



---

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**



Instituto de Biología

**CARACTERIZACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA  
ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE ROEDORES Y  
SUS ECTOPARÁSITOS EN CHAMELA, JALISCO**

**TESIS**

Que para obtener el título de Licenciada en Biología

PRESENTA

Gómez Rodríguez Ruth Areli

Director de tesis: Dr. Gabriel Gutiérrez Granados

Los Reyes Iztacala, Estado de México 2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
Antecedentes.....	5
Justificación.....	6
OBJETIVO GENERAL .....	7
Objetivos Particulares.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS .....	8
Sitio de estudio.....	9
Especies de estudio.....	10
Captura de Roedores.....	13
Colecta de ectoparásitos.....	13
Técnicas de Montaje.....	14
Caracterización de microhábitat.....	15
Análisis estadísticos.....	16
RESULTADOS.....	17
Caracterización de Microhábitat.....	17
Composición de especies de roedores.....	18
Composición del ensamblado de especies de los ectoparásitos.....	22
Modelos nulos.....	35
DISCUSIÓN.....	36
CONCLUSIONES.....	42
LITERATURA CITADA.....	43

## RESUMEN

La búsqueda de patrones consistentes en la organización de las comunidades de parásitos en general sigue siendo un tema central de la ecología, ya que los resultados de diversos estudios revelan una gran variabilidad en la conformación de su estructura. Algunos datos sugieren comunidades estructuradas mientras que otros muestran a los parásitos como un conjunto de especies unidas al azar. La ecología parásito-huésped es un eslabón importante en el estudio de las enfermedades emergentes. Debido a esto, el principal objetivo de este estudio fue: caracterizar la relación entre la estructura de la comunidad de roedores y, el ensamblaje de especies que constituyen sus ectoparásitos en Chamela, Jalisco. El muestreo de roedores se llevó a cabo entre junio del 2011 y abril del 2012 con salidas bimensuales. Se colocaron 128 trampas Sherman durante tres noches consecutivas. Se buscaron los ectoparásitos en cada roedor colectado y fueron preparados para su identificación en laboratorio. En total se capturaron 199 roedores de ocho especies (*Baiomys musculus*, *Liomys pictus*, *Oligoryzomys fulvescens*, *Oryzomys couesi*, *Osgoodomys banderanus*, *Peromyscus perfulvus*, *Sigmodon mascotensis* y *Xenomys nelsoni*). Se identificaron 1821 ectoparásitos de seis ordenes. Para probar la hipótesis de que la comunidad de ectoparásitos está estructurada se usaron modelos nulos. De acuerdo con los resultados de los modelos nulos se concluye que la comunidad de ectoparásitos de los roedores en Chamela, Jalisco forman una comunidad estructurada.

## INTRODUCCIÓN

Una pregunta fundamental de la ecología es saber qué determina la estructura de una comunidad. Dos métricas que representan las variaciones endichaestructuración son la distribución y abundancia de las especies que la conforman (Diamond y Case, 1986). Estos atributos están determinados principalmente por el grado en que los individuos pueden tolerar condiciones y adquirir los recursos esenciales (Nuñez y Nuñez, 2005).

Estudios sobre diferentes taxones han llegado a la conclusión de que algunas especies de plantas y animales viven en comunidades estructuradas, no aleatorias, mientras que otros representan conjuntos de especies al azar (Rojas-Robles, 2004). Así, una pregunta para considerar sobre el patrón de organización comunitaria es la siguiente: ¿La frecuencia de ocurrencia simultánea de diferentes especies en una comunidad real, difiere de lo esperado en una comunidad con un ensamblaje al azar? Si las especies co-ocurren con más frecuencia de lo esperado por el azar entonces el conjunto de especies se dice que está estructurado (Krasnov *et al.*, 2006a; Gotelli y Rohde, 2002; y Diamond, 1975). Sin embargo, los estudios que documenten esto de manera empírica son escasos (Valtonen *et al.*, 2001; Timmi y Poulin, 2003; González y Puolin, 2005; Krasnov *et al.*, 2006b; Behnke, 2008).

Un ejemplo de las interacciones y co-ocurrencia de especies es el parasitismo. El parasitismo se refiere a una relación de simbiosis entre dos organismos donde una especie (el parásito) vive a expensas de otra especie (el huésped) provocando daños pero sin llegar a la muerte inmediata. Si el parásito vive dentro de su huésped se le denomina endoparásito y cuando vive sobre el huésped es denominado ectoparásito (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001).

Las comunidades de parásitos han sido utilizadas como modelo de estudio en estructura de comunidades debido a que presentan ventajas tales como que parásitos del mismo taxón comparten un nivel trófico similar y que el alcance geográfico de los parásitos se reduce a los parches habitados por los organismos hospederos y en algunos casos de sus refugios (Krasnov *et al.*, 2006c). De esta manera, el número de estudios sobre la estructura de la comunidad de parásitos se ha incrementado en los últimos años (Poulin y Guégan, 2000; Dezfuli *et al.*, 2001; Gotelli y Rohde, 2002; Poulin y Valtonen, 2002; Vidal-Martinez y Poulin, 2003; González y Poulin, 2005; Krasnov *et al.*, 2006d; Behnke, 2008). Sin embargo, la búsqueda de patrones consistentes en la organización en las comunidades de parásitos en general sigue siendo un tema central de la ecología (González y Puolin, *op. cit.*), ya que los resultados de estos estudios revelan una gran variabilidad en la conformación de su estructura. Algunos datos sugieren comunidades estructuradas (Poulin y Mouillot, 2003), mientras que otros muestran a los parásitos como un conjunto de especies unidas al azar (Gotelli y Rohde, *op. cit.*).

Aunque la pregunta esencial: ¿Es la estructura de las comunidades de parásitos repetible y predecible, o es el producto de una agregación independiente y aleatoria?, no se ha contestado, las comparaciones entre los patrones observados en los estudios realizados, son un paso hacia la búsqueda de una respuesta y hasta el momento sugieren que la estructura de las comunidades de parásitos se aleja de la aleatoriedad (Calvete *et al.*, 2004; González y Poulin, 2005; Krasnov *et al.*, 2006a).

Asimismo, los estudios realizados hasta el momento muestran un sesgo importante. La mayoría de los reportes son sobre comunidades de parásitos en peces, y sólo unos pocos se enfocan en el estudio de parásitos de organismos terrestres (Gouy de Bellocq *et al.*, 2003; Calvete *et al.*, *op. cit.*; Portoles *et al.*, 2004), y de éstos, sólo algunos analizan los ectoparásitos en mamíferos pequeños (Stankoet *et al.*, 2002; Krasnov *et al.*, 2004a; Krasnov *et al.*, 2005a; Krasnov *et al.*, 2006b; Krasnov *et al.*, 2006d; Krasnov *et al.*, 2007). Aunque *sensu stricto* sólo analizaron a un componente de lo que es la comunidad completa de ectoparásitos.

Recientemente la investigación de los ectoparásitos de mamíferos ha cobrado importancia ya que la domesticación de animales por el hombre, el transporte de estos alrededor del mundo y las transformaciones ambientales, han favorecido el aumento de las poblaciones de garrapatas y de otros ectoparásitos, lo que ha ampliado los límites geográficos de su distribución (Rojas-Robles, 2004; Wilcox y Gluber, 2005). Una consecuencia directa al hombre de estos cambios es que diversas especies de ectoparásitos se han convertido en una amenaza para el hombre y para las especies silvestres, sirviendo como vectores

cada vez más eficientes de nuevas enfermedades (Smith, 2009; Wilcox y Gluber, *op. cit.*).

El estudio, meramente taxonómico, de parásitos en mamíferos se comenzó en México desde la década de los 30's, habiendo acumulado hasta ahora un registro de 375 especies de parásitos asociados a mamíferos, de las cuales, 200 son específicamente asociadas a roedores. (Hoffman *et al.*, 1972; Bassols, 1979; Bassols, 1981; Whitaker y Morales-Malacara, 2005; Estébanes-González *et al.*, 2011). Sin embargo, el análisis de la ecología de la interacción entre roedores y sus ectoparásitos es prácticamente nulo.

### **Antecedentes.**

En el 2002, Stanko y colaboradores pusieron a prueba la hipótesis de que un incremento en la densidad de huéspedes debería estar ligado a un incremento en la riqueza de especies de sus parásitos y encontraron que la densidad del huésped tiene una gran influencia en la riqueza de especies de las comunidades de ectoparásitos de pequeños mamíferos. Asimismo, Krasnov *et al.*, demostraron en el 2004 una relación positiva entre la riqueza de especies de huéspedes y riqueza de especies de las pulgas al estudiar datos de 37 publicaciones sobre pequeños mamíferos y sus pulgas. Más tarde, en el 2006 Krasnov y Stanko analizaron el efecto de la abundancia de los huéspedes sobre la abundancia y prevalencia de sus ectoparásitos, usando datos de 57 asociaciones de pulgas con sus mamíferos huéspedes concluyendo que diferentes asociaciones parásito-huésped se rigen por diferentes mecanismos de regulación pero diferentes mecanismos de regulación pueden actuar simultáneamente sobre la misma

asociación parásito-huésped. En el 2007, Krasnov y colaboradores evaluaron el efecto de la abundancia y riqueza de especies de mamíferos pequeños a nivel de su infestación por larvas y ninfas de dos especies de garrapatas (*Ixodes ricinus* y *Ixodes trianguliceps*). Los resultados revelaron una relación positiva entre los patrones de infestación y la abundancia y diversidad de los huéspedes para *I. trianguliceps* pero no así para *I. ricinus*.

Por su parte, Krasnov y colaboradores en el 2005 realizaron una investigación sobre la coexistencia de especies parásitas y su límite de similitud. Utilizaron un modelo nulo para examinar la influencia de dos fuerzas que podrían intervenir en la estructura de la comunidad de especies parasitarias: la competencia intra-específica y los filtros ambientales. Sus resultados no mostraron ningún tipo de limitación de la similitud entre la coexistencia de las especies de parásitos. En ese mismo año, Krasnov *et al.* analizaron la agregación y la coexistencia de especies de pulgas en pequeños mamíferos llegando a la conclusión de que el patrón de coexistencia de las pulgas se relaciona tanto con la estructura de sus comunidades como con las afinidades a las especies huésped.

### **Justificación.**

Aunado a los huecos que hay en el estudio de la ecología de los ectoparásitos y sus huéspedes descrita en los antecedentes, la ecología parásito-hospedero también es un eslabón importante en el estudio de las enfermedades emergentes ya que como resultado de los cambios en la demografía humana, el comportamiento o la estructura social pueden permitir una mayor transmisión de parásitos entre éstos. Asimismo, en la actualidad, las especies reconocidas como

huéspedes naturales tienen un mayor contacto con otras especies, lo que puede favorecer una adaptación a nuevas condiciones ambientales (Daszak, 2001).

Por otro lado, son escasos los conocimientos respecto a la prevalencia e índices de infestación de los ectoparásitos en roedores neotropicales y se desconoce la influencia que las variaciones de los huéspedes pueden tener sobre éstos (Rojas-Robles 2004; Gotelli 2002). Aunque en general se conoce que la asociación ectoparásito-huésped es el resultado de procesos ecológicos y evolutivos. Por ejemplo, de las variaciones intra-específicas de la población-huésped, tales como el comportamiento, morfología, fisiología, tamaño corporal y pelaje entre otros (Liljeström y Lareschi, 2002; Lareschi *et al.*, 2003). Con lo anterior como antecedente resalta la importancia de caracterizar el grado de asociación y estructuración de los ectoparásitos con su comunidad huésped, y en particular mamíferos pequeños, ya que este puede ser un primer paso para documentar la ecología de diversas enfermedades emergentes que utilizan como reservorios especies silvestres.

De ésta manera para abordar esta problemática en mi trabajo de tesis, se puso a prueba la hipótesis de que los ectoparásitos de la comunidad de roedores de Chamela conforman una comunidad estructurada. Específicamente, el trabajo tuvo los siguientes objetivos:

## **OBJETIVO GENERAL**

-Caracterizar la relación entre la estructura de la comunidad de roedores y, el ensamblaje de especies que constituyen sus ectoparásitos en Chamela, Jalisco.

### **Objetivos Particulares.**

- Caracterizar el microhábitat de los roedores y sus ectoparásitos colectados en Chamela, Jalisco.
- Describir la composición de especies de la comunidad de roedores de Chamela, Jalisco.
- Describir la composición del ensamblado de especies de los ectoparásitos de los roedores de Chamela, Jalisco.
- Construir modelos nulos para probar si la comunidad de ectoparásitos está estructurada o es un conjunto de especies coexistiendo al azar.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

En México uno de los ecosistemas con mayor diversidad biológica es la selva baja (Ceballos *et al.*, 2002; Velázquez *et al.*, 2000), la cual representa aproximadamente el 17% de la cobertura vegetal del país (Rzedowski, 1988). Su distribución es en la vertiente del Pacífico desde el sur de Sonora hasta Chiapas, con áreas ricas en especies endémicas del país. Se caracterizan por presentar una marcada estacionalidad, la cual varía con el régimen de lluvia (Bullock y Solís-Magallanes, 1990; Castellanos *et al.*, 1989). En ellas se encuentran aproximadamente 161 especies endémicas de México, de las cuales, 40 son exclusivamente de las selvas bajas. En particular en la región del Pacífico, la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, es una de las reservas que alberga una alta diversidad de mamíferos y está constituida una comunidad de 13

pequeños mamíferos en los dos tipos de vegetación predominantes del área, los cuales son la selva baja caducifolia y la selva mediana subperenifolia.

### **Sitio de estudio.**

En específico el estudio se desarrolló en la Estación de Biología Chamela, que forma parte de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, en el estado de Jalisco (Fig. 1). La estación tiene un área de 3,370 hectáreas y se localiza a los 19° 30' N y 105° 03' O (Bullock, 1986; Ceballos y Miranda, 2000; Lott *et al.*, 1987). La altitud varía de 20 a 500 m.s.n.m., la topografía consiste de laderas y cursos de agua temporales. El clima se caracteriza por una marcada estacionalidad y a lo largo del año se presentan dos temporadas: lluvias (julio - octubre) y secas (noviembre - junio). La temperatura promedio es de 24.9° C y la precipitación promedio mensual es de 748 mm (Bullock, 1986; Castellanos *et al.*, 1989; Ceballos *et al.*, 1999). Los tipos de vegetación predominante son: la selva baja caducifolia, que se encuentra distribuida en lomeríos; con un estrato arbóreo que alcanza alturas entre los 4 y 15 mts, un estrato arbustivo que se despliega sobre todo en las laderas y un estrato herbáceo que se desarrolla solamente durante la temporada de lluvias; el otro tipo, la selva mediana subperennifolia se encuentra en las cercanías de los arroyos permanentes y de temporal, muestra dos estratos arbóreos: uno hasta 15 mts y otro entre 25 y 40 mts (Ceballos y Miranda, 1986, 2000; Lott *et al.*, 1987; Martínez-Yrizar *et al.*, 1996). Además cuenta con los estratos arbustivo, herbáceo y enredaderas leñosas que difieren de los existentes en la selva baja (Lott, 1985; Bullock y Solís-Magallanes, 1990).

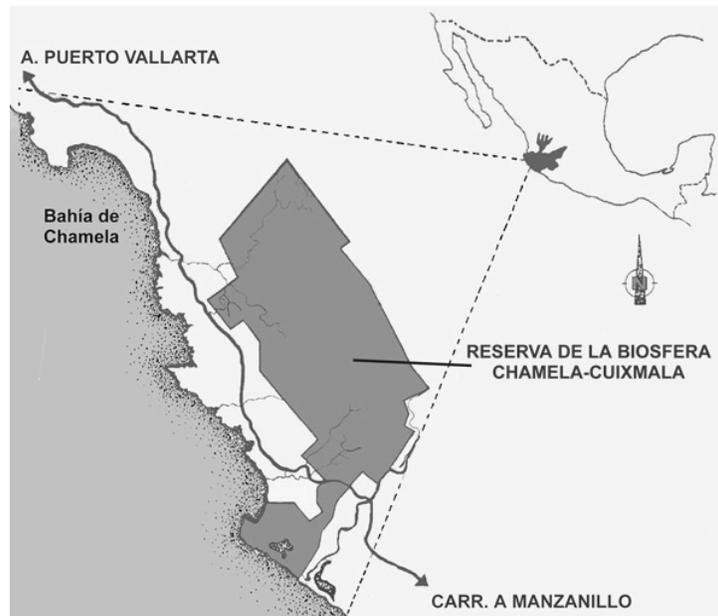


Figura 1. Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala.

### Especies de estudio

*Liomys pictus* (Thomas 1893).

El roedor más abundante en los bosques de la región de Chamela es el ratón espinoso de abazones, es una especie endémica, se distingue fácilmente de los otros roedores por la presencia de abazones y por el pelo con apariencia espinosa, donde habita una especie de pseudoscorpión, especialmente en la región dorsal; el pseudoscorpión se alimenta de las garrapatas que infestan al ratón (Mendoza, 1997). En la región de Chamela, las poblaciones de *L. pictus* se encuentran en buen estado de conservación (SEMARNAT 2010)

*Oryzomys couesi* (J.A. Allen 1897).

Conocida como rata arrocera, tiene el segundo lugar en porcentaje de capturas después de *L. pictus*, no se conoce mucho sobre las enfermedades o parásitos

que afectan a esta especie, son huéspedes de larvas de moscas parásitas que depositan los huevecillos en uno de los costados; es común en ambientes perturbados como los cultivos de arroz y caña a los que pueden causar daño, en la región de Chamela no se le considera como plaga (Noguera *et. al.* 2002).

*Reithrodontomys fulvescens* (Howel 1914).

Es un ratón de tamaño y cola larga, pardo amarillento con el vientre blanco. Debido a su bajo índice de captura se desconoce mucho sobre sus hábitos (Noguera *et. al., op. cit.*).

*Osgoodomys banderanus* (J.A. Allen 1897).

Es una especie endémica de México, es uno de los roedores más comunes en Chamela, compartiendo su hábitat con *Liomys pictus*, *Peromyscus perfulvus*, y *Nyctomys sumichrasti*. No se han estudiado sus parásitos o enfermedades (Noguera *et. al., op. cit.*). Aunque la especie es endémica, no está considerada en ninguna categoría de protección según la Norma Oficial Mexicana (SEMARNAT 2010).

*Peromyscus perfulvus* (Hooper 1955).

Se conoce como el ratón de las marismas o ratón de campo arborícola, es un roedor de tamaño medio, con el rostro alargado y de orejas relativamente largas, esta especie es endémica del oeste de México y aunque no es muy abundante, su nivel poblacional parece ser estable dentro de la Estación de Chamela (Noguera *et. al., op.cit.*).

*Baiomys musculus* (Merriam 1892).

Son ratones difíciles de confundir con otras especies de la región por su tamaño pequeño y cola corta, menor que el cuerpo, comparten el hábitat con otras

especies de roedores como *Sigmodon mascotensis*, *Liomys pictus*, *Oryzomys couesi* y *Reithrodontomys fulvescens*.

*Sigmodon mascotensis* (J.A. Allen 1897).

Es común y abundante en los ambientes transformados por las actividades humanas, es endémica de México, su fisonomía es similar a la de cualquier rata, pero se caracteriza por el pelaje hirsuto en el dorso, muy abundante, de textura suave, pardo oscuro de apariencia canosa. Hasta ahora se sabe que en Chamela comparte su hábitat con especies como *Liomys pictus*, *Baiomys musculus*, *Oryzomys melanotis*, *Oryzomys couesi* y *Reithrodontomys fulvescens* (Noguera et al. 2002).

*Xenomys nelsoni* (Merriam 1892).

Es una rata grande de hábitos arborícolas, su fisonomía es similar a la de otras ratas, distinguiéndose por su pelaje claro o pardo amarillento en el dorso y blanco por el vientre, parte superior de los ojos y por detrás de las orejas. Coexiste con otras especies arborícolas como *Nyctomys sumichrasti*, *Osgoodomys banderanus* o *Peromyscus perfulvus* y terrestres como *Liomys pictus* (Noguera et. al., op.cit.). Es endémica de México y su estado de conservación se considera como amenazada (SEMARNAT 2010).

*Hodomys alleni* (Merriam 1892)

En la actualidad no se cuenta con suficiente información sobre la biología y la ecología de esta especie. Ha sido considerada una especie rara ya que se tienen muy pocos registros de esta pero no se cataloga en alguna categoría de riesgo (SEMARNAT 2010).

### **Captura de Roedores.**

El muestreo de roedores se llevó a cabo entre junio del 2011 y abril del 2012, realizando muestreos bimensuales a la zona de estudio. Se establecieron tres parcelas para los muestreos en el sitio, las cuales se geoposicionaron con un GPS. Dentro de cada parcela se colocaron 40 trampas Sherman, cebadas con avena y vainilla, distribuidas en cuatro líneas con una separación de 10 metros entre cada trampa (360 trampas-noche por salida). Las trampas se activaron de las 18:00 a las 6:00 hrs, durante al menos tres noches consecutivas.

Cada individuo colectado fue identificado taxonómicamente con ayuda de guías especializadas (Ceballos *et al.*, 2002), corroboradas por expertos del Instituto de Biología UNAM, se registraron las medidas convencionales (Longitud Total, Cola Vertebral, Largo de la Pata, Largo de la Oreja y Peso Total) y se determinó el sexo y la condición reproductiva.

### **Colecta de ectoparásitos.**

Los ectoparásitos se colectaron directamente de los roedores capturados, se conservaron en viales con etanol 70% y posteriormente se transportaron al Laboratorio de Acarología del Instituto de Biología de la UNAM. Se aplicaron las técnicas de aclarado y montaje para cada grupo. Una vez montados los ejemplares, se colocaron para el secado de las laminillas durante tres semanas en una estufa a 27°C, se limpiaron, sellaron y etiquetaron. Posteriormente se realizó la identificación taxonómica al microscopio óptico, utilizando literatura especializada (Brennan y Jones, 1959; Clifford, 1960; Fain, 1969; McDaniel, 1968; Keirans y Litwak, 1989; Hoffman, 1990; Muchmore, 1992; Fain y Estébanes,

1996; Durden y Keirans, 1996. Keirans y Durden, 1998; Barry, 2002;Guzman-Cornejo *et al*, 2007;Krantz y Walter 2009;Guzman-Conejo y Robbins, 2010; Guzmán-Cornejo *et al.*, 2011). En caso de existir dudas en la identificación de algún individuo, éste se observó con un microscopio de contraste de fases, con el fin de identificar mejor las estructuras que bajo el microscopio óptico no eran evidentes. La identificación taxonómica fue corroborada por expertos del laboratorio de Acarología. Finalmente los ejemplares fueron depositados en la Colección Nacional de ácaros (CNAC) del Instituto de Biología, UNAM.

### **Técnicas de Montaje.**

*Piojos (Técnica Fenol-Etanol).* Se fundió Fenol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O) a baño maría con la tapa floja, una vez fundido se colocó en una probeta y se agregó ¼ de Etanol absoluto y se agitó con una varilla de vidrio, una vez fría la mezcla se puso en una botella de vidrio oscura. Las muestras de piojos se colocaron en un frasco con un poco de NaOH. En un recipiente oscuro se colocó al sol de la mañana por 24 horas. Se maceraron los piojos. En una cápsula Petri se agregó la mezcla Fenol-Etanol y Eosina hasta obtener una coloración anaranjada intensa. Se mantuvieron los piojos en esa solución por una hora. La muestra se pasó por la mezcla Fenol-Etanol durante 5 minutos para eliminar el exceso de colorante. Finalmente se montan con Bálsamo de Canadá diluido con una gota de Fenol-Etanol.

*Pseudoscorpiones.* Se colocaron en hidróxido de potasio (KOH) al 10% durante 48 horas, para llevar a cabo el aclaramiento y limpieza interna, haciendo un pequeña

incisión en el abdomen. Inmediatamente después se lavaron con agua corriente durante 15 minutos. Se colocaron en ácido clorhídrico (HCl) al 0.02 normal durante 5 minutos. Se dejaron en ácido acético glacial ( $C_2H_4O_2$ ) al 10% durante 10 minutos. Posteriormente se colocaron en un vidrio con alcohol isopropílico ( $C_3H_8O$ ) durante 5-10 minutos. Se introdujeron en una solución 1:1 de  $C_3H_8O$ -Esencia de clavo entre 15 y 20 minutos. Se colocaron en esencia de clavo durante 10-15 minutos para dar maleabilidad a los escleritos y terminar de aclarar las estructuras. Se realizó el montaje en un portaobjetos con una gota de Bálsamo de Canadá.

*Ácaros.* Para aclarar los ácaros se colocaron en Lactofenol (Ácido Láctico – 50ml, Cristales de Fenol – 25gr y Agua destilada – 25ml) entre 24 y 48 horas. Se montaron en portaobjetos con una gota de Hoyer (Agua destilada – 50ml, Goma arábica – 30gr, Hidrato de Cloral – 200gr y Glicerina – 20ml).

#### **Caracterización de microhábitat.**

Los sitios donde se colectaron los roedores fueron caracterizados a través de variables que están relacionadas con los requerimientos básicos de las especies (refugio y alimento). Para caracterizar las parcelas se utilizaron una serie de transectos de 10 m distribuidos al azar dentro de cada parcela. En cada transecto se registró la densidad de arboles, el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura de los árboles, la cobertura de dosel estableciendo cuatro medidas que correspondían al porcentaje de cobertura (1 si se cubría el 25%, si era 50%, 3 para el 74% y el 4 el 100%) y la cobertura de sotobosque se midió con un tubo de

un metro dividido en 10 líneas de 10 cm cada una, el tubo se colocó al inicio, a la mitad y al final del transecto contando en cuantas líneas había vegetación, con estos datos se sacó un porcentaje de cobertura. Además se obtuvieron registros de la humedad relativa y la temperatura con un data logger (HOBO).

### **Análisis estadísticos.**

Para las estimaciones de la riqueza de especies de roedores y ectoparásitos se hicieron curvas de rarefacción con las especies observadas y se estimaron los índices no paramétricos de la diversidad ICE y CHAO-2 porque coinciden entre sí en la precisión y exactitud al estimar la riqueza de especies usando muestras relativamente pequeñas, es decir, esfuerzo de muestreo pequeño (ICE), y a nivel de comunidad de los ectoparásitos (Chao-2; Brose *et. al*, 2003; Hortal *et. al*, 2006; Gutiérrez-Granados *et al.*, 2011). Las especies compartidas de ectoparásitos en las especies de roedores se evaluaron utilizando el índice de similitud de Sorensen-Chao, se utilizó este índice porque está diseñado para estimar a partir de muestras pequeñas de especies no detectadas y así ponderar la similitud de las muestras analizadas. Estas estimaciones se hicieron usando el programa EstimateS 8.2 (Colwell, 2013).

Para determinar si existe una diferencia significativa entre temporadas así como entre variables ambientales se realizó una prueba de  $\chi^2$  entre las especies de roedores y de ectoparásitos encontradas en temporada de lluvia y temporada seca. La influencia de las variables ambientales sobre las especies de roedores según se estimó a través de un análisis de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés) que fue corrido en el programa Multi-Variate Statistical Package (MVSP).

Posteriormente se usó de una regresión lineal para estimar la relación que hay entre las variables ambientales y las especies de ectoparásitos.

Para probar la hipótesis de que la comunidad de ectoparásitos está estructurada se usaron modelos nulos (Gotelli, 2000). Los modelos nulos son experimentos hipotéticos que permitan explorar el rango de posibilidades del universo con que se trabaja y sirven para saber si existe el azar en los procesos que generan algún patrón ecológico (Vilchis, 2000). Los modelos nulos se construyeron con el programa EcoSim (Gotelli y Entsminger, 2012).

## **RESULTADOS**

### **Caracterización de Microhábitat**

En la temporada de lluvias se registró una temperatura de 23.27 °C, la humedad relativa fue de 91.57%, la humedad absoluta fue igual a 12.19 gm/M3 y la intensidad luminosa 15.56 lum/sqf. Mientras que para la temporada de secas se registraron los valores de 24.26°C para la temperatura, 40.41% para la Humedad Relativa, 9.11gm/M3 para la Humedad Absoluta y una intensidad luminosa de 38.02 lum/sqf. Se puede observar que los valores de estas variables son diferentes en ambas temporadas ( $\chi^2 = 186.56$ ,  $l = 7$   $P < 0.05$ ) (Fig. 2).

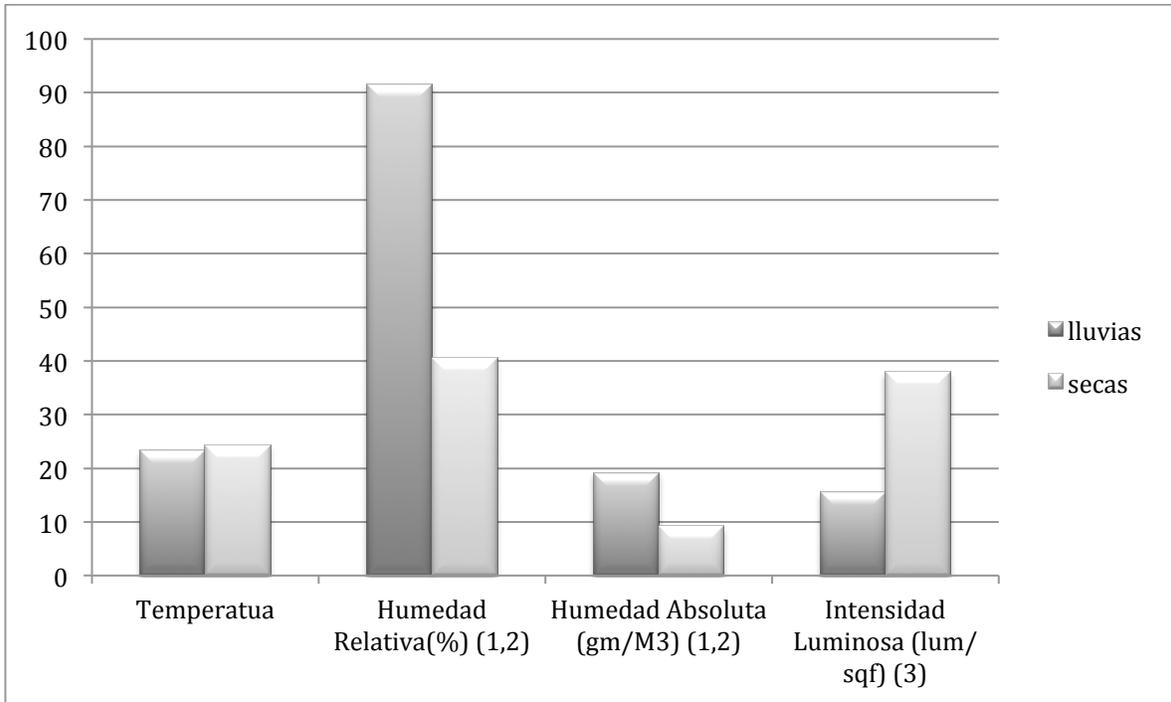


Figura 2. Valores de las variables ambientales para temporada lluviosa y seca.

### Composición de especies de roedores

Con un esfuerzo de muestreo de 1920 noches-trampa se colectaron un total de 199 roedores de ocho especies diferentes: *Baiomys musculus*, *Liomys pictus*, *Oligoryzomys fulvescens*, *Oryzomys couesi*, *Osgoodomys banderanus*, *Peromyscus perfulvus*, *Sigmodon mascotensis* y *Xenomys nelsoni*.

La especie más abundante fue *Liomys pictus* con un total de 132 individuos que representa el 66.33% de las capturas totales, seguido de *Osgoodomys banderanus* con 33 individuos. Las especies con menos capturas fueron *Oryzomys couesi* y *Xenomys nelsoni* teniendo un solo individuo (Cuadro 1). Las claves de las especies de roedores que aparecen en el Cuadro 1 se utilizaron para las figuras posteriores.

Cuadro 1. Número de capturas por especie.

<b>Especie (Clave)</b>	<b>Capturas</b>
<i>Liomys pictus</i> (Liopi)	132
<i>Osgoodomys banderanus</i> (Osba)	33
<i>Sigmodon mascotensis</i> (Sigma)	12
<i>Peromyscus perfulvus</i> (Pepe)	10
<i>Oligoryzomys fulvescens</i> (Olifu)	8
<i>Baiomys musculus</i> (Bamu)	2
<i>Oryzomys couesi</i> (Oryco)	1
<i>Xenomys nelsoni</i> (Xene)	1
<b>TOTAL</b>	<b>199</b>

La curva de acumulación de especies mostró una tendencia a la asíntota lo que fue confirmado por los valores de los estimadores no paramétricos ICE yChao 2 (Fig.3 y Fig.4).

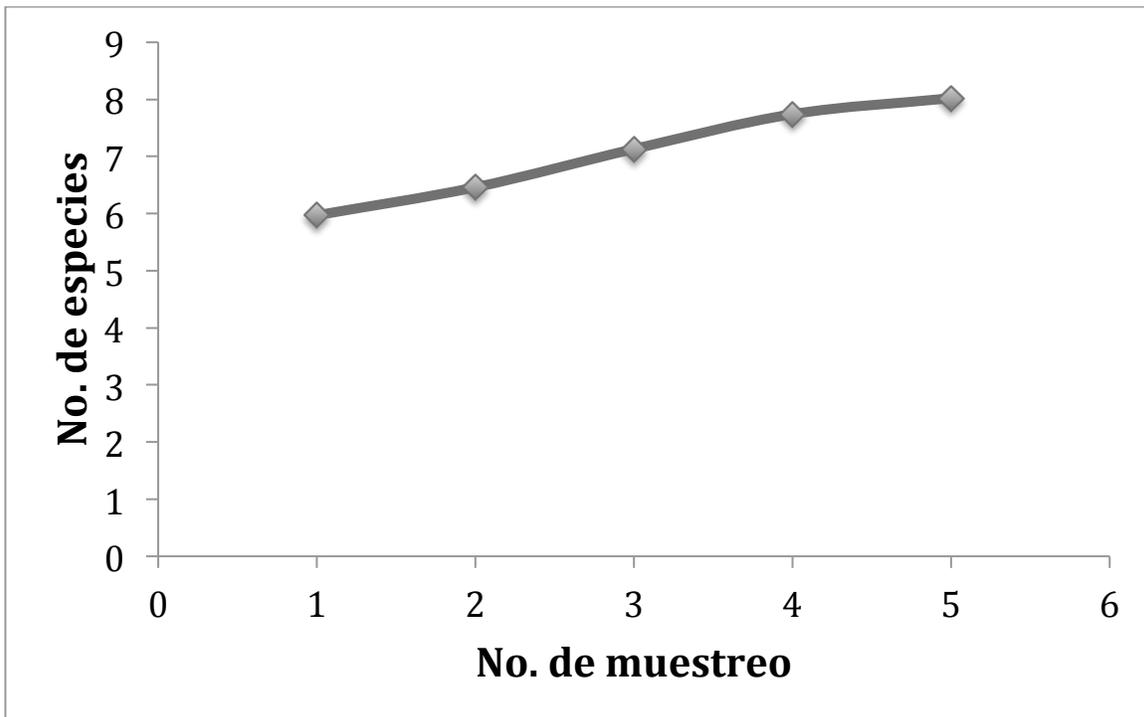


Figura 3. Curva de acumulación de especies de roedores por muestreo.

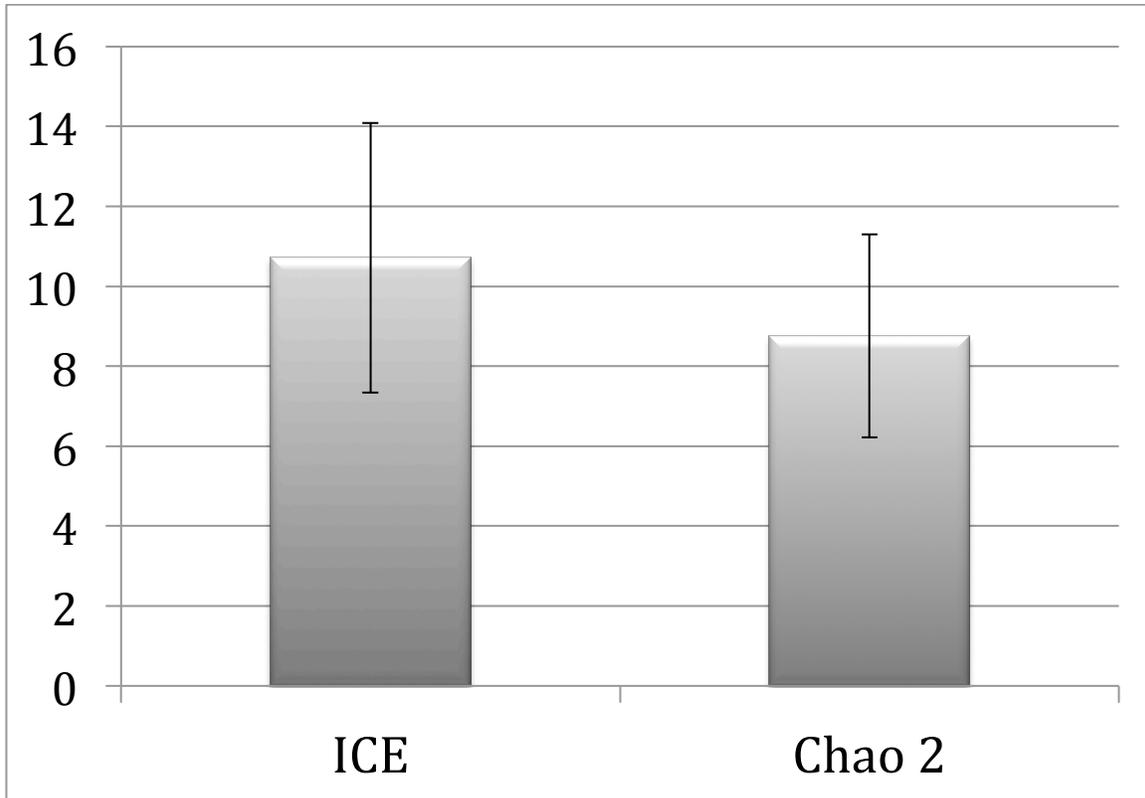


Figura 4. Valores (+ D.E.) de los estimadores no paramétricos ICE y Chao 2

Del total de roedores en la temporada de lluvias se capturaron 131 individuos de las ocho especies, es decir, el 65.82 % del total de individuos, mientras que en temporada seca se capturaron 68 individuos (34.17%) de cinco especies (Fig. 5), presentándose diferencias significativas entre temporadas ( $\chi^2 = 146.2$  g.l = 15;  $P < 0.0001$ ). Aunque hubo más colectas de machos (116ind.) que de hembras (83ind.), ésta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $\chi^2 = 2.72$  g.l = 1;  $P = 0.09$ ).

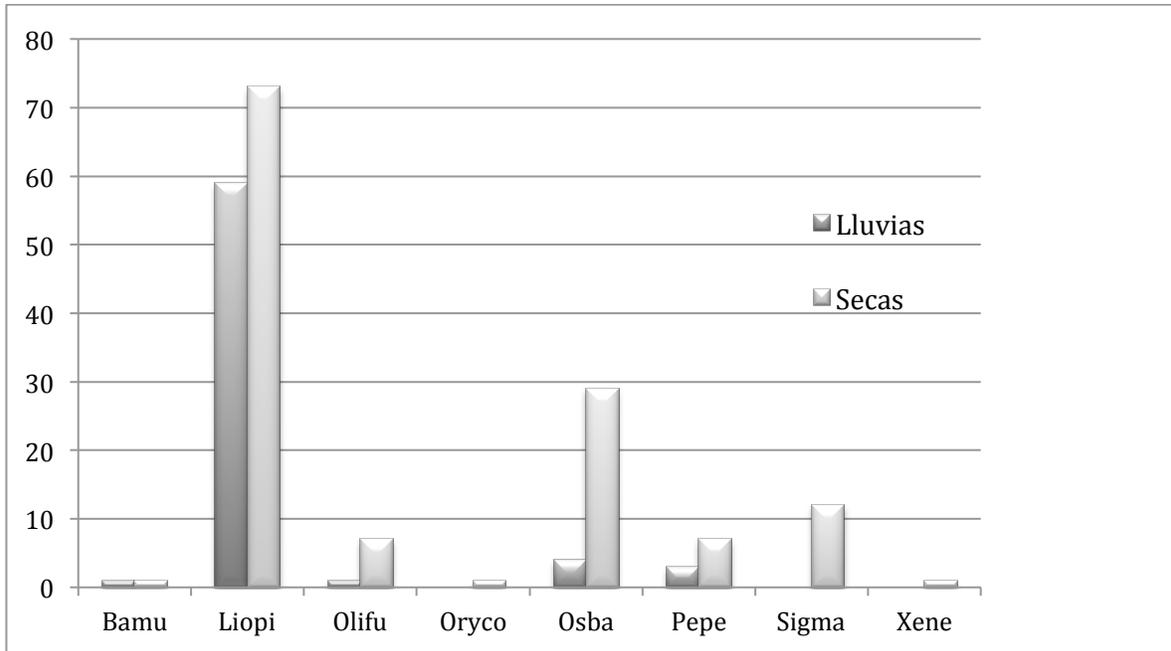


Figura 5. Individuos colectados por especie en temporada de lluvias y secas.

En cuanto a la relación de los roedores con el ambiente, el PCA muestra que la cobertura del sotobosque y la abundancia de los árboles son las variables que tienen mayor peso sobre la presencia de los roedores en el primer componente principal (30.6% de varianza explicada), mientras que el componente principal 2 está influenciado por la temperatura y la altura (19.4% de varianza explicada). De acuerdo al PCA *Liomys pictus* está ligada a la temperatura, *Oryzomys couesi* y *Oligoryzomys banderanus* se ven influenciadas por la cobertura del dosel y la altura de los arboles, esta última también se ve asociada a la presencia de *Xenomys nelsoni*, mientras que *Baiomys musculus*, *Sigmodon mascotensis*, *Peromyscus perfulvus* y *Osgoodomys banderanus* están relacionadas con la cobertura del sotobosque (Fig. 6).

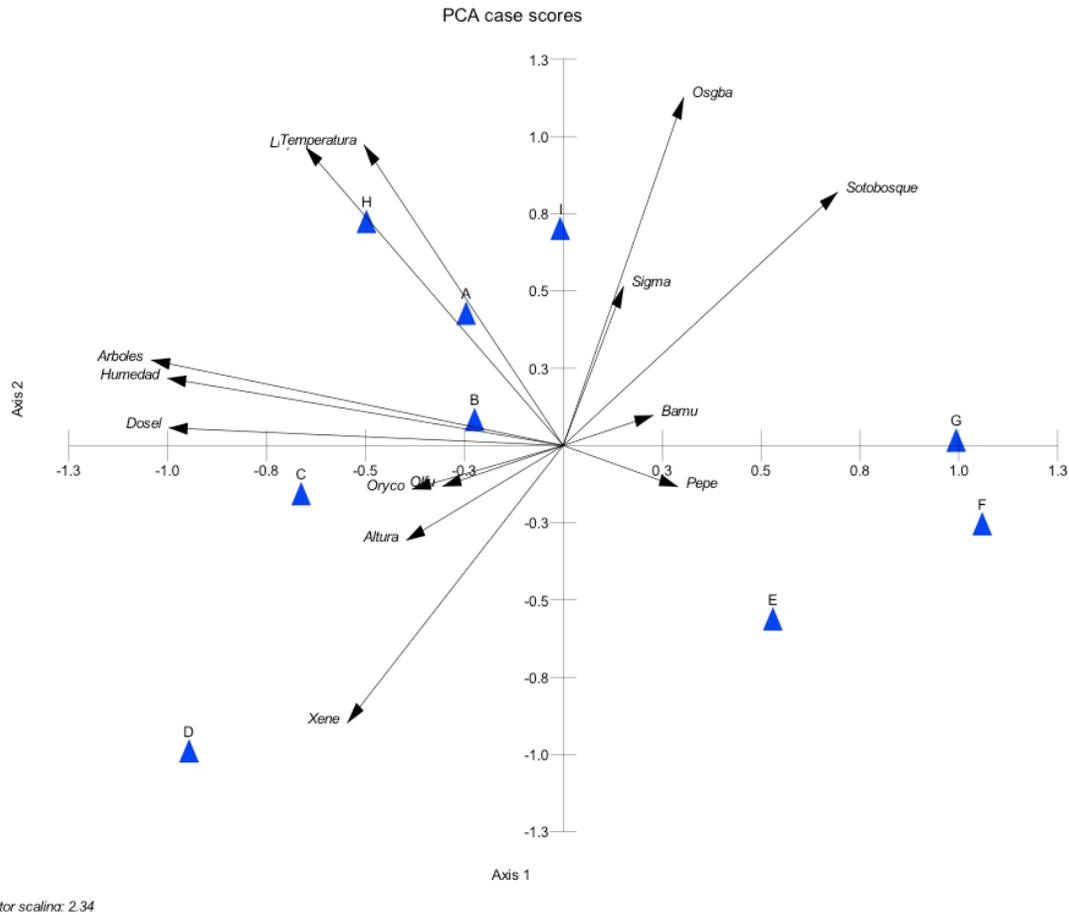


Figura 6. Ordenamiento de las variables ambientales y especies de roedores en función de los transectos.

### Composición del ensamblado de especies de los ectoparásitos

Se documentó la presencia de un total de 12058 ectoparásitos pertenecientes a siete órdenes y nueve familias (Cuadro 2). De éstos, para su identificación a nivel de especie, se prepararon 1821 individuos (ca. 10% de cada orden, excepto garrapatas y pseudoscorpiones que se identificaron en su totalidad) de los que se identificaron 22 especies (Fig. 7, Fig. 8 y Fig. 9) siendo la más abundante *Steptolaelaps liomydis* (Cuadro 3).

Cuadro 2. Orden y familia de las especies colectadas de ectoparásitos.

<b>CLASE ARACHNIDA</b>		
Orden	Familia	Especie
Pseudoscorpionida	Chernetidae	<i>Epichernes aztecus</i> (Muchmore y Hentschel 1982)
<b>Subclase Acari</b>		
Orden	Familia	Especie
Ixodida	Ixodidae	<i>Amblyomma cajennense</i> (Fabricius 1787)
		<i>Amblyomma</i> sp.
		<i>Ixodes sinaloa</i> (Kohls y Clifford 1966)
		<i>Ixodes</i> sp1
		<i>Ixodes</i> sp2
		<i>Ixodes</i> sp3
	Dermanyssidae	<i>Liponyssoides sanguineus</i> (Hirts 1914)
Mesostigmata	Macronyssidae	<i>Ornithonyssus</i> sp.
	Laelapidae	<i>Steptolaelaps liomydis</i> (Grant 1947) <i>Androlaelaps spinosus</i> (Furman 1955) <i>Androlaelaps casalis</i> (Berlese 1887) <i>Laelaps nuttallii</i> (Hirst 1915)
Sarcoptiformes	Listrophoridae	<i>Geomylichus postscutatus</i> (Fain 1976) <i>Prolistrophorus sclerobursatus</i> (Fain y Estebanes 1996)
	Glycyphagidae	<i>Dermacarus ornatus</i> (Fain 1967) <i>Dermacarus</i> sp.
Trombidiformes	Trombiculidae	<i>Euschoengastoides</i> sp. <i>Walchioides</i> sp. <i>Sasacarus furmani</i> (Hoffman 1954)
<b>CLASE INSECTA</b>		
Orden	Familia	Especie
Phthiraptera	Polyplacidae	<i>Fahrenholzia ehrlichi</i> (Johnson 1962) <i>Fahrenholzia texana</i> (Stojanovich y Pratt 1961)



Figura 7. Individuos hembras de las especies: A) *Laelaps nuttallii* B) *Androlaelaps spinosus* C) *Steptolaelaps liomydis* D) *Liponyssoides sanguineus* E) *Geomylichus postscutatus* (lateral) F) *Prolistrophorus sclerobursatus* (lateral) G) *Geomylichus postscutatus* (ventral) H) *Prolistrophorus sclerobursatus* (ventral) I) *Fahrenholzia ehrlichi*.

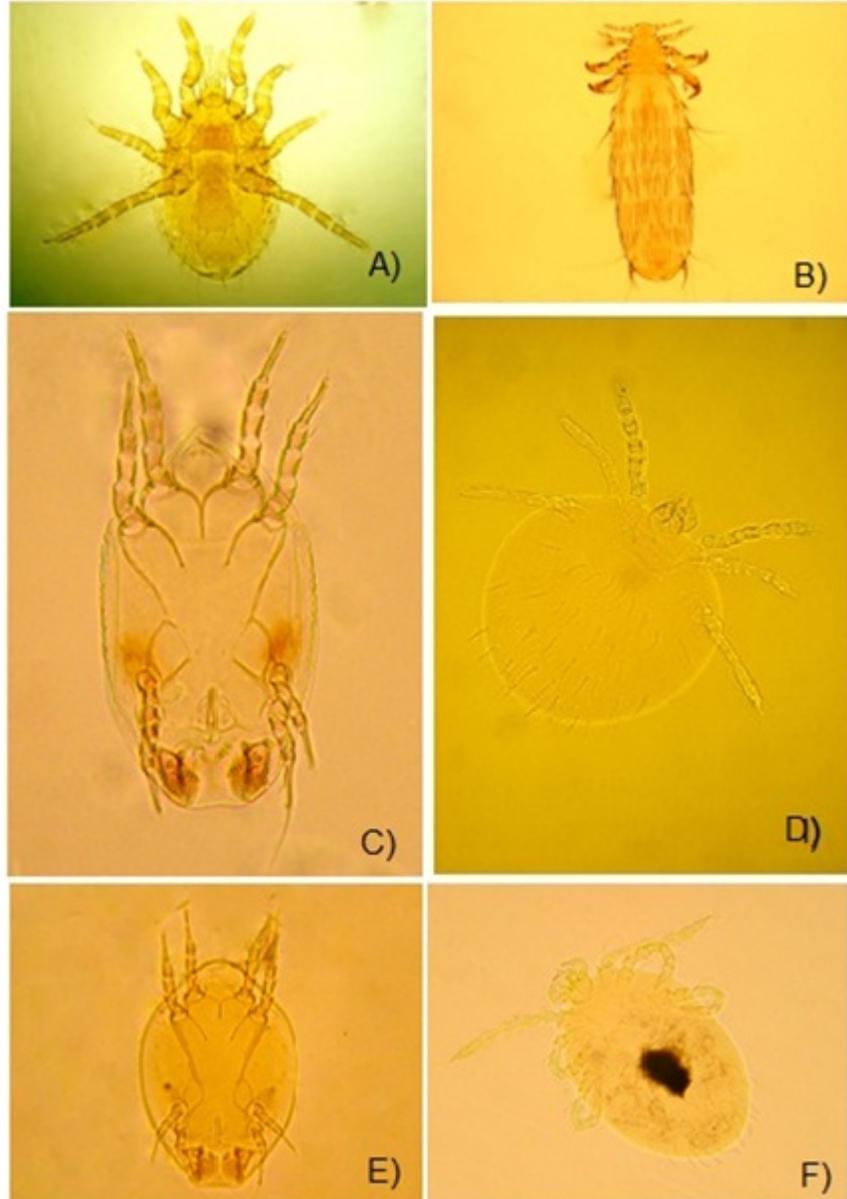


Figura 8. A) *Androlaelaps casalis* B) *Fahrenholzia texana* C) *Dermacarus ornatus* D) *Sasacarus furmani* E) *Dermacarus* sp F) *Euschoengastoides* sp.

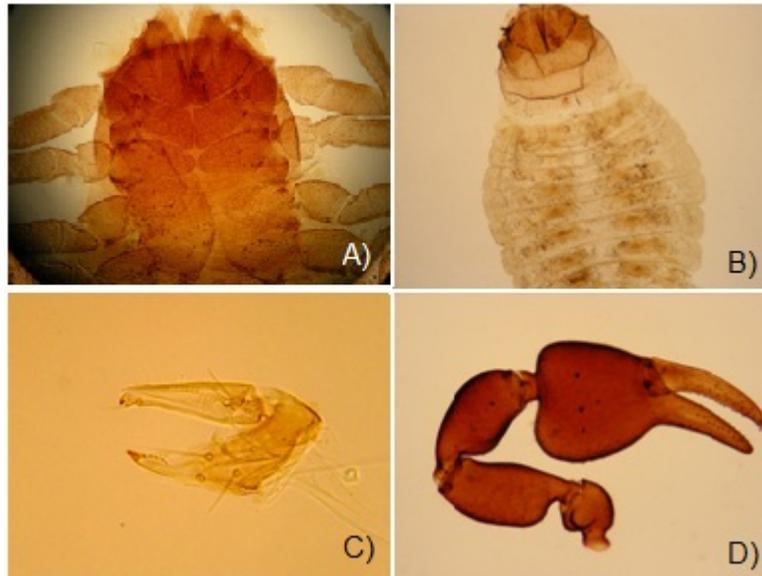


Figura 9. *Epichernes aztecus* A) prosoma B) opistosoma C) quelícero D) quela

Cuadro 3. Número de individuos por especie de ectoparásito.

<b>Especies (Clave)</b>	<b>Individuos analizados</b>
<i>Steptolaelaps liomydis</i> (Steplio)	757
<i>Geomylichus postscutatus</i> (Geopost)	273
<i>Ixodes</i> sp2 (Ixosp2)	195
<i>Androlaelaps spinosus</i> (Andspi)	91
<i>Fahrenholzia ehrlichi</i> (Fahehr)	86
<i>Prolistrophorus sclerobursatus</i> (Proscle)	80
<i>Ixodes sinaloa</i> (Ixosi)	72
<i>Walchioides</i> sp (Walisp)	60
<i>Ixodes</i> sp1 (Ixosp1)	56
<i>Liponyssoides sanguineus</i> (Lipsa)	35
<i>Euschoengastoides</i> sp (Euschsp)	16
<i>Ixodes</i> sp3 (Ixosp3)	16
<i>Laelaps nuttallii</i> (Laenu)	14
<i>Ornithonyssus</i> sp (Ornisp)	13
<i>Dermacarus ornatus</i> (Deror)	10
<i>Amblyomma cajennense</i> (Ambcaj)	9
<i>Androlaelaps casalis</i> (Andcas)	8
<i>Fahrenholzia texana</i> (Fahtex)	8
<i>Sasacarus furmani</i> (Safu)	7
<i>Epichernes aztecus</i> (Epiaz)	7
<i>Amblyomma</i> sp (Ambsp)	6
<i>Dermacarus</i> sp (Dersp)	2
<b>TOTAL</b>	<b>1821</b>

El número de ectoparásitos analizados fue mayor para la época lluviosa ( $\chi^2=778.02$  g.l = 21  $P < 0.05$ ) con un total de 1022 individuos. *Dermacarus ornatus* la única especie que no estuvo presente en estos meses. En la época seca hubo un total de 799 individuos entre los cuales no se encontraron las siguientes especies: *Laelaps nuttallii*, *Euschoengastoides* sp, *Dermacarus* sp y *Amblyomma* sp (Fig. 10).

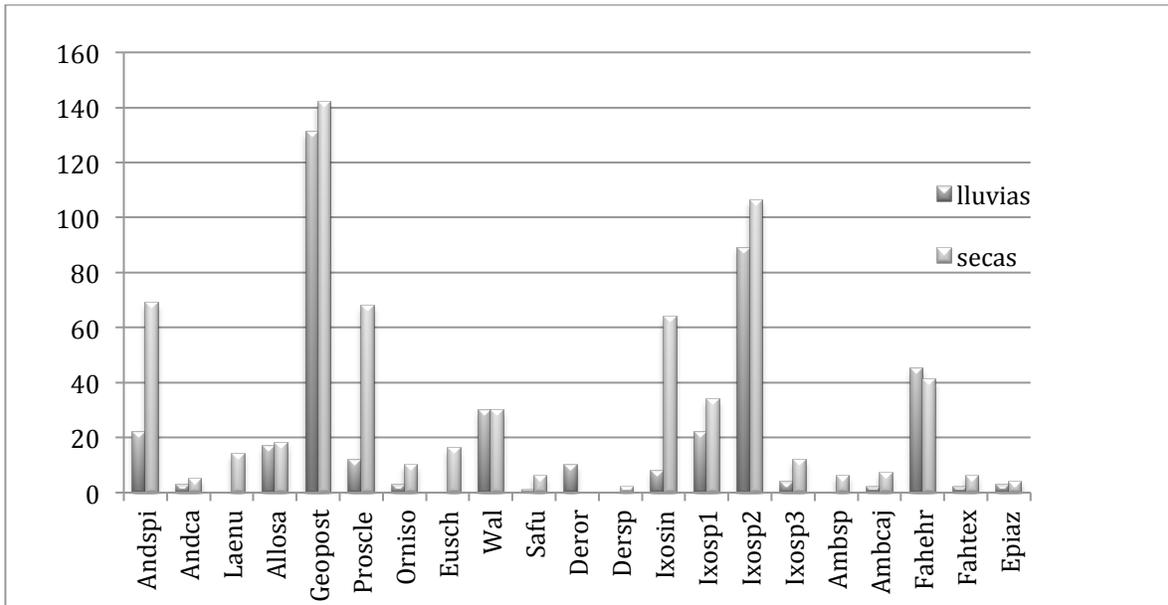


Figura 10. Número de individuos por especie en temporada lluviosa y temporada seca.

La especie *Steptolaelaps liomydis*, que es la más abundante, tuvo mayor abundancia en la época de lluvias (395 individuos) que en la época seca (362 individuos, existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre temporadas ( $\chi^2=378.5$  g.l = 1  $P=0.001$ ) (Fig.11)

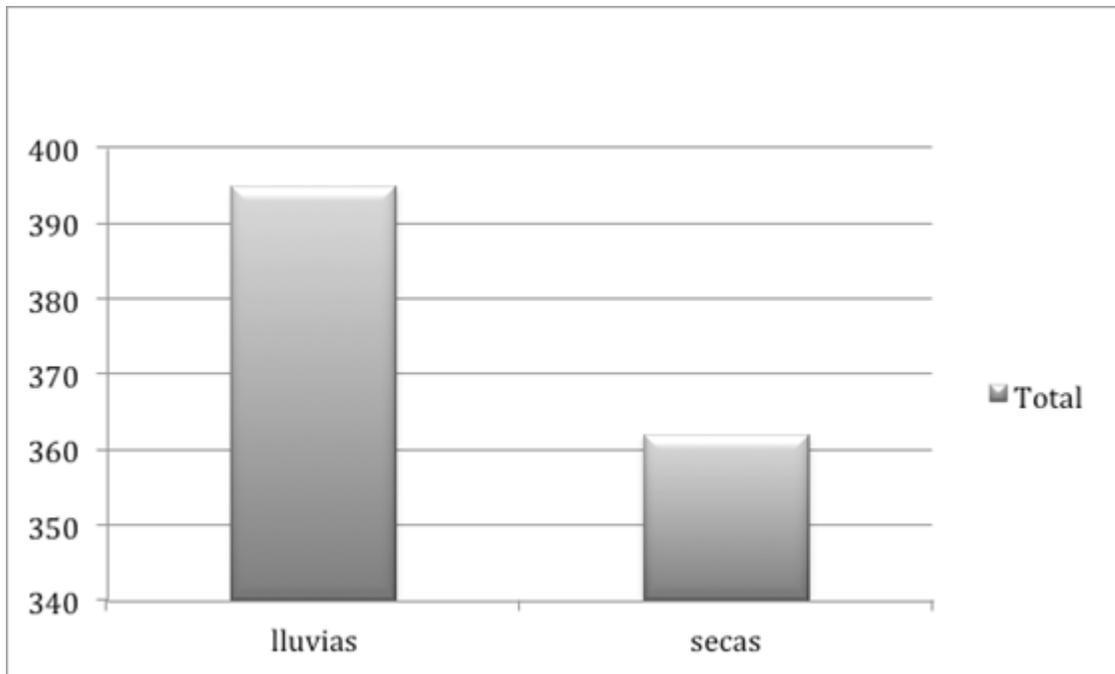


Figura 11. Individuos de *Steptolaelaps liomydis* analizados en temporada de lluvias y temporada de secas.

*Liomys pictus* es el roedor con mayor riqueza de especies de ectoparásitos, de las 22 especies analizadas 17 se encuentran hospedadas en dicho roedor, siendo *Laelaps nutalli*, *Sasacarus furmani*, *Dermacarus sp*, *Amblyomma sp* y *Amblyomma cajennense* las cinco especies que no se observaron parasitando a *Liomys pictus*. En segundo lugar se encuentra *Osgoodomys banderanus* con 15 especies de ectoparásitos, *Peromyscus perfulvus* y *Sigmodon mascotensis* son hospederos para ocho especies, *Oligoryzomys fulvescens* presenta siete especies y finalmente *Oryzomys couesi* y *Baiomys musculus* están parasitados por solo dos especies. Las curvas de acumulación de especies muestran que a excepción de *Liomys pictus*, todas las demás especies de roedores no se asintotizan (Fig. 12).

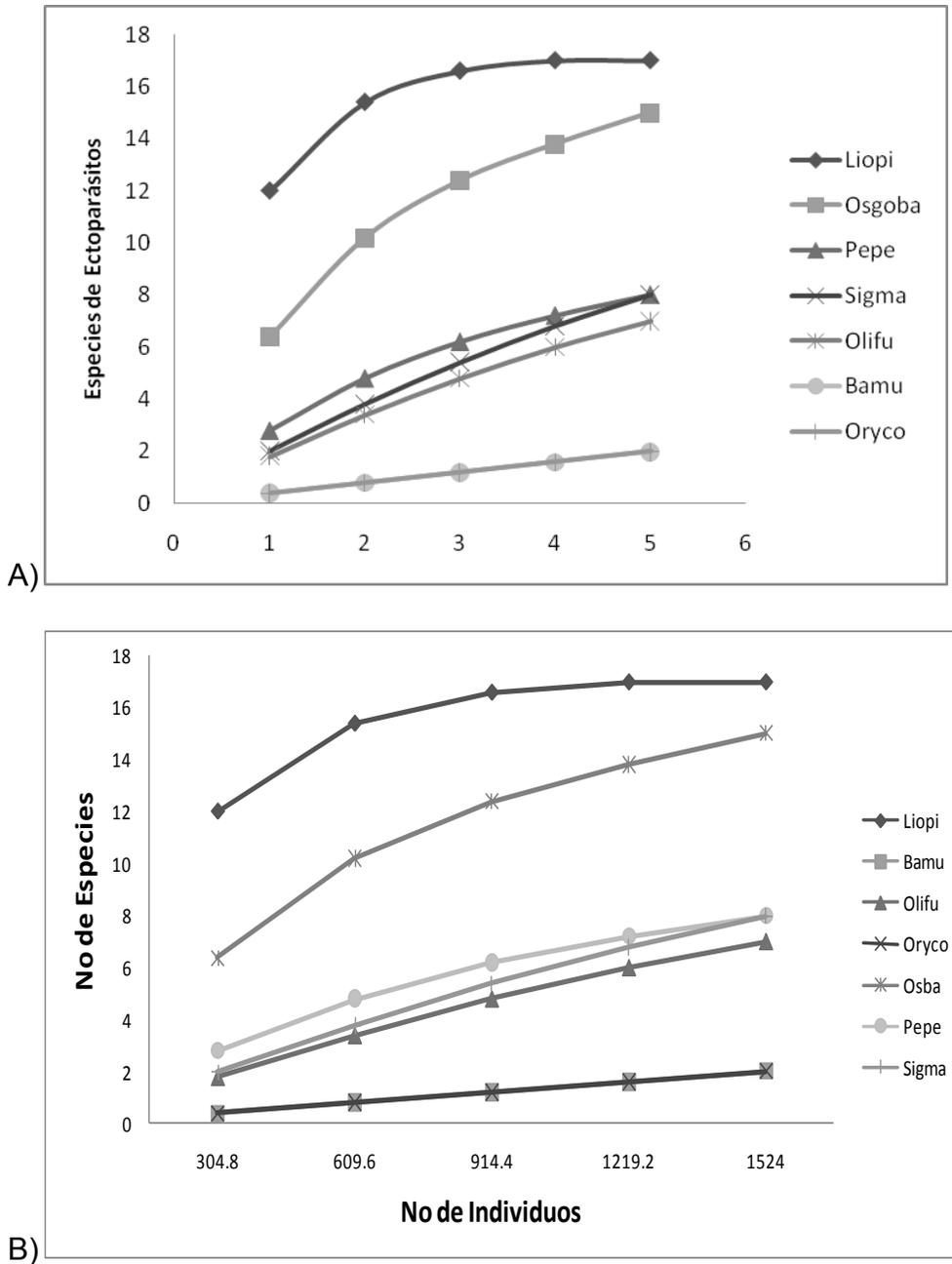


Figura 12. A) Riqueza de especies de ectoparásitos en las especies de roedores por muestreo B) Riqueza de especies de ectoparásitos en las especies de roedores por número de individuos.

Los estimadores ICE y CHAO 2 muestran que para *Liomys pictus* (ICE=30 CHAO-2=27), *Oligoryzomys fulvescens* (ICE=17 CHAO-2=8), y *Osgoodomys banderanus* (ICE=27 CHAO-2=21) hay aun más especies por encontrar, en el caso de *Baiomys musculus* (ICE=1.72 CHAO-2=1.72), *Oryzomys couesi* (ICE=1.65 CHAO-

2=1.65), *Peromyscus perfulvus* (ICE=12.4 CHAO-2=8.36) y *Sigmodon mascotensis* (ICE=14.3 CHAO-2=5.11), el número de los estimadores son muy parecidos al número de especies observadas en estos roedores (Fig. 13).

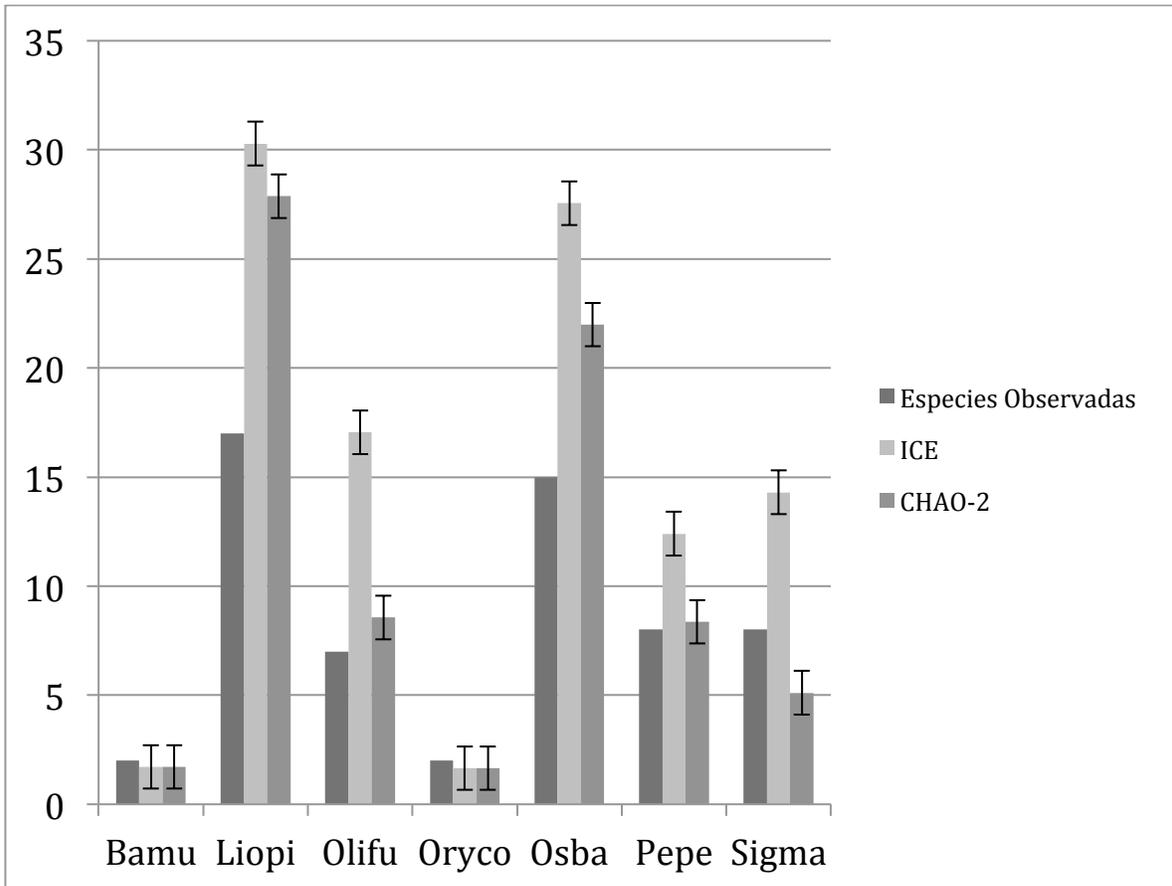


Figura 13. Valores ( $\pm$  D.E) de los estimadores no paramétricos ICE y Chao 2 para la diversidad de ectoparásitos.

El índice de Similitud Chao-Sorensen muestra que las especies *Baiomys musculus*, *Oryzomys couesi*, *Sigmodon mascotensis*, *Oligoryzomys fulvescens* y *Osgoodomys banderanus* tienen una composición de especies de ectoparásitos similar, mientras que *Liomys pictus* y *Peromyscus perfulvus* muestran una composición particular (Fig. 14).

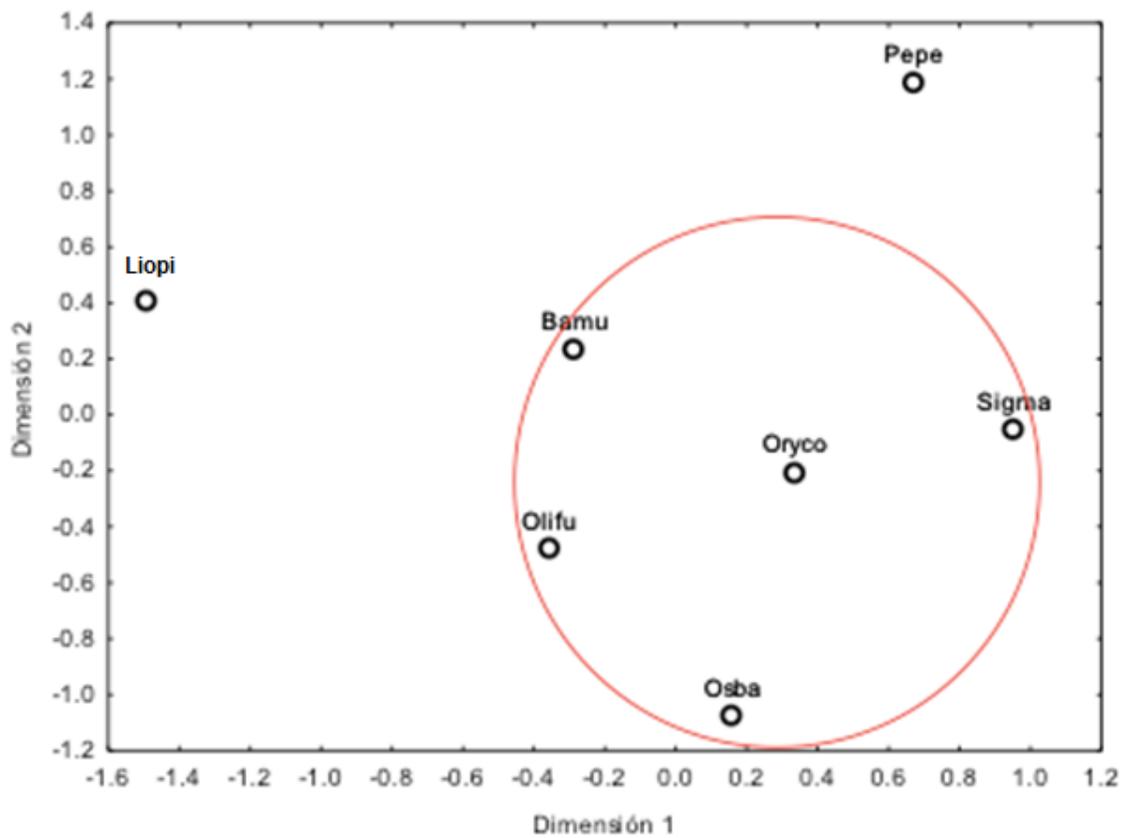


Figura 14. Escalamiento multidimensional basado en el índice de similitud Sorensen-Chao, muestra gráficamente el ordenamiento de las especies de roedores conforme a la composición de sus ectoparásitos.

En cuanto a la relación de los ectoparásitos con su ambiente, el análisis de regresión lineal muestra que *Fahrenholzia ehrlichi* es la especie más relacionada con las variables ambientales ( $r^2=0.568$ ,  $F=9.21$ ,  $P=0.01$ ), le siguen *Fahrenholzia texana* ( $r^2=0.502$ ,  $F=7.05$ ,  $P=0.03$ ), *Steptolaelaps liomydis* ( $r^2=0.474$ ,  $F=6.35$ ,  $P=0.04$ ), *Ixodes* sp3 ( $r^2=0.463$ ,  $F=6.04$ ,  $P=0.04$ ), *Geomylichus postscutatus* ( $r^2=0.444$ ,  $F=5.61$ ,  $P=0.04$ ), e *Ixodes* sp1 ( $r^2=0.407$ ,  $F=4.81$ ,  $P=0.06$ ).

La relación de las variables ambientales no parece ser tan fuerte en las especies *Ixodes* sp2 ( $r^2=0.364$ ,  $F=4.01$ ,  $P=0.08$ ), *Ixodes sinaloa* ( $r^2=0.315$ ,  $F=3.23$ ,  $P=0.11$ ), *Dermacarus ornatus* ( $r^2=0.313$ ,  $F=3.19$ ,  $P=0.11$ ), *Liponyssoides sanguineus* ( $r^2=0.296$ ,  $F=2.95$ ,  $P=0.12$ ), *Androlaelaps casalis* ( $r^2=0.229$ ,  $F=2.07$ ,  $P=0.19$ ) y *Walchioides* sp ( $r^2=0.201$ ,  $F=1.79$ ,  $P=0.22$ ). La relación es más débil para *Sasacarus furmani* ( $r^2=0.179$ ,  $F=1.53$ ,  $P=0.25$ ), *Amblyomma cajennense* ( $r^2=0.177$ ,  $F=1.25$ ,  $P=0.25$ ), *Androlaelaps spinosus* ( $r^2=0.172$ ,  $F=1.45$ ,  $P=0.26$ ), *Ornithonyssus* sp ( $r^2=0.170$ ,  $F=1.43$ ,  $P=0.27$ ), *Prolistrophorus sclerobursatus* ( $r^2=0.135$ ,  $F=1.09$ ,  $P=0.32$ ), y *Euschoengastoides* sp ( $r^2=0.100$ ,  $F=0.78$ ,  $P=0.40$ ). Finalmente no se encuentra alguna relación entre el ambiente y *Amblyomma* sp ( $r^2=0.049$ ,  $F=0.36$ ,  $P=0.56$ ), *Laelaps nuttallii* ( $r^2=0.009$ ,  $F=0.06$ ,  $P=0.80$ ) *Dermacarus* sp ( $r^2=0.005$ ,  $F=0.04$ ,  $P=0.84$ ) y *Epichernes aztecus* ( $r^2=0.001$ ,  $F=0.01$ ,  $P=0.91$ ) como se puede observar en las figuras 15,16 y 17.

CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE ROEDORES Y SUS ECTOPARÁSITOS EN CHAMELA, JALISCO

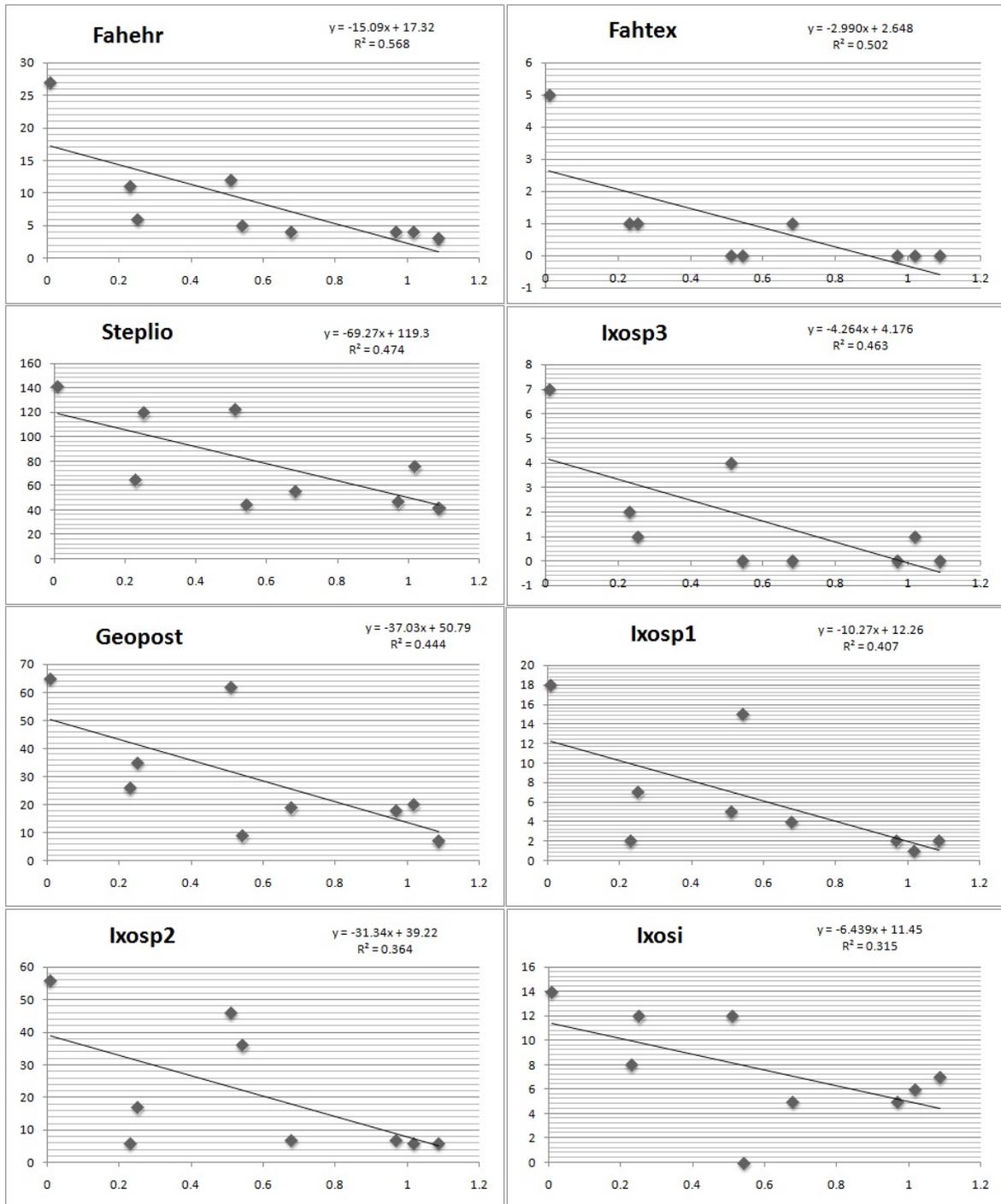


Figura 15. Correlación de la especie de ectoparásitos con las variables ambientales. Regresión lineal para *Fahrenholzia ehrlichi*, *Fahrenholzia texana*, *Steptolaelaps liomydis*, *Ixodes* sp3, *Geomylichus postscutatus*, *Ixodes* sp1, *Ixodes* sp 2 e *Ixodes sinaloa*.

CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE ROEDORES Y SUS ECTOPARÁSITOS EN CHAMELA, JALISCO

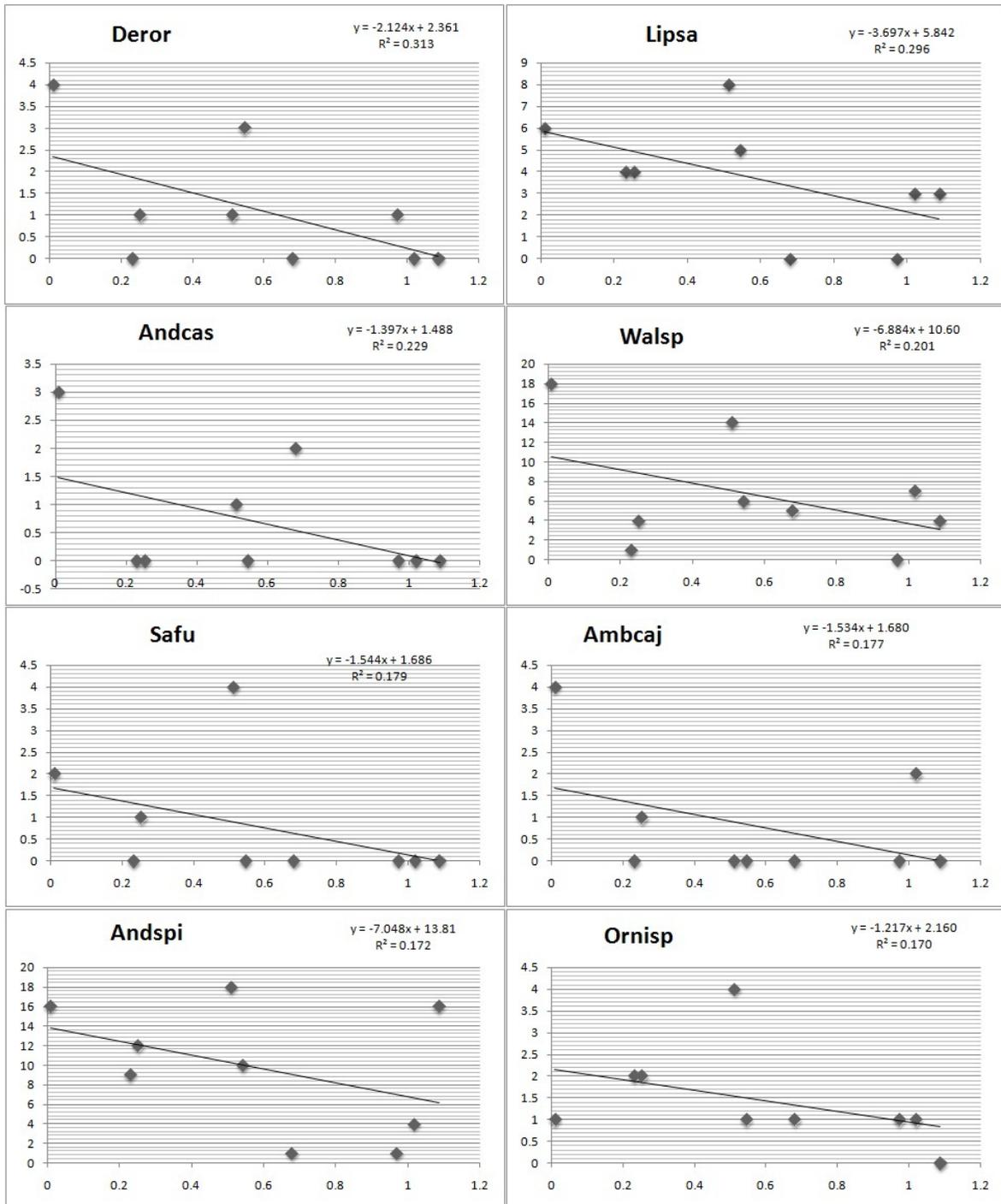


Figura 16. Correlación de la especie de ectoparásitos con las variables ambientales. Regresión lineal para *Dermacarus ornatus*, *Liponyssoides sanguineus*, *Androlaelaps casalis*, *Walchioides* sp, *Sasacarus furmani*, *Amblyomma cajennense*, *Androlaelaps spinosus*, *Ornithonyssus* sp.

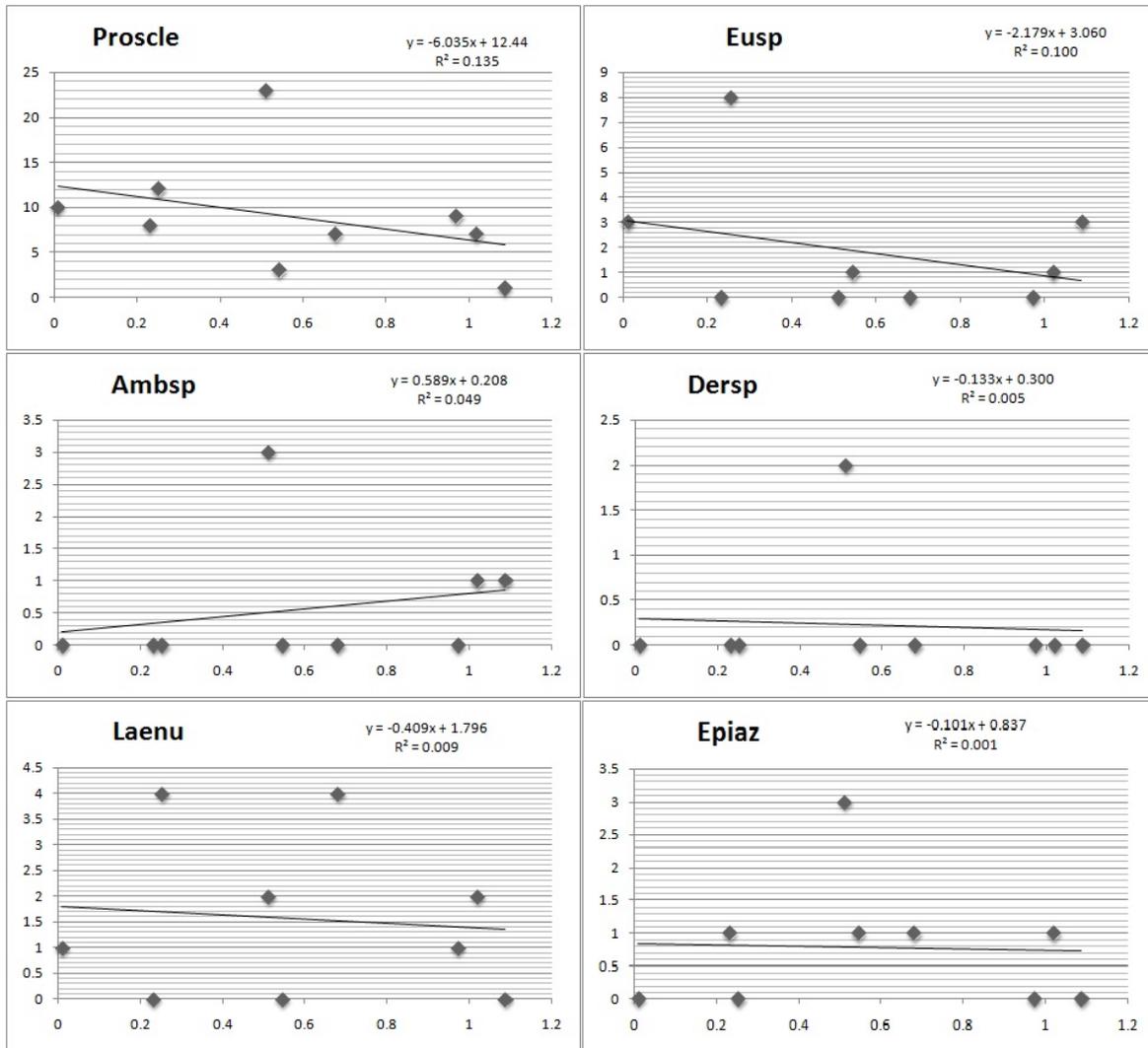


Figura 17. Correlación de la especie de ectoparásitos con las variables ambientales. Regresión lineal para *Prolisthophorus sclerobursatus*, *Euschoengastoides* sp, *Amblyomma* sp, *Dermacarus* sp, *Laelaps nuttallii* y *Epichernes aztecus*.

### Modelos nulos

Finalmente, los modelos nulos muestran un valor  $P > 0.99$  (Cuadro 4) por lo que podemos rechazar la hipótesis de que la composición de la comunidad es aleatoria y aceptar que los ectoparásitos forman una comunidad estructurada.

Cuadro 4. Resultados del análisis de modelo nulo para la comunidad de ectoparásitos. Los valores de “P” inferiores a 0.05 indican que las asociaciones de especies son aleatorias.

INDICE
Índice Observado = 0.81818
Media de los índices simulados = 0.69512
Varianza de los índices simulados = 0.00167
P > 0.99

## DISCUSIÓN

Se registraron ocho especies de roedores en este estudio que son *Baiomys musculus*, *Liomys pictus*, *Oligoryzomys fulvescens*, *Oryzomys couesi*, *Osgoodomys banderanus*, *Peromyscus perfulvus*, *Sigmodon mascotensis* y *Xenomys nelsoni*, estudios previos realizados en la estación de Chamela han reportado 12 especies de roedores que son: *Liomys pictus*, *Baiomys musculus*, *Hodomys alleni*, *Nyctomys sumichrasti*, *Oryzomys melanotis*, *Oryzomys couesi*, *Osgoodomys banderanus*, *Peromyscus perfulvus*, *Reithrodontomys fulvescens*, *Sigmodon mascotensis*, *Xenomys nelsoni*(Domínguez, 2006) y *Oligoryzomys fulvescens*(Ceballos y Oliva, 2005) siendo *L. pictus* la especie más abundante. Por lo tanto, las especies no capturadas fueron *Hodomys alleni*, *Nyctomys sumichrasti*, *Oryzomys melanotis* y *Reithrodontomys fulvescens*.

En general la presencia de roedores en Chamela, se asocia al periodo de fructificación y a la productividad del hábitat, en particular los factores climáticos como la precipitación, determinan la presencia de las especies (Brown y Heske, 1990; Getzet *al.*, 2001; Ives y Klopfer, 1997; Kelt, 2000; Lambert y Adler, 2000; Rehmeieret *al.*, 2005).En este sentido, las especies que no se registraron han sido

consideradas raras en la zona (Domínguez 2006). Por ejemplo, se ha documentado que *Reithrodontomys fulvescens* es rara en bosque tropical caducifolio pero es común y abundante en áreas como pastizales y tierras de cultivo (Miranda, 2002), mientras que *Nyctomys sumichrasti* y *Hodomys alleni* son especies poco estudiadas y consideradas raras en la zona (Noguera *et al.*, 2002).

En el caso de este estudio se capturaron un mayor número de individuos en los meses de lluvias. Asimismo, se ha documentado que la tasa de sobrevivencia de los roedores aumenta con la llegada de la temporada de lluvias que generalmente se asocia a la disponibilidad de alimento (Bergallo y Magnusson, 1999). De igual manera, otras variables ambientales pueden determinar la abundancia de los roedores, factores como la presencia de refugios potenciales tanto a nivel del suelo como en las parte altas de los árboles (Bakker y Kelt, 2000; Barry *et al.*, 1984; McCay, 2000), en las ramas intermedias de los mismos (Gillesberg y Carey, 1991; Wells *et al.*, 2004). Esto puede explicar que las variables cobertura del sotobosque, abundancia de arboles y altura de estos son las que tuvieron mayor peso sobre la presencia de especies en el análisis de PCA.

Las especies de artrópodos asociadas con roedores son muchas, algunas son de ocurrencia esporádica o accidental, pero otras pueden ser clasificadas como exclusivos de una especie o familia por ejemplo, para la familia Heteromyidae están reportados los piojos del genero *Fahrenholzia* y los ácaros trombicúlidos de los géneros *Dermalesma*, *Hexidionis*, *Hyponeocula*, *Euschoengastoides* y *Otorhinophila*; el género de listrofóridos *Geomylichus* y la familia Laelapidae (Whitaker *et al.*, 1993). En cuanto a la familia Cricetidae, se han asociado con los siguientes géneros: Mesostigmata, Ixodida, Trombidiformes,

Sarcoptiformes y Siphonaptera (Whitaker *et al.*, 2005). En particular, este trabajo reporta las especies *Liponyssoides sanguineus*, *Ornithonyssus* sp., *Steptolaelaps liomydis*, *Androlaelaps spinosus*, *Androlaelaps casalis*, *Geomylichus postscutatus*, *Prolistophorus sclerobursatus*, *Dermacarus ornatus*, *Dermacarus* sp, *Walchioides* sp, *Ixodes sinaloa*, *Ixodes* sp1, *Ixodes* sp2, *Ixodes* sp3, *Fahrenholzia ehrlichi*, *Fahrenholzia texana* y *Epichernes aztecus* para *Liomys pictus* (Heteromyidae). No existen registros anteriores para *Androlaelaps spinosus* y *Dermacarus ornatus* como parásitos de *Liomys pictus* pero si se han reportado para el estado de Jalisco.

*Walchioides* sp, *Fahrenholzia ehrlichi* y *Fahrenholzia texana* se conocen como parásitos de *Liomys irroratus* pero es la primera vez que se reportan para la especie *L. pictus*. (Whitake, 2005 y Álvarez 2007)

Las especies *Walchioides* sp y *F. ehrlichi* se han encontrado en Jalisco, *F. texana* es nuevo registro para el estado. *Epichernes aztecus* también es nuevo reporte para *Liomys pictus* y para el estado de Jalisco (Muchmore, 1982).

En cuanto a los cricetidos, en este trabajo se reportan por primera vez varias especies de ectoparásitos tanto para el estado como para las siete especies de roedores de esta familia. Para *Baiomys musculus* se reporta a *Androlaelaps spinosus* y *Ornithonyssus* sp. Para *Oligoryzomys fulvescens* a *Androlaelaps spinosus* *Laelaps nutalli*, *Prolistophorus sclerobursatus*, *Ixodes* sp y *Amblyomma* sp. En el caso de *Oryzomys couesi* a *Laelaps nutalli* y *Prolistophorus sclerobursatus*. Para *Osgoodomys banderanus* se registró *Steptolaelaps liomydis*, *Geomylichus postscutatus*, *Prolistophorus sclerobursatus*, *Ornithonyssus* sp, *Walchioides* sp, *Euschoengastoides* sp, *Ixodes sinaloa*, *Ixodes* sp, *Amblyomma*

*cajennense*, *Amblyomma* sp y *Fahrenholzia ehrlichi* para *Peromyscus perfulvus*; *Prolistophorus sclerobursatus*, *Ixodes* sp, *Amblyomma cajennense* y *Amblyomma* sp y para *Sigmodon mascotensis* a *Steptolaelaps liomydis*, *Androlaelaps spinosus*, *Prolistophorus sclerobursatus*, *Ornithonyssus* sp, *Walchioides* sp, *Ixodes* sp y *Amblyomma* sp. Este patrón de registro de especies quedo explicito en los estimadores no paramétricos y en las curvas de rarefacción construidas para estas especies de roedores. Aunque en la curva construida para *Liomys pictus* se ve una clara tendencia a la asíntota, los valores de los estimadores revelan que no capturamos todas las especies existentes.

No todos los ectoparásitos se pudieron identificar hasta especie debido a que algunos estaban rotos, incompletos o por la falta de claves actualizadas para México, tal es el caso de las garrapatas que en su mayoría son ninfas y larvas pero para estos organismos solo se cuenta con claves para especies de Estados Unidos. Se capturaron especies de deutoninfas hipopiales que no se lograron identificar por falta de claves y por lo tanto no se contemplaron para los análisis de este estudio.

El número de especies de parásitos en un huésped varía dependiendo de los factores que pueden atribuirse al huésped, pero también al ambiente en el que habita (García-Prieto, 2001). Los ensamblajes parasitarios tienen una composición propia de cada especie de huésped y son determinados por las características propias del mismo (Hofstede y Fenton, 2005). Algunas de estas características pueden ser el peso, la talla, la edad, la dieta, el pelaje y la respuesta inmune, entre otras, de cada huésped (Patterson *et al.* 2007, Patterson *et al.*, 2008). Esto resulta en altas tasas de infestación en diferentes especies. En este trabajo las especies

con mayor número de parásitos fueron *Liomys pictus* y *Osgoodomys banderanus*. Asimismo tenemos que las especies *Fahrenholzia ehrlichi*, *Fahrenholzia texana* *Steptolaelaps liomydis*, *Geomylichus postscutatus* e *Ixodes* sp1, que son especies encontradas en *L. pictus* y *O. Banderanus*, tienen relación directa con ciertas variables en su ambiente inmediato (huésped) y en el ambiente que estos cohabitan. En algunos casos, los ectoparasitos comparten una extensa historia evolutiva con sus huéspedes, reflejada en modificaciones morfológicas y conductuales que les permiten desenvolverse apropiadamente en su hábitat (Labrzycka, 2006). Sin embargo, se recomienda para estudios posteriores hacer un análisis para identificar cual es el factor que determina una mayor infestación de estas especies.

Dado que la asociación ectoparásitos-huesped es el resultado de procesos ecológicos y evolutivos, las variaciones inter-especificas en una comunidad huésped, tales el comportamiento, ecología, morfología, fisiología, tamaño corporal y pelaje entre otros, causan variaciones en las comunidades de ectoparásitos que las infestan (Lareschi, 2004). En el caso de Chamela, *Liomys pictus* presenta la mayor abundancia y riqueza de especies. Los roedores cricetidos tienen una similitud en la composición de sus especies aunque no en su abundancia. *Peromyscus perfulvus* se aleja de esa similitud. Esto podría ser debido a las características particulares en cada especie de roedor ya que las variables ambientales no parecen estar relacionadas para todas las especies de ectoparásitos.

Las especies de ectoparásitos de los roedores de Chamela tienen una comunidad estructurada por factores abióticos como el ambiente y bióticos como son las especies de roedores (hábitat). Aunado a esto, se sabe que los patrones de co-ocurrencia de las especies en las comunidades de ectoparásitos depende de la historia de vida de los parásitos y pueden verse afectados en gran medida por la historia de vida de un huésped (Krasnov *et al.*, 2010).

Las interacciones ecológicas entre las especies en una comunidad puede adoptar la forma de una variedad de interacciones directas e indirectas que afectan a las especies en última instancia, la convivencia y la organización de la comunidad. Los huéspedes son generalmente parasitados por varios parásitos estrechamente relacionados que utilizan el mismo recurso (Krasnov *et al.*, 2005).

En este sentido, la abundancia de una especie de ectoparásito resulta de la interacción entre las propiedades intrínsecas de la misma especie y las propiedades extrínsecas, tanto bióticas como abióticas, de su hábitat (Krasnov *et al.*, 2011). Estas y otras características contribuyen a que una comunidad esté estructurada por ciertos patrones y no sea solo un ensamblaje de especies al azar. Los modelos nulos muestran que la comunidad de ectoparásitos en Chamela no está definida por el azar y dichos resultados son reforzados por las abundancias de las especies de ectoparásitos en las especies de roedores, es decir que los ectoparásitos prefieren ciertas características en sus huéspedes. Asimismo las diferencias entre la temporada de lluvia y de seca nos dice que las especies de ectoparásitos se ven influenciadas indirectamente por las variables ambientales que influyen en las diferentes especies de roedores.

En general se puede decir que los ectoparasitos de los roedores de Chamela conforman una comunidad estructurada, y que esta estructura se encuentra influenciada por los atributos bióticos (especies de roedor) y condiciones abióticas (ambiente). Asimismo, este trabajo hizo evidente que el conocimiento de los ectoparásitos en México es mínimo, aún y cuando estos tienen una gran importancia ecológica en la estructuración de la comunidad de huéspedes y en la actualidad en la salud humana.

## CONCLUSIONES

Los datos obtenidos apoyan la hipótesis planteada originalmente de que el ensamble de ectoparásitos de los roedores de Chamela forma una comunidad estructurada.

Existe una diferencia en las variables ambientales de la temporada de lluvias y en la temporada seca, la humedad relativa aumenta en lluvias mientras que la intensidad luminosa disminuye.

Se colectaron 199 roedores de seis especies diferentes, *Liomys pictus* es la más abundante. La temperatura, la cobertura del sotobosque y la abundancia de los árboles son las variables que tienen mayor peso sobre la presencia de los roedores.

Se analizó un total de 1821 ectoparásitos pertenecientes a 9 familias, la especie más abundante fue *Steptolaelaps liomydis*.

*Liomys pictus* es el roedor con mayor número de ectoparásitos y también con mayor riqueza de especies.

Los ectoparásitos *Fahrenholzia ehrlichi*, *Fahrenholzia texana* y *Steptolaelaps liomydis* son las especies que tienen una mayor relación con su ambiente.

Aunque no era el objetivo de este trabajo, se obtuvieron nuevos registros de parásitos para Jalisco y para las especies e Roedores.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, D.B. 2007. Estudio de los artrópodos epizoicos asociados al género *Liomys* (Rodentia: Heteromyidae). Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.
- Bakker, V. J. y Kelt D.A. 2000. Scale – dependent patterns in body size distribution of neotropical mammals. *Ecology* 81(12):3530-3547.
- Barry, M. O. 2002. Keys to the families and selected genera of Astigmatid Mites. The university of Michigan. USA 85pp.
- Barry, R. E, Jr., Botje M.A. y Grantham L.B. 1984. Vertical stratification *Peromyscus leucopus* and *Peromyscus maniculatus* in Southwestern Virginia. *Journal of Mammalogy* 65(1):145-148.
- Bassols, I.B. 1979. Mesostigmata de los mamíferos de México, con especial referencia a la subfamilia Laelapinae (Acari: Parasitiformes). Tesis Doctoral. IPN. México. 341pp.
- Bassols, I.B. 1981. Catalogo de los ácaros Mesostigmata de mamíferos de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 22:9-49.
- Behnke, J.M. 2008. Structure in parasite component communities in wild rodents: predictability, stability, associations and interactions...or pure randomness? Cambridge University Press, *Parasitology* 135(7): 751-766.
- Bergallo, H. G. Y Magnusson W.E. 1999. Effects of climate and food availability on four rodent species in Southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy* 80(2):472-486.

- Brennan, J.M y Jones E.K. 1959. Keys to the Chiggers of North America with Synonymic notes and descriptions of two new genera (Acarina:Trombiculidae). *Annals of the Entomological Society of America* 52(1):7-16.
- Brose, U., Martínez N.D. y Williams R.J. 2003. Estimating species richness: sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology*. 84:2364-2377.
- Brown, J. H. y Heske E.J. 1990. Temporal changes in a Chihuahuan Desert rodent community. *Oikos*. 59:290-302.
- Bullock, S. H. y Solís-Magallanes J. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22:22-35.
- Bullock, S. H. 1986. Climate of the Chamela Jalisco and trends in south coastal region of Mexico. *Archives for meteorology, geophysics and bioclimatology, Series B* 36:297-316.
- Calvete, C., Estrada, Royal., Lucientes, J., Estrada, A., Telletxea, I. 2004. Spatial variation in helminth community structure in the red-legged partridge (*Alectoris rufa* L.): effects of definitive host density. *Parasitology* 129:101–113.
- Castellanos, A. E., Mooney H.A., Bullock S.H., Jones C. y Robichaux R. 1989. Leaf, stem, and meristem characteristics of vines in a tropical deciduous forest in Jalisco, Mexico. *Biotropica*. 21:41-49.
- Ceballos, G., Arroyo-Cabrales J. y Medellín R. 2002. Mamíferos de México. En: *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales* (G. Ceballos y J. A. Simonetti, editores). CONABIO-UNAM, México 377-413pp.
- Ceballos, G. y Miranda A. 1986. Los Mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Ecología-UNAM 436pp.
- Ceballos, G. y Miranda A. 2000. Guía de campo de los Mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. Instituto de Ecología e Instituto de Biología, UNAM. México.
- Ceballos, G. y Oliva G. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO y Fondo de Cultura Económica. México 986 pp.
- Ceballos, G., Zsekeli A., García A., Rodríguez P. y Noguera F. 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. Instituto de Ecología, SEMARNAP, México, D. F.

- Clifford, C.M., Anastos G. y Eibl A. 1960. The larval Ixodid ticks of the Eastern United States (Acarina-Ixodidae). Entomological Society of America 2(3):215-237.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Cruz-Reyes, A. y Camargo-Camargo B. 2001. Glosario de términos en parasitología y ciencias afines. Instituto de Biología. Programa Universitario de Investigación en Salud. Universidad Nacional Autónoma de México y Plaza y Valdes editores. México D.F. 347pp.
- Daszak, P., Cunningham A.A. y Hyatt A.D. 2001. Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. Acta Tropica 78: 103.-116.
- Dezfuli, B.S., Giari L., Biaggis. D., Poulin R. 2001. Associations and interactions among intestinal helminthes of the brown trout, *Salmo trutta*, in northern Italy. Journal of Helminthology 75:331-336.
- Diamond, J y Case, T.J. 1986. Community Ecology. Harper and Row, New York.
- Diamond, J. M. 1975. Assembly of species communities. M. L. Cody and J. M. Diamond editors. Ecology and evolution of communities. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA 342-444pp.
- Domínguez, C.Y. 2006. Estructura de comunidades y uso de hábitat de pequeños mamíferos de una selva baja en el Oeste de México. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología-UNAM. D.F., México 76pp.
- Durden, L.A. y Keirans J.E. 1996. Nymphs of the Genus Ixodes (Acari: Ixodidae) of the United States Taxonomy, Identification Key, Distribution, Hosts and Medical/Veterinary Importance. Entomological Society of America 85pp.
- Estébanes-González, M.L., Sanchez-Hernandez C., Romero-Almaraz M.D.L. y Schnell G.D. 2011. Ácaros parásitos de roedores de Playa de Oro, Colima, México. Acta Zoológica Mexicana 27:169-176.
- Fain, A. 1969. Les deutonymphes Hypopiales vivant en association phoretique sur les mammifères (Acarina: Sarcoptiformes). Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique 45: 1-262.

- Fain, A. y Estébanes M.L. 1996. New fur mite of the family Listrophoridae (Acari:Astigmatata) from Mexico. *International Journal Acarology* 22(3): 181- 186.
- Getz, L. L., Hoffman J.E., McGuire B yDolanT.W. III. 2001. Twenty–five years of population fluctuations of *Microtus ochrogaster* and *M. pennsylvanicus* in three habitats in East-Central Illinois. *Journal of Mammalogy* 82(1):22-34.
- Gillesberg, A. M. y Carey A.B. 1991. Arboreal nests of *Phenacomys longicaudus* in Oregon. *Journal of Mammalogy* 72(4):784-787.
- González, M.T., Poulin R. 2005. Spatial and temporal predictability of the parasite community structure of a benthic marine fish along its distributional range. *International Journal for Parasitology* 35.13:1369-1377.
- Gotelli, N.2000. Null model analysis of species co-occurrence patterns. Department of Biology, University of Vermont, Burlington 81(9): 2606-2621.
- Gotelli, N.J., Rohde K. 2002. Co-ocurrence of ectoparasites of marine fishes: a null model analysis. *Ecology Letters* 5:86-94.
- Gotelli, N.J. y Entsminger G.L. 2012. EcoSim 7.72. Acquired Intelligence, Inc. <http://www.uvm.edu/~ngotelli/EcoSim/EcoSim.html>
- Gouy de Bellocq, J.M., Casanova, J.C., Feliu, C., Morand, S. 2003. A comparison of the structure ofhelminth communities in the woodmouse, *Apodemus sylvaticus*, on islands of the western Mediterranean and continental Europe. *Parasitology Research*, 90: 64–70.
- Gutiérrez-Granados, G., Pérez-Salicrup D.R. y Dirzo R. 2011. Differential diameter-size effects of forest management on tree species richness and community structure: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 20:1571–1585.
- Guzmán-Cornejo, C., Robbins R.G. y Pérez T.M. 2007.The Ixodes (Acari: Ixodidae) of México: parasite-host and host-parasite checklists. *Zootaxa* 1553:47-58.
- Guzmán –Cornejo, C., Robbins R.G., Guglielmone A.A., Montiel-Parra G. y Pérez T.M. 2011. The Amblyomma (Acari: Ixodida: Ixodidae) of México: Identification Keys, Distribution and Hosts. *Zootaxa* 2998:16-38.
- Guzmán-Cornejo, C. y Robbins R.G. 2010.The genus Ixodes (Acari: Ixodidae) in México: adult identification keys, diagnoses, hosts, and distribution. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81:289-298.

- Hoffman A. 1990. Los trombiculidos de México (Acarida: Trombiculidae). Instituto de Biología-UNAM. D.F., México. 275pp.
- Hoffman, A., De Barrera I.D. y Méndez C. 1972. Nuevos hallazgos de ácaros en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 33:151-159.
- Hofstede, H. M. y Fenton M.B. 2005. Relationships between roost preferences, ectoparasite density, and grooming behaviour of neotropical bats. *The Zoological Society of London* 266:333-340.
- Hortal, J., Borges P.A. y Gaspar C. 2006. Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. *Journal of Animal Ecology* 75:274–287.
- Ives, A. R. y Klopfer E.D. 1997. Spatial variation in abundance created by stochastic temporal variation. *Ecology*78(6):1907-1913.
- Keirans, J.E. y Durden L.A. 1998. Illustrated key to Nymphs of the tick Genus *Amblyomma* (Acari:Ixodidae) Found in the United States. *Journal of Medical Entomology* 35(4):489-485.
- Keirans, J.E. y 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.
- Kelt, D. A. 2000. Small mammal communities in rainforest fragments in Central Southern Chile. *Biological Conservation*. 92:345-358.
- Krantz, G. W. y Walter D.E. 2009. A manual of Acarology. Oregon State University Book Stores. Corvallis. Oregon. 599.
- Krasnov B.R., Morand S., Hawlena H., Khokhlova I.S., Shenbrot G.I. 2005. Sex-biased parasitism, seasonality and sexual size dimorphism in desert rodents. *Oecologia* 146:209–217.
- Krasnov, B. R. et al. 2004b. Geographical variation in host specificity of fleas (Siphonaptera): the influence of phylogeny and local environmental conditions. *Ecography* 27: 787-797.
- Krasnov, B. R., Shenbrot G.I., Khokhlova I.S. y Allan A.D. 2004a. Relationship between host diversity and parasite diversity: flea assemblages on small mammals. *Journal of Biogeography* 31: 1857-1866.
- Krasnov, B.R. y Matthee S. 2010. Spatial variation in gender-biased parasitism: host-

related, parasite-related and environment-related effects. *Parasitology* 137:1526–1537.

Krasnov, B.R., Matthee S., Lareschi M., Korralo-Vinarskaya N.P., Vinarski M.V. 2010. Co-occurrence of ectoparasites on rodent hosts; nullmodel analyses of data from three continents. *Oikos* 119:120–128.

Krasnov, B.R., Mouillot D., Shenbrot G.I., Khokhlova I.S. y Poulin R. 2005a. Abundance patterns and coexistence processes in communities of fleas parasitic on small mammals. *Ecography*. 28:453-464.

Krasnov, B.R., Shenbrot G.I., Khokhlova I.S., Hawlena H., Degen A.A. 2006c. Temporal variation in parasite infestation of a host individual: does a parasite-free host remain uninfested permanently? *Parasitology Research* 99:541–545.

Krasnov, B.R., Shenbrot G.I., Khokhlova I.S., Poulin R. 2006b. Is abundance a species attribute of haematophagous ectoparasites? *Oecologia* 150:132–140

Krasnov, B.R., Stanko M. y Morand S. 2007. Host community structure and infestation by *Ixodes* ticks: Repeatability, dilution effect and ecological specialization. *Oecologia* 154(1):185-194.

Krasnov, B.R., Stanko M., Khokhlova I.S., Shenbrot G.I., Morand S., Korralo-Vinarskaya N.P. y Vinarski M.V. 2011. Nestedness and beta-diversity in ectoparasite assemblages of small mammalian hosts: effects of parasite affinity, host biology and scale. *Oikos* 120:630-639.

Krasnov, B.R., Stanko M., Morand S. 2006a. Are ectoparasite communities structured? Species co-occurrence, temporal variation and nullmodels. *Journal of Animal Ecology* 75:1330–1339

Krasnov, B.R., Stanko M., Morand S. 2006d. Age-dependent flea (Siphonaptera) Parasitism in rodents: a host's life history matters. *Journal of Parasitology* 92:242–248.

Labrzycka, A. 2006. A perfect clasp-adaptation of mite to parasitize mammalian fur. *Biological Letters* 43: 109-118.

Lambert, T. D. y Adler G.H. 2000. Microhabitat use by a tropical forest rodent, *Proechimys semi spinosus*, in Central Panama. *Journal of Mammalogy* 81(1):70-76.

- Lareschi, M. 2004. Ectoparásitos asociados a machos y hembras de *Oxymycterus rufus* (Rodentia:Muridae). Estudio comparativo en la Selva Marginal del río de La Plata, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 63(3-4):39-44.
- Lareschi, M., Notarnicola J., Navone P.M., Linardi P.M. 2003. Arthropod and Filarioid Parasites Associated with Wild Rodents in the Northeast Marshes of Buenos Aires, Argentina. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 98(5): 673-677.
- Liljesthröm, G., Lareschi M. 2002. Estudio preliminar de la comunidad ectoparasitaria de roedores sigmodontinos en el partido de Berisso, Provincia de Buenos Aires. *RAVE* 257-260.
- Lott, E. J. 1985. Listados Florísticos de México III . La Estación de Biología Chamela, Instituto de Biología-UNAM 47pp.
- Lott, E. J., Bullock S.H. y Solís-Magallanes A. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests of Coastal Jalisco. *Biotropica* 19(3):228-235.
- Manly, B., Sanderson J.G. 2002. A note on null models: justifying the methodology. *Ecological Society of America* 82(2):580-582.
- Martínez-Yrizar, A., Mass J.M., Pérez-Jiménez L.A. y Sarukhan J. 1996. Net productivity of a tropical deciduous forest ecosystem in western Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12:169-175.
- McCay, T. S. 2000. Use of woody debris by cotton mice (*Peromyscus gossypinus*) in a Southeastern forest. *Journal of Mammalogy* 81(2):527-535.
- McDaniel, B. 1968. A new Species of *Fahrenholzia* (Anoplura: Hoplopleuridae) from Texas, with a Key of the Genus and a List of Their Known Hosts. *Annals of the Entomological Society of America* 61(2):402-05.
- Mendoza, D.A. 1997. Efecto de la adición de alimento en la dinámica de poblaciones y estructura de comunidades de pequeños mamíferos en un bosque tropical caducifolio. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México 100pp.
- Miranda, A. 2002. Deforestación y fragmentación del hábitat: consecuencias ecológicas sobre la fauna de mamíferos de la selva tropical estacional en el occidente de México. Tesis doctoral. Instituto de Ecología-UNAM. México D.F.
- Muchmore, W.B. 1992. A new species of *Epichernes* from Costa Rica (Pseudoscorpionida, Chernetida). *University of Rochester* 6(3-4):129-134.

- Noguera, F.A., Vega R.J., García A.A. y Quesada A.M. 2002. Historia Natural de Chamela. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 568pp.
- Núñez, A.M., Núñez G.P. 2005. Controversias en ecología: la competencia, de la certeza a la pregunta. *Ecología Austral* 15:229-238.
- Patterson, B.D. y Dick, C.W. 2007. Against all odds: Explaining high host specificity in dispersal-prone parasites. *International Journal of Parasitology* 37: 871-876.
- Patterson, B.D., Dick, C.W. y Dittmar, K. 2008. Sex biases in parasitism of neotropical bats by bat flies (Diptera: Streblidae). *Journal of Tropical Ecology* 24: 387-396.
- Portoles, E., Granel, P., Esteban, J.G., Cabaret, J. 2004. Helminth associations in white-toothed shrews *Crociduraruscula* (Insectivora: Soricidae) from the Albufera Natural Park, Spain *Journal of Parasitology* 90:572–578.
- Poulin, R. y Mouillot D. 2003. Parasite specialization from a Phylogenetic perspective: a new index of host specificity. *Parasitology* 126: 473- 480.
- Poulin, R., Guégan J.F. 2000. Nestedness, anti-nestedness, and the relationship between prevalence and intensity in ectoparasite assemblages of marine fish: a spatial model of species coexistence. *International Journal for Parasitology* 30:1147-1152.
- Poulin, R., Valtonen, E.T. 2002. The predictability of helminth community structure in space: a comparison of fish populations from adjacent lakes. *International Journal for Parasitology* 30:1235–1243.
- Poulin, R. 1996. Richness, nestedness, and randomness in parasite infracommunity structure. *Oecologia* 105:545-551.
- Rehmeier, R. L., Kaufman G.A., Kaufman D.W. y McMillan B.R. 2005. Long-term study of abundance of the hispid cotton rat in native tallgrass prairie. *Journal of Mammalogy* 86(4):670-676.
- Rohde, K., Hayward C., Heap M. 1995. Aspects of the Ecology of Metazoan Ectoparasites of Marine Fishes. *International Journal for Parasitology* 25(8):945-970.
- Rojas-Robles, R. 2004. Interacciones ecológicas entre ectoparásitos y aves silvestres de fragmentos de bosque y cerrado en Minas Gerais, Brasil. *Actualidades Biológicas* 26(81):111-124.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución* . (T.P. Ramamoorthy; R.

- Bye; A. Lot y J. Fa, eds.). Instituto de Biología, UNAM 129-145pp.
- Smith, M.J., Telfer S., Kallio E.R., Burthe S. 2009. Host-pathogen time series data in wildlife support a transmission function between density and frequency dependence. *PNAS Ecology* 106(19):7905-7909.
- Stanko, M., Miklisová D., Goüy de Bellocq J. y Morand S. 2002. Mammal density and patterns of ectoparasite species richness and abundance. *Oecologia* 131: 289-295.
- Timmi, J.T., Poulin R. 2003. Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it? *International Journal for Parasitology*. 33.12:1353-1362.
- Valtonen, E.T., Pulkkinen K., Poulin R., Julkunen M. 2001. The structure of parasite component communities in brackish water of the northeastern Baltic Sea. *Parasitology* 124(4):471-481.
- Velázquez, A., Toledo V. y Luna I. 2000. Mexican Temperate Vegetation. En: North American Terrestrial Vegetation. (M. G. Barbour y W. D. Billings, editors.). Cambridge, University Press, USA. 573-592pp.
- Vidal-Martinez, V.M., Poulin, R. 2003. Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical fish hosts. *Parasitology*. 127:387-398.
- Vilchis, O.M. 2000. Modelos Nulos en Interacciones Biológicas, una propuesta: Depredación en *Chirostoma riojai*-zooplancton. *Universidad Autónoma del Estado de México* 7:153-156.
- Wells, K., Pfeiffer M., Lakim M.B. y Linsenmair K.E. 2004. Use arboreal and terrestrial space by a small mammal community in a tropical rain forest in Borneo, Malaysia. *Journal of Biogeography* 31:641-652.
- Whitaker, J. O. y Morales-Malacara J.B. 2005. Ectoparasites and other associates (Ectodytes) of Mammals of México. En: Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernanrdo Villa. V. Sánchez-Cordero y R. Medellín (eds). Instituto de Biología-UNAM; Instituto de Ecología-UNAM; CONABIO. D.F. México 535-666pp.
- Whitaker, J.O., Jr., Wrenn W.J. y Lewis R.E. 1993. Parasites. En: Genoways, H.H. y J. H. Brown (Editors). *Biology of the Heteromyidae*. American Society of Mammalogy, Special Publication 10:386-478.

Wilcox, B. A. y Gluber, D. J. 2005. Disease ecology and the global emergence of zoonotic pathogens. *Environmental health and preventive medicine* 10:263-272.