



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN

**Presencia y abundancia de ectoparásitos en comunidades de roedores
silvestres en el macizo del Cajas**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
BIÓLOGA CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

Autor:

TANIA CAROLINA BRAVO PIEDRA

Director:

BORIS ADRIAN TINOCO MOLINA

CUENCA-ECUADOR

2015

DEDICATORIA

Al centro de manejo de fauna en la Amazonía “Paseo de los Monos” por ser mi inspiración día a día durante el proceso y culminación de esta investigación. A mi entrañable amigo Yvan Bouvier, por haber sido un soporte a lo largo de mi carrera y por haberme guiado hacia el maravilloso mundo de la conservación de la vida silvestre.

AGRADECIMIENTOS

A los propietarios de los terrenos estudiados por permitirnos amablemente el ingreso a sus tierras.

Al biólogo Zack Hurst de la Universidad de Texas por ser un gran profesor en las técnicas de campo.

A mis compañeros de campo Carolina Pesántez e Iván Morales por ser un gran equipo.

Al biólogo Edgar Segovia del departamento de Entomología de la Universidad del Azuay por ser una gran ayuda en la identificación taxonómica de los especímenes en laboratorio.

Al biólogo Boris Tinoco, director de esta tesis, por guiarme paso a paso en el desarrollo y culminación de la misma.

Al biólogo Dave Goucher por su asesoría.

Un agradecimiento especial a mi familia por el apoyo brindado durante toda mi carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	Páginas
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	v
INDICE DE TABLAS	viii
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MATERIALES Y MÉTODOS	4
1.1 Área de estudio	4
1.2 Caracterización de los usos de suelo en las microcuencas Yanuncay y Tomebamba ..	5
1.3 Captura de micromamíferos	7
1.4 Captura de ectoparásitos.....	7
1.5 Trabajo de laboratorio	8
1.6 Análisis estadísticos	8
1.6.1 Diversidad alfa	8
1.6.2 Completitud de los muestreos.....	10
1.6.3 Regresión Lineal Múltiple	11
1.6.4 Beta diversidad y composición de las comunidades	12
1.6.5 Análisis de varianzas ANOVA de un factor.....	14

CAPÍTULO II: RESULTADOS	15
2.1 Microcuenca del Yanuncay	15
2.1.1 Abundancia de hospederos muestreados	15
2.1.2 Abundancia de ectoparásitos muestreados	16
2.1.3 Curvas de acumulación de especies	20
2.1.4 Regresión múltiple “Backward selection”	22
2.1.5 MDS por hospedero	24
2.1.6 MDS por uso de suelo	25
2.1.7 ANOVA.....	26
2.2 Microcuenca del Tomebamba.....	29
2.2.1 Hospederos muestreados	29
2.2.2 Ectoparásitos muestreados.....	30
2.2.3 Curva de acumulación de especies.....	34
2.2.5 Regresión múltiple “Backward elimination”	36
2.2.6 MDS por hospedero	38
2.2.7 MDS por uso de suelo	40
2.2.8 Análisis de varianzas ANOVA de un factor.....	41
CAPÍTULO III: DISCUCIONES	43
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de claves de identificación taxonómica utilizadas en la fase de laboratorio.....	61
Anexo 2. Registro fotográfico del trabajo de campo	63
Anexo 3. Muestras de ectoparásitos en la fase de identificación en laboratorio	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	4
Figura 2. Total de ratones muestreados en Yanuncay por uso de suelo	15
Figura 3. Boxplot de los ectoparásitos y sus abundancias por uso de suelo. La simbología se representa para los grupos de ectoparásitos ac=ácaros, co=coleópteros, ph=piojos, sif=pulgas. La simbología para los usos de suelo MA=matorral, ME=mezcla, PA=pasto, PI=pasto intensivo, RI=ribera.	17
Figura 4. La simbología se representa para los grupos de ectoparásitos ac=ácaros, co=coleópteros, ph=piojos, sif=pulgas. La simbología para los ratones akmo=Akodon mollis, akor=Akodon orophillus, mial=Microryzomys altissimus, mimi=Microryzomys minutus, thba=Thomasomys baeops.....	19
Figura 5. Variación de la riqueza esperada de especies en función del número de individuos capturados según curvas de rarefacción de Coleman.	21
Figura 6. NMDS por hospedero de la microcuenca del Yanuncay. En la simbología AKMO (Akodon mollis) y THSP (ratones del género Thomasomys sp).	25
Figura 7. NMDS por uso de suelo en la microcuenca del Yanuncay. No hay diferencia entre las comunidades de matorral, mezcla y bosque de ribera mientras que las comunidades de pasto difieren entre si y de los otros usos de suelo.	26
Figura 8. Total de ratones encontrados en Tomebamba por uso de suelo.	29
Figura 9. La simbología se representa para los grupos de ectoparásitos ac=ácaros, co=coleópteros, ph=piojos, sif=pulgas. La simbología para los usos de suelo MA=matorral, ME=mezcla, PA=pasto, PI=pasto intensivo, RI=ribera.	32
Figura 10. La simbología se representa para los grupos de ectoparásitos ac=ácaros, co=coleópteros, ph=piojos, sif=pulgas. La simbología para los ratones akmo=Akodon mollis, akor=Akodon orophillus, mial=Microryzomys altissimus, mimi=Microryzomys minutus, thba=Thomasomys baeops.....	33

Figura 11. Variación de la riqueza esperada de especies en función del número de individuos capturados según curvas de rarefacción de Coleman.	35
Figura 12. NMDS por hospedero en la microcuenca del Tomebamba. Simbología: AK (<i>Akodon mollis</i>), MIAL (<i>Microryzomys altissimus</i>) y MIMI (<i>Microryzomys minutus</i>). La función <i>ordiellipse</i> del paquete Vegan en R Studio (Oksanen et al 2015) demuestra que los centroides se solapan y por lo tanto el hospedero no es significativo en el ensamble de ectoparásitos para estas comunidades.	39
Figura 14. NMDS de la composición de ectoparásitos por uso de suelo en la microcuenca del Tomebamba.	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número y porcentajes de ratones encontrados por uso de suelo en Yanuncay. 16	16
Tabla 2. Presencia de ectoparásitos por uso de suelo en Yanuncay. Abundancia de ectoparásitos encontrados en hospederos muestreados en cada uno de los cinco usos de suelo. 18	18
Tabla 3. Relación entre la riqueza observada y la estimada. Los estimadores de Chao1 y Jack 1 muestran altos porcentajes de completitud de muestreo para cada uso de suelo excepto para matorral y pasto intensivo. 22	22
Tabla 4. Se muestran los valores AIC y delta AIC para la riqueza de ectoparásitos en la microcuenca del Yanuncay mediante el método de Eliminación hacia atrás. El método parte del modelo más general, y va eliminando variables una por una hasta que se consigue el mejor modelo. 23	23
Tabla 5. Se muestran los valores AIC y delta AIC para la abundancia de ectoparásitos en la microcuenca del Yanuncay mediante el método de Eliminación hacia atrás. El método parte del modelo más general, y va eliminando variables una por una hasta que se consigue el mejor modelo. 24	24
Tabla 6. Los usos de suelo fueron numerados y: 1=matorral; 2=pasto_intensivo; 3=pasto; 4=ribera; 5=mezcla; riq=riqueza de ectoparásitos; abund= abundancia de ectoparásitos, N=número de hospederos muestreados. 27	27
Tabla 7. Prueba de ANOVA riqueza/abundancia de ectoparásitos del hospedero más común en la microcuenca del Yanuncay. 28	28
Tabla 8. Test post-hoc de Games-Howell para la riqueza de ectoparásitos del hospedero más común Akodon mollis en la microcuenca del Yanuncay. En la simbología 1=matorral; 2=pasto_intensivo; 3=pasto; 4=ribera; 5=mezcla. 28	28
Tabla 9. Abundancia y porcentaje de ratones por uso de suelo en Tomebamba. 30	30

Tabla 10. Presencia de ectoparásitos por uso de suelo en la microcuenca del Tomebamba y sus porcentajes.	31
Tabla 11. Relación entre la riqueza observada y la estimada. Todos los usos de suelo muestran porcentajes de completitud de muestreo superiores al 65%. Se tiene un 85% de completitud en los muestreos para toda la microcuenca del Tomebamba.	36
Tabla 12. Valor del AIC y delta AIC para la riqueza de ectoparásitos mediante el método de Eliminación hacia atrás.....	37
Tabla 13. Valor del AIC y delta AIC para la abundancia de ectoparásitos en la microcuenca del Tomebamba mediante el método de eliminación hacia atrás. El modelo 2 se ajusta de mejor manera.	38
Tabla 14. Para cada uso de suelo los estadísticos descriptivos: número de casos, media, desviación típica, error de la media y los límites del intervalo de confianza. Los usos de suelo fueron numerados y: 1=pasto intensivo; 2=matorral; 3=mezcla; 4=ribera; 5=pasto.	41
Tabla 15. ANOVA para riqueza y abundancia de ectoparásitos del hospedero más común en la microcuenca del Tomebamba	42

**PRESENCIA Y ABUNDANCIA DE ECTOPARÁSITOS EN COMUNIDADES DE
ROEDORES SILVESTRES EN EL MACIZO DEL CAJAS**

RESUMEN

Los ectoparásitos son importantes para la biodiversidad y se conoce poco sobre los factores que influyen su riqueza y abundancia, y como el cambio de uso de suelo y el hospedero estructura su diversidad. Se examinaron ectoparásitos colectados en 284 roedores en distintos usos de suelo (pastizales, vegetación riparia, matorrales y ecotonos) en las cuencas de los ríos Tomebamba y Yanuncay. Se encontraron cuatro órdenes de los cuales el Acari fue el más representativo. El análisis de similitud NMDS indicó la comunidad de ectoparásitos está influenciada por el tipo de uso del suelo, y no por la especie de hospedero. La diferencia más significativa en el ensamble de las comunidades de ectoparásitos fue entre los pastos y hábitats boscosos.

Palabras clave: ectoparásitos, uso suelo, Ixodidae, Azuay, infestación roedores, zoonosis, Yanuncay, Tomebamba



Boris Adrián Tinoco Molina

Director de Tesis



Edwin Javier Zárate Hugo

Director de Escuela



Tania Carolina Bravo Piedra

Autora

**PRESENCE AND ABUNDANCE OF ECTOPARASITES IN WILD RODENT
COMMUNITIES AT *EL CAJAS* MASSIF**

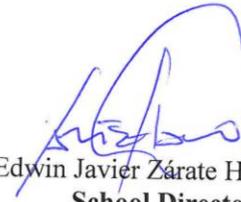
ABSTRACT

Ectoparasites are important for biodiversity; however, little is known about the factors that influence their wealth and abundance, and how the changes in land use and the host animal structure their diversity. Ectoparasites collected in 284 rodents in different land uses (pastures, riparian vegetation, bushes and ecotones) in *Tomebamba* and *Yanuncay* river basins were examined. Four orders were found, being Acari the most representative one. The NMDS analysis of similarity indicated that the ectoparasites community is influenced by the type of land use, and not by the kind of host. The most significant difference in the assembly of ectoparasites communities was between pastures and forest habitats.

Keywords: Ectoparasites, Land-Use, Ixodidae, Azuay, Rodent Infestation, Zoonoses, *Yanuncay*, *Tomebamba*



Boris Adrián Tinoco Molina
Thesis Director



Edwin Javier Zárate Hugo
School Director

Tania Carolina Bravo Piedra
Author



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas



Translated by
Lic. Lourdes Crespo

Tania Carolina Bravo Piedra

Trabajo de Graduación

Blgo. Phd. Boris Tinoco Molina

Noviembre, 2015

PRESENCIA Y ABUNDANCIA DE ECTOPARÁSITOS EN COMUNIDADES DE ROEDORES SILVESTRES EN EL MACIZO DEL CAJAS

INTRODUCCIÓN

Varios estudios indican que la biodiversidad está afectada por las actividades ganaderas y agrícolas (Rockstrom et al 2009, Díaz et al 2006). Por ejemplo, en la ganadería, el uso de monocultivos de pasto puede influir en un desbalance en las poblaciones de artrópodos plaga y parásitos asociados al ganado (Giraldo et al 2011). Sin embargo, cuando las actividades ganaderas se integran a sistemas silvopastoriles (i.e. arreglos que integran pastos, arbustos y árboles en los potreros), la ganadería puede tener valor para la conservación de la biodiversidad (Giraldo et al 2011). Esto se debe a que en los sistemas silvopastoriles la diversidad influye en un aumento en las interacciones ecológicas (parasitismo, predación, etc.) que regulan las poblaciones organismos parásitos (Giraldo y Uribe, 2007).

En Ecuador, es muy común que los pastizales para ganado sean fertilizados con “gallinaza” o abono de heces de gallina mezclado con cascarilla de arroz. Este fertilizante produce coliformes que son arrastrados hacia los ríos mediante las lluvias, a parte que produce intoxicación del suelo debido a su alto contenido de nitrógeno. Ante este problema, la Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y

Alcantarillados (ETAPA) desarrolló la iniciativa “Acuerdos Mutuos por el Agua” o AMA en el año 2011 con el fin de que los ganaderos aledaños a las riberas utilicen parte de su territorio en la orilla del afluente para que sea sembrado con especies nativas. Así, se contribuye para formar un filtro natural y disminuir el impacto ambiental que produce la ganadería en las fuentes de agua.

Esta investigación se centró en estudiar las poblaciones de artrópodos e insectos parásitos que se hallan en los micromamíferos silvestres en los diferentes usos de suelo (pastizales para ganado con y sin tratamiento intensivo, mezcla o ecotono, vegetación de ribera y matorrales) a cuatro años de haberse implementado el programa de AMA en las microcuencas de los ríos Yanuncay y Tomebamba.

Hay estudios que vinculan las actividades antropogénicas con la biocenosis mamífero/parásito al reportar la biodiversidad de ectoparásitos (Siphonáptera y Acari) asociados a roedores sigmodóntinos (Sánchez, 2008). También, se han descrito siphonápteros específicos para roedores peruanos del género *Akodon* (Barrera & Ortiz, 1972); o la presencia de coleópteros simbioses de los roedores que se alimentan de los ectoparásitos patógenos (Bruch, 1936). Esta sería la primera vez que se recopilan datos sobre ectoparasitismo en micromamíferos de esta región del Ecuador, y su importancia radica en que los ectoparásitos pueden ser vectores transmisores de virus u otras enfermedades tanto para el ser humano como para las comunidades de fauna silvestre (Dominguez, 2003).

En esta investigación se formuló la interrogante: ¿Cuál es la incidencia de ectoparásitos en los roedores silvestres de las microcuencas del Yanuncay y Tomebamba en sus diferentes hospederos y usos de suelo?

Esta información servirá para saber si el uso de suelo y el hospedero influyen en la composición de ectoparásitos en los roedores estudiados. Para ello, se muestrearon terrenos sometidos a distintos usos de suelo; pues las condiciones físicas que favorecen o no a los ectoparásitos, cambian en función de la estructura vegetal y los factores ambientales en donde se encuentren (Olaechea, 2005). También, fue necesario evaluar si la estructura de las poblaciones de ectoparásitos tiene mayor relación con el hospedero o con el uso de suelo. Esto se debe a que en general las comunidades biológicas siguen patrones estructurales (Diamond, 1975); mientras que para las comunidades de parásitos de éstos organismos, su estructura parece seguir más bien un modelo aleatorio (Gotelli y Rohde, 2002) y no estructurado (Krasnov et al. 2006).

Con el fin de responder la pregunta de investigación planteada en la introducción se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general: Evaluar la presencia y abundancia de ectoparásitos que afectan a la microfauna silvestre en sitios sometidos a distintos usos de suelo en los Andes del sur del Ecuador.

Objetivos específicos:

Explorar cambios en la betadiversidad de ectoparásitos en relación con el hospedero y el hábitat.

Identificar si el uso de suelo afecta en la riqueza y abundancia de ectoparásitos del hospedero más común.

CAPÍTULO I

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Área de estudio

Las microcuencas donde se hizo el estudio están ubicadas en el Parque Nacional Cajas en la provincia del Azuay, las cuales llevan el nombre de dos de los ríos más importantes los cuales son el Tomebamba y el Yanuncay. Estos ríos nacen en la vertiente oriental de los Andes y conforman la cuenca alta del río Paute, la cual a su vez forma parte de la cuenca del Santiago-Namangoza que va hasta el Amazonas. La temperatura está entre los -2 a 18°C pudiendo darse frecuentes heladas, lloviznas, neblina e incluso días de intenso sol. Su rango altitudinal va desde los 3150 msnm a los 4445 msnm y su precipitación fluctúa entre los 1000 a 2000 mm.

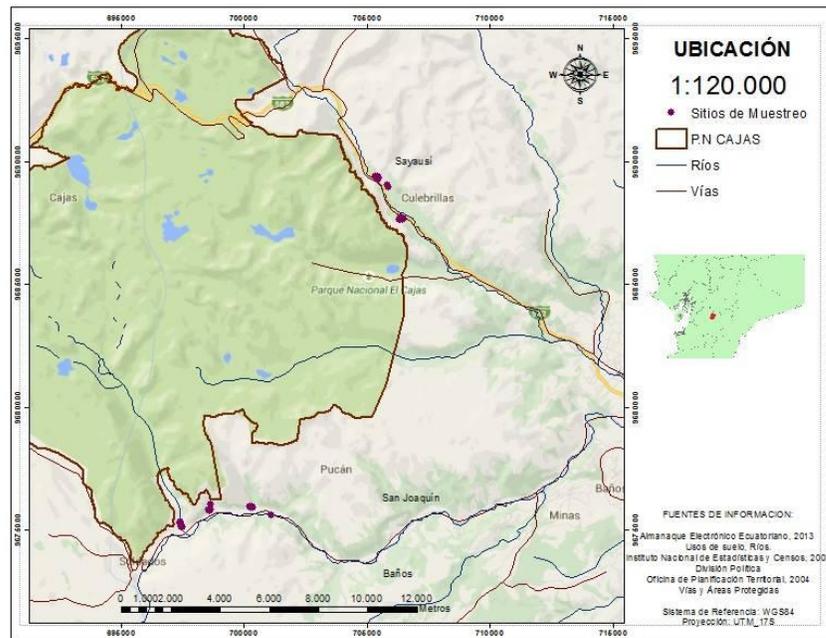


Figura 1. Ubicación del área de estudio

En la parte alta de las cuencas en estudio, existen presiones ambientales entre las cuales destacan: prácticas ganaderas, agrícolas, piscicultura, plantaciones de especies exóticas como el pino y actividades turísticas. Los terrenos donde se hicieron los muestreos son propiedades privadas y otros, propiedades de ETAPA. Las parcelas se localizaron en terrenos que forman parte del programa “Acuerdos por el Agua” o AMA cuya finalidad es la protección de las fuentes de agua para consumo humano del cantón Cuenca. Para hacer comparaciones entre sitios, se eligieron cinco diferentes usos de suelo: bosque montano, mezcla o ecotono, ribera, pasto sin tratamiento y pastos con tratamiento intensivo para uso del ganado.

1.2 Caracterización de los usos de suelo en las microcuencas Yanuncay y Tomebamba

1.2.1 Ribera: La cobertura de este tipo de vegetación es inexistente en el área de estudio, puesto que en su mayoría es vegetación que se encuentra en sucesión. La recuperación de ribera cuenta con pendientes de 5 grados y con alturas de árboles de 6.28 metros, conformado por: *Alnus acuminata*, *Escallonia myrtilloides*, *Gynoxys sp.* y *Myrsine dependens*; en cuanto arbustos se ve representado por: *Hesperomeles obtusifolia*, *Baccharis latifolia*, *Morella parvifolia* y *Salvia corrugata* con alturas promedio de 2.95 metros; finalmente las herbáceas más representativas son: *Cortaderia jubata*, *Gentianella rapunculoides*, *Arracacia andina* y *Lepidium sp.*

1.2.2 Ecotono o Mezcla: Los ecotonos manejan sistemas de pastoreo que combinan estratos arbóreos y estratos herbáceos y además son las zonas de transición. En el área de muestreo pertenecientes a las mezclas se caracterizó por tener pendientes de 11 grados, el estrato arboreo con alturas de 5, 74 metros se encontró varios ejemplares de *Alnus acuminata*, *Weinmannia fagaroides*, *Vallea stipularis*, *Gynoxys p.*, y *Ocotea heterochroma*; los arbustos contaban con alturas de 2.95 metros representados por: *Brachyotum jamesonii*, *Berberis conferta*, *Miconia salicifolia*, *Valeriana hirtella*; al ser

zonas de pastoreo se identificaron herbáceas como: *Holcus lanatus*, *Pennisetum clandestinum*, *Lophosoria quadripinnata.*, *Orthrosanthus chimboracensis*.

1.2.3 Bosque montano o Matorral: El ganado no tiene acceso a estas zonas. Los matorrales destacan pendiente de 38 grados en promedio. La altura de vegetación arbórea es de 8.14 metros, además se encuentra dominada por: *Oreocallis grandiflora*, *Miconia bracteolata*, *Vaccinium sp.* y *Gynoxys sp.* En cuanto a los arbustos matizan alturas 4.44 metros aproximadamente, se identificó predominancia de: *Salvia corrugata*, *Baccharis latifolia* y *Saracha quitensis*. Con respecto a la formación herbácea se hallaron especies como *Lophosoria quadripinnata*, *Puya sp.*, *Bromelia sp.*, *Dioscorea sp.*

1.2.4 Pastos sin tratamiento: En cuanto a Pasto Normal ubicados en su mayoría en terrenos con pendientes promedios de 10 grados, fueron presentadas por especies dominantes como *Pennisetum clandestinum*, *Trifolium repens* y *Taraxacum officinale*.

1.2.5 Pastos intensivos: Son producidos de manera intensiva en base a insumos y fertilizantes los cuales son utilizados para el consumo exclusivo del ganado. Se encontraron especies como *Pennisetum clandestinum*, *Trifolium repens* y en muy bajas proporciones *Taraxacum officinale*, ubicadas en pendientes de 3 grados en promedio.

1.3 Captura de micromamíferos

En las microcuencas del Yanuncay y Tomebamba por medio de grillas se muestrearon los cinco usos de suelo (matorral, mezcla, ribera, pasto sin tratamientos y pastos intensivos), con tres repeticiones por cada uno en cada microcuenca. Es decir, en total se muestrearon 15 grillas en Yanuncay y 15 grillas en Tomebamba. En cada grilla se capturaron micromamíferos usando trampas vivas Sherman, las cuales se colocaron en cuadrículas rectangulares con una separación de 10 metros entre cada trampa e hilera. La forma de la grillas se hizo en función de la forma del terreno. En las grillas de los usos de suelo de matorral y mezcla se colocaron 180 trampas, distribuidas en cuatro u ocho hileras. Las trampas fueron colocadas en el suelo y en los árboles, con el fin de muestrear los especímenes de hábito arbórea. Para las grillas colocadas en hábitat de ribera se colocaron 120 trampas formando dos hileras con trampas de suelo y arbóreas; y en las grillas de los pastos se colocaron 180 trampas en cuatro u ocho hileras dependiendo de la forma del terreno.

1.4 Captura de ectoparásitos

Se hizo una inspección visual de cada micromamífero capturado: cabeza, cuerpo, extremidades y cola. Se colectaron con pinzas todos los individuos que estaban a simple vista en frascos con alcohol al 70%, los cuales fueron etiquetados con número de *ear-tag* del roedor, la especie y la fecha. Para colectar pequeños artrópodos microscópicos que estaban pegados a las lanas del roedor, se utilizó un peine para piojos y se pasó por todo el cuerpo del animal. Se colectaron los pelos que quedaron entre las cerdas del peine y también se colectó una muestra de pelos obtenida con pinzas. Los pelos fueron colectados y guardados en frascos con alcohol con su respectiva etiqueta. El tiempo impuesto para colectar los ectoparásitos fue de 10 minutos por hospedero capturado.

1.5 Trabajo de laboratorio

Los ectoparásitos colectados fueron identificados mediante el uso de microscopios y se utilizaron claves taxonómicas. Todos fueron identificados hasta género mientras que para algunos fue posible llegar hasta especie. Se encontraron varios morfotipos que no pudieron ser identificados hasta especie debido a la resolución de los microscopios y a la falta de claves taxonómicas para artrópodos e insectos parásitos del Ecuador. Se usaron claves específicas para la identificación de cada orden:

Para sifonápteros se utilizó la clave *Pictorial key to some common species in the United States* de Pratt y las claves de Acosta y Morrone *Clave ilustrada para la identificación de los taxones supraespecíficos de Siphonáptera de México*. En el caso de los ácaros se utilizaron las claves de Madder y Horak *Ticks: Tick identification*, para identificar los piojos se utilizaron las claves de Emerson y Price *Mallophaga de Venezuela* junto con las claves de Johnson *Sucking lice of venezuelan rodents, with remarks on related species (Anoplura)*. Para el caso de los coleópteros se utilizaron las claves de Ashe y Timm *Systematics, distribution, and host specificity of Amblyopinus Solsky 1875 (Coleoptera Staphylinidae) in Mexico and Central America*. A su vez, se consultaron varias otras claves desarrolladas para géneros específicos citados en el Anexo 1.

1.6 Análisis estadísticos

1.6.1 Diversidad alfa

Para comparar la diversidad de ectoparásitos en cada tipo de suelo y por microcuenca se generaron curvas de acumulación de especies de ectoparásitos basadas en individuos utilizando el programa EstimateS 7.0 (Colwell, 2004). Debido a que el número de micromamíferos capturados no fue el mismo entre usos de suelo, se usó el método de rarefacción para la construcción de las curvas de acumulación. La rarefacción permite

hacer comparaciones de número de géneros entre las comunidades cuando el tamaño de las muestras no es igual, pues elimina la variación en la riqueza de especies por diferencias en la abundancia de las muestras al hacer repetidos muestreos aleatorios de conjuntos con N individuos (Gotelli y Colwell, 2001; Moreno 2001). La fórmula de la rarefacción es la siguiente:

$$E(S) = \sum 1 - \frac{(N - Ni)/n}{N/n}$$

Donde,

$E(S)$ = número esperado de especies

N = número total de individuos en la muestra

N_i = número de individuos de la i ésima especie

n = tamaño de la muestra estandarizado

Además, se compararon los valores de riqueza observada con respecto a la riqueza estimada mediante estimadores no paramétricos. Se utilizaron los estimadores Chao 1 y Jackknife 1, pues tienen a ser robustos con respecto a datos sin normalidad (Walther y Monrad, 1997). El estimador Chao 1 se basa en la relación entre las especies encontradas una vez (singletones) y especies encontradas dos veces (doubletones).

$$S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{L^2}{2M}$$

El estimador de Jackknife 1 se basa en el número de especies que ocurren en una muestra (L) y reduce el sesgo de los valores estimados, en este caso, la subestimación del verdadero número de especies de la comunidad (Palmer 1990, Krebs 1989). En la fórmula, m es el número de muestras.

$$Jack\ 1 = S + L \frac{m-1}{m}$$

1.6.2 Completitud de los muestreos

A menos que se alcance el número asintótico de especies, no existen criterios objetivos que permitan decidir cuándo se considera un inventario lo suficientemente completo. Los investigadores suelen establecer límites arbitrarios para determinar si los muestreos han sido lo suficientemente exhaustivos. Para ello se puede calcular la proporción inventariada del total de la fauna, dividiendo el número de especies observado en cada momento por el predicho por la asíntota (Hortal y Valverde, 2003).

La completitud de los muestreos para cada uso de suelo se evaluó mediante los tres estimadores descritos (Chao, Jacknife y Rarefacción) obtenidos con el programa estadístico Estimates 7.0 (Colwell, 2004) recomendados para casos en donde las unidades de muestreo son pequeñas (Hortal et al 2006). Se hizo una regla de tres para obtener el porcentaje de completitud haciendo la relación con los datos de la riqueza estimada y la observada. Los usos de suelo con un porcentaje de completitud mayor o igual al 80% se consideraron como “bien muestreadas” según el protocolo propuesto por Lobo (2008). Para valorar la calidad de los inventarios se graficaron curvas de acumulación de especies mediante el programa estadístico Estimates 7.0 (Colwell, 2004) y las curvas fueron graficadas en el programa Microsoft Excel 2010. Las curvas de acumulación de especies dan una buena aproximación del esfuerzo de muestreo (Gray, 2002).

1.6.3 Regresión Lineal Múltiple

Para analizar la relación entre riqueza y abundancia de los ectoparásitos (a nivel de género), frente a uso de suelo, riqueza y abundancia de los hospederos se utilizó una Regresión Lineal Múltiple con el método de Eliminación progresiva (Backward Stepwise Regression) en el Software R 3.1.3 con el paquete Vegan (Oksanen et al, 2015). Este procedimiento parte del modelo de regresión con todas las variables, y en cada etapa elimina la variable menos influyente.

La ecuación del modelo es:

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + e$$

donde:

Y = variable a predecir;

a, b_1x_1 , b_2x_2 ... b_nx_n = parámetros desconocidos a estimar;

e = estimación del error verdadero.

El criterio de información de Akaike (AIC) es una medida de la calidad relativa de modelos estadísticos para un conjunto dado de datos. Dada una colección de modelos para los datos, AIC estima la calidad de cada modelo, en relación con cada uno de los otros modelos. Por lo tanto, AIC proporciona un medio para la selección del modelo. El valor de AIC en R Studio provee el criterio para seleccionar el modelo. La regla es que a menor valor se obtenga del AIC mejor será el modelo a elegir. Como regla, un $\Delta_i < 2$ sugiere evidencia sustancial para el modelo, los valores entre 3 y 7 indican que el modelo tiene considerablemente menos apoyo, mientras que un $\Delta_i > 10$ indica que el modelo es muy poco probable (Burnham y Anderson 2002).

1.6.4 Beta diversidad y composición de las comunidades

Se estudió la composición de las especies de ectoparásitos mediante el método de ordenación de Escalamiento Multi-Dimensional (NMDS). El NMDS es una herramienta para representar varias dimensiones (comunidades, sitios, etc.) en dos o tres dimensiones que pueden ser fácilmente graficadas e interpretadas. Este método produce una ordenación de los datos basado en una matriz de distancias y por lo tanto, intenta representar la disimilitud entre pares de objetos. Para ello, se utilizó el software R R 3.1.3 con el paquete Vegan (Oksanen et al 2015). Se hicieron dos análisis, el primero en el cual los ectoparásitos se agruparon según la especie de hospedero y el segundo con ectoparásitos agrupados según usos de suelo. Para reducir el “stress” en la técnica de Escalamiento Multidimensional se utilizaron los hospederos con más de 20 individuos, como recomienda el Manual de R, y a los parásitos se los clasificó por los géneros más abundantes. Para los gráficos se utilizó la función *ordiellipse* del paquete Vegan (Oksanen et al 2015).

La interpretación del *stress* se da de la siguiente manera: Si el *stress* es alto, cambia la posición de los puntos en 2 dimensiones en la dirección de disminuir el *stress*, y repite hasta que la tensión está por debajo de cierto umbral ** $stress > 0.05$ proporciona una representación excelente de reducidas dimensiones, $> 0,1$ es excelente, $> 0,2$ es bueno / bueno y el estrés > 0.3 proporciona una representación pobre. *

Para reducir el sesgo de los datos de abundancias de ectoparásitos se hizo la transformación matemática de raíz cuadrada (Calzadilla et al 2002) debido a que se encontró mucha diferencia en el número de observaciones en los grupos de ectoparásitos. El trabajar con las abundancias toma en cuenta la importancia ecológica de los géneros numéricamente dominantes (McCune et al 2002). Para los análisis, se trabajó con los géneros cuya abundancia fue mayor a 20 individuos tanto de ratones como de ectoparásitos para reducir el *stress* del modelo (Legendre 2005) debido a que

no se pudieron identificar todos los individuos hasta especie y disminuir el sesgo provocado por las especies únicas y morfotipos. Para la construcción del NMDS se utilizó la distancia de Bray-Curtis.

Según la definición de Bray y Curtis, el índice de disimilitud es:

$$BC_{ij} = 1 - \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

Donde;

- C_{ij} es la suma de los valores más pequeños de los géneros que son comunes en ambos sitios.
- S_i y S_j son el número total de especímenes contados en ambos sitios.

La disimilitud de Bray-Curtis tiene valores entre 0 y 1, donde 0 significa que los dos sitios tienen la misma composición (es decir que comparten todas las especies), y 1 significa que los dos sitios no comparten ninguna especie (Legendre, 2005).

Para establecer si las agrupaciones mostradas en el NMDS fueron significativas o no se utilizó la prueba de Multiresponse Permutation Procedure and Mean Dissimilarity Matrix (MRPP) en el software R 3.1.3 con el paquete Vegan (Oksanen et al, 2015). El NMDS resume la configuración espacial de los individuos y el orden de cercanía entre ellos mientras que el test MRPP calcula la significancia entre dos o más grupos de unidades de muestreo. Si el valor de p es menor al valor de significancia (0.05) entonces se rechaza la hipótesis nula, la cual dice que la ubicación de las muestras en la ordenación es aleatoria.

1.6.5 Análisis de varianzas ANOVA de un factor

Con el fin de analizar si el uso de suelo afecta en las comunidades de ectoparásitos del hospedero más común en cada microcuenca se empleó un ANOVA el cual fue calculado con el programa SPSS versión 15.0. La variable dependiente fue la riqueza/abundancia de ectoparásitos mientras que la independiente fue cada uno de los usos de suelo. Este análisis permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de las poblaciones son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de ellas difiere en cuanto a su valor esperado. Este contraste compara los resultados de los cinco usos de suelo con respecto a la variable dependiente. Se utilizó el test de Games-Howell (1976) como un método similar al de Tukey para identificar donde existen las diferencias entre los grupos. Es el método post-hoc que mejor controla la tasa de error cuando las varianzas no son iguales y no existe normalidad en los datos.

CAPÍTULO II

RESULTADOS

2.1 Microcuenca del Yanuncay

2.1.1 Abundancia de hospederos muestreados

Los ectoparásitos fueron colectados de 198 hospederos distribuidos 31% en matorral, 24% en mezcla, 14% en ribera, 18% en pasto intensivo y 13% en pasto como se ve en la Figura 2.

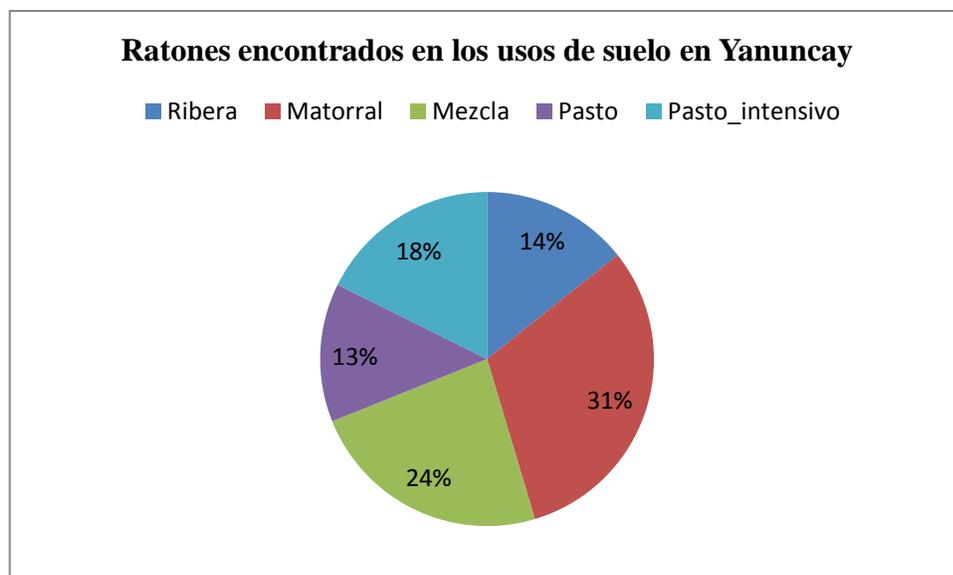


Figura 2. Total de ratones muestreados en Yanuncay por uso de suelo.

Los ratones de la especie *Akodon mollis* y *Microrzomys altissimus* se encontraron en todos los usos de suelo, *M. minutus* solo se encontraron en bosque de ribera, mezcla y pasto sin tratamiento intensivo. Los individuos pertenecientes a las especies *Thomasomys baeops* y *Thomasomys caudivarius* solo se hallaron en ribera, matorral y mezcla. Los individuos de *Akodon orophilus* fueron poco frecuentes y se hallaron en ribera, mezcla y pasto sin tratamiento intensivo. Los datos se hallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Número y porcentajes de ratones encontrados por uso de suelo en Yanuncay.

n	Ribera	Matorral	Mezcla	Pasto	Pasto_intensivo	Total general	% de ratones
Akodon cf. Orophillus			2			2	1
Akodon mollis	3	21	20	21	18	83	42
Akodon orophilus		1	2	1	4	8	4
Microrzomys altissimus	5	4	5	5	3	22	11
Microrzomys minutus	1		8	4		13	7
Thomasomys baeops	9	21	13			43	22
Thomasomys caudivarius	8	12	7			27	14
Total general	26	59	57	31	25	198	

2.1.2 Abundancia de ectoparásitos muestreados

Para la abundancia de ectoparásitos en total se obtuvieron 488 individuos pertenecientes a 14 familias, 20 géneros y 36 especies de las cuales 20 se clasificaron como morfotipos. De ellos, 318 (65%) individuos fueron del orden Acari, 110 (23%) del orden Sifonáptera, 51 (10%) del orden Pthiráptera y 9 (2%) del orden Coleóptera. En la Figura 3 los boxplots indican que en todos los usos de suelo predomina el orden Acari mientras que en mezcla también domina Acari y Phthiráptera. Solo en ribera el orden Acari mantiene una dispersión simétrica, mientras que para los otros grupos los datos están dispersos mostrando así diferencias entre los grupos de ectoparásitos para cada uso de suelo. Solo coleóptera presenta una distribución simétrica en matorral.

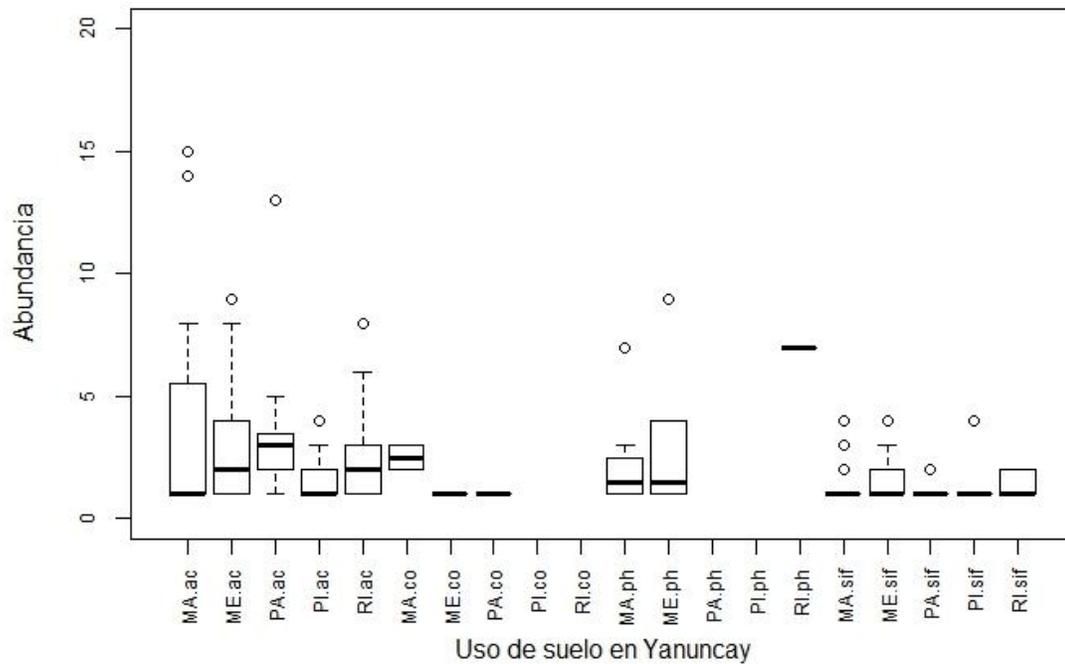


Figura 3. Boxplot de los ectoparásitos y sus abundancias por uso de suelo. La simbología se representa para los grupos de ectoparásitos ac=ácaros, co=coleópteros, ph=piojos, sif=pulgas. La simbología para los usos de suelo MA=matorral, ME=mezcla, PA=pasto, PI=pasto intensivo, RI=ribera.

En la Tabla 2 se muestran las abundancias de los individuos por uso de suelo. El orden Acari consta de cinco familias de las cuales Ixodidae es la más abundante. Especímenes del orden Coleóptera fueron muy raros y se encontraron dos familias. En cuanto a los Pthirápteros se registraron dos familias y algunos huevos pegados a los pelos del hospedero y un individuo no pudo ser identificado debido a que no se pudieron ver los caracteres diagnósticos. En cuanto a Sifonápteros, se registraron tres familias de las cuales Leptopsillidae y Ceratophillidae son introducidas mientras que la familia Stephanocircidae es nativa de los Andes.

Tabla 2. Presencia de ectoparásitos por uso de suelo en Yanuncay. Abundancia de ectoparásitos encontrados en hospederos muestreados en cada uno de los cinco usos de suelo.

Ectoparásitos	Ribera	Matorral	Mezcla	Pasto	Pasto_intensivo	Total general	% de ectoparásitos
Acari	86	80	83	49	21	318	65.16
Demodicidae	1	6	7	4		18	3.69
Demodex	1	6	7	4		18	3.69
Dermanyssidae					1	1	0.20
Laelaspisella					1	1	0.20
Ixodidae	33	49	54	45	16	197	40.37
Amblyomma	2	8	3	2		16	3.28
Aponomma	2	11	2		2	17	3.48
Rhipicephalus	29	30	50	43	13	165	33.81
Macrochelidae		2				2	0.41
Macrocheles		2				2	0.41
Sarcoptidae	52	23	21		4	100	20.49
Trixacarus	52	23	21		4	100	20.49
Coleoptera		5	3	1		9	1.84
Leptinidae			2			2	0.41
Leptinus			2			2	0.41
Staphilinidae		5	1	1		7	1.43
Amblyopinus		5	1	1		7	1.43
Pthiraptera	7	18	18			51	10.45
Boopidae		1				1	0.20
Heterodoxus		1				1	0.20
Hoplopleuridae		12	16			30	6.15
Haematopinooides		9	4			13	2.66
Hoplopleura		2	12			14	2.87
Polyplax		3				3	0.61
huevos_pthiraptera	14	3	2			19	3.89
No_identificado			1			1	0.20
Siphonaptera	13	35	31	16	15	110	22.54
Ceratophyllidae	2		2	3		7	1.43
Nosopsyllus	1		2	1		4	0.82
Orchopeas	1			2		3	0.61
Leptosyllidae	1	19	16	6	5	47	9.63
Leptosylla	1	19	16	6	5	47	9.63
Stephanocircidae	10	15	12	7	10	54	11.07
Cleopsylla			2		2	4	0.82
Plocopsylla	8	10	7	6	8	39	7.99
Sphinctopsylla	2	5	3	1		11	2.25
Total general	113	138	135	66	36	488	

Se puede apreciar en la Figura 4 la abundancia de parásitos colectados en cada hospedero. *Akodon mollis* es el hospedero más abundante y a su vez del cual se colectó el 43% del total de ectoparásitos. En todos los casos, el orden Acari predomina de los otros órdenes, y solo *Akodon mollis* tiene presentes los cuatro órdenes de ectoparásitos. Los hospederos del género *Microrhizomys* tienen mayor incidencia de ácaros pero también de pulgas; y los del género *Thomasomys* tienen predominio de los órdenes Acari, Siphonáptera y Pthiráptera.

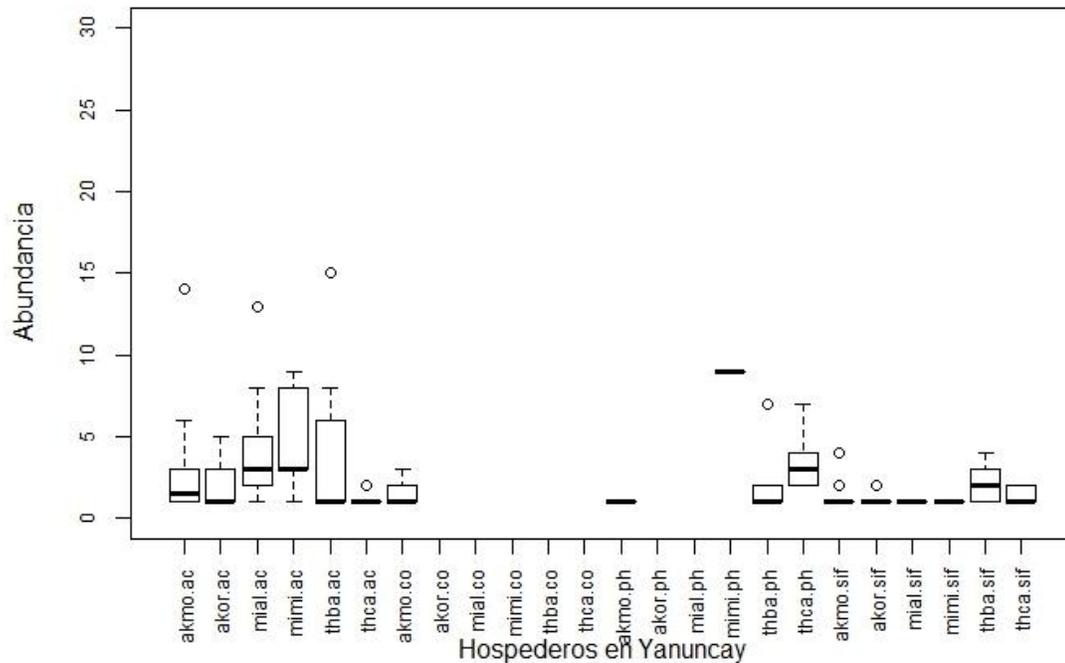


Figura 4. La simbología se representa para los grupos de ectoparásitos ac=ácaros, co=coleópteros, ph=piojos, sif=pulgas. La simbología para los ratones akmo=*Akodon mollis*, akor=*Akodon orophyllus*, mial=*Microryzomys altissimus*, mimi=*Microryzomys minutus*, thba=*Thomasomys baeops*.

Los ectoparásitos más comunes para toda la micro cuenca fueron *Rhipicephalus microplus* (familia Ixodidae) y *Trixacarus diversus* (Familia Sarcoptidae) en comparación con los otros órdenes y géneros de ectoparásitos. Por lo tanto, se encontró que *R. microplus* infestaba a todos los hospederos, en especial a *Akodon mollis*; mientras que los *T. diversus* infestaron más a hospederos de *Microryzomys altissimus*. Los hospederos del género *Thomasomys* no presentaron gran dominancia de estos dos géneros. Sin embargo, hubo mayor presencia de: *Plocopsylla sp.*, *Leptopsylla sp.*, *Trixacarus sp.*, y *Rhipicephalus sp.*

Solo hospederos del género *Thomasomys* tuvieron la presencia de ixódidos de los géneros *Aponomma* y *Amblyomma*. Taxonómicamente estos géneros no están bien

definidos aun para varias especies por lo que se consideran como sinónimos (Barker et al 2004). Todos los individuos estuvieron en fase de ninfa (solo con 6 patas) hospedando a los roedores. Dentro del orden sifonáptera tuvo mayor abundancia la familia Leptopsyllidae con una sola especie (*Leptopsylla segnis*). Fue encontrada en todos los usos de suelo pero con mayor abundancia en matorral y mezcla. La familia Stephanocircidae (*Cleopsylla sp.*, *Plocopsylla sp.*, *Sphinctopsylla sp.*) que pertenecen al grupo de pulgas con sombrero se presentaron en todos los usos de suelo y la más abundante fue *Plocopsylla sp.* Los ectoparásitos del orden Pthiráptera solo se hallaron en matorral y mezcla y la más abundante es la familia Hoplopleuridae. Este grupo de piojos chupadores, del género Hoplopleura, son especialistas de roedores y se registraron pocos individuos en *Microryzomys minutus*, *Thomasomys caudivarius* y *Thomasomys baeops* (Smith et al., 2008); el género Haematopinoides también fue registrado y pertenece a la misma familia de piojos chupadores.

2.1.3 Curvas de acumulación de especies

En la Figura 5 se tiene que en los usos de suelo de mezcla, pasto y matorral hay más riqueza de ectoparásitos en comparación con pasto intensivo y en las riberas. Puesto que en cada uso de suelo no hubo el mismo número de hospederos, para equiparar el problema del tamaño de la población muestral se utilizaron las curvas de rarefacción. La curva de acumulación de especies del uso de suelo de mezcla se estabiliza, mientras que las curvas para los otros usos de suelo tienden a seguir en crecimiento.

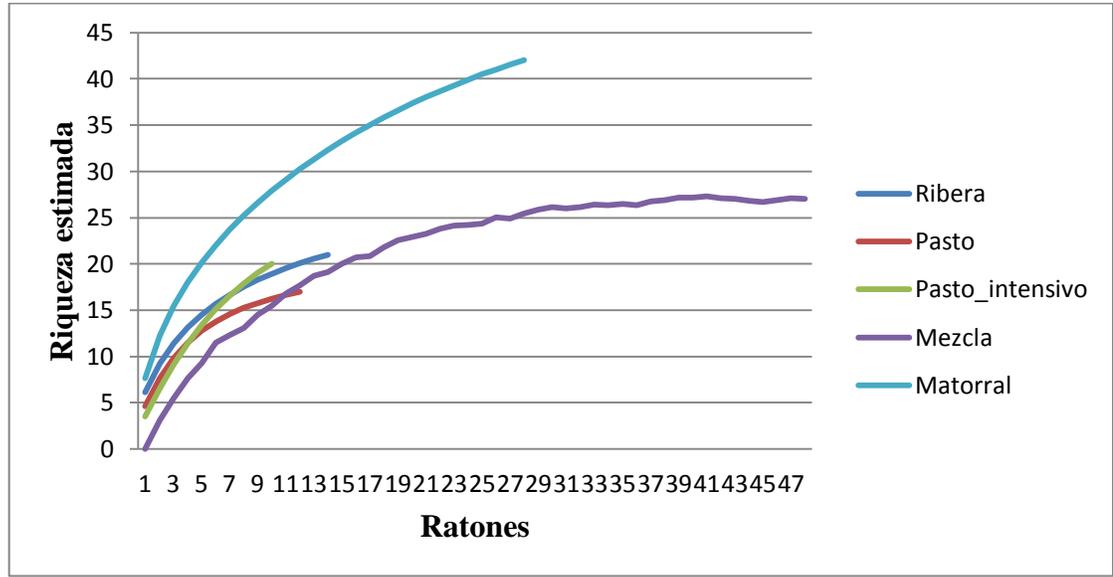


Figura 5. Variación de la riqueza esperada de especies en función del número de individuos capturados según curvas de rarefacción de Coleman.

En la Tabla 3 de completitud de muestreos los porcentajes sobrepasan el 50% para todos los casos en los que se toma en cuenta al estimador más alto, excepto para los usos de suelo de matorral (37%) y de pasto intensivo (41%) por lo que faltó esfuerzo de muestreo para estos usos de suelo. A su vez, la curva de acumulación de especies total de la microcuenca no llega a una asíntota.

Tabla 3. Relación entre la riqueza observada y la estimada. Los estimadores de Chao1 y Jack 1 muestran altos porcentajes de completitud de muestreo para cada uso de suelo excepto para matorral y pasto intensivo.

Uso_de_suelo	Abundancia	Riqueza sp._observada	Riqueza sp.esperada	Valores	% Completitud del muestreo
Ribera	107	12	Chao1	24.73	79.05
			Jack1	34.00	35.29
			Rarefacción	15.50	77.42
Matorral	133	18	Chao1	48.48	37.13
			Jack1	61.90	29.08
			Rarefacción	18.26	98.58
Mezcla	133	23	Chao1	43.00	53.49
			Jack1	23.77	96.76
			Rarefacción	27.00	85.19
Pasto	66	12	Chao1	18.97	63.26
			Jack1	25.25	47.52
			Rarefacción	17.00	70.59
Pasto_Intensivo	36	10	Chao1	24.38	41.02
			Jack1	34.40	29.07
			Rarefacción	13.33	75.02

2.1.4 Regresión múltiple “Backward selection”

Mediante este método de regresión múltiple se analizó si la presencia de los ectoparásitos en los ratones se ve influenciada por el uso de suelo, la riqueza y abundancia de los ratones. Los resultados fueron los siguientes:

El método de eliminación hacia atrás muestra que el uso de suelo, abundancia de ratones y riqueza de ratones influye en la riqueza de ectoparásitos. Mediante el criterio de Akaike con un $AIC=20.76$ al ser el valor más bajo indica que las tres variables uso de suelo, riqueza y abundancia de ratones influyen en la riqueza de ectoparásitos.

Tabla 4. Se muestran los valores AIC y delta AIC para la riqueza de ectoparásitos en la microcuenca del Yanuncay mediante el método de Eliminación hacia atrás. El método parte del modelo más general, y va eliminando variables una por una hasta que se consigue el mejor modelo.

Código_Modelo	Variables para modelar la riqueza de ectoparásitos	AIC	delta_AIC
1	uso_suelo+abundancia_ratones+riqueza_ratones	20.76	0
variable eliminada 1	uso_suelo		
2	abundancia_ratones+riqueza_ratones	21.31	0.54
variable eliminada 2	riqueza_ratones		
3	uso_suelo+abundancia_ratones	32.37	10.07
variable eliminada 3	abundancia ratones		
4	uso_suelo+riqueza_ratones	22.30	1,53

En la Tabla 4 se ve que si se elimina la variable 1 uso_suelo el AIC del modelo es 21.31. Luego, en el paso 2 se elimina la variable riqueza_ratones y se obtiene un AIC=32.37 el cual muestra delta_AIC= 10.07 puntos de diferencia con el primer modelo que incluye las tres variables. Luego, en el tercer paso se elimina la variable abundancia_ratones y se obtiene un AIC=22.3. Por lo tanto, no se puede mejorar el modelo inicial con valor más bajo AIC= 20.76 y delta_AIC=0 si se eliminan cualquiera de las tres variables.

Se analizaron los mismos parámetros para la abundancia de ectoparásitos y mediante el criterio del valor de AIC como se ve en la Tabla 5. El modelo inicial contiene las tres variables uso de suelo, riqueza y abundancia de ratones y un AIC= 87.39. Al eliminar una por una las variables por el método *backward elimination* en R Studio se tiene que si se elimina la variable 1 riqueza_ratones, entonces el valor AIC del modelo aumenta y por lo tanto, es un mal ajuste. Luego, el modelo mejora cuando se elimina la variable 2 uso de suelo y se obtiene un AIC= 87.13 y delta AIC=0. El modelo mejora aun más cuando se elimina la variable abundancia_ratones puesto que se obtiene un AIC=85.91 y delta AIC=0.

Se procede al paso 2 y se elimina la variable riqueza_ratones para obtener un nuevo modelo. El AIC inicial es 85.91. Se ve en la tabla 4, para el modelo mejorado, si se elimina la variable uso de suelo, el AIC=98.09 no se ajusta al modelo. Si se elimina la variable abundancia de ratones se obtiene el AIC= 85.28 obteniéndose así el valor AIC más bajo y por lo tanto, el modelo 7 uso de suelo es el que mejor se ajusta.

Tabla 5. Se muestran los valores AIC y delta AIC para la abundancia de ectoparásitos en la microcuenca del Yanuncay mediante el método de Eliminación hacia atrás. El método parte del modelo más general, y va eliminando variables una por una hasta que se consigue el mejor modelo.

Código del modelo	Variables para modelar la abundancia de ectoparásitos	AIC	delta_AIC
Paso 1			
1	uso_suelo+abundancia_ratones+riqueza_ratones	87.39	1.48
variable eliminada 1	riqueza_ratones		
2	uso_suelo+abundancia_ratones	96.79	9.4
variable eliminada 2	uso_suelo		
3	abundancia_ratones+riqueza ratones	87.13	0
variable eliminada 3	abundancia_ratones		
4	uso_suelo+riqueza_ratones	85.91	0
Paso 2			
5	uso_suelo + abundancia_ratones	85.91	
variable eliminada 1	uso_suelo		
6	abundancia_ratones	98.09	12.8
variable eliminada 2	abundancia_ratones		
7	Uso_suelo	85.28	0

2.1.5 MDS por hospedero

Para analizar si la comunidad de ectoparásitos se vio influenciada por el hospedero se realizó el MDS. El valor del estrés fue de 0.06 lo cual indica consistencia en los datos. La prueba de Multi - Response Permutation Procedures (MRPP) dio un valor de significancia de $p=0.021$ menor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y por lo tanto la especie de hospedero influye en la estructura de la comunidad de ectoparásitos.

En la Figura 6 se puede ver que hay dos comunidades que se agrupan como la comunidad de *Akodon mollis* y otra comunidad formada por individuos del género *Thomasomys* sp.

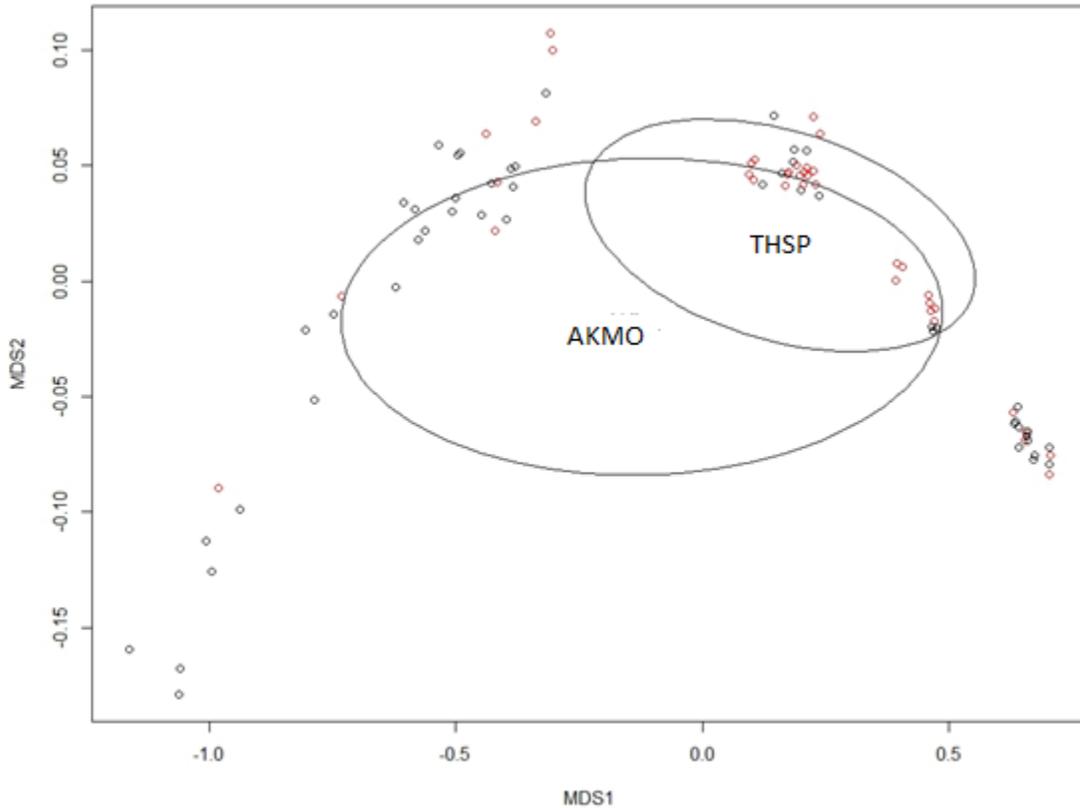


Figura 6. NMDS por hospedero de la microcuenca del Yanuncay. En la simbología AKMO (*Akodon mollis*) y THSP (ratones del género *Thomasomys* sp).

2.1.6 MDS por uso de suelo

Para el Uso de Suelo el estrés calculado fue de 0.07 y el valor de significancia del MRPP fue de $p=0.02$. Estos resultados nos indican que la composición de la comunidad de ectoparásitos está relacionada con el uso de suelo. En la Figura 7 se puede ver que la composición de las comunidades de ectoparásitos es diferente entre los usos de suelo de

pasto y pasto intensivo. A su vez, los centroides de las comunidades de mezcla, ribera y matorral se solapan formando un grupo que difiere de los pastos y que además indica que estos tres hábitats comparten más especies.

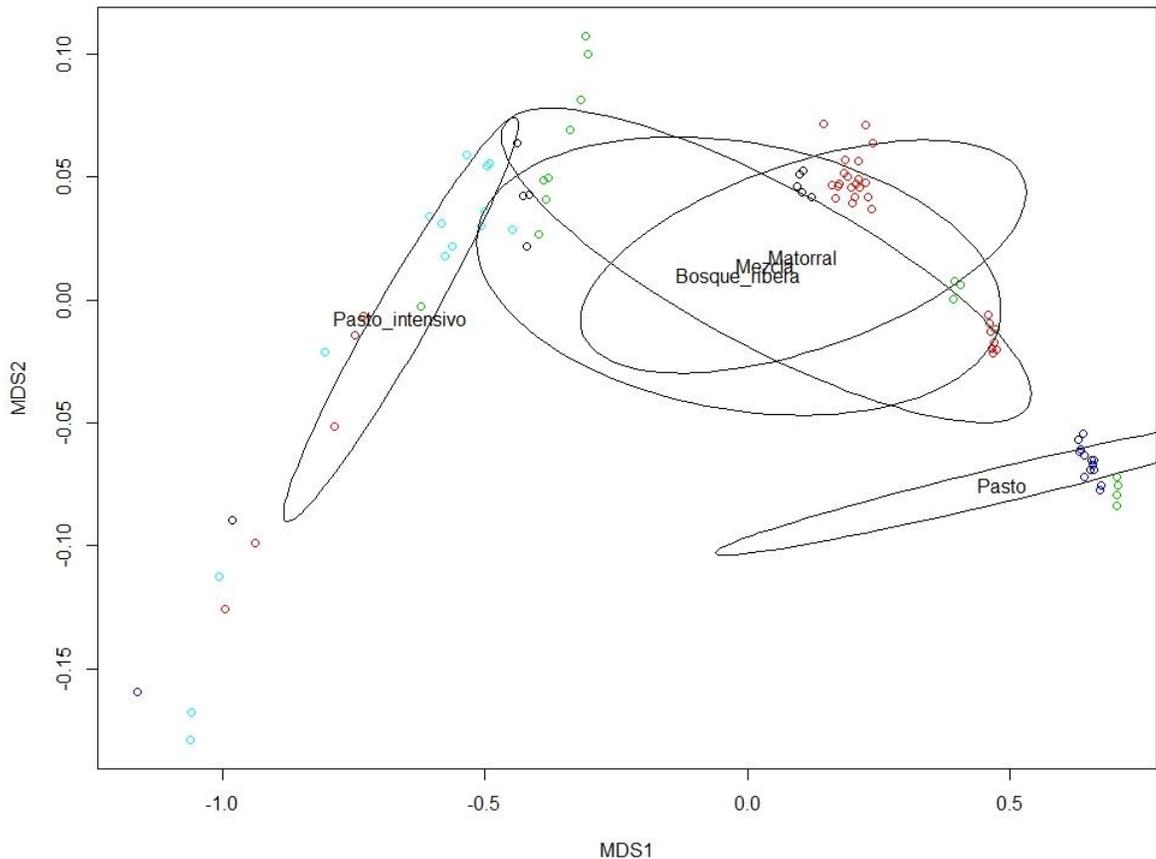


Figura 7. NMDS por uso de suelo en la microcuenca del Yanuncay. No hay diferencia entre las comunidades de matorral, mezcla y bosque de ribera mientras que las comunidades de pasto difieren entre si y de los otros usos de suelo.

2.1.7 ANOVA

Se calculó el ANOVA de un factor para el hospedero más común muestreado en la microcuenca del Yanuncay, *Akodon mollis*, con el fin de conocer si el uso de suelo afecta a la comunidad en cuanto a riqueza y abundancia de ectoparásitos. Para cada uso

de suelo los estadísticos descriptivos: número de casos, media, desviación típica, error de la media y los límites del intervalo de confianza para la media al 95% y los valores mínimo y máximo.

Tabla 6. Los usos de suelo fueron numerados y: 1=matorral; 2=pasto_intensivo; 3=pasto; 4=ribera; 5=mezcla; riq=riqueza de ectoparásitos; abund= abundancia de ectoparásitos, N=número de hospederos muestreados.

		Descriptivos							
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
riq	1	14	1.05	.15	.04	.97	1.14	1.00	1.41
	2	14	1.17	.25	.06	1.02	1.31	1.00	1.73
	3	10	1.28	.25	.08	1.09	1.46	1.00	1.73
	4	3	1.00	.00	.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	5	10	1.39	.41	.13	1.09	1.69	1.00	2.24
	Total	51	1.19	.28	.04	1.11	1.27	1.00	2.24
abund	1	14	1.21	.30	.08	1.04	1.39	1.00	2.00
	2	14	1.73	.91	.24	1.20	2.26	1.00	3.87
	3	10	1.72	.82	.26	1.13	2.31	1.00	3.16
	4	3	1.00	.00	.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	5	10	1.77	.71	.22	1.26	2.28	1.00	2.83
	Total	51	1.55	.72	.10	1.35	1.76	1.00	3.87

En la Tabla 7 se presentan los valores del Anova. En cuanto a la riqueza (riq) de ectoparásitos vemos que el valor de la significancia $p=0.028$ y por lo tanto la riqueza de ectoparásitos si difiere entre los usos de suelo. En cuanto a la abundancia (abund), el valor de la significancia es de $p=0.131$ y por lo tanto no hay diferencia significativa entre los grupos para la abundancia de ectoparásitos por uso de suelo en el hospedero *Akodon mollis*.

Tabla 7. Prueba de ANOVA riqueza/abundancia de ectoparásitos del hospedero más común en la microcuenca del Yanuncay.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
riq	Inter-grupos	.851	4	.213	2.985	.028
	Intra-grupos	3.277	46	.071		
	Total	4.127	50			
abund	Inter-grupos	3.721	4	.930	1.875	.131
	Intra-grupos	22.824	46	.496		
	Total	26.544	50			

Al aplicar el test post-hoc de Games-Howell para la riqueza de ectoparásitos, se puede ver en la Tabla 8 que los grupos de pasto y ribera difieren entre sí.

Tabla 8. Test post-hoc de Games-Howell para la riqueza de ectoparásitos del hospedero más común Akodon mollis en la microcuenca del Yanuncay. En la simbología 1=matorral; 2=pasto_intensivo; 3=pasto; 4=ribera; 5=mezcla.

Comparaciones múltiples

Games-Howell

Variable dependient	(I) uso_suelo	(J) uso_suelo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
riq	1	2	-.11	.07	.617	-.34	.12
		3	-.22	.09	.170	-.50	.06
		4	.05	.04	.596	-.06	.18
		5	-.33	.13	.179	-.78	.11
	2	1	.11	.07	.617	-.12	.34
		3	-.10	.10	.836	-.42	.20
		4	.17	.06	.138	-.04	.38
		5	-.22	.14	.571	-.68	.23
	3	1	.22	.09	.170	-.06	.50
		2	.10	.10	.836	-.20	.42
		4	.28	.08	.047	.00	.55
		5	-.11	.15	.945	-.59	.36
	4	1	-.05	.04	.596	-.18	.06
		2	-.17	.06	.138	-.38	.04
		3	-.28	.08	.047	-.55	-.00
5		-.39	.13	.086	-.83	.04	
5	1	.33	.13	.179	-.11	.78	
	2	.22	.14	.571	-.23	.68	
	3	.11	.15	.945	-.36	.59	
	4	.39	.13	.086	-.04	.83	

2.2 Microcuenca del Tomebamba

2.2.1 Hospederos muestreados

Los ectoparásitos fueron colectados de 168 ratones los cuales se distribuyeron en los diferentes usos de suelo como se ve en la Figura 8.

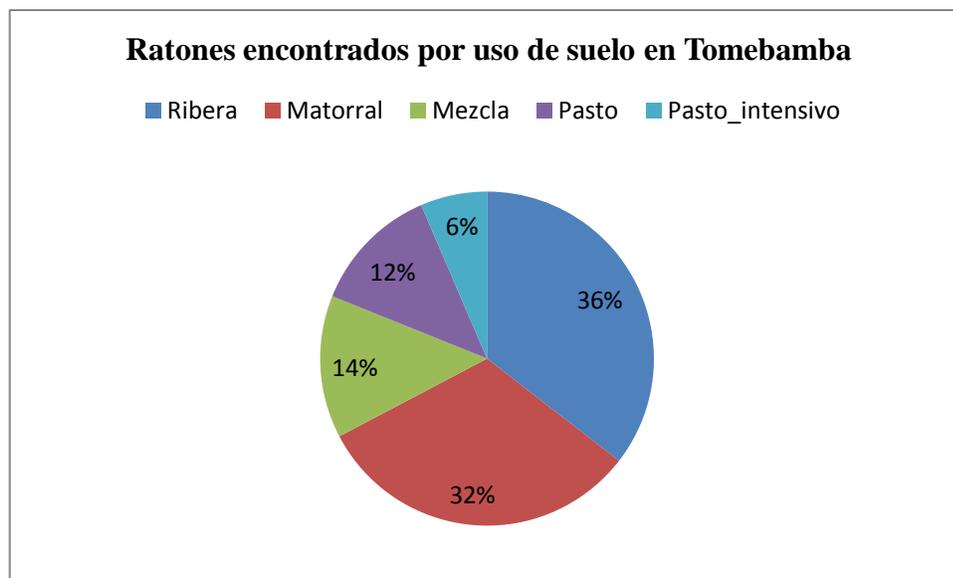


Figura 8. Total de ratones encontrados en Tomebamba por uso de suelo.

En la Tabla 9 se puede ver los hospederos más comunes fueron *Microryzomys altissimus* con 35% del total de los individuos seguidos de *Akodon mollis* con 31% del total. En menor abundancia se encontraron *Microryzomys minutus* el 15%, *Thomasomys baeops* el 8%, *Nephelomis albigularis* 4%, *Caenolestes fuliginosus* 4%.

Tabla 9. Abundancia y porcentaje de ratones por uso de suelo en Tomebamba.

Huesped	Ribera	Matorral	Mezcla	Pasto	Pasto_intensivo	Total	% de ratones
<i>Akodon mollis</i>	13	10	8	16	5	52	31
<i>Caenolestes fuliginosus</i>	3	3	0	0	0	6	4
<i>Microrozomys cf. altissimus</i>	0	1	0	0	0	1	1
<i>Microrozomys cf. minutus</i>	1	0	0	0	0	1	1
<i>Microrozomys altissimus</i>	28	5	14	7	5	59	35
<i>Microrozomys minutus</i>	11	9	3	1	2	26	15
<i>Nephelomys albigularis</i>	0	6	0	0	0	6	4
<i>Thomasomys aureus</i>	0	1	0	0	0	1	1
<i>Thomasomys baeops</i>	4	8	1	1	0	14	8
<i>Thomasomys caudivarius</i>	1	1	0	0	0	2	1
Total general	61	44	26	25	12	168	

2.2.2 Ectoparásitos muestreados

En total se obtuvieron 2319 individuos de ectoparásitos pertenecientes a 17 familias y 47 especies de las cuales se identificaron 13 morfos. De ellos, 2150 (92%) individuos fueron del orden Acari, 112 (5%) del orden Sifonáptera, 60 (2%) del orden Pthiráptera y 15 (1%) del orden Coleóptera.

Se puede visualizar una super abundancia de individuos de las familias Ixodidae y Sarcoptidae en todos los usos de suelo. La menos abundante fue la familia Oribatidae que comprende ácaros que no son parásitos al tener una dieta de hongos, líquenes y plantas muertas; y por lo tanto se considera su captura como accidental.

En la Tabla 10 están las abundancias de los individuos por uso de suelo. Predomina el orden Acari con las familias Ixodidae, Demodicidae y Sarcóptidae. El número de individuos de Pthiráptera fue similar al de Yanuncay, pero éstos fueron encontrados en su mayoría en bosque de ribera con predominancia de la familia Hoplopleuridae (género *Haematopinoidea*) mientras que en Yanuncay la mayoría fueron encontrados en matorral. En cuanto al orden Sifonáptera la familia que predominó fue Stephanocircidae (género *Plocopsylla*). El orden coleóptera, tanto en Yanuncay como Tomebamba fue

escaso. El género encontrado en ambas micro cuencas fue *Amblyopinus jelskii*, *Amblyopinus waterhousei* (endémica para Ecuador) y dos morfotipos, pertenecientes a la familia Staphilinidae. Esta familia es más característica de los órdenes Rodentia y Marsupialia y son ectoparásitos temporales (Seevers, 1955).

Tabla 10. Presencia de ectoparásitos por uso de suelo en la microcuenca del Tomebamba y sus porcentajes.

Ectoparásitos	Ribera	Matorral	Mezcla	Pasto	Pasto_intensivo	Total general	% de ectoparásitos
Acari	651	505	575	157	262	2150	92.71
Demodicidae	54	20	8	55	35	172	7.42
Demodex	54	20	8	55	35	172	7.42
Dermanyssidae			10			10	0.43
Dermanyssus			10			10	0.43
Ixodidae	250	216	147	80	96	789	34.02
Amblyomma	6	43	1	4		54	2.33
Aponomma		19				19	0.82
Ixodes	8					8	0.34
NI		1				1	0.04
Rhipicephalus	236	153	146	76	96	707	30.49
Laelapidae	19	28	10	3		60	2.59
Androlaelaps	19	28	10	3		60	2.59
Macrochelidae	1	2		1		4	0.17
Macrocheles	1	2		1		4	0.17
Oribatidae	1	1	1			3	0.13
NI	1	1	1			3	0.13
Sarcoptidae	326	238	399	18	131	1112	47.95
Trixacarus	326	238	399	18	131	1112	47.95
Coleoptera	2	7	3	2	1	15	0.65
Staphilinidae	2	7	3	2	1	15	0.65
Amblyopinus	2	7	3	2	1	15	0.65
Phthiraptera	29	5	16	10		60	2.59
Boopidae	6	1				7	0.30
Heterodoxus	6	1				7	0.30
Hoplopleuridae	14	2	1	5		22	0.95
Enderleinellus				1		1	0.04
Haematopinoides	10	2		3		15	0.65
Hoplopleura	2			1		3	0.13
Polyplax	2		1			3	0.13
huevos_phthiraptera	16					8	0.34
Trichodectidae				1		1	0.04
Trichodectes				1		1	0.04
NI		1		4		5	0.22
huevos_phthiraptera	1		15	4		20	0.86
Hoplopleura		1				1	0.04
Siphonaptera	48	23	22	12	7	112	4.83
Ceratophyllidae	10	2	7	1	2	22	0.95
Cleopsylla			1			1	0.04
Nosopsyllus	3		4			7	0.30
Orchopeas	7	2	2	1	2	14	0.60
Hystrihopsyllidae			1	1		2	0.09
Radinopsylla			1	1		2	0.09
Leptosyllidae	7	3	2			12	0.52
Leptopsylla	7	3	2			12	0.52
Pullicidae	4	2			2	8	0.34
Hoplopsyllus	4	1			2	7	0.30
Pulex		1				1	0.04
Stephanocircidae	26	15	12	10	3	66	2.85
Cleopsylla	3	1		1		5	0.22
NI				1		1	0.04
Plocopsylla	19	11	6	6	3	45	1.94
Sphinctopsylla	4	4	6	2		16	0.69
Xenopsylla	1					1	0.04
Total general	730	540	616	181	270	2319	

En la Figura 9 se puede visualizar que los datos no muestran simetría a excepción del orden Coleóptera en matorral y el orden Acari en ribera. En los grupos donde la mediana coincide con el límite inferior lo que indica que hay una concentración de ectoparásitos en ese punto. Por ejemplo, en matorral los tres grupos de ectoparásitos, a excepción de los coleópteros, están muy concentrados en los usos de suelo. Los diagramas no muestran una gran dispersión en los datos y también muestran los valores atípicos.

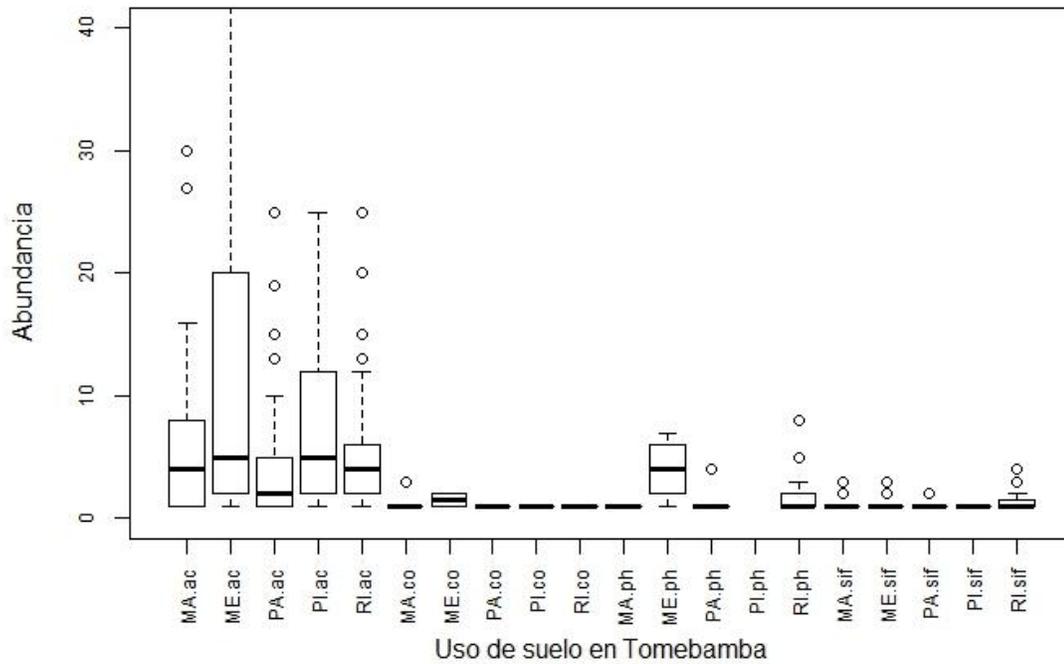


Figura 9. La simbología se representa para los grupos de ectoparásitos ac=ácaros, co=coleópteros, ph=piojos, sif=pulgas. La simbología para los usos de suelo MA=matorral, ME=mezcla, PA=pasto, PI=pasto intensivo, RI=ribera.

En general, los ácaros están infestando de manera global a todos los micromamíferos estudiados, a excepción de *Thomasomys aureus* y *Thomasomys caudivarius* que fueron especies raras. Los individuos de *Akodon mollis* y *Microryzomys altissimus* están parasitados por los cuatro órdenes; sin embargo, *M. altissimus* tienen una absoluta

predominancia de ácaros. De esta manera, en la Figura 10 se muestra la abundancia de ectoparásitos que hospedan a los roedores de la microcuenca del Tomebamba.

Los gráficos de cajas muestran que los datos son homogéneos. El orden Acari se encuentra concentrado en cada uno de los usos de suelo mientras que tienen una distribución asimétrica a excepción del orden Siphonáptera en *Thomasomys baeops* y el orden Phthiráptera en *Thomasomys caudivarius*. Existió un valor atípico en ácaros para *Microrizomys altissimus* que mostraba un valor de 55 ectoparásitos el cual no se visualiza en el gráfico debido a que se cambió la escala de las abundancias.

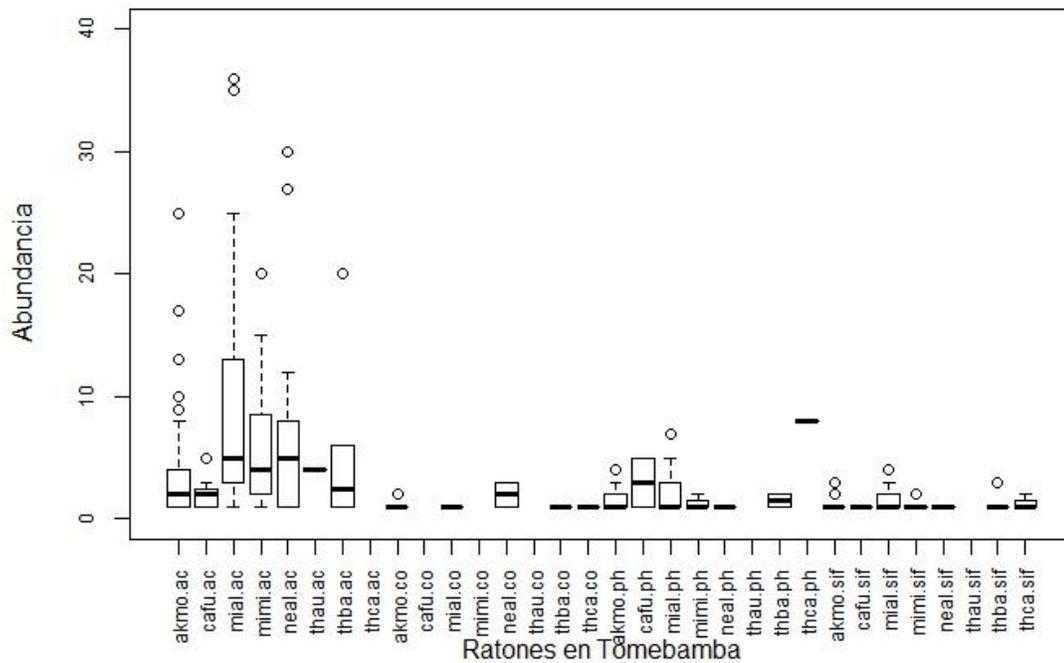


Figura 10. La simbología se representa para los grupos de ectoparásitos ac=ácaros, co=coleópteros, ph=piojos, sif=pulgas. La simbología para los ratones akmo=*Akodon mollis*, akor=*Akodon orophillus*, mial=*Microrizomys altissimus*, mimi=*Microrizomys minutus*, thba=*Thomasomys baeops*, thau=*Thomasomys aureus*, thca=*Thomasomys caudivarius*, Neal=*Nephelomys albigularis*, cafu=*Caenolestes fulliginosus*.

2.2.3 Curva de acumulación de especies

Para valorar la calidad de los inventarios se graficaron curvas de acumulación de especies ya que dan una buena aproximación del esfuerzo de muestreo (Gray, 2002).

Se encontraron varias especies y morfotipos que eran *singletones* o *doubletones* en contraste con la superabundancia de los ácaros de la familia Ixodidae.

En los usos de suelo de mezcla, vegetación de ribera y matorral hubo más abundancia de ratones como de ectoparásitos en comparación con ambos tipos de pastos. Para equiparar el problema del tamaño de las muestras se utilizaron las curvas de rarefacción como un método de estandarización para calcular y comparar la riqueza esperada de especies entre los sitios (Coleman 1981, Gray 2002, Sackmann 2006).

En la Figura 11, se puede visualizar que ninguna curva llega a estabilizarse totalmente. Sin embargo, en pasto la curva va en crecimiento mientras que para matorral, mezcla, ribera y pasto intensivo las curvas empiezan a tener la tendencia de estabilizarse pero falta un poco antes de llegar a la asíntota. Dentro de las familias raras en las cuales se capturaron uno y dos individuos están: del orden Acari, Macrochelidae (género Macrocheles) y Oribatidae la cual es una familia de ácaros indicadores de calidad del hábitat y no son parásitos por lo que su captura fue accidental. En cuanto al orden coleóptera solo se identificó la familia Staphilinidae con individuos del género Amblyopinus los cuales fueron hallados en su mayoría en matorral en hospederos de *Akodon mollis* y de *Microryzomys altissimus*.

En cuanto al orden Pthiráptera se encontraron individuos de la familia Hoplopleuridae (género Enderleinellus) en *Akodon mollis* en pasto; y Trichodectidae (género Trichodectes) en *Microryzomys altissimus* capturado en pasto. Del orden Siphonáptera las familias raras fueron Stephanocircidae (género Cleopssylla), Hystrichopsyllidae

(género *Radinopsylla*), Pulicidae (*Pulex*) y *Xenopsylla*. Sin embargo, la curva total de la microcuenca tiende a alcanzar la asíntota.

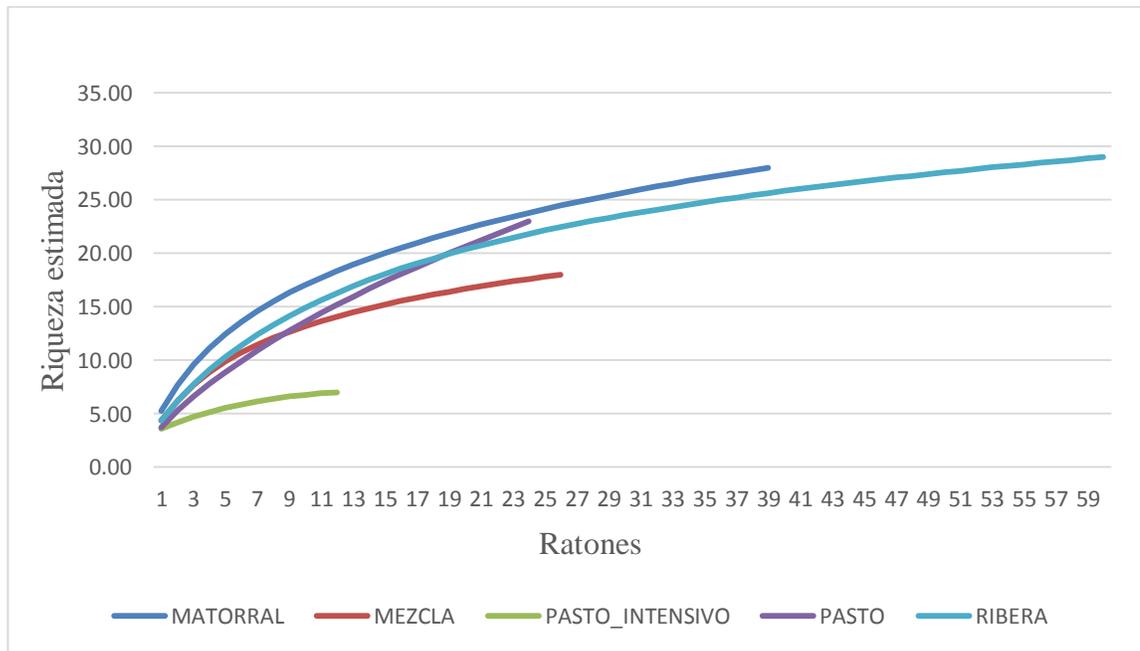


Figura 11. Variación de la riqueza esperada de especies en función del número de individuos capturados según curvas de rarefacción de Coleman.

En la Tabla 11 se puede comprobar que el inventario obtenido fue óptimo con altos porcentajes de completitud por uso de suelo y en toda la microcuenca. Los inventarios obtenidos en cada uso de suelo superan en todos los casos el porcentaje del 65% en el estimador con el valor más alto.

Tabla 11. Relación entre la riqueza observada y la estimada. Todos los usos de suelo muestran porcentajes de completitud de muestreo superiores al 65%. Se tiene un 85% de completitud en los muestreos para toda la microcuenca del Tomebamba.

USO DE SUELO	ABUNDANCIA	RIQUEZA_OBSERVADA	RIQUEZA_ESTIMADA	VALORES	COMPLETITUD DEL MUESTREO (%)
Bosque_ribera	730	28	CHAO 1	35.99	77.80
			JACK 1	41.78	67.02
			RAREFACCIÓN	29	96.55
Matorral	540	27	CHAO 1	35.19	76.73
			JACK 1	39.69	68.03
			RAREFACCIÓN	28	96.43
Mezcla	616	16	CHAO 1	20.25	79.01
			JACK 1	23.77	67.31
			RAREFACCIÓN	18	88.89
Pasto	181	20	CHAO 1	68.25	29.30
			JACK 1	39.29	50.90
			RAREFACCIÓN	23	86.96
Pasto_intensivo	270	7	CHAO 1	7.92	88.38
			JACK 1	8	87.50
			RAREFACCIÓN	8	87.50
Total general	2337	44	CHAO 1	51.62	85.24
			JACK 1	63.89	68.87
			RAREFACCIÓN	46	95.65

2.2.5 Regresión múltiple “Backward elimination”

Mediante este método de regresión múltiple se analizó si la dinámica de las poblaciones de ectoparásitos se ve influenciada por la riqueza y abundancia de los ratones al partir de un modelo inicial que contiene a todas las variables en estudio uso de suelo, riqueza y abundancia de ratones. A partir de esto se obtuvo que los resultados que muestran que la riqueza de ratones y la abundancia de ratones influyen en la riqueza de ectoparásitos debido a que es el modelo que mejor se ajusta. En la Tabla 12 y Tabla 13 se pueden ver los resultados de AIC y delta AIC para cada modelo.

Tabla 12. Valor del AIC y delta AIC para la riqueza de ectoparásitos mediante el método de Eliminación hacia atrás.

Código del modelo	VARIABLES PARA MODELAR LA RIQUEZA DE ECTOPARÁSITOS	AIC	delta_AIC
Paso 1			
1	uso_suelo+abundancia_ratones+riqueza_ratones	18.76	3.09
variable eliminada 1	abundancia_ratones		
2	uso_suelo+riqueza_ratones	25.38	9.72
variable eliminada 2	uso_suelo		
3	abundancia_ratones+riqueza ratones	15.67	0
variable eliminada 3	riqueza_ratones		
4	uso_suelo+abundancia ratones	16.78	1.02

Por lo tanto, como se puede ver en la Tabla 12 si se elimina la variable abundancia de ratones el AIC del modelo adquiere un AIC que tiene 9.72 puntos de diferencia del AIC inicial. Luego, se elimina la variable uso de suelo y el modelo se ajusta y se obtiene un buen ajuste de AIC=15.67 y delta AIC=0. Al eliminar la variable riqueza de ratones se tiene un AIC= 16.78 y delta AIC= 1.02. A pesar de que entre los modelos 1, 3 y 4 la diferencia no es significativa, se elige el modelo 3 como el más óptimo y por lo tanto la abundancia de ratones más la riqueza de ratones influyen en la riqueza de ectoparásitos.

El mismo criterio se utilizó para calcular si la abundancia de ectoparásitos está influenciada por las tres variables uso de suelo, riqueza y abundancia de ratones. En este caso, la riqueza y abundancia de los ratones influyen en la abundancia de ectoparásitos. En la Tabla 13 se ven los valores de AIC y delta AIC para todos los modelos utilizados por la regresión mediante el método de eliminación hacia atrás.

Tabla 13. Valor del AIC y delta AIC para la abundancia de ectoparásitos en la microcuenca del Tomebamba mediante el método de eliminación hacia atrás. El modelo 2 se ajusta de mejor manera.

Código del modelo	Variabes para modelar la abundancia de ectoparásitos	AIC	delta_AIC
Paso 1			
1	uso_suelo+abundancia_ratones+riqueza_ratones	60.53	5.6
variable eliminada 1	uso_suelo		
2	abundancia ratones+riqueza ratones	56.66	1.73
variable eliminada 2	riqueza_ratones		
3	uso_suelo+abundancia ratones	58.58	3.65
variable eliminada 3	abundancia_ratones		
4	uso_suelo + riqueza_ratones	80.71	25.78

En el paso 1 se comienza con el modelo inicial que contiene a las tres variables en estudio. Al eliminar una por una las variables por el método de eliminación hacia atrás, se tiene que el modelo 2 con AIC= 56.66 y delta AIC=1.73 es el que mejor se ajusta y por lo tanto se tiene que la riqueza y abundancia de ratones tienen relación con la abundancia de ectoparásitos.

2.2.6 MDS por hospedero

En el MDS el valor del estrés fue de 0.01. Aplicando el método de Multi - Response Permutation Procedures (MRPP) dio un valor de significancia de $p=0.341$. Esto indica que no hay diferencia significativa entre hospederos puesto que los tres más abundantes comparten la misma composición de ectoparásitos.

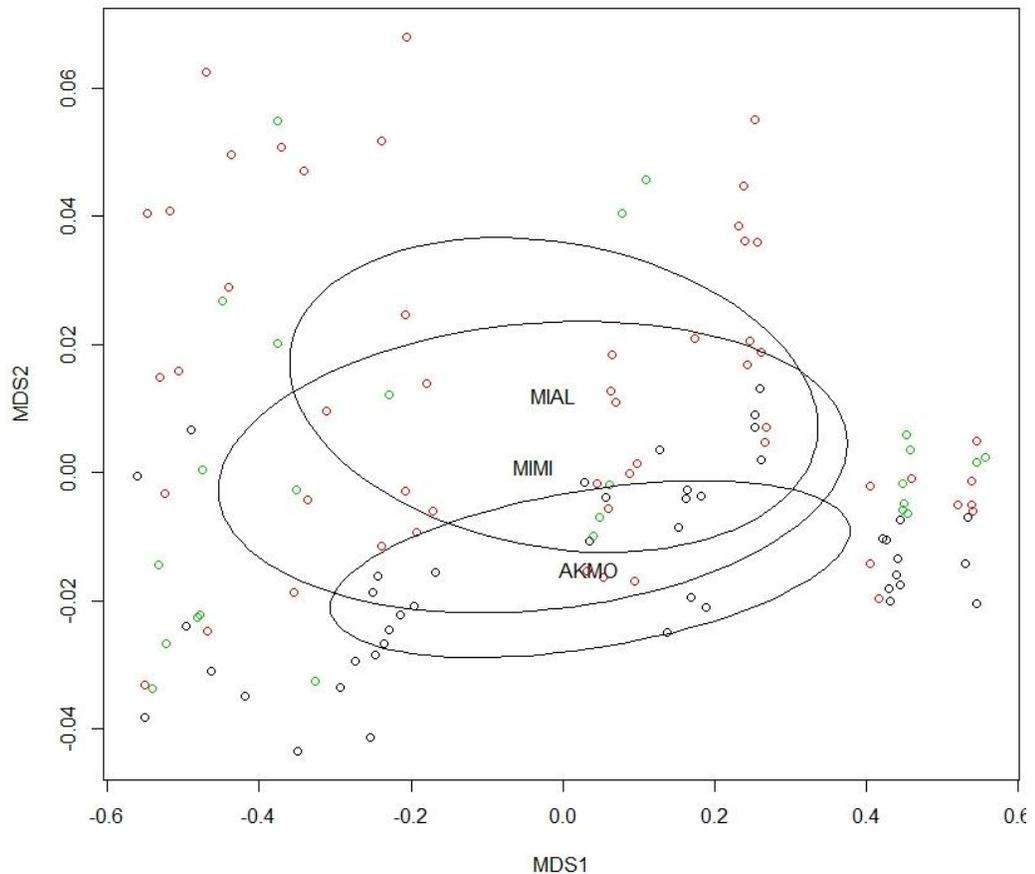


Figura 12. NMDS por hospedero en la microcuenca del Tomebamba. Simbología: AK (*Akodon mollis*), MIAL (*Microryzomys altissimus*) y MIMI (*Microryzomys minutus*). La función *ordiellipse* del paquete Vegan en R Studio (Oksanen et al 2015) demuestra que los centroides se solapan y por lo tanto el hospedero no es significativo en el ensamble de ectoparásitos para estas comunidades.

Se encontró con frecuencia a *Demodex brevis*, un ectoparásito microscópico que vive en los folículos de los pelos y en glándulas sebáceas. La familia Stephanocircidae llega a estar presente en ambas microcuencas y las pulgas del género *Plocopsylla sp* se encontraron en mayor abundancia y en todos los usos de suelo.

La abundancia de ectoparásitos de los otros órdenes y géneros como Coleoptera y Pthiráptera, para hospederos de los géneros Akodon y Microryzomys fue muy bajo

puesto que se colectaron no más de 35 individuos y de los cuales muchos se registraron como *singletons* y *doubletons*.

2.2.7 MDS por uso de suelo

Para el Uso de Suelo el estrés calculado fue de 0.1683288 y el valor de significancia del MRPP fue de $p=0.001$ lo cual quiere decir que la composición de ectoparásitos en la micro cuenca del Tomebamba si está influenciada de manera significativa con el uso de suelo.

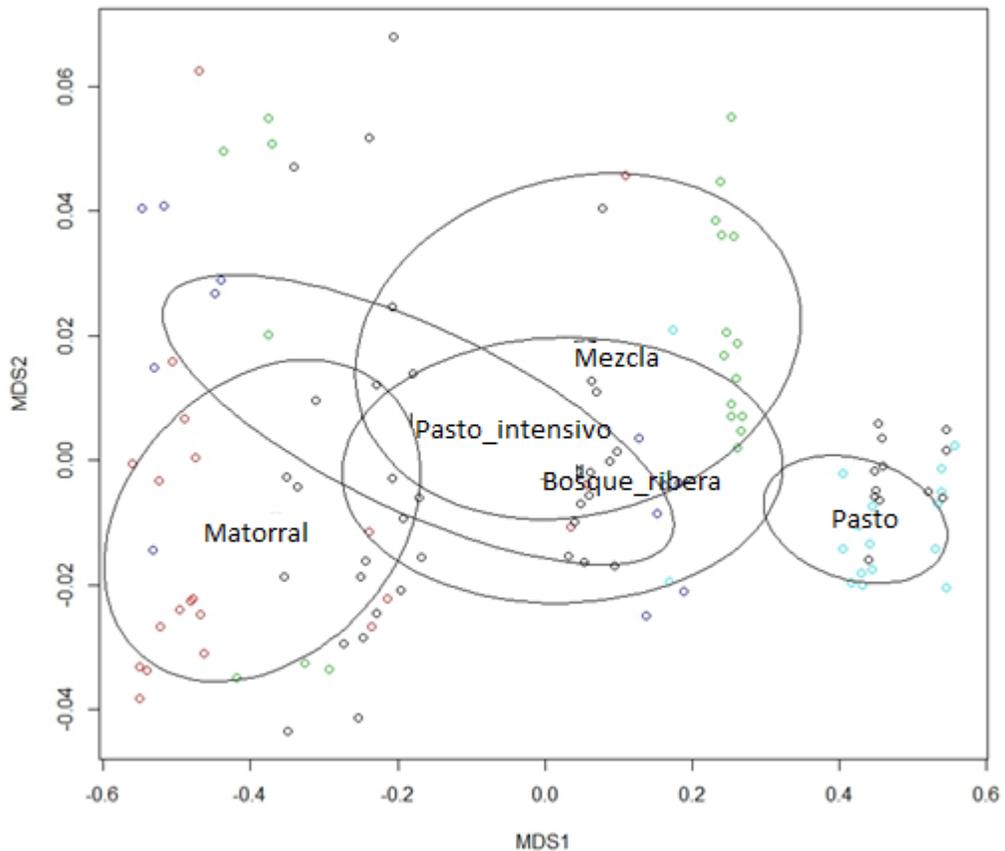


Figura 13. NMDS de la composición de ectoparásitos por uso de suelo en la microcuenca del Tomebamba.

En la Figura 14 se ve que hay una significativa similaridad en la composición de poblaciones de ectoparásitos en mezcla, vegetación de ribera y pasto intensivo. En cuanto a matorral y pasto tienen una composición de especies diferente.

2.2.8 Análisis de varianzas ANOVA de un factor

Se realizó el test ANOVA de un factor para ver si el uso de suelo afecta en la riqueza y abundancia de ectoparásitos en el hospedero más común *Microrhizomys altissimus*. Los resultados son los siguientes para riqueza y abundancia de los ectoparásitos por cada individuo por cada uso de suelo.

Tabla 14. Para cada uso de suelo los estadísticos descriptivos: número de casos, media, desviación típica, error de la media y los límites del intervalo de confianza. Los usos de suelo fueron numerados y: 1=pasto intensivo; 2=matorral; 3=mezcla; 4=ribera; 5=pasto.

Descriptivos									
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo	
					Límite inferior	Límite superior			
RIQUEZA	1	5	3.00	1.000	.447	1.76	4.24	2	4
	2	5	1.80	1.095	.490	.44	3.16	1	3
	3	12	3.17	1.337	.386	2.32	4.02	2	6
	4	27	2.56	1.476	.284	1.97	3.14	1	6
	5	6	2.17	1.169	.477	.94	3.39	1	4
	Total	55	2.62	1.367	.184	2.25	2.99	1	6
ABUNDANCIA	1	5	39.00	18.788	8.402	15.67	62.33	22	66
	2	5	13.80	11.541	5.161	-.53	28.13	1	25
	3	12	35.33	23.910	6.902	20.14	50.53	5	71
	4	27	18.52	25.616	4.930	8.39	28.65	1	101
	5	6	13.50	7.740	3.160	5.38	21.62	4	24
	Total	55	23.07	23.651	3.189	16.68	29.47	1	101

En la Tabla 15 están los cálculos del ANOVA. Para la riqueza de ectoparásitos vemos que el valor de la significancia es 0.312 y por lo tanto los grupos no difieren significativamente. Para la abundancia, el valor de la significancia es de 0.077 y por lo

tanto no hay diferencia significativa entre los grupos para la abundancia de ectoparásitos por uso de suelo en el hospedero *Microrhizomys altissimus*.

Tabla 15. ANOVA para riqueza y abundancia de ectoparásitos del hospedero más común en la microcuenca del Tomebamba

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
RIQUEZA	Inter-grupos	9.015	4	2.254	1.225	.312
	Intra-grupos	91.967	50	1.839		
	Total	100.982	54			
ABUNDANCIA	Inter-grupos	4612.002	4	1153.000	2.253	.077
	Intra-grupos	25593.707	50	511.874		
	Total	30205.709	54			

CAPÍTULO III

DISCUCIONES

En ambas microcuencas predominan los ectoparásitos típicos del ganado y de la fauna doméstica. Algunos patrones se repiten en ambas microcuencas como la dominancia del orden Acari con las especies *Rhipicephalus microplus* y *Trixacarus diversus* tanto en Yanuncay como en Tomebamba y además, *Demodex brevis* en Tomebamba. Estos tres artrópodos no son nativos y además son cosmopolitas y transmisores de enfermedades (Czepita et al 2007, Figueredo et al 1999).

Los ectoparásitos de la familia Ixodidae que son superabundantes tienen ciclos de vida que les permiten desplazarse grandes áreas de terreno gracias a que sus hospederos tienen amplios rangos de movilidad. Por ejemplo, el parásito encontrado en los micromamíferos (*Rhipicephalus microplus*) de la familia Ixodidae, es el parásito más común que afecta al ganado y considerado el más importante a nivel mundial según el *Center for Food Security and Public Health* (CFSPH) de Estados Unidos. Entre las especies afectadas están el ganado bovino, caballos, cabras, perros, asnos, cerdos y algunos mamíferos silvestres. Pueden transmitir enfermedades causadas por parásitos protozoarios (baebiosis y anaplasmosis en el ganado). Estos parásitos se dispersan fácilmente entre hospederos y muestran facilidad de adaptación a distintos ambientes cerca de zonas ganaderas (Olaechea, 2005).

Luego, el género *Trixácarus* de la familia Sarcoptidae son ácaros de madriguera típicos de los ratones que producen sarna y puede ser transmisible al humano (Jofré et al 2009). Según el estudio de distribución de parásitos de la familia Sarcoptidae realizado por

Murray, 1877 se muestra que los parásitos del género *Trixacarus sp.*, son especies cosmopolitas y que son especialistas de roedores en Sur América, Europa, África y Madagascar (Bochov, 2001). De los parásitos del género *Demodex* de la familia Demodicidae también pueden causar enfermedades en los humanos y en la fauna al ser transmisor de bacterias y de provocar reacciones alérgicas e inmunológicas bajo la influencia de los ácaros y sus productos de desecho (Czepita et al 2007). En ciertos casos es normal encontrar estos parásitos, pero causan serios problemas en animales que estén con su sistema inmune débil (Mohammad et al 2012).

Las curvas de acumulación de especies para los usos de suelo de cada microcuenca no se estabilizaron, lo que indica que no se pudo capturar toda la biodiversidad de ectoparásitos del área de estudio. Existieron varias especies raras y se necesitará más tiempo de muestreo para que las especies raras, los *singletons* y *doubletons* logren estabilizarse (Sackmann 2006). Además, se encontraron varias especies raras y morfotipos nuevos de algunos géneros como *Plocopsylla* (un género de pulgas nativas) o los ácaros de los géneros *Amblyomma* y *Aponomma* (Familia Ixodidae) cuya taxonomía para algunos especímenes no está bien definida. Los autores Longino y Colwell (1997) sugieren que los inventarios de grupos muy diversos rara vez pueden ser completados y que solo pueden alcanzar un nivel bajo de aparición de nuevas especies en relación con el esfuerzo de muestreo. Para este estudio, las especies que pueden faltar por encontrar podrían ser aquellas localmente raras, o individuos que estén en alguna fase larvaria o que procedan de poblaciones de micro mamíferos externos a la unidad de territorio muestreada (Moreno & Halfter, 2000). Además, hay que puntualizar que el tamaño y composición de un inventario de especies en un sitio determinado varía con el tiempo por el hecho de que los organismos cambian sus rangos de distribución en función de los cambios del ambiente (Moreno y Halfter, 2000). Si bien, el esfuerzo de muestreo es satisfactorio para inventariar los ectoparásitos presentes en ambas microcuencas y en los usos de suelo con ocho meses de muestreo, según el estudio realizado por Sackmann, 2006 se necesitaron tres años para lograr que la aparición de especies raras (*singletons*, *doubletons* y *uniques*) logre estabilizarse. Sin embargo, estos

muestreos han demostrado que de los cuatro órdenes de ectoparásitos registrados, el orden Acari domina en las microcuencas del Tomebamba y Yanuncay. Este hecho se vuelve muy importante puesto que los ácaros de la familia Ixodidae transmiten enfermedades y no se registró un organismo controlador que los deprede. Por lo tanto, se deben prolongar estos estudios en diferentes tiempos con el fin de ver cómo fluctúan las poblaciones de ectoparásitos, su interacción con los huéspedes y especificidad con el uso de suelo.

En este estudio, el primer análisis NMDS se utilizó para identificar al hospedero como factor relevante para la estructura de las comunidades de ectoparásitos. Los datos obtenidos mostraron que los ectoparásitos no están influenciados por la especificidad de los hospederos en Tomebamba pero si tienen influencia significativa en Yanuncay. Esto podrá deberse a que los hospederos de la microcuenca del Tomebamba están infestados principalmente por tres especies del orden Acari que son cosmopolitas y ocuparían todos los usos de suelo como *R. microplus*, *T. diversus* y *D. brevis*. Un segundo análisis NMDS apoyó la hipótesis que el uso de suelo es un factor clave para la estructura de las comunidades de ectoparásitos, tanto en las microcuencas de Yanuncay y Tomebamba. Los datos muestran que los ectoparásitos si estuvieron influenciados por el uso de suelo. Con respecto a las asociaciones entre ectoparásito-hospedero-uso de suelo, estudios realizados encuentran que con frecuencia tiene más relevancia la especificidad del hábitat que el hospedero (Klompen et al 1996, Paramasvaran et al 2009); sobre todo, si los ratones tienen características ecológicas similares, mientras que se ve una diferencia significativa en cuanto al uso de suelo, debido al hecho de que si los ratones comparten microhábitats similares, entonces tienen mayor probabilidad de compartir las mismas especies de ectoparásitos (Nava et al 2003). Estudios previos realizados en Punta Lara, provincia de Buenos Aires Argentina, concuerdan con estos resultados (Lareschi, 2006).

Se encontraron otros parásitos nativos, como pulgas del género *Plocopsylla* (familia *Stephanocircidae*) y coleópteros simbioses (género *Amblyopinus*) de los hospederos,

cuya abundancia fue muy baja y que estudios anteriores han demostrado que son específicos de los roedores (Ashe et al 2005). Mientras, otros ectoparásitos encontrados como los del género *Amblyomma* y *Aponomma*, tienen varios hospederos específicos dependiendo de la especie (Mendoza y Chávez, 2004); y además, el hospedero de estos ixódidos cambia según su estadio, pues tienden a parasitar micro mamíferos en sus estadios más tempranos. Este hecho ha sido también reportado en un estudio similar en el estado de Oklahoma Estados Unidos, donde los individuos adultos parasitaban mamíferos más grandes entre ellos ganado, coyotes, venados, etc., mientras que las ninfas se hallaban parasitando roedores en los campos de algodón (Barker et al 2004).

Estos datos indican que los ectoparásitos encontrados en este estudio son típicos de los roedores a pesar que no tienen preferencia por una especie específica de hospedero como se mostró en el NMDS. Se deben profundizar estos estudios para obtener información de que estas comunidades de ectoparásitos nativos y simbioses están siendo desplazadas por los ectoparásitos cosmopolitas como los mencionados *Rhipicephalus microplus*, *Trixacarus diversus* y *Demodex brevis* que además, no difieren de hospedero y son importantes vectores de enfermedades (Levin 2015, Jofré et al 2009). Además, será necesario realizar más estudios al respecto para elaborar una teoría más amplia y comprobar cómo los ácaros superabundantes de las familias Ixodidae, Sarcóptidae y Demodicidae están afectando las poblaciones de ectoparásitos y fauna nativos.

Se encontró una mayor diversidad y abundancia de pulgas en los usos de suelo de mezcla, matorral y vegetación de ribera puesto que son hábitats más favorables para los ratones en cuanto a recursos y a sitios donde hacer sus madrigueras (Bogni y Benedetti, 2004). Las diferencias observadas en la estructura de la vegetación entre los usos de suelo podrían ser factores que determinan la alta variación en la abundancia y riqueza de ectoparásitos registradas. Por su parte, los pastos no poseen una estructura compleja en comparación con los hábitats boscosos como matorral, ribera y mezcla, pues éstos contienen mayor cantidad de micro hábitats y de materia orgánica disponible. Por lo

tanto, se muestra una mayor riqueza y abundancia de ectoparásitos lo que conlleva que los ectoparásitos se asocian positivamente con la complejidad del hábitat (Gardner et al 1995, Humprey et al 1999, Hansen 2000). En cuanto a los pastos hay pocos individuos de ratones tanto como de ectoparásitos. Esto puede implicar que los ratones podían estar en los pastizales solo de paso para ir del bosque montano a las riberas, puesto que no hay muchos recursos ahí para ellos y además existe la perturbación del ganado. Sin embargo, este paso es suficiente para que se contaminen de los ectoparásitos del ganado y contagien al resto de la comunidad. Además, al estar en claros, los ratones son más propensos a los predadores como aves rapaces y tampoco hay árboles para hospederos semiarbóreos como *Thomasomys*.

Es de suma importancia continuar con estos estudios de los insectos y artrópodos parásitos para esta región del Ecuador. Al ser éstos los primeros registros, la información generada implica cómo las actividades antrópicas y la presencia del ganado están afectando los ecosistemas al indicar los patrones de infestación de ectoparásitos en los ratones silvestres, particularmente de aquellos ectoparásitos que son vectores de enfermedades zoonóticas. Esta información ayudará a determinar qué especies y hábitats pueden ser sospechosos en términos de estar envueltos en la transmisión de enfermedades que puedan afectar al ser humano y a la fauna. También, se pueden utilizar los ectoparásitos de una comunidad silvestre como la estudiada en la presente investigación como indicadores de hábitat. El Cajas es una zona de alta vulnerabilidad y sus ecosistemas deben ser monitoreados puesto que es un sitio afectado por actividades ganaderas entre otras. Estos parásitos del ganado, al ser tan abundantes, se debe verificar si están causando un daño al ecosistema y las poblaciones de fauna silvestre debido a que los ratones son especies que interactúan con los sistemas agrícolas a pesar de que su hábitat se encuentre en áreas naturales. Por lo tanto, esto ha permitido que los ratones se contaminen de ectoparásitos de la fauna doméstica como en el caso *Rhipicephalus microplus*, *Demodex brevis*, *Leptosylla segnis*, *Trixacours diversus* entre otros, los cuales han llegado a dispersarse en todos los hospederos y en todos los usos de suelo de ambas microcuencas, siendo capaces de mantener sus poblaciones por encima de los

otros órdenes y géneros de ectoparásitos. Según lo expuesto, estas especies introducidas no difieren de hospedero y son características del ganado y animales domésticos. Por lo tanto, la fauna silvestre está siendo infestada masivamente, y puede representar una amenaza para otras especies silvestres más sensibles, puesto que los ratones tienen amplios rangos de movilidad y además son una parte esencial en las cadenas tróficas al ser presa de muchos animales (Lareschi 2004). Por lo tanto, al ser *Akodon mollis* el hospedero más común en la microcuenca del Yanuncay y *Microrhizomys altissimus* en la microcuenca del Tomebamba, y que su área de dispersión cubre todos los usos de suelo, es necesario profundizar en el estudio para saber si los hospederos más comunes contribuyen a la dispersión de ectoparásitos superabundantes hacia las otras comunidades de animales silvestres y ver si eventualmente, son vectores de enfermedades provocadas por los ectoparásitos que pongan en riesgo a las personas y los ecosistemas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- En la microcuenca del Yanuncay los suelos de matorral y mezcla tuvieron mayor abundancia de ectoparásitos y el orden Acari domina con las familias Ixodidae (*R. microplus*) y Sarcóptidae (*T. diversus*). En la microcuenca del Tomebamba la mayoría de ectoparásitos se encontraron en los usos de suelo de bosque de ribera, matorral y mezcla, y de igual manera dominó el orden Acari con las familias Ixodidae (*R. microplus*), Demodicidae (*D. brevis*) y Sarcóptidae (*T. diversus*). Estos ectoparásitos infestaron de forma masiva a los hospederos más comunes *Akodon mollis* en Yanuncay y *Microrhizomys altissimus* en Tomebamba.
- La riqueza y abundancia de hospederos influyó en las comunidades de ectoparásitos. En la microcuenca del Tomebamba se tuvo mayor riqueza y abundancia de ectoparásitos debido a que hubo mayor abundancia de ratones capturados.
- Los factores que estructuran las comunidades de ectoparásitos en la microcuenca del Yanuncay se debieron a los hospederos y al uso de suelo. En la microcuenca del Tomebamba, las comunidades de ectoparásitos se vieron influenciadas solo por el uso de suelo y no por los hospederos debido a que tuvo un mayor impacto por ectoparásitos cosmopolitas que no diferencian entre los hospederos.
- Los datos muestran que en general las poblaciones de ectoparásitos nativos se ven desplazados por los ectoparásitos cosmopolitas, en especial por *R. microplus* y *Trixacarus diversus*. Estos ectoparásitos superabundantes podrían estar desplazando a ectoparásitos nativos como pulgas del género *Plocopsylla* o

coleópteros del género *Amblyopinus* que actúan como simbioses de los ratones al alimentarse de otros insectos y artrópodos. El género *Amblyopinus* (familia Staphilynidae) es de especial interés puesto que podrían ser estudiados y utilizados como indicadores de la calidad del ecosistema.

- Las curvas de acumulación de especies no se estabilizaron en cada uno de los usos de suelo de cada microcuenca clasificados como pasto sin tratamiento, pasto intensivo, mezcla o ecotono, vegetación de ribera y matorral. A pesar de ello, los datos de completitud de muestreo indican que el esfuerzo de muestreo fue bueno excepto en matorral y pasto intensivo de la microcuenca del Yanuncay. Los inventarios deben continuar en el tiempo para encontrar especies raras que falten y aquellas otras que se las denominó como *singletones* (encontradas una sola vez), *doubletones* (vistas dos veces) e individuos que no se los pudo identificar hasta especie debido a la carencia de claves de identificación taxonómicas para el Ecuador. A pesar de ello, se pudo obtener una muestra representativa de insectos y artrópodos parásitos que están interactuando con los micromamíferos silvestres en ambas microcuencas.
- Al analizar al hospedero más común para Tomebamba (*Microrhizomys altissimus*) y para Yanuncay (*Akodon mollis*) se vio que la riqueza y abundancia de ratones tuvo influencia en la abundancia de ectoparásitos. Este hecho debe ser estudiado a más profundidad para ver en qué grado la comunidad del hospedero más común puede ser el responsable de infestar de ectoparásitos al resto de comunidades de micromamíferos.
- Se debe seguir investigando la dinámica de las poblaciones de ectoparásitos y sus asociaciones, a la vez que su relación con los hospederos que parasitan y ecosistemas que habitan. En Ecuador no existen estudios al respecto por lo que es de gran importancia hacer estudios taxonómicos con el fin de identificar las

especies nativas o endémicas en caso de haberlas. A su vez, se debe determinar si estos ectoparásitos están afectando las actividades económicas de los ganaderos y a la vida silvestre de esta zona del Ecuador.

Recomendaciones:

- Debido a la importancia de esta temática, es necesario invertir más recursos para continuar con esta investigación. Cada uno de los grupos de insectos y artrópodos parásitos encontrados infestando los micromamíferos de El Cajas fueron muy diversos y hay muy poca información sobre su ecología. En el caso de las garrapatas, que son parásitos cuya mordedura daña la carne y piel del ganado vacuno, afecta a la calidad de la leche, por lo que se deben tomar medidas para controlar las poblaciones del ácaro *Rhipicephalus microplus* para estas zonas de Yanuncay y Tomebamba donde los ganaderos son productores de leche.
- En cuanto a la logística de campo utilizada para este estudio, se recomienda la presencia del al menos tres investigadores para realizar las distintas tareas como colocación de las trampas Sherman para los micromamíferos y de los cebos tanto como para la revisión de las trampas y la colecta de los ectoparásitos.
- En cuanto a la logística de laboratorio se recomienda la adquisición de microscopios más potentes con el fin de poder ver caracteres diagnósticos sumamente pequeños de los ectoparásitos que sirven para su identificación taxonómica.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, R., & Morrone, J. (2003). Clave ilustrada para la identificación de los taxones supraespecíficos de Siphonáptera de México. *Acta Zoologica Mexicana* 89:39-53.
- ALARCÓN, M. (2003). Sifonapterofauna de tres especies de roedores de Concepción, VIII Región Chile. *Gayana* 67(1): 16-24.
- ALCARAZ, F. (2013). Clasificación y ordenación con R. *Geobotánica*. 1:11-15
- ASHE, J., & Timm, R. (1995). Systematics, distribution, and host specificity of *Amblyopinus Solsky* 1875 (Coleoptera Staphylinidae) in Mexico and Central America. *Tropical Zoology*, 8: 373-399.
- BARKER, R. W., A. Kocan, S. A., Ewing, R. P., & Wettemann, M. E. (2004). Occurrence of the Gulf Coast tick (Acari: Ixodidae) on wild and domestic mammals in north-central Oklahoma. *Journal of Medical Entomology*, 41:170–178.
- BARRERA, A. (1972). Anales del 1 er congreso latinoamericano de entomología. *Rev. Per. Entom.* 15(1): 78-83.
- BENNET, C., & Fox, J. (1984). Laboratory Animal Medicine. *American College of Laboratory Animal Medicine Series*. Boston, Massachusets.
- BOCHKOV, A. (2010). A review of mammal-associated Psoroptidia (Acariformes: Astigmata). *Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences* 18: 99–260.
- Bogni, L., Benedetti, R. (2004). Roedores: Medidas de prevención y control. Carpeta técnica INTA.
- BOUZA, C., & Covarrubias, D. (2005). Estimación del Índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreo. *Revista Investigación Operacional* 2: 7-9
- BRUCH, C. (1942). Breves notas sobre ectoparásitos de roedores (Coleoptera-Staphylinidae). *Revista Chilena de Historia Natural*. 7(57): 129–140.
- BUMHAM, K. P., y D. R. Anderson. (2001). Kullback-Leibler information as a basis for strong inference in ecological studies. *Wildlife Research* 28:111-119.

- CALZADILLA, J. d., Guerra, W., & Torres, V. (2002). El uso y abuso de transformaciones matemáticas. Aplicaciones en modelos de análisis de varianza. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36(2): 103-106.
- CARMONA-Galindo, V., & Carmona, T. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*. 14: 20-28
- CARRASCAL, J., Oviedo, T., Monsalve, S., & Torres, A. (2009). Amblyomma dissimile (Acari: Ixodidae) Parásito de Boa constrictor en Colombia. *Rev.MVZ Córdoba*, 14(2):1745-1749.
- CASTRO, D., & Gonzalez, A. (1999). Una Nueva Especie de Hoplopleura (Hoplopleuridae: Anoplura) Parásita de Roedores Cricetidos. *An. Soc. Entomol. Brasil* 28(4): 647-655.
- CAVA, M., Corronca, J., & Echeverría, A. (2013). Diversidad alfa y beta de los artrópodos en diferentes ambientes del Parque Nacional Los Cardones, Salta (Argentina). *Instituto para el Estudio de la Biodiversidad de Invertebrados-FCN-U.N.Sa*. Argentina.
- CHRISTOS, C., & Psaroulaki, A. (2010). Rickettsia typhi and Rickettsia felis in Xenopsylla cheopis and Leptopsylla segnis Parasitizing Rats in Cyprus. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene* 83(6): 1301–1304.
- CLAY, T. (1969). A key to genera of the Menoponidae (Amblycera: Mallophaga: Insecta). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*. 24: 3-26
- COLEMAN, B. (1981). On random placement and species-area relations. *Math. Biosci* , 54: 191-215.
- COLOMBETTI, P., Autino, A., Clapps, G., Carma, M., & Lareschi, M. (2008). Primera cita de Cleopsylla townsendi (Siphonaptera:Stephanocircidae: Craneopsyllinae) en la Argentina. *Rev. Soc. Entomol* , 67 (1-2): 179-182.
- CORNEJO, C., Pérez, T., & Gugliemone, A. (2006). First records of the ticks Amblyomma calcaratum and A. pacae (Acari: Ixodidae) parasitizing mammals of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* , 1: 123-127.
- COX, M., & Cox, T. (1992). Interpretation of stress in Non metric Multidimensional Scaling. *Statistica Applicata*. 4:412-426

- CROSSKEY, R., & Lane, R. (1993). *Medical Insects and Arachnids*. London: Chapman y Hall. London.
- DOMINGUEZ, G. (2003). Ectoparásitos de los mamíferos silvestres del norte de Burgos (España). *Galemys*. 3 (1): 79-88
- DURDEN, L. (1990). The genus *Hoplopleura* (Anoplura:Hoplopleuridae) from murid rodents in Sulawesi, with descriptions of three new species and note host relationships. *J. Med. Entomol* , 27(3): 269-281.
- EMMERSON, K., & Price, R. (1975). Mallophaga of Venezuela. *Biological Series Volume XX*. 20(3): 1-26.
- FIGUEREIDO, Luiz, Soraya Jabur Badra y Luiz Pereira. (1999). Report on ticks collected in the Southeast and Mid-West regions of Brazil: analyzing the potential transmission of tick-borne pathogens to man. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina* 32(6): 613-619.
- FURMMAN, D. (1972). Laelapid Mites (Laelapidae: Laelapinae) of Venezuela. *Biological Series*. 18(3):1-58
- GARDNER, S. M., Cabido, M. R., Valladares, G. R., & Diaz, S. (1995). The influence of habitat structure on arthropod diversity in Argentine semi-arid Chaco forest. *Journal of Vegetation Science* , 6(3):349-356.
- GIRALDO, C., Reyes, L., & Molina, C. (2011). Manejo integrado de artrópodos y parásitos en Sistemas silvopastoriles intensivos. *Manual 2, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC.Bogotá, Colombia*.
- GONZÁLEZ-Acuña, D., Valenzuela, G., Moreno, L., Ardiles, K., & Guglielmone, A. (2006). Nuevos hospedadores para las garrapatas *Amblyomma tigrinum* y *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) en Chile. *Arch. Med. Vet.* 38(3):1-3
- GOTELLI, N., & Colwell, K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol.Lett.*, 4 : 379-391.
- GRAY, J. S. (2002). Species richness of marine soft sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser* , 244: 285-297.

- GUAL-DÍAZ, M., & Rendón-Correa, A. (2014). *Bosques mesófilos de montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Diversidad. Mexico.
- GUERRERO, F., & Ramírez, M. (?). El análisis de Escalamiento Multidimensional: Una alternativa y un complemento a otras técnicas multivariantes. *Departamento de Economía y Empresa Universidad Pablo de Olavide. España* .
- GUGLIELMONE, A., & Nava, A. (2006). Las garrapatas argentinas del género *Amblyomma* (Acari: Ixodidae): Distribución y hospedadores. *35:133-153*.
- GULLAN, P., & Cranston, P. (2010). *The Insects. An Outline on Entomology*. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell.
- GUZMÁN, C., Perez, T., Nava, S., & Guglielmone, A. (2006). First records of the ticks *Amblyomma calcaratum* and *A. pacae* (Acari: Ixodidae) parasitizing mammals of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* , 77:123-127.
- HAMITYL, M., & Ortiz, F. (2004). Ectoparásitos (Insecta y Arachnida) sobre animales domésticos de la Quebrada de Humahuaca y Puna (Jujuy, Argentina). *Idesia, Volumen 22 : 55-56*.
- HAMMER, O., Harper, D., & Ryan, P. (2005). PAST - PAleontological STatistics, ver. 1.34. *Natural History Museum University of Oslo*. Noruega.
- HANSEN, R. A. (2000). Effects of habitat complexity and composition on a diverse litter microarthropod assemblage. *Ecology* , 81: 1120-1132.
- HERMAN, L. (2001). Catalog of the Staphyllinidae (Insecta: Coleoptera). 1758 to the end of the second millenium. *Bulletin of the American Museum of Natural History*.
- HOLLAND, S. (2008). Non metric multidimensional scaling (MDS). *Department of Geology, University of Georgia, Athens, GA 30602-2501* .
- HORAK, I., Camicas, J., & Keirans, J. (2003). The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida): A world of tick valid names. *Experimental and Applied Acarology* , 28: 27-54.
- HORTAL, J., & Valverde, A. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* ,8: 151-161.

- HOWARD, F., & Thomas, M. (1999). Rove Beetles of Florida, Staphylinidae (Insecta: Coleoptera: Staphylinidae). *Entomology Circular*. University of Florida, USA.
- HUGHES, T. (1959). *Mites or the Acari*. London: The A Thlone Press.
- HUMPREY, J. W., Hawes, C., Pearce, A. J., Ferris-Khan, R., & Jukes, M. R. (1999). Relationships between insect diversity and habitat complexity in plantation forests. *Forest Ecology and Management* , 113: 11-21.
- JOFRÉ, Leonor.(2009). Animal mites transmissible to humans and associated zoonosis. *Revista chilena de Infectología*. 26(3): 248-257.
- JOHNSON, P. (1972). Sucking lice of venezuelan rodents, with remarks on related species (Anoplura). *Biological Series Volume XVIII* .
- JONES, E., & Carleton, C. (1972). The ticks of Venezuela (Acarina: Ixodoidea) with a key to species of *Amblyomma* in the western hemisphere. *Biological Series, Volume XVIII*.
- KEIRANS, J., & Durden, L. (1998). Illustrated Key to Nymphs of the Tick Genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) Found in the United States. *J. Med. Entomol* , 35(4): 489-495.
- KEIRANS, J., & Litwak, T. (1989). Pictorial Key to the Adults of Hard Ticks, Family Ixodidae (Ixodida: Ixodoidea), East of the Mississippi River. *J. Med. Entomol*. 26(5) , 435-448.
- KELLOG, V. (1896). Mallophaga. Stanford University.
- KLOMPEN, J. (1992). Phylogenetic Relationships in the Mite Family Sarcoptidae (Acari: Astigmata). *Museum of Zoology The University of Michigan* .
- KLOMPEN, J., Black, W., Keirans, J., & Oliver, J. (1996). Evolution of Ticks. *Annual Review of Entomology*. 41(1): 141-161
- KNEE, W., & Proctor, H. (2006). Keys to the Families and Genera of Blood and Tissue Feeding Mites Associated with Albertan Birds. *Canadian Journal of Arthropod Identification No.2* .
- KRASNOV, B., Shenbrot, G., Khokhlova, I., & Degen, A. (2004). Relationship between host diversity and Parasite diversity: flea assemblage on small mammals. *Journal of Biogeography* ,336(1576): 1857-1866.

- KRASNOV, B., Stanko, M., Khokhlova, I., Shenbrot, G., Morand, S., & Vinarsky, M. (2010). Nestedness and β -diversity in ectoparasite assemblages of small mammalian hosts: effects of parasite affinity, host biology and scale. *Oikos* 120: 630–639.
- 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. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 63(3-4): 39-44.
- LEVIN, M. (2015). The Merck Manual Veterinary Edition. Merck Sharp y Dohme Corp. New Jersey.
- LOBO, J. (2008). Database records as a surrogate for sampling effort provide higher species richness estimations. *Biodiversity and Conservation*. 17(4): 873-881.
- LONGINO, J. T., & Colwell, R. (1997). Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a lowland tropical rainforest. *Ecological Applications*, 7:1263–1277.
- LÓPEZ, F., Díaz, M., Barquez, R., & Lareschi, M. (2013). Pulgas (Siphonaptera) parásitas de roedores (Rodentia:Cricetidae) de la provincia de Salta, Argentina: nuevos registros (Levin, 2015) de distribución. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 72 (3-4): 141-146.
- MACHADO, A., & Barrera, A. (?). *SOBRE Megamblyopinus, Amblyopinus Y Amblyopinodes (COL., STAPH.)*. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.
- MADDER, M., Horak, I., & Stoltz, H. (?). Ticks: Tick identification.
- MARTÍNEZ, F. A., Ledesma, S., & Maza, Y. (2004). Presencia del genero *Amblyomma* en mamíferos y reptiles silvestres. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*.
- McCUNE, R., & Grace, J. (2002). Analysis of Ecological Communities. Oregon: 132-178.
- MENDOZA, Leonardo y Chávez John. (2004). Ampliación geográfica de siete especies de *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) y primer reporte de *A. oblongoguttatum* Koch, 1844 para Perú. *Rev. Per. Ent.* 44: 69-72.

- MOHAMMAD, R., & Rabeeh, T. (2012). Prevalence of Demodex Mites (Acari: Demodicidae) Parasitizing Human in Babol, North of Iran. *Academic Journal of Entomology* , 5 (1): 62-64.
- MORNEO, C., & Halfter, G. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *J. Appl. Ecol* , 37: 149-158.
- NAVA, Santiago, Marcela Marcela Lareschi y Voglino Damián.(2003). Interrelationship between Ectoparasites and Wild Rodents from Northeastern Buenos Aires Province, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 98(1): 45-49.
- OKSANEN, J. (2013). Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: vegan tutorial. *R Studio Tutorial*.
- OKSANEN, J; Blanchet, G; Kindt, R; Legendre, P; Minchin, P; O'Hara, G; Solymos, P; Wagner, H. (2015). Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.2-1. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- OLAECHEA, F. (2005). Seminario de Actualización en Ovinos. Bariloche, Argentina.
- OLGER, O., & Sánchez, C. (1996). Variabilidad morfológica en tres cepas de *Sarcoptes scabiei* (Acaridida:Sarcoptidae) de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop* , 44(2): 679-682.
- PARASMAVARAN, S. (2009). Ectoparasite fauna of rodents and shrews from four habitats in Kuala Lumpur and the states of Selangor and Negeri Sembilan, Malaysia and its public health significance. *Tropical Biomedicine* : 26(3): 303-311.
- PRATT, H. (?). Fleas: Pictorial key to some common species in the United States. 167-174.
- PRAU, H., & Stojanovich, C. (s.f.). Acarina: Illustrated key to some common adult female mites and adult ticks.
- PRICE, R., & Emerson, P. (1986). New species of *Cummingsia ferris* (Mallophaga: Trimenoponidae) from Peru and Venezuela. *Proc.Biol.Soc.Wash* , 99(1): 748-752.
- SACKMAN, P. (2006). Efectos de la variación temporal y los métodos de captura en la eficiencia de un muestreo de coleópteros en la Reserva Natural Loma del Medio, El Bolsón, Río Negro. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* , 65 (3-4): 35-50.

- SAMUEL, W., Pybus, M., & Kocan, A. (2001). *Parasitic diseases of wild mammals*. Iowa: Iowa State University Press.
- SÁNCHEZ, J. (2008). Introducción al estudio de los ectoparásitos (Acari y Siphonáptera) de los roedores sigmodóntinos de la Patagonia Austral (Santa Cruz y Tierra del Fuego). *Mastozoología Neotropical*, vol. 15 , 143-144.
- SÁNCHEZ, J. (2012). Sifonápteros parásitos de los roedores Sigmonóntidos de la Patagonia Norte de la Argentina: Estudios Sistemáticos y Ecológicos. La Plata, Argentina.
- SCHRAMM, B. (1987). A taxonomic revision of the genus *Plocopsylla* Jordan, 1931 (Siphonaptera: Stephanocircidae). *Retrospective Theses and Dissertations* .
- SMITH, V., Light, J., & Durden, L. (2008). Rodent louse diversity, phylogeny, and cospeciation in the Manu Biosphere Reserve, Peru. *Biological Journal of the Linnean Society* , 95(3): 598–610.
- STAPH, C. (?). Un nuevo coleópero parásito de roedores: *Amblyopinus bolivari* sp.nov. *Ciencia, Revista hispano-americana de ciencias puras y aplicadas* , 126-130.
- STEFKA, J., & Hyspa, V. (2008). Host specificity and genealogy of the louse *Polyplax serrata* on field mice, *Apodemus* species: A case of parasite duplication or colonisation? *International Journal for Parasitology* , 38(6): 731–741.
- STEHR, F. (1987). *Immature insects*. Illinois: Kendall/Hunt Publishing Company.
- STOJANOVICH, P., & Pratt, H. (1965). Key to Anoplura of North America. U.S. Department of Health, Education and Welfare .
- The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida): A world of valid tick names. (2002). *Experimental and Applied Acarology* , 28: 27-54.
- TRIPLEHORN, C., & Johnson, N. (2005). *Study of Insects*. Belmont, USA.
- VÁZQUEZ, C., Muro, J., & Clavijo, J. (2011). Garrapatas del género *Ixodes* Latreille, 1795 y *Rhipicephalus* (Boophilus) Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) presentes en la colección de Zoología Agrícola, Decanato de Agronomía, UCLA, Lara, Venezuela. *Entomotropica*. 26(2): 89-97.
- VINARSKY, M., Korallo, N., Krasnov, B., Shenbrot, G., & Poulin, R. (2007). Decay of similarity of gamasid mite assemblages parasitic on Palaearctic small mammals:

geographic distance host-species composition or environment. *Journal of Biogeography* , 34:1691–1700.

VOLTZIT, O. (2007). A review of Neotropical *Amblyomma* species(Acari:Ixodidae) . *Acarina* , 15(1): 3-134.

WALTHER, B., & Monrad, S. (1997). Comparative performance of species richness estimation methods. *Department of Zoology, Oxford University, Oxford OX1 3PS, UK* .

WHITTAKER, J. (1982). Ectoparasites of mammals of Indiana. *The Indiana Academy of Science*. Indiana.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de claves de identificación taxonómica utilizadas en la fase de laboratorio.

Autor	Clave taxonómica	Año
PraU, H., & Stojanovich, C.	Acarina: Illustrated key to some common adult female mites and adult ticks.	?
Keirans, J., & Litwak, T.	Pictorial Key to the Adults of Hard Ticks, Family Ixodidae (Ixodida: Ixodoidea), East of the Mississippi River.	1989
Keirans, J., & Durden, L.	Illustrated Key to Nymphs of the Tick Genus Amblyomma (Acari: Ixodidae) Found in the United States.	1998
Jones, E., & Carleton	The ticks of Venezuela (Acarina: Ixodoidea) with a key to the species of Amblyomma in the western hemisphere.	1972
Furman, D	Mites (Laelapidae:	1972

	Laelapinae) of Venezuela.	
Emmerson, K y Price, R	Mallophaga of Venezuela.	1975
Clay, T	key to genera of the Menoponidae (Amblycera: Mallophaga: Insecta).	1969
Schramm, B.	A taxonomic revision of the genus Plocopsylla Jordan, 1931 (Siphonaptera: Stephanocircidae).	1987
Stojanovich, P., & Pratt, H.	Key to Anoplura of North America. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida): A world of valid tick names.	1987

Anexo 2. Registro fotográfico del trabajo de campo



Figura 1. Zona ganadera dentro del programa Acuerdo Mutuo por el Agua (AMA).



Figura 2. Trampa Sherman abierta y numerada colocada en matorral



Figura 3. Identificación del hospedero y colecta de los ectoparásitos



Figura 4. Zona de recuperación de la vegetación riparia



Figura 5. Ejemplar de *Akodon mollis* capturado en zona de amortiguamiento o mezcla.



Figura 6. Colocación de las grillas en pastos



Figura 7. Individuo de *Akodon mollis* capturado en matorral



Figura 8. Procesamiento de los hospederos.

Anexo 3. Muestras de ectoparásitos en la fase de identificación en laboratorio.



Figura 9. Ácaros de la familia Ixodidae (*R. microplus*) y Demodicidae (*D. brevis*)



Figura 10. Coleóptero de la familia Staphilinidae o simbioses de los hospederos

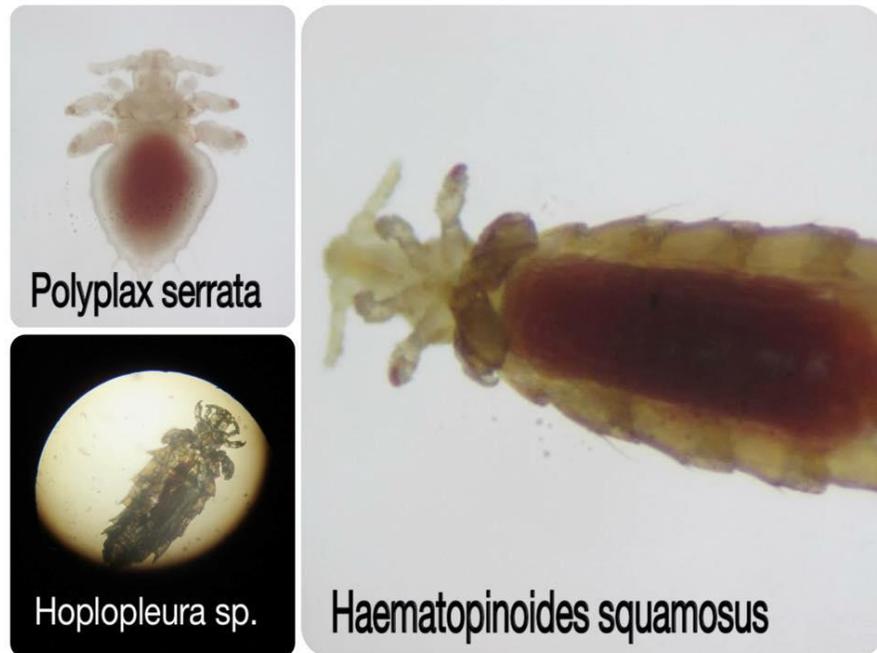


Figura 11. Especímenes de la familia Hoplopleuridae



Figura 12. Pulgas de la familia Stephanocircidae nativas de la región andina.