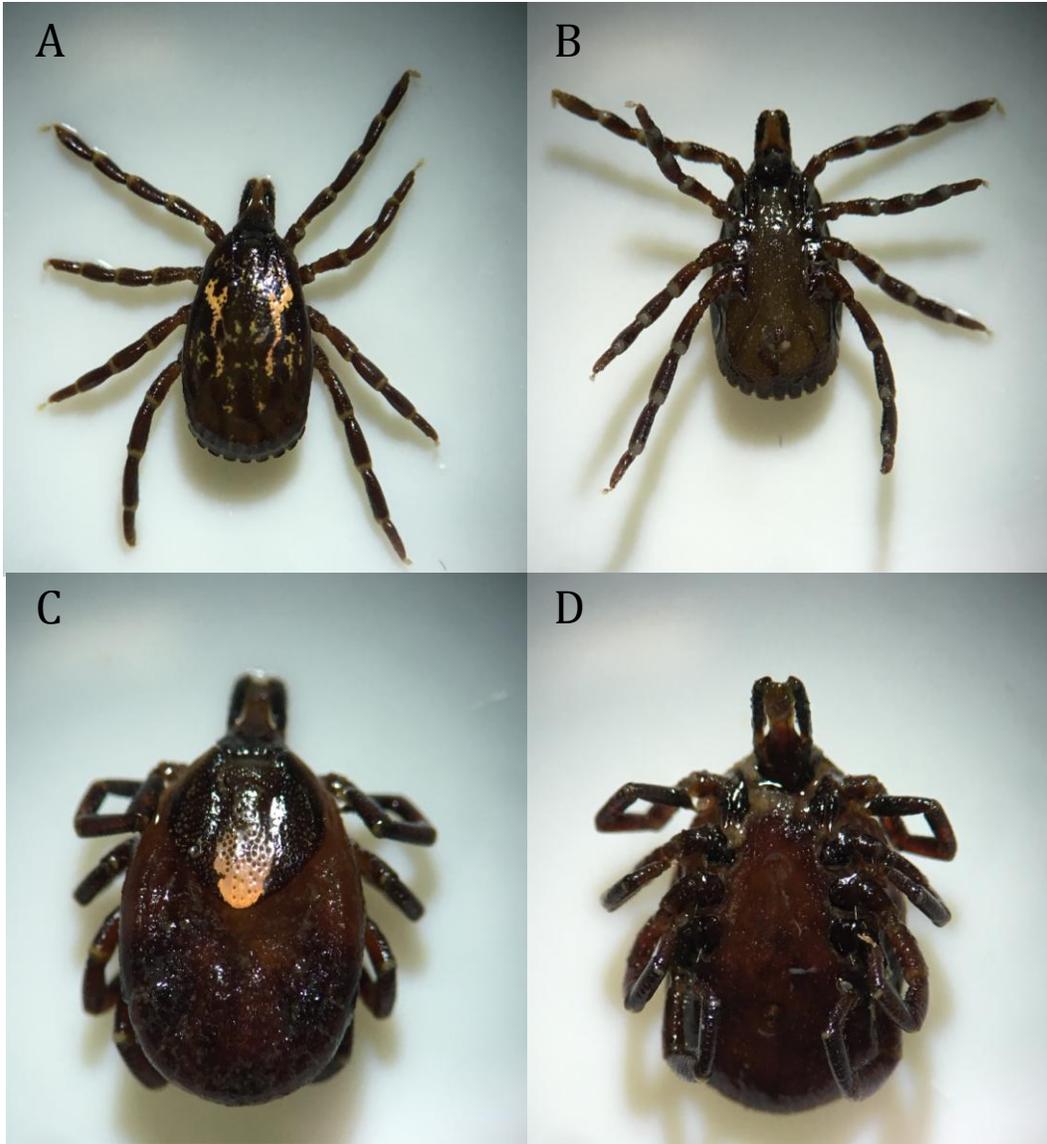


Figura 5.-*A. ovale*: A) Macho vista dorsal; B) Macho, vista ventral; C) Hembra vista dorsal; D) Hembra, vista ventral

De la única vaca infestada se colectaron solo 3 ejemplares hembras de *R. (Boophilus) microplus* (Tabla 5, Figura 6).

Como resultado de la examinación de los hospederos, se colectaron otras especies de ectoparásitos, se colectaron sobre perros dos especies, una es la pulga *Ctenocephalis canis* (Siphonaptera: Pulicidae), y un piojo *Menacanthus stramineus* (Phthiraptera: Menoponidae) común de aves de corral (Figura 8). Y la

pulga *Ctenocephalides felis* (Siphonaptera:Pulicidae) fue colectada en un gato. (Figura 9).

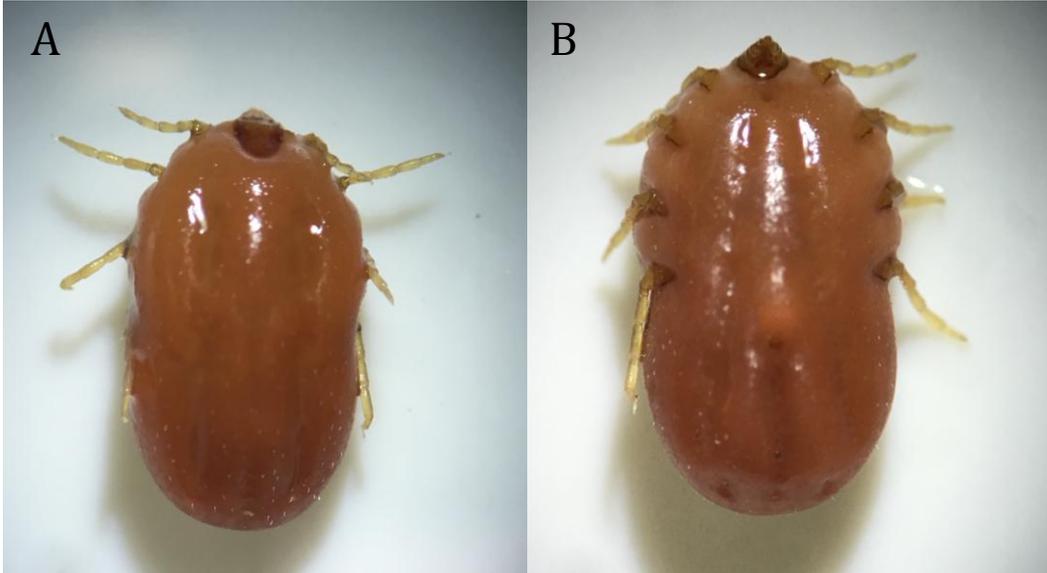


Figura 6.- *R. (Boophilus) microplus*: A) Hembra vista dorsal; B) Hembra vista ventral



Figura 7.- *Ctenocephalis canis*. A) Hembra; 1a) Vista de la gena con sus dientes, 2a) parte posterior de la hembra. B) Macho; 1b) Vista de la gena con sus dientes, 2b) genitalia (g) del macho

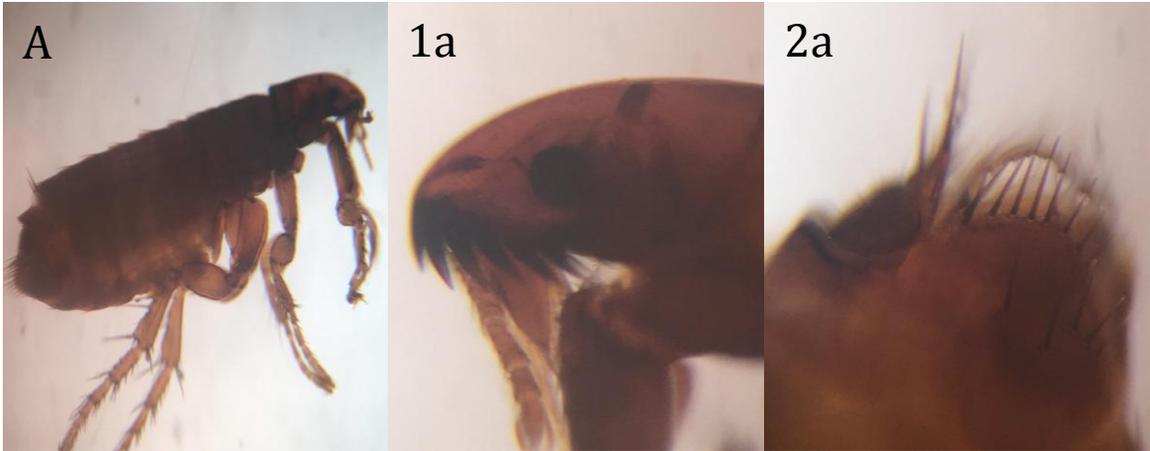


Figura 8.- *Ctenocephalis felis felis*. A) Hembra; 1a) Vista de la gena con sus dientes, 2a) parte posterior de



la hembra.

Figura 9.- Piojos hembra *Menacanthus stramineus*

### 8.3.- Especies de hospederos incluidos en el estudio.

En este estudio se incluyeron y examinaron un total de 225 hospederos, entre los que se incluyeron a *Canis lupus familiares* (perros), *Bos indicus* (vacas), *Ovis aries* (borregos), *Equus caballus* (Caballos), *Sus scrofa domesticus* (cerdos) y *Felis catus* (gatos). El hospedero más prevalente fueron los perros con un total 191, seguidos de 11 vacas, 9 cerdos, 8 gatos, 4 caballos y 2 ovejas (Tabla 4).

#### 8.4.- Tasa de infestación de garrapatas.

Los niveles de infestación de infestación se presentan en Tabla 4. Un total de 44 perros y 1 vaca se encontraron infestados, lo cual representa una tasa de infestación de 20%. Los niveles de infestación por garrapatas en perros muestreados en el primer intervalo altitudinal fueron de 29.8%, en el segundo 31.2%, el tercero 7.5% y el cuarto intervalo 21.8%. Estos niveles de infestación entre los intervalos altitudinales resultaron significativamente ( $\chi^2= 10.77$ ,  $gl=3$   $P = 0.01$ ). El nivel de infestación de garrapatas en la única vaca fue de 9.1%, registrado en intervalo altitudinal más bajo. (Tabla 4).

Tabla 7.- Índice de Shannon e índice de Simpson

| Intervalo altitudinal | Diversidad H | $\lambda$ |
|-----------------------|--------------|-----------|
| 0 - 390               | 0.15         | 1.072     |
| 391 - 942             | 0.2845       | 1.181     |
| 943 - 1687            | 0.687        | 2.25      |
| 1,688 - 2,965         | 0.2573       | 1.167     |
| Total                 | 0.5353       | 1.335     |

Figura 3.- *R. sanguineus*: A) Macho vista dorsal; B) Macho vista ventral; C) Hembra vista dorsal; D) Hembra vista ventral

Tabla 4.- Número de hospederos domésticos muestreados por intervalo de altitud y comunidad.

| Intervalo altitudinal (msnm) | Comunidad       | No. Hospederos | No. Perros | No. I     | TI          | No. Vacas | No. I    | TI         | No. Borregos | No. I    | TI       | No. Caballos | No. I    | TI       | No. Cerdos | No. I    | TI       | No. Gatos | No. I    | TI       |
|------------------------------|-----------------|----------------|------------|-----------|-------------|-----------|----------|------------|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| 0 - 390                      | Rio Florido     | 37             | 32         | 9         | 28.1        | 0         | 0        | 0          | 2            | 0        | 0        | 0            | 0        | 0        | 0          | 0        | 0        | 3         | 0        | 0        |
|                              | Murillo         | 54             | 35         | 11        | 31.4        | 11        | 1        | 9.1        | 2            | 0        | 0        | 0            | 0        | 0        | 5          | 0        | 0        | 1         | 0        | 0        |
| <b>Total</b>                 |                 | <b>91</b>      | <b>67</b>  | <b>20</b> | <b>29.8</b> | <b>11</b> | <b>1</b> | <b>9.1</b> | <b>4</b>     | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b>     | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>5</b>   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>4</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> |
| 391 - 942                    | S. Bolivar      | 20             | 19         | 3         | 15.8        | 0         | 0        | 0          | 0            | 0        | 0        | 0            | 0        | 0        | 0          | 0        | 0        | 1         | 0        | 0        |
|                              | C. Zaragoza     | 29             | 29         | 12        | 41.4        | 0         | 0        | 0          | 0            | 0        | 0        | 0            | 0        | 0        | 0          | 0        | 0        | 0         | 0        | 0        |
| <b>Total</b>                 |                 | <b>49</b>      | <b>48</b>  | <b>15</b> | <b>31.2</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>   | <b>0</b>     | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b>     | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b>   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> |
| 943 - 1687                   | Chanjalé        | 25             | 24         | 0         | 0           | 0         | 0        | 0          | 0            | 0        | 0        | 0            | 0        | 0        | 1          | 0        | 0        | 0         | 0        | 0        |
|                              | Manacal         | 34             | 29         | 4         | 13.8        | 0         | 0        | 0          | 0            | 0        | 0        | 0            | 0        | 0        | 2          | 0        | 0        | 3         | 0        | 0        |
| <b>Total</b>                 |                 | <b>59</b>      | <b>53</b>  | <b>4</b>  | <b>7.5</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>   | <b>0</b>     | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b>     | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>3</b>   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>3</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> |
| 1,688 - 2,965                | Bijahual        | 15             | 15         | 1         | 6.7         | 0         | 0        | 0          | 0            | 0        | 0        | 0            | 0        | 0        | 0          | 0        | 0        | 0         | 0        | 0        |
|                              | C. de la piedra | 11             | 8          | 4         | 50          | 0         | 0        | 0          | 0            | 0        | 0        | 2            | 0        | 0        | 1          | 0        | 0        | 0         | 0        | 0        |
| <b>Total</b>                 |                 | <b>26</b>      | <b>23</b>  | <b>5</b>  | <b>21.8</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>   | <b>0</b>     | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>2</b>     | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b>   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> |
| Gran total                   |                 | 225            | 191        | 44        | 23.04       | 11        | 1        | 9.1        | 4            | 0        | 0        | 2            | 0        | 0        | 9          | 0        | 0        | 8         | 0        | 0        |

No, I = No. de animales infestados

TI = Tasa de infestación.

Tabla 5.- Especies de garrapatas por estrato altitudinal, comunidad y hospedero.

| Intervalo altitudinal (msnm) | Comunidad       | No. Hospederos | PERR OS    | No.I      | No. Garrap | Abun prom   | R.s        | R.m      | A.o       | I.b       | VACAS     | No.I     | No. garr | Abun pro | R.s      | R.bm     | A.o      | I.b      | Total Garrap |
|------------------------------|-----------------|----------------|------------|-----------|------------|-------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| 0 - 390                      | Rio Florido     | 37             | 32         | 9         | 28         | 3.11        | 28         | 0        | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 28           |
|                              | Murillo         | 54             | 35         | 11        | 56         | 5.36        | 56         | 0        | 0         | 0         | 11        | 1        | 3        | 3        | 0        | 3        | 0        | 0        | 59           |
| <b>Total</b>                 |                 | <b>91</b>      | <b>67</b>  | <b>20</b> | <b>84</b>  | <b>4.20</b> | <b>84</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>11</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>87</b>    |
| 391 - 942                    | S. Bolivar      | 20             | 19         | 3         | 4          | 1.33        | 0          | 0        | 4         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 4            |
|                              | C. Zaragoza     | 29             | 29         | 12        | 81         | 6.75        | 78         | 0        | 3         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 81           |
| <b>Total</b>                 |                 | <b>49</b>      | <b>48</b>  | <b>15</b> | <b>85</b>  | <b>5.66</b> | <b>78</b>  | <b>0</b> | <b>7</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>85</b>    |
| 943 - 1687                   | Chanjalé        | 25             | 24         | 0         | 0          | 0.0         | 0          | 0        | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0            |
|                              | Manacal         | 34             | 29         | 4         | 9          | 2.25        | 5          | 0        | 4         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 9            |
| <b>Total</b>                 |                 | <b>59</b>      | <b>53</b>  | <b>4</b>  | <b>9</b>   | <b>2.25</b> | <b>5</b>   | <b>0</b> | <b>4</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>9</b>     |
| 1,688 - 2,965                | Bijahual        | 15             | 15         | 1         | 1          | 1.0         | 1          | 0        | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1            |
|                              | C. de la Piedra | 11             | 8          | 4         | 13         | 3.25        | 0          | 0        | 0         | 13        | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 13           |
| <b>Total</b>                 |                 | <b>24</b>      | <b>23</b>  | <b>5</b>  | <b>14</b>  | <b>2.8</b>  | <b>1</b>   | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>13</b> | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>14</b>    |
| <b>Gran total</b>            |                 | <b>225</b>     | <b>191</b> | <b>44</b> | <b>192</b> | <b>4.36</b> | <b>168</b> | <b>0</b> | <b>11</b> | <b>13</b> | <b>11</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>195</b>   |

No, I = No. de animales infestados

R.s= *R. sanguineus*; R.m= *R. microplus*; A.o= *A. ovale*; I.b.= *I. boliviensis*

### 8.5- Nicho ecológico de *Rhipicephalus sanguineus*.

El nicho ecológico de *R. sanguineus* tiene un valor de parcial-ROC de 1.35. Los MNE fueron convertidos en modelos binarios usando un umbral de 8, es decir, los valores de 0-7 fueron reclasificados a 0, mientras que los valores de 8-10 fueron reclasificados a 1. La cobertura utilizando el mapa binario corresponde a 726km<sup>2</sup> del municipio de Tapachula, Chiapas (Fig 10).

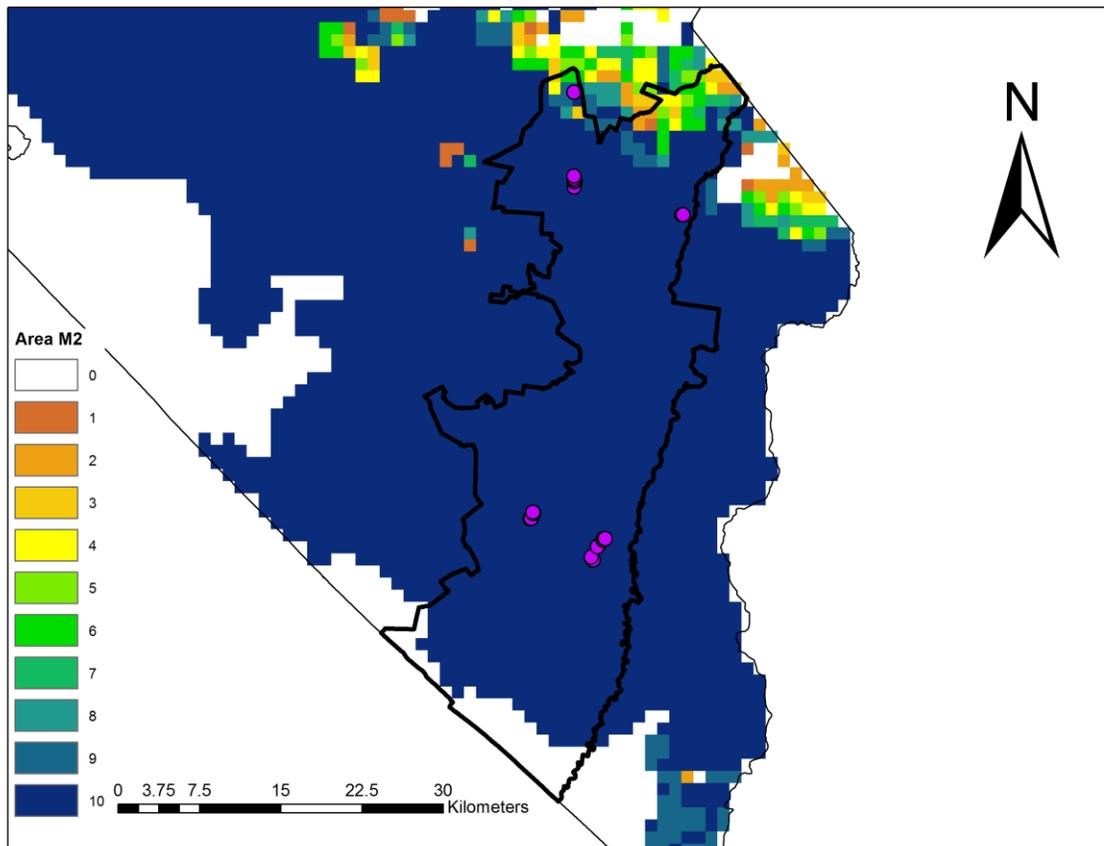


Figura 10. Mapa binario para el área M2 que corresponde el área del municipio de Tapachula Chiapas, México

## 9.- Discusión

Las garrapatas son el segundo grupo de mayor importancia como transmisores de enfermedades después de los mosquitos (Danta-Torres *et al.*, 2012). En México, se han registrado la presencia de diversas especies de garrapatas desde la zona norte hasta el sur del país. En el municipio de Tapachula, Chiapas, se han realizado dos investigaciones para conocer la distribución y abundancia de las especies de garrapatas en la región. El primer estudio fue realizado en el 2014, en localidades ubicadas por debajo de los 200 msnm, y en donde se reportaron un total de 3 especies (López-López, 2014); mientras que en nuestro estudio se realizaron colectas en ocho localidades en diferentes intervalos altitudinales dentro del municipio de Tapachula, encontrando cuatro especies de garrapatas. El orden de importancia en cuanto a la abundancia de las garrapatas colectadas por López-López (2014) fue *R. sanguineus*, seguido de *R. (boophilus) microplus* y *A. mixtum* mientras que en este estudio la mayor abundancia corresponde para *R. sanguineus*, seguido por *I. boliviensis*, *A. ovale* y *R. (boophilus) microplus*.

Nuestros resultados de la curva de acumulación de especies, estiman que, para el municipio de Tapachula, se podrían encontrar un total de siete especies de garrapatas, hasta el momento, se han encontrado cuatro especies más la especie de *A. mixtum* colectada por López López (2014).

Una de las propiedades ecológicas fundamentales de cualquier especie de parásito es su especificidad o preferencia por algún hospedero vertebrado, (Adams y Caira, 1994, Uilenberg, 1995, Hoogstraal y Aeschlimann, 1982; Jongejan y Uilenberg, 2004). *R. sanguineus*, está distribuido en todo el mundo, especialmente en las regiones tropicales y subtropicales. Es una especie que se le asocia fuertemente con la familia Canidae, pero también esta reportado en otros grupos de mamíferos (incluyendo al humano), aves y reptiles (Pegram *et al.*, 1987, Walker *et al.*, 2000, Gray *et al.*, 2013). Diversos estudios, han sido diseñados para muestrear a perros sin incluir otros hospederos, por tanto, bajo

este diseño sugieren que *R. sanguineus* es específico de perros (Pegram *et al.*, 1987, Morales-Soto y Cruz-Vázquez 1998, Cruz-Vázquez *et al.*, 1998, Castillo-Martínez *et al.*, 2015, Tinoco-Gracia *et al.*, 2016).

En las investigaciones realizadas recientemente, se intenta responder a la pregunta, ¿Es *R. sanguineus* específico de perros, o tiene otros hospederos alternativos? En un primer estudio piloto realizado por López-López en el 2014 en la planicie costera del Soconusco, se reportó que el 100% de las garrapatas de la especie *R. sanguineus* se encontraron solamente infestando a perros, sin embargo, estos resultados no fueron concluyentes ya que no se contó con un número homogéneo de muestreos sobre otros hospederos. De igual forma en este trabajo de tesis, también se presentó la desventaja de no contar con un número homogéneo de otros hospederos, por lo que los perros domésticos fue el principal hospedero muestreado. Se destaca que la distribución de *R. sanguineus* se presentó hasta los 2000 msnm, con una mayor abundancia en los dos primeros intervalos altitudinales es decir hasta los 945msnm. Lo que abre la posibilidad que esta especie está restringido a áreas de baja altitud. Este resultado concuerda con un estudio realizado en Brasil en donde se reportó que *R. sanguineus* es más predominante en perros que habitan áreas urbanas, que aquellos que habitan áreas rurales de baja altitud (Labruna y Pereira, 2001). Adicionalmente, se encontró que los perros domésticos pueden ser infestados también por otras especies de garrapatas en la que destaca la especie *Amblyomma ovale* e *Ixodes boliviensis*. Esta dinámica de infestación por varias especies en un solo hospedero, ha sido explicado en parte por Labruna y Campos 2001, quienes exponen que los perros que habitan áreas rurales tienen movimiento sin restricciones y comparten hábitat con otros hospederos domésticos y silvestres, que pudieran estar infestados con otras especies de garrapatas. En el caso de la *A. ovale* se colectaron en el segundo y tercer intervalo altitudinal (391-1687 msnm), áreas en donde existe una actividad agrícola por el cultivo de café y por tanto los perros son usados como animales de compañía, los cuales son llevados por los campesinos a las áreas de trabajo

y posteriormente retornan a su domicilio, esta dinámica de intercambio temporal de hábitat puede ser causa de infestación por otras especies de garrapatas, que también podrían infestar al humano. En Brasil la especie *A. ovale* es considerado un ectoparásito común de carnívoros silvestres y perros domésticos en áreas rurales (Massard *et al.*, 1981, Labruna *et al.*, 2005, Rodrigues *et al.*, 2008), especialmente en áreas de baja altitud  $\leq 100$ msnm (Barbieri *et al.*, 2015, Szabó *et al.*, 2006), pero también han sido reportadas en altitudes por arriba de los 290 msnm (Luz *et al.*, 2016). En Panamá se tienen reportados un listado de hospederos que incluyen aves y mamíferos infestados por larvas, ninfas y adultos de *A. ovale*, en diferentes comunidades y provincias ubicadas entre 1 a 825 msnm (Murgas, 2013).

Con respecto a *I. boliviensis*, es una especie que ha sido reportada parasitando diversas especies de mamíferos especialmente carnívoros, en lugares que van desde México hasta Bolivia (Guglielmone *et al.*, 2004). Aunque en México y Centro América esta especie es más común en áreas montañosas en altitudes que varían desde los 800 a 2500 msnm (Álvarez *et al.*, 2005, Bermúdez y Miranda 2011, Troyo *et al.*, 2014); aunque en México se reportó en bajas altitudes (Gúzman *et al.*, 2007). En nuestro estudio fue una especie que se encontró solamente en el último intervalo altitudinal (1688-2965) coincidiendo con una baja abundancia de *R. sanguineus*. Este hallazgo coincide con un estudio realizado en algunas comunidades de Panamá ubicadas a más de 1000 msnm, en donde se colectó *I. boliviensis* y donde la distribución de *R. sanguineus* también fue limitada. (Bermudez, 2011).

Los registros en este estudio de *A. ovale* e *I. boliviensis* se consideran un hallazgo muy importante en este estudio, ya que ambas especies se consideran importantes vectores de patógenos, particularmente *A. ovale* está involucrado como vector de *Rickettsia parkeri* en Brasil (Spolidorio *et al.*, 2010, Sabatini *et al.* 2010, Silva *et al.* 2011), así como también es vector de *Rickettsia bellii* y *R. amblyommi* (Labruna *et al.*, 2004, 2011, Bermúdez *et al.*, 2009). Mientras que *Ixodes boliviensis* se ha involucrado vector de la única rickettsia que ha sido

detectada como *Candidatus Rickettsia andeanae*, una especie de rickettsia del grupo de la fiebre manchada aún no determinada su patogenicidad (Troyo, 2014). El papel que cada vector juega en la transmisión de rickettsioses en esta región debería ser una prioridad para el sistema de prevención de enfermedades transmitidas por vectores.

Actualmente, se ha enfatizado en México la importancia de modelar la distribución de especies, éstas pueden ser de gran utilidad en la planeación de la conservación y/o control de vectores tanto a nivel de especies como de grupos de especies, permitiendo a su vez relacionarlos con factores ambientales (Teneb *et al.*, 2004, Balleza *et al.*, 2005). La construcción del nicho ecológico se ha realizado en diversas especies de vectores transmisores de enfermedades como el Dengue (Campbell *et al.*, 2015, Pech-May *et al.*, 2016), Chagas (Ramsey *et al.*, 2015), leishmaniasis (Moo-Llanes *et al.*, 2013), entre otros grupos de importancia médica. Con base a la distribución de *R. sanguineus* se estimó la probabilidad de la presencia dentro de todo el municipio de Tapachula, de la misma forma se observa la región del Soconusco y región Fronteriza. No existen otros modelos de nicho ecológico de *R. sanguineus*, el único análisis similar realizado en México fue de Illoldi-Range (2012) en el cual crea un modelo de vectores potenciales para enfermedad de Lyme. Sin embargo, dentro del grupo de las garrapatas a nivel mundial se han realizado varios estudios entre los que destacan Gabriele-Rivet *et al.* 2015, enfocado en el nicho ecológico de diversas especies en Canadá, Estrada-Peña *et al.*, 2013, evaluaron el rango de distribución de diferentes especies de garrapatas en la región paleártica; mientras que Mak *et al.*, 2010, hizo lo propio en los nichos ecológicos en Canadá.

## **10.- Conclusión:**

En este estudio se validó la presencia de *R. sanguineus*, la cual presentó una distribución altitudinal hasta los 2,000 msnm, con una marcada reducción de su abundancia a partir de los 940 msnm, parasitando únicamente perros. Sin embargo, los perros también son hospederos potenciales para *I. boliviensis* arriba de 1600 msnm, y *A. ovale* entre 400 y 1600 msnm. El papel que cada vector juega en la transmisión de rickettsioses en esta región debería ser una prioridad para el sistema de prevención de enfermedades transmitidas por vectores. Finalmente, se destaca la presencia de *R. sanguineus*, *I. boliviensis* y *A. ovale* para México y particularmente para el municipio de Tapachula, Chiapas.

## 11.- Bibliografía:

Adamson, M. L., Caira, J. N. (1994). Evolutionary factors influencing the nature of parasite specificity. *Parasitology*, 109(S1), S85-S95.

Aguiar, D. M., Cavalcante, G. T., Pinter, A., Gennari, S. M., Camargo, L. M. A., Labruna, M. B. (2007). Prevalence of *Ehrlichia canis* (Rickettsiales: Anaplasmataceae) in dogs and *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) ticks from Brazil. *Journal of medical entomology*, 44(1), 126-132.

Barros-Battesti, D. M., Arzua, M., Bechara, G. H. (2006). Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies. ICTTD-3/Instituto Butantan.

Bellato, V., Daemon, E. (1997). Efeitos de três temperaturas sobre a fase naõ parasitária de *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). *Rev. Bras. Parasitol. Vel*, 6(1), 21-27.

Boulinier, T., Danchin, E. (1996). Population trends in Kittiwake *Rissa tridactyla* colonies in relation to tick infestation. *Ibis*, 138(2), 326-334.

Bremer, W. G., Schaefer, J. J., Wagner, E. R., Ewing, S. A., Rikihisa, Needham, G. R., Stich, R. W. (2005). Transstadial and intrastadial experimental transmission of *Ehrlichia canis* by male *Rhipicephalus sanguineus*. *Veterinary parasitology*, 131(1), 95-105.

Brumpt, E., (1932). Longevité du virus de la fie`vre boutonneuse (*Rickettsia conorii*, n. sp.) chez la tique *Rhipicephalus sanguineus*. *C. R. Soc. Biol.* 110, 1197–1199.

Burlini, L., Teixeira, K. R., Szabó, M. P., Famadas, K. M. (2010). Molecular dissimilarities of *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) in Brazil and its relation with samples throughout the world: is there a geographical pattern?. *Experimental and Applied Acarology*, 50(4), 361-374.

Caballero Gómez-Casero, A., Villacampa, G. (1999). Tráfico ilegal de aves exóticas.

Castillo-Martínez A, Cueto-Medina S. M., Hernández-Rodríguez S, Gallegos-Robles M. A., Valdés-Perez M. T, Sánchez-Ramos F. J., Ortega-Morales A. I. (2015). Detección de *rickettsia* sp. en la garrapata café del perro *Rhipicephalus sanguineus* (acari: ixodidae) en Matamoros, Coahuila, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 31(1): 80-8.

Cadenas, F. M., Rais, O., Jouda, F., Douet, V., Humair, P. F., Moret, J., Gern, L. (2007). Phenology of *Ixodes ricinus* and infection with *Borrelia burgdorferi* sensu lato along a north-and south-facing altitudinal gradient on Chaumont Mountain, Switzerland. *Journal of medical entomology*, 44(4), 683-693.

Castillo-Martínez, A., Cueto-Medina, S. M., Hernández-Rodríguez, S., Gallegos-Robles, M. Á., Valdés-Perezgasga, M. T., Sánchez-Ramos, F. J., Ortega-Morales, A. I. (2015). Detección de *Rickettsia* sp. en la garrapata café del perro *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) en Matamoros, Coahuila, México. *Acta zoológica mexicana*, 31(1), 80-83.

CDC. (2013, Nov 21). Rocky Mountain Spotted Fever (RMSF). Retrieved Jul 15, 2015, from Centers for Disease Control and Prevention: <http://www.cdc.gov/rmsf/stats/>

Colwell, R. (2006). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8.0. Department of Ecology and

Evolutionary Biology. University of Connecticut, USA.  
<<http://www.viceroy.ee.b.uconn.edu.estimate>>.

Coutinho, M.T., Bueno, L.L., Sterzik, A., Fujiwara, R.T., Botelho, J.R., De Maria, M., Genaro, O., Linardi, P.M., (2005). Participation of *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) in the epidemiology of canine visceral leishmaniasis. *Vet. Parasitol.* 128, 149–155.

Cruz-Aldán, E., Lira Torres, I., Güiris Andrade, D. M., Osorio Sarabia, D., Quintero, M. (2006). Parásitos del tapir centroamericano *Tapirus bairdii* (Perissodactyla: Tapiridae) en Chiapas, México. *Revista de biología tropical*, 54(2), 445-450.

Cruz-Vazquez, C., Garcia-Vazquez, Z. (1999). Seasonal distribution of *Rhipicephalus sanguineus* ticks (Acari: Ixodidae) on dogs in an urban area of Morelos, Mexico. *Experimental & applied acarology*, 23(3), 277-280.

Cruz-Vazquez, C., Garcia, Z., M. Soto. (1998). Prevalence of *Rhipicephalus sanguineus* infestation in dogs in Cuernavaca, Morelos, México. *Parasitología al día*, 22(1-2), 29-32.

Cunha, T. M., Pinter, A., Vicentini, F. (2001). Ticks (Acari: Ixodidae) associated with domestic dogs in Franca region, São Paulo, Brazil. *Experimental & applied acarology*, 25(10-11), 909-916.

Daniel, M., Dusbabek, F. (1994). Micrometeorological and microhabitat factors affecting maintenance and dissemination of tick-borne diseases in the environment. *Ecological dynamics of tick-borne zoonoses*, 91, 138.

Dantas-Torres, F. (2007). Rocky Mountain spotted fever. *The Lancet infectious diseases*, 7(11), 724-732.

Dantas-Torres, F. (2008). The brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae): from taxonomy to control. *Veterinary parasitology*, 152(3), 173-185.

Dantas-Torres, F., Figueredo, L.A., Otranto, D., (2011). Seasonal variation in the effect of climate on the biology of *Rhipicephalus sanguineus* in southern Europe. *Parasitology* 138, 527–536.

Dantas-Torres, F. (2010). Biology and ecology of the brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*. *Parasit. Vectors* 3, 26.

Dantas-Torres, F., Latrofa, M. S., Annoscia, G., Giannelli, A., Parisi, A., & Otranto, D. (2013). Morphological and genetic diversity of *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato from the New and Old Worlds. *Parasites & vectors*, 6(1), 1.

De-Oliveira, P. R., Bechara, G. H., Denardi, S. E., Saito, K. C., Nunes, E. T., Szabó, M. P. J., Mathias, M. I. C. (2005). Comparison of the external morphology of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806)(Acari: Ixodidae) ticks from Brazil and Argentina. *Veterinary parasitology*, 129(1), 139-147.

Del-Campo, L. A. M., Magdaleno, A. A., Moreno, P. P., Rodríguez, H. J. R. (2010). Primer reporte de infección por *Rickettsia rickettsii* en guadalajara, México. *Medicina Interna de México*, 26(2), 184.

Dietrich, M., Lobato, E., Boulinier, T., McCoy, K. D. (2014). An experimental test of host specialization in a ubiquitous polar ectoparasite: a role for adaptation?. *Journal of Animal Ecology*, 83(3), 576-587.

Dutton, J. E., & Todd, J. L. (1905). The nature of tick fever in the eastern part of the Congo Free State.

Eisen, L., Eisen, R. J., Lane, R. S. (2002). Seasonal activity patterns of *Ixodes pacificus* nymphs in relation to climatic conditions. *Medical and veterinary entomology*, 16(3), 235-244.

Enigk, K., (1943). Die u"bertra"ger der Pferdepiroplasmose, ihre Verbreitung und Biologie. *Arch. Wiss. Prakt. Tierheilk.* 78, 209–240.

Eremeeva, M. E., Zambrano, M. L., Anaya, L., Beati, L., Karpathy, S. E., Santos-Silva, M. M., Aranda, C. A. (2011). *Rickettsia rickettsii* in *Rhipicephalus* ticks, Mexicali, Mexico. *Journal of medical entomology*, 48(2), 418-421.

Escobar, L. E., Peterson, A. T., Favi, M., Yung, V., Pons, D. J., Medina-Vogel, G. (2013). Ecology and geography of transmission of two bat-borne rabies lineages in Chile. *PLoS Negl Trop Dis*, 7(12), e2577.

Estrada-Pena, A., Farkas, R., Jaenson, T. G., Koenen, F., Madder, M., Pascucci, I., ... & Jongejan, F. (2013). Association of environmental traits with the geographic ranges of ticks (Acari: Ixodidae) of medical and veterinary importance in the western Palearctic. A digital data set. *Experimental and applied acarology*, 59(3), 351-366.

Eu, M. B., Pereira, M. C. (2001). Carrapato em c"oes no Brasil. *Cl"nica Veterin"ria*, 30(1), 24-32.

Forlano, M. D., Teixeira, K. R. S., Scofield, A., Elisei, C., Yotoko, K. S. C., Fernandes, K. R., ... & Massard, C. L. (2007). Molecular characterization of *Hepatozoon* sp. from Brazilian dogs and its phylogenetic relationship with other *Hepatozoon* spp. *Veterinary parasitology*, 145(1), 21-30.

Gabriele-Rivet, V., Arsenault, J., Badcock, J., Cheng, A., Edsall, J., Goltz, J., ... & Ogden, N. H. (2015). Different ecological niches for ticks of public health significance in Canada. *PloS one*, 10(7), e0131282.

Gaxiola C.S.M, Obregón J.F, Domínguez C.I.E, Quintero M.M.T, Cabrera V.J.A, Rubio R.M. (1997). Prevalencia de *Rhipicephalus sanguineus* en Canideos, en dos Colonias de Diferente Nivel Socioeconómico de Culiacán, Sinaloa, México. Memorias XII Congreso Latinoamericano de Parasitología. Noviembre 1997, 320-321.

Gervasoni, S. H., Guglielmone, A. A., Tarabla, H. D., & Ruiz, M. F. (2003). Factors associated with *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) household infestation. 10th Symp Int Vet Epidemiol Econ, Santiago, Chile, November 2003.

Goddard, J. (1987). Ticks of medical importance occurring in the Western Hemisphere (No. USAFSAM-TR-87-18). School of Aerospace Medicine Brooks AFB.TX.

Goddard, J., Layton, M. B. (2006). A Guide to Ticks of Mississippi. Mississippi Agriculture and Forestry Experiment Station, Mississippi State University. *Bulletin*, (1150), 17.

Gómez- Rivera, N., Álvarez, H. G., García, Z. M. G., Fonseca, C. I., Cano, R. M. A., Villalobos, G. L., Pérez, M. G. D. (2009). Fiebre Manchada de las Montañas Rocosas en niños. Informe de 18 casos. *Rev. Mex. Pediatr*, 76(6), 245-250.

Gould, E. A., Higgs, S. (2009). Impact of climate change and other factors on emerging arbovirus diseases. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(2), 109-121.

Gray J, Dantas-Torres, Estrada-Peña A, Levin M. 2013. Systematic and ecology of the Brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*. Ticks and Tick-borne Diseases 4: 171-180

Groves, M.G., Dennis, G.L., Amyx, H.L., Huxsoll, D.L., 1975. Transmission of Ehrlichia canis to dogs by ticks (*Rhipicephalus sanguineus*). Am. J. Vet. Res. 36, 937–940.

Guglielmone, A. A., Estrada-Peña, A., Mangold, A. J., Barros-Battesti, D. M., Labruna, M. B., Martins, J. R., Keirans, J. E. (2003). *Amblyomma aureolatum* (Pallas, 1772) and *Amblyomma ovale* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae): hosts, distribution and 16S rDNA sequences. Veterinary parasitology, 113(3), 273-288.

Guglielmone, A. A., Nava, S. (2006). Las garrapatas argentinas del género *Amblyomma* (Acari: Ixodidae): distribución y hospedadores. Ria, 35(3), 133-153.

Guglielmone, A. A., Robbins, R. G., Apanaskevich, D. A., Petney, T. N., Estrada-Peña, A., Horak, I. G., Barker, S. C. (2010). The Argasidae, *Ixodidae* and *Nuttalliellidae* (Acari: Ixodida) of the world: a list of valid species names.

Henderson, P., M. Seaby. (2002). Species Diversity and Richness. Versión 3.02. PISCES Conservation Ltd, IRC House, Pennington, Lymington, S041 8GN, UK. <<http://www.pisces-conservation.com/>

Holt, R. D., Dobson, A. P., Begon, M., Bowers, R. G., Schaubert, E. M. (2003). Parasite establishment in host communities. Ecology Letters, 6(9), 837-842.

Hoogstraal, H. (1956). African Ixodoidea. Vol. I. Ticks of the Sudan (with special reference to Equatoria Province and with Preliminary Reviews of the Genera *Boophilus*, *Margaropus*, and *Hyalomma*). African Ixodoidea. Vol. I. Ticks of the

Sudan (with special reference to Equatoria Province and with Preliminary Reviews of the Genera *Boophilus*, *Margaropus*, and *Hyalomma*).

INEGI, G. Del Estado de Chiapas, 2006. Cuaderno Estadístico Municipal de Tapachula.

Jaenson, T. G., Jaenson, D. G., Eisen, L., Petersson, E., Lindgren, E. (2012). Changes in the geographical distribution and abundance of the tick *Ixodes ricinus* during the past 30 years in Sweden. *Parasit Vectors*, 5(8).

Jiménez-Valverde, A., Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista ibérica de arcnología*, (8), 151-161.

Jittapalapong, S., Stich, R. W., Gordon, J. C., Wittum, T. E., Barriga, O. O. (2000). Performance of female *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) fed on dogs exposed to multiple infestations or immunization with tick salivary gland or midgut tissues. *Journal of medical entomology*, 37(4), 601-611.

Jones, K. E., Patel, N. G., Levy, M. A., Storeygard, A., Balk, D., Gittleman, J. L., Daszak, P. (2008). Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451(7181), 990-993.

Jongejan, F., Uilenberg, G. (2004). The global importance of ticks. *Parasitology*, 129(S1), S3-S14.

Kassen, R. (2002). The experimental evolution of specialists, generalists, and the maintenance of diversity. *Journal of evolutionary biology*, 15(2), 173-190.

KCS-Kovach Computing Services. (2007). Multi-Variety Statistical Package (MVSP) Version 3.1. Copyright © 1985-2007. <http://www.kovcomp.com/>

Keirans, J. E., Litwak, T. R. (1989). Pictorial key to the adults of hard ticks, family Ixodidae (Ixodida: Ixodoidea), east of the Mississippi River. *Journal of Medical Entomology*, 26(5), 435-448.

Kilpatrick, A. M., Randolph, S. E. (2012). Drivers, dynamics, and control of emerging vector-borne zoonotic diseases. *The Lancet*, 380(9857), 1946-1955.

Koch, H. G. (1982). Seasonal incidence and attachment sites of ticks (Acari: Ixodidae) on domestic dogs in southeastern Oklahoma and northwestern Arkansas, USA. *Journal of medical entomology*, 19(3), 293-298.

Illoldi-Rangel, P., Rivaldi, C. L., Sissel, B., Trout Fryxell, R., Gordillo-Pérez, G., Rodríguez-Moreno, A., Sarkar, S. (2012). Species distribution models and ecological suitability analysis for potential tick vectors of Lyme disease in Mexico. *Journal of tropical medicine*, 2012.

Koch, H. G., Tuck, M. D. (1986). Molting and survival of the brown dog tick (Acari: Ixodidae) under different temperatures and humidities. *Annals of the Entomological society of America*, 79(1), 11-14.

Koh, L. P., Dunn, R. R., Sodhi, N. S., Colwell, R. K., Proctor, H. C., Smith, V. S. (2004). Species coextinctions and the biodiversity crisis. *science*, 305(5690), 1632-1634.

Krasnov, B. R., Poulin, R., Shenbrot, G. I., Mouillot, D., Khokhlova, I. S. (2004). Ectoparasitic “Jacks- of- All- Trades”: Relationship between Abundance and Host Specificity in Fleas (Siphonaptera) Parasitic on Small Mammals. *The American Naturalist*, 164(4), 506-516.

Krasnov, B. R., Shenbrot, G. I., Khokhlova, I. S., Poulin, R. (2005). Nested pattern in flea assemblages across the host's geographic range. *Ecography*, 28(4), 475-484.

Lafferty, K. D. (2012). Biodiversity loss decreases parasite diversity: theory and patterns. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1604), 2814-2827.

Lajeunesse, M. J., Forbes, M. R. (2002). Host range and local parasite adaptation. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 269(1492), 703-710.

Labruna, M.B., Campos Pereira, M. 2001. Carrapato em cães no Brasil. *Clín. Vet.* 30: 24–32.

Labruna, M. B., Jorge, R. S., Sana, D. A., Jácomo, A. T. A., Kashivakura, C. K., Furtado, M. M., Marques, S. R. (2005). Ticks (Acari: Ixodida) on wild carnivores in Brazil. *Experimental & applied acarology*, 36(1-2), 149-163.

Latreille, 1806 (Acari: Ixodidae): from taxonomy to control. *Vet. Parasitol.* 152, 173–185.

Le Bars, C. (2009) Tick-borne disease management. *Veterinary Times*, 18th May 2009.

Léger, E., Vourc'h, G., Vial, L., Chevillon, C., McCoy, K. D. (2013). Changing distributions of ticks: causes and consequences. *Experimental and Applied Acarology*, 59(1-2), 219-244.

Levin, M. L., Studer, E., Killmaster, L., Zemtsova, G., & Mumcuoglu, K. Y. (2012). Crossbreeding between different geographical populations of the brown dog tick,

*Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). *Experimental and applied acarology*, 58(1), 51-68.

Lindgren, E., Tälleklint, L., Polfeldt, T. (2000). Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environmental health perspectives*, 108(2), 119.

Liu, G. H., Chen, F., Chen, Y. Z., Song, H. Q., Lin, R. Q., Zhou, D. H., & Zhu, X. Q. (2013). Complete mitochondrial genome sequence data provides genetic evidence that the brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) represents a species complex. *Int J Biol Sci*, 9(4), 361-369.

Londt, J. G., Horak, I. G., De Villiers, I. L. (1979). Parasites of domestic and wild animals in South Africa. XIII. The seasonal incidence of adult ticks (Acarina: Ixodidae) on cattle in the Northern Transvaal. *The Onderstepoort journal of veterinary research*, 46(1), 31-39.

Louly, C. C., Soares, S. F., Silveira, D. N., Neto, O. J., Silva, A. C., Borges, L. M. (2009). Differences in the susceptibility of two breeds of dogs, English cocker spaniel and beagle, to *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). *International Journal of Acarology*, 35(1), 25-32.

Luz, Hermes Ribeiro, McIntosh, Douglas, Furusawa, Guilherme P. Flausino, Walter, Rozental, Tatiana, Lemos, Elba R. S., Landulfo, Gabriel A., Faccini, Joãao Luiz H., (2016). Infection of *Amblyommaovale* with *Rickettsia* species Atlantic rainforest in Serra do Mar, São Paulo State, Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases* <http://dx.doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.07.003>

LlorenteB, J. (1993). The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation biology*, 7(3), 480-488.

Louly, C. C. B., Fonseca, I. N., Oliveira, V. F. D., Linhares, G. F. C., Menezes, L. B. D., Borges, L. M. F. (2007). Seasonal dynamics of *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) in dogs from a police unit in Goiania, Goias, Brazil. *Ciência Rural*, 37(2), 464-469.

Machattie, C. (1930). Notes on a trypanosome infection of the dog tick *Rhipicephalus sanguineus* in Iraq. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 23(4), 417-419.

Magurran, A. E. (1988). Why diversity? In *Ecological diversity and its measurement* (pp. 1-5). Springer Netherlands.

Mak, S., Morshed, M., & Henry, B. (2010). Ecological niche modeling of Lyme disease in British Columbia, Canada. *Journal of medical entomology*, 47(1), 99-105.

Martinez-Medina, M. A., Alvarez-Hernandez, G., Padilla-Zamudio, J. G., Rojas-Guerra, M. G. (2006). Rocky Mountain spotted fever in children: clinical and epidemiological features. *Gaceta medica de Mexico*, 143(2), 137-140.

Martínez-Medina, M. A., Padilla-Zamudio, G., Solís-Gallardo, L. P., Guevara-Tovar, M. (2004). Rocky mountain spotted fever: report of two cases. *Gaceta medica de Mexico*, 141(4), 309-312.

Massard, C.A., Massard, C.L. and Rezende, H.E.B. (1981). Carrapatos de cães em áreas urbanas e rurais de alguns estados brasileiros. In: *Resumos do IV Congresso Brasileiro de Parasitologia*, Belo Horizonte, p. 201.

McCoy, K. D., Léger, E., & Dietrich, M. (2015). Host specialization in ticks and transmission of tick-borne diseases: a review. *The biology and ecology of ticks shape the potential for the transmission of zoonotic pathogens.*

Medeiros, A. P., Souza, A. P. D., Moura, A. B. D., Lavina, M. S., Bellato, V., Sartor, A. A., Labruna, M. B. (2011). Spotted fever group Rickettsia infecting ticks (Acari: Ixodidae) in the state of Santa Catarina, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 106(8), 926-930.

Medlock, J. M., Hansford, K. M., Bormane, A., Derdakova, M., Estrada-Peña, A., George, J. C., Kazimirova, M. (2013). Driving forces for changes in geographical distribution of Ixodes ricinus ticks in Europe. *Parasites & vectors*, 6(1), 1.

Moo-Llanes, D. (2016). Nicho ecológico actual y futuro de la Leishmaniasis (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) en la región Neotropical. *Revista de Biología Tropical*, 64(3), 1237-1245.

Moo-Llanes, D., Ibarra-Cerdeña, C. N., Rebollar-Téllez, E. A., Ibáñez-Bernal, S., González, C., Ramsey, J. M. (2013). Current and future niche of North and Central American sand flies (Diptera: Psychodidae) in climate change scenarios. *PLoS Negl Trop Dis*, 7(9), e2421

Morales-Soto M, Cruz-Vázquez C. (1998). Fluctuaciones poblacionales de Rhipicephalus sanguineus, garrapata parásita de perros, en el valle de Cuernavaca, Morelos, México. *Veterinaria México* 29 (3)

Moraes-Filho, J., Marcili, A., Nieri-Bastos, F. A., Richtzenhain, L. J., Labruna, M. B. (2011). Genetic analysis of ticks belonging to the Rhipicephalus sanguineus group in Latin America. *Acta tropica*, 117(1), 51-55.

Moreno, C., G. Halffter. (2001). Spatial and temporal analysis of alfa, beta y gama diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation*. 10: 367-382.

Mumcuoglu, K. Y., Frish, K., Sarov, B., Manors, E., Gross, E., Gat, Z., Galun, R. (1993). Ecological studies on the brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) in southern Israel and its relationship to spotted fever group rickettsiae. *Journal of medical entomology*, 30(1), 114-121.

Murgas, I. L., Castro, A. M., Bermúdez, S. E. (2013). Current status of *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae) in Panama. *Ticks and tick-borne diseases*, 4(1), 164-166.

Nava, S., Estrada-Peña, A., Petney, T., Beati, L., Labruna, M. B., Szabó, M. P., Guglielmone, A. A. (2015). The taxonomic status of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806). *Veterinary parasitology*, 208(1), 2-8.

Nava, S., Mastropaolo, M., Venzal, J. M., Mangold, A. J., & Guglielmone, A. A. (2012). Mitochondrial DNA analysis of *Rhipicephalus sanguineus sensu lato* (Acari: Ixodidae) in the Southern Cone of South America. *Veterinary parasitology*, 190(3), 547-555.

Needham, G. R., Teel, P. D. (1991). Off-host physiological ecology of ixodid ticks. *Annual review of entomology*, 36(1), 659-681.

NIAID Role in Lyme Disease Research. (2015). Retrieved Jun 15, 2015, from National Institute of Allergy and Infectious Diseases: <http://www.niaid.nih.gov/topics/lymedisease/Pages/lymeDisease.aspx>

Ogden, N. H., Lindsay, L. R., Morshed, M., Sockett, P. N., Artsob, H. (2009). The emergence of Lyme disease in Canada. *Canadian Medical Association Journal*, 180(12), 1221-1224.

Ogden, N. H., Mechai, S., Margos, G. (2015). Changing geographic ranges of ticks and tick-borne pathogens: drivers, mechanisms and consequences for

pathogen diversity. The biology and ecology of ticks shape the potential for the transmission of zoonotic pathogens.

Oliver, J. H. (1989). Biology and systematics of ticks (Acari: Ixodida). *Annual Review of Ecology and Systematics*, 397-430.

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V., Underwood, E. C., Loucks, C. J. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*, 51(11), 933-938.

Palmas, C., Bortoletti, G., Conchedda, M., Contini, C., Gabriele, F., Ecça, A.R. (2001). Study on immunobiology in ectoparasites of public health interest: *Rhipicephalus sanguineus*. *Parassitologia* 43, 29–35.

Parker, R.J., Wilson, A.J., (1979). The experimental transmission of *Anaplasma marginale* by the brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* in Australia. *Aust. Vet. J.* 55, 606.

Parker, R.R., Philip, C.B., Jellison, W.L., (1933). Rocky Mountain spotted fever: potentialities of tick transmission in relation to geographical occurrence in the United States. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 13, 341–379.

Parola, P., & Raoult, D. (2001). Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clinical infectious diseases*, 32(6), 897-928.

Parola, P., Paddock, C. D., Raoult, D. (2005). Tick-borne rickettsioses around the world: emerging diseases challenging old concepts. *Clinical microbiology reviews*, 18(4), 719-756.

Parola, P., Socolovschi, C., Jeanjean, L., Bitam, I., Fournier, P. E., Sotto, A., Raoult, D. (2008). Warmer weather linked to tick attack and emergence of severe rickettsioses. *PLoS Negl Trop Dis*, 2(11), e338.

Pat-Nah, H., Rodriguez-Vivas, R. I., Bolio-Gonzalez, M. E., Villegas-Perez, S. L., & Reyes-Novelo, E. (2015). Molecular Diagnosis of Ehrlichia canis in dogs and ticks Rhipicephalus sanguineus (Acari: Ixodidae) in Yucatan, Mexico. *Journal of medical entomology*, 52(1), 101-104.

Pegram, R. G., Keirans, J. E., Clifford, C. M., Walker, J. B. (1987). Clarification of the Rhipicephalus sanguineus group (Acari, Ixodoidea, Ixodidae). II. *R. sanguineus* (Latreille, 1806) and related species. *Systematic Parasitology*, 10(1), 27-44.

Peniche-Lara, G., Zavala-Velazquez, J., Dzul-Rosado, K., Walker, D. H., & Zavala-Castro, J. (2013). Simple method to differentiate among Rickettsia species. *Journal of molecular microbiology and biotechnology*, 23(3), 203-208.

Pérez, T. M., Guzmán-Cornejo, C., Montiel-Parra, G., Paredes-León, R., Rivas, G. (2014). Biodiversidad de ácaros en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 399-407.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3), 231-259.

Poulin, R. (2011). *Evolutionary ecology of parasites*. Princeton university press.

Ramos Hernandez, S., Morales Iglesias, H., Mota Zaragoza, J. C., Castellanos Zenteno, E., Cossio Perez, I. G., Diaz Martinez, R. A., Serrano Ramirez, J. L.

(2010). Escenarios climaticos para el estado de Chiapas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas: Tuxtla Gutierrez. Chiapas, Mexico.

Regendanz, P., Muniz, J., 1936. O *Rhipicephalus sanguineus* como transmissor da piroplasmose canina no Brasil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 31, 81–84.

Reyes-Camas, F. J. (2010). Organizaciones de la sociedad civil en Tapachula, Chiapas, y su contribución al desarrollo regional. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencia Social con Especialidad en Sociología , 420.

Ricketts, H. T. (1991). Some aspects of Rocky Mountain spotted fever as shown by recent investigations. Reviews of infectious diseases, 1227-1240.

Rodrigues, D. F., Daemon, E., Rodrigues, A. F. S. (2008). Caracterização da população de ectoparasitos em cães de núcleos de expansão urbana de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 185-188.

Robles, M. C. R., Camacho, S. M. G., Verdugo, I. E., Guajardo, S. D. C. C., del-Campo, N. C. (2015). *Rhipicephalus sanguineus* en caninos en Sinaloa, México. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 16(3), 1-10.

SAGARPA. (2014). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Retrieved Jun 15, 2015, from Superan Exportaciones Agroalimentarias los 25 mil 600 Millones de Dolares en 2014.: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B098.aspx>

Sanches, G.S., de Oliveira, P.R., André, M.R., Machado, R.Z., Bechara, G.H., Camargo- Mathias, M.I., (2012). Copulation is necessary for the completion of a gonotrophic cycle in the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). J. Insect Physiol. 58, 1020–1027.

Szabó, M. P., Mangold, A. J., Joao, C. F., Bechara, G. H., Guglielmone, A. A. (2005). Biological and DNA evidence of two dissimilar populations of the *Rhipicephalus sanguineus* tick group (Acari: Ixodidae) in South America. *Veterinary parasitology*, 130(1), 131-140.

Schwarz, A., Maier, W. A., Kistemann, T., Kampen, H. (2009). Analysis of the distribution of the tick *Ixodes ricinus* L.(Acari: Ixodidae) in a nature reserve of western Germany using Geographic Information Systems. *International journal of hygiene and environmental health*, 212(1), 87-96.

Secretaria de Salud (2010) Vigilancia Epidemiologica Número 46 Volumen 27 Semana 46 Del 14 al 20 de noviembre de 2010

Shaw, S. E., Day, M. J., Birtles, R. J., Breitschwerdt, E. B. (2001). Tick-borne infectious diseases of dogs. *TRENDS in Parasitology*, 17(2), 74-80.

Sherlock, I. A. (1964). Notas sobre a transmissão da leishmaniose visceral no Brasil. *Rev. Bras. Malariol*, 16, 19-26.

Silveira, J. A., Passos, L. M., Ribeiro, M. F. (2009). Population dynamics of *Rhipicephalus sanguineus* (Latrielle, 1806) in Belo Horizonte, Minas Gerais state, Brazil. *Veterinary parasitology*, 161(3), 270-275.

Simpson, R.M., Gaunt, S.D., Hair, J.A., Kocan, K.M., Henk, W.G., Casey, H.W. (1991). Evaluation of *Rhipicephalus sanguineus* as a potential biologic vector of *Ehrlichia platys*. *Am. J. Vet. Res.* 52, 1537–1541.

Smith, F. D., Ballantyne, R., Morgan, E. R., Wall, R. (2011). Prevalence, distribution and risk associated with tick infestation of dogs in Great Britain. *Medical and Veterinary Entomology*, 25(4), 377-384.

Smith, T., Kilborne, F. L. (1893). Investigations into the nature, causation, and prevention of Texas or southern cattle fever.

Snetsinger, R., Jacobs, S. B., Kim, K. C., Tavis, D. (1993). Extension of the range of *Dermacentor variabilis* (Acari: Ixodidae) in Pennsylvania. *Journal of medical entomology*, 30(4), 795-798.

Socolovschi, C., Raoult, D., Parola, P. (2009). Influence of temperature on the attachment of *Rhipicephalus sanguineus* ticks on rabbits. *Clinical Microbiology and Infection*, 15(s2), 326-327.

Sonenshine, D. E., Roe, R. M. (2013). *Biology of ticks* (Vol. 1). Oxford University Press.

StatSoft. (1998). *Statistica Trial Versión 8.0*. Copyright© StatSoft. Inc. 1984-2008. <<http://www.statsoft.com>>.

Sweatman, G. K. (1967). Physical and biological factors affecting the longevity and oviposition of engorged *Rhipicephalus sanguineus* female ticks. *The Journal of parasitology*, 432-445.

Szabó, M. P. J., De Souza, L. G. A., Olegário, M. M. M., Ferreira, F. A., De Albuquerque Pajuaba Neto, A. (2010). Ticks (Acari: Ixodidae) on dogs from Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Transboundary and emerging diseases*, 57(1- 2), 72-74.

Szabó, M.P., Mangold, A.J., Joao, C.F., Bechara, G.H., Guglielmone, A. A. (2005). Biological and DNA evidence of two dissimilar populations of the *Rhipicephalus sanguineus* tick group (Acari: Ixodidae) in South America. *Vet. Parasitol.* 130, 131–140.

Tinoco-Gracia, L., Quiroz-Romero, H., Quintero-Martínez, M. T., Rentería-Evangelista, T. B., Barreras-Serrano, A., Romano-Osuna, M., Escárcega-Ávila, A. M. (2009). Prevalencia de Infestación de Garrapatas (*Rhipicephalus Sanguineus*) en Perros y su Asociación a Factores de Riesgo en la Zona Urbana de Mexicali, Baja California, México. VIII Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria, 26-28 de octubre de 2009, Mérida, Yucatán, México Trabajo 98, pág. 242.

Troyo A, Moreira-Soto A, Carranza M, Calderon-Arguedas O, Hun L, Taylor L. (2014). Detection of an undescribed Rickettsia sp. in Ixodes boliviensis from Costa Rica. Ticks and Tick-borne Diseases Volume 5, (6), Pages 883–886

Troughton, D.R., Levin, M.L., (2007). Life cycles of seven ixodid tick species (Acari: Ixodidae) under standardized laboratory conditions. J. Med. Entomol. 44, 732–740.

Uilenberg, G. (1995). International collaborative research: significance of tick-borne hemoparasitic diseases to world animal health. *Veterinary Parasitology*, 57(1), 19-41.

Uspensky, I., Ioffe-Uspensky, I. (2002). The dog factor in brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) infestations in and near human dwellings. *International journal of medical microbiology*, 291, 156-163.

Venzal, J. M., Guglielmone, A. A., Peña, A. E., Cabrera, P. A., & Castro, O. (2013). Ticks (Ixodida: Ixodidae) parasitising humans in Uruguay. *Annals of tropical medicine and parasitology*.

Walker, J. B., Keirans, J. E., & Horak, I. G. (2005). The genus *Rhipicephalus* (Acari, Ixodidae): a guide to the brown ticks of the world. Cambridge University Press.

Walker JB, Keirans JE, Horak IG (2000) The genus *Rhipicephalus* (Acari:Ixodidae): a guide to the brown ticks of the world. Cambridge University Press, Cambridge

Walker, J. B., Keirans, J. E., & Horak, I. G. (2005). The genus *Rhipicephalus* (Acari, Ixodidae): a guide to the brown ticks of the world. Cambridge University Press.

Wimberly, M. C., Yabsley, M. J., Baer, A. D., Dugan, V. G., Davidson, W. R. (2008). Spatial heterogeneity of climate and land-cover constraints on distributions of tick-borne pathogens. *Global Ecology and Biogeography*, 17(2), 189-202.

Yoder, J. A., Benoit, J. B., Rellinger, E. J., Tank, J. L. (2006). Developmental profiles in tick water balance with a focus on the new Rocky Mountain spotted fever vector, *Rhipicephalus sanguineus*. *Medical and veterinary entomology*, 20(4), 365-372.

Zavala-Castro, J. E., Zavala-Velázquez, J. E., Walker, D. H., Arcila, E. E. R., Laviada-Molina, H., Olano, J. P., Dzul-Rosado, K. R. (2006). Fatal human infection with *Rickettsia rickettsii*, Yucatán, Mexico. *Emerging infectious diseases*, 12(4), 672.