

Caracteres Morfológicos en el establecimiento de relaciones filogenéticas entre Piojos Chupadores (Anoplura: Enderleinellidae) en Panamá

Mónica Contreras¹, Dora Quirós² y Daniel Emmen³

¹Universidad de Panamá, Departamento de Zoología, Área de vertebrados, E-mail: monicanuzhat@gmail.com; ²Departamento de Zoología, Área de Invertebrados, E-mail: dquros@gmail.com; ³Área de Ecología y Biología de la Conservación, E-mail: emmen.daniel@gmail.com

Resumen

Nosotros examinamos los caracteres morfológicos del estado adulto de 15 especies de piojos chupadores (Phthiraptera: Anoplura) reportadas para Panamá, detectando algunas apomorfías, posición del haustellum, borde de la placa torácica esternal, presencia de placa ventral sobre segundo el segmento abdominal, morfología del paramere y endomere en genitalia del macho, con alto potencial informativo para reconstruir la relación filogenética de tres especies del taxón *Enderleinellus*; piojos ectoparásitos permanentes encontrados solamente sobre roedores de la familia Sciuridae (ardillas). El análisis filogenético apoyado en estos caracteres morfológicos resuelve muy bien la relación monofiletica del clado ((*E. deppei*, *E. microsciuri*) *E. hondurensis*). Señalando el mismo que *E. deppei* es el grupo hermano de *E. microsciuri* en todos los arboles generados.

Palabras Claves: Filogenia, apomorfia, taxón, ectoparásitos.

Abstract

We examined the external morphological features of 15 species of sucking lice (Phthiraptera: Anoplura) from Panama, detecting some apomorphies, the position of the haustellum, edge sternum chest plate, presence of ventral plate on the second abdominal segment, morphology of the paramere and endomere in genitalia of the male, with high potential information to reconstruct phylogenetic of three species of the taxon *Enderleinellus* relationship; lice permanent ectoparasites found only on rodent of the family Sciuridae (squirrels). Supported in these morphological phylogenetic analysis solves very well the monophyletic clade relationship ((*E. deppei*, *E. microsciuri*) *e. hondurensis*). Pointing out the same as *e. deppei* is the brother of *E. microsciuri* in all group generated trees.

Key word: Phylogeny, apomorphies, taxon, ectoparasites.

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

Introducción

Para comprender el origen y evolución del parasitismo y la especialización relativa de los piojos, es necesario inferir hipótesis filogenéticas fiables de los mismos. La posición filogenética de los piojos (Insecta: Phthiraptera) ha sido estimada sobre la base de caracteres morfológicos y moleculares, sugiriendo que el orden Phthiraptera está constituido por 4 subórdenes: Anoplura, Rhynchophthirina, Ischnocera y Amblycera (Lyal, 1985; Cruickshank *et al.*, 2001; Smith, 2001; Johnson y Whiting, 2002; Barker *et al.*, 2003; Yoshizawa y Johnson, 2006).

Contreras, (2010), infirió un cladograma para Anoplura, reconociendo tres líneas monofiléticas: Enderleinellidae, Hoplopleuridae y Polyplacidae. La familia Enderleinellidae está conformada por 5 géneros y 49 especies a nivel mundial y en Panamá, está representada por un género y tres especies: *Enderleinellus deppei* Kim, 1966; *Enderleinellus microsciuri* Werneck, 1947 y *Enderleinellus hondurensis*, Werneck 1948. Estos ectoparásitos tienen como únicos hospederos a *Sciurus granatensis* (ardilla roja), *Microsciurus alfari* (ardilla pigmea) y *Sciurus variegatoides* (ardilla gris), este alto grado de exclusividad, resulta interesante, ya que pueden decirnos algo sobre la biología, sistemática, ecología y evolución de ellos y sus hospederos.

Los piojos chupadores del taxón Enderleinellidae se caracterizan por ser piojos muy pequeños, con ángulo postantenal poco desarrollado, placa torácica esternal bien desarrollada, primero y segundo par de patas de igual tamaño, y coxas ampliamente separadas unas de las otras. Estos piojos usualmente tienen un par de placas ventrales sobre el segundo segmento abdominal; si las placas ventrales están ausentes, entonces pueden mostrar un par de procesos sobre antenas y cabeza; generalmente con cuatro o cinco paratergitos sobre segmento abdominal 2-4, 2-5 o 2-6; genitalia del macho con endomere presente o ausente (Kim, 1966, Kim *et al* 1986).

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

La relación monofilética del taxón *Enderleinellus* se desconoce, a pesar que las descripciones morfológicas los separan en dos grupos-especies, *grupo-longiceps* Kellogg y Ferris, 1915 y *grupo-nitzschi* Fahrenholz, 1916; basado principalmente en detalles del abdomen y estructura genital de ambos sexos.

Por lo que se hace necesario desarrollar investigaciones que revelen el significado de estas relaciones, ya que las mismas son buenas pruebas contemporáneas de la dinámica de la biodiversidad.

Metodología

La relación filogenética entre los piojos chupadores del género *Enderleinellus* se estableció sobre la base de caracteres morfológicos, ya que estos muestran un alto grado de especialización para adaptarse a vivir todo su ciclo de vida sobre sus hospederos. Además, los estudios realizados hasta el momento sobre filogenia de los piojos muestran un alto grado de concordancia entre las filogenias basadas en caracteres morfológicos y marcadores moleculares (Brooks *et al.*, 2001; Yozhizawa, 2002 y 2004; Johnson y Mockford, 2003).

Las especies de Anoplura que forman parte de este estudio representan el 10% de la biodiversidad de Anoplura reportada para Panamá (Durden y Musser, 1994). Estas especies fueron solicitadas en calidad de préstamo al Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá.

Los caracteres morfológicos seleccionados se polarizaron tomando como referencia a *Pediculus humanus* como grupo externo, pues este taxón es basal con respecto a las taxa analizadas (Barker *et al.*, 2003). Además Stojanovich (1945) considera que *Pediculus humanus* retiene mejor algunos elementos básicos de la cabeza de un insecto generalizado; como lo son la presencia de ojos, labrum, clypeus y segmento antenal.

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

Kim y Ludwig (1978b); indican que *Pediculus humanus* posee caracteres simpliomórficos con respecto a las taxa analizadas: son piojos grandes (>2.0mm), sin placa torácica, los tres pares de patas de tamaño similar, paraterguitos fusionados y con 6 o más espiráculos; genitalia del macho con tres partes principales: un apodema basal que es tan largo como ancho, un pseudopenis en posición media y dos parámetros en posición lateral, reducidos a una débil placa esclerotizada (Yoshizawa y Johnson, 2006).

Cuadro 1. Especies de piojos chupadores y sus hospederos examinados en este estudio

| Especies de Anoplura | Especies hospederos | Colección de Referencia |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Enderleinellus deppei</i> | <i>Sciurus granatensis</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |
| <i>Enderleinellus hondurensis</i> | <i>Sciurus variegatoides</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |
| <i>Enderleinellus microsciuri</i> | <i>Microsciurus alfari</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |
| <i>Hoplopleura hirsuta</i> | <i>Sigmodon hirsutus</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |
| <i>Hoplopleura nesorymidis</i> | <i>Zigodontomys brevicauda</i> <i>Oligoryzomys fulvescens</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |
| <i>Hoplopleura oryzomydis</i> | <i>Sigmodontomys alfari</i> <i>Oryzomys alfaroi</i> <i>Oryzomys talamancae</i> <i>Melanomys caliginosus</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |
| <i>Hoplopleura sciuricola</i> | <i>Sciurus granatensis</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |
| <i>Hoplopleura similis</i> | <i>Oligoryzomys fulvescens</i> <i>Oryzomys talamancae</i> | Museo de Historia Natural, Florida |
| <i>Fahrenholzia fairchildi</i> | <i>Liomys adspersus</i> | Museo de Historia Natural, Florida |
| <i>Fahrenholzia ferrisi</i> | <i>Heteromys desmarestianus</i> | Museo de Historia Natural, Florida |
| <i>Fahrenholzia hertigi</i> | <i>Heteromys desmarestianus</i> | Museo de Historia Natural, Florida |
| <i>Neohaematopinus semisfasciatus</i> | <i>Microsciurus alfari</i> <i>Sciurus granatensis</i> <i>Sciurus variegatoides</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |
| * <i>Pediculus humanus</i> | <i>Homo sapiens</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

| | | |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>Polyplax auricularis</i> | <i>Reithrodontomys creper</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |
| <i>Polyplax spinulosa</i> | <i>Rattus rattus</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |
| <i>Pterophthirus audax</i> | <i>Proechimys semispinosus</i> <i>Hoplomys gymnurus</i> | Instituto Conmemorativo Gorgas, Panamá |

Selección y Codificación de caracteres morfológicos en Anoplura

Después de un profundo análisis y evaluación, 25 caracteres morfológicos externos del estado adulto fueron seleccionados para construir la matriz de datos. La selección de dichos caracteres se basó principalmente en observaciones directas realizadas tanto al grupo externo como al grupo interno; así como también de las revisiones realizadas por Kim (1966, 1986) y en las descripciones morfológicas establecidas por: Ferris (1951), Kellogg y Ferris (1915), Johnson (1962, 1972).

Se revisaron, inicialmente 100 individuos representantes de las tres familias de Anoplura que forman parte de este estudio; seleccionándose posteriormente tres especímenes por cada taxa estudiada que mostraran claramente los caracteres morfológicos de las tres regiones del cuerpo y la genitalia. Los 25 caracteres escogidos para este análisis son el resultado de observaciones sobre: la longitud total del cuerpo, largo de la cabeza, largo de los tres pares de patas, posición del haustellum, morfología del margen postero antenal de la cabeza, de la placa torácica ventral, paraterguitos y genitalia. Todas las observaciones se hicieron mediante el uso de un microscopio compuesto marca Nikkon, el cual tenía incorporada un escalímetro y cámara fotográfica.

Para polarizar los caracteres morfológicos fue necesario contrastar los caracteres morfológicos del grupo externo (*Pediculus humanus*) con respecto a los caracteres morfológicos de cada uno de los taxa analizados. Al contrastar los caracteres fue posible establecer tanto los caracteres binarios (Ausente/ presente) como los

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

caracteres multiestado, asignándose el valor cero al estado del carácter plesiomórfico y cinco al estado apomórfico aplicando el criterio de parsimonia.

Análisis Filogenético de Anoplura

Cada ejemplar de piojo chupador (Phthiraptera: Anoplura) fue representado en el análisis filogenético como una unidad taxonómica única, siguiendo a Page (2003). Dicho análisis se llevó a cabo usando máxima-parsimonia disponible en el programa PAUP 4,0b "Phylogenetic Analysis Using Parsimony", implementado por Swofford (2003).

Para el análisis de los 25 caracteres morfológicos se asumió que no estaban ordenados y se asignó igual peso a cada uno de los seis estados posibles (0,1,2,3,4 y 5). Los árboles generados fueron enraizados de acuerdo con el "grupo externo" (outgroup), usando los caracteres morfológicos de *Pediculus humanus*, ectoparásito de *Homo sapiens*.

La búsqueda del árbol más parsimonioso se realizó a través del algoritmo "Heuristic, tree bisection and reconnection" (TBR), utilizando "Majority Rule Consensus Tree", para representar el mejor árbol. Por último, se calcularon los índices: SCI Stratigraphic Congruence Index de Huelsenbeck (1994) y RCI The Relative Completeness Index de Benton y Storr (1994) para determinar la congruencia del árbol.

Resultados Y Discusión

Caracteres morfológicos de Anoplura

Después de un exhaustivo estudio de los especímenes disponibles, se seleccionaron 25 caracteres morfológicos del estado adulto para construir la matriz de datos que permitió inferir la relación filogenética de 15 especies de

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

Anoplura. 8 de estos caracteres son utilizados por primera vez para reconstruir la relación filogenética de las tres especies del clado Enderleinellidae

Estos caracteres fueron: longitud del cuerpo, posición del haustellum, el borde anterior y posterior de la placa torácica esternal (PTE), la presencia de la placa esternal ventral sobre el segundo segmento abdominal, el número paraterguito del tercer segmento abdominal, la morfología del paramere y presencia del endómere en genitalia del macho,

- **Posición del haustellum.** El Haustellum es una membrana armada con dientes pequeños y recurvados que se anclan a la piel del hospedero (Borror *et al*, 2005). Stojanovich (1945) indicó que en la mayoría de las especies de piojos chupadores el haustellum sobresale más allá del límite esclerotizado del labrum. En las especies donde no se observa este estado, se encuentra en la cara ventral de la cabeza.

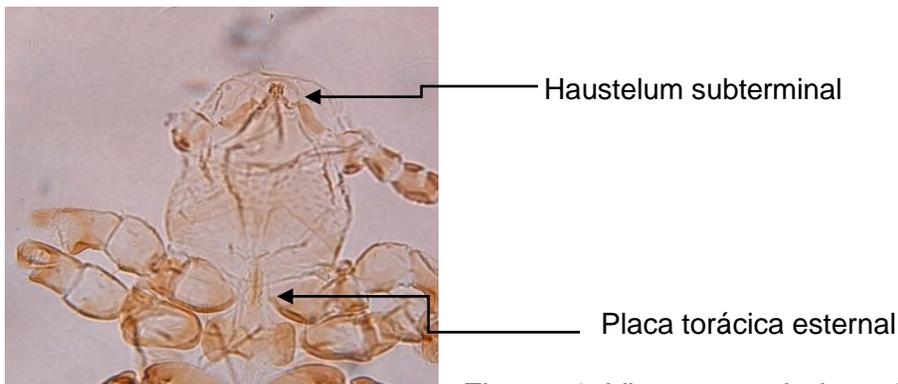


Figura 1 Vista ventral de cabeza y torax de *Enderleinellus hondurensis*

- **Endomere.** El endomere es una placa esclerotizada constituida por cuatro partes: Endómero dorsal, Endómero anterior, Endómero posterior y Endómero medio; en la parte anterior al endómero se localiza el apodema basal, y lateralmente está limitado por los parámetros (Kim, 1966)

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

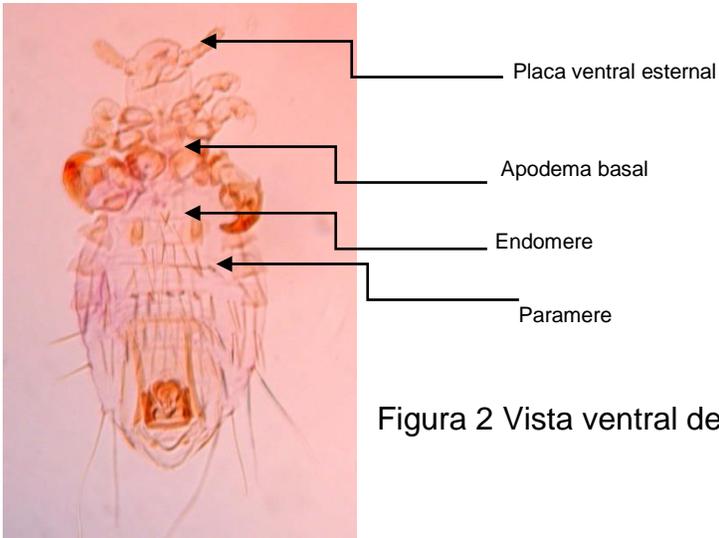


Figura 2 Vista ventral de *Enderleinellus microsciuri*

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

Cuadro 2. Matriz de Datos para las taxa de Anoplura.

| Especie | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Pediculus humanus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Enderleinellus deppei</i> | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| <i>E. hondurensis</i> | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>E. microsciuri</i> | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Pterophthirus audax</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| <i>H. hirsuta</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| <i>H. nesoryzomydis</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| <i>H. oryzomydis</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| <i>H. sciuricola</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| <i>H. similis</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 |
| <i>Fahrenheitia fairchildi</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| <i>F. ferrisi</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| <i>F. hertigi</i> | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | ? | ? | 2 | 0 | 0 |
| <i>Polyplax auricularis</i> | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| <i>P. spinulosa</i> | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| <i>N. semifasciatus</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 |

Posible secuencia evolutiva: 0-5, donde 0 es el estado más primitivo (plesiomórfico), 1-4 alternativas intermedias de caracteres derivados, 5 es el carácter más especializado (apomórfico).

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

| Carácter morfológico | Estado del carácter morfológico | | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------|---------------------|
| | 0, largo (3mm o más) | 1, mediano (2.9mm - 0.9mm) | 2, pequeño (0.89- 0.5mm) | | |
| 1-Longitud total del cuerpo | 0, Grande (0.3mm o más) | 1, mediana (0.29mm - 1mm) | 2, pequeña (0.9mm 0 menos) | | |
| 2-Longitud de la cabeza | 0, Presente | 1, Ausente | | | |
| 3-Ojo o punto ocular | 0, Normal | 1, Alargado postero apicalmente | 2, Muy agrandado | | |
| 4-Primer segmento antenal | 0, Terminal | 1, Subterminal | | | |
| 5- Posición del Haustellum | 0, Ausente | 1, Presente Entera | 2, Presente Dividida | | |
| 6-Placa Torácica Externa (PTE) | 0, Ausente | 1, Recto | 2, Cóncavo | 3, Convexo | 4, Proceso Torácico |
| 7-Borde Anterior de la (PTE) | 0, Ausente | 1, Recto | 2, Cóncavo | 3, Convexo | 4, Proceso Torácico |
| 8-Borde posterior de la (PTE) | 0, Similar en tamaño al Segundo par de patas | 1, Más corta que el segundo par de patas | | | |
| 9-Primer par de Patas | 0, Similar en tamaño al primer y segundo par de patas | 1, Similar en tamaño al segundo par de patas | 2, Más larga que los dos pares de patas anteriores | | |
| 10- Tercer par de patas | 0, Más desarrollada que la uña del segundo y tercer par de patas | 1, Similar en tamaño al segundo par de patas | 2, Más corta que la uña del segundo par de patas | | |
| 11- Uña del primer par de patas | 0, Menos desarrollada que la uña del primer y segundo par de patas | 1, Similar a la uña del segundo par de patas | 2, Más desarrollada que la uña del primer y segundo par de patas | | |
| 12- Uña del tercer par de Patas | | | | | |

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

| Carácter morfológico | Estado del carácter morfológico | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | 0, Presente | 1, Ausente | | | | |
| 13-Setas laterales | 0, Presente | 1, Ausente | | | | |
| 14-Placa esternal ventral del segundo segmento abdominal | 0, Ausente | 1, Presente | | | | |
| 15-Número de Paraterguitos | 0, Seis o más | 1, Cinco o menos | | | | |
| 16-Paraterguito del segundo segmento abdominal | 0, Entero | 1- Dividido | | | | |
| 17-Número de setas en paraterguito del tercer segmento abdominal | 0, Una seta | 1, Dos setas | 2, Ausente | | | |
| 18-Margen inferior del paraterguito del tercer segmento abdominal | 0, Fusionado | 1, Recto | 2, Aserrado | 3, Proceso apical en ambos lados | 4, Proceso apical de un solo lado | 5, Lóbulo lateral en ambos lados |
| 19-Número de Espiráculos | 0, Seis pares o más | 1, Cinco pares o menos | | | | |
| 20- Endómere | 0, Ausente | 1, Presente | | | | |
| 21-Apodema Basal | 0, Tan largo como ancho | 1, Más largo que ancho | | | | |
| 22-Parámere | 0, No sobrepasa el margen anterior pseudopenis | 1, Sobrepasa el margen anterior del pseudopenis | | | | |
| 23-Seta Genital | 0, De igual tamaño que la seta del gonopodio (IX) | 1, Más larga que la seta del gonopodio (IX) | 2, Más corta que la seta del gonopodio (IX) | 3- Ausente solo gonopodio (IX) | | |
| 24- Placa Genital | 0, No fusionada con Séptimo segmento abdominal | 1- Fusionada con el Séptimo segmento abdominal | | | | |
| 25-Margen postero antenal de la cabeza | 0, No extendido lateralmente | 1, ligeramente extendido lateralmente | 2, Extremadamente extendido lateralmente | | | |

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

Filogenia de Piojos pequeños

Nuestros resultados indican que el clado Enderleinellidae, representado por tres especies: ((*E. deppei*, *E. microsciuri*) *E. hondurensis*) es el más evolucionado de los tres clados analizados: Enderleinellidae, Hoplopleuridae y Polyplacidae. Además, sugieren que *Enderleinellus hondurensis* es la taxa hermana de las dos especies restantes del clado en todos los arboles generados (100,MR; Fig.16).

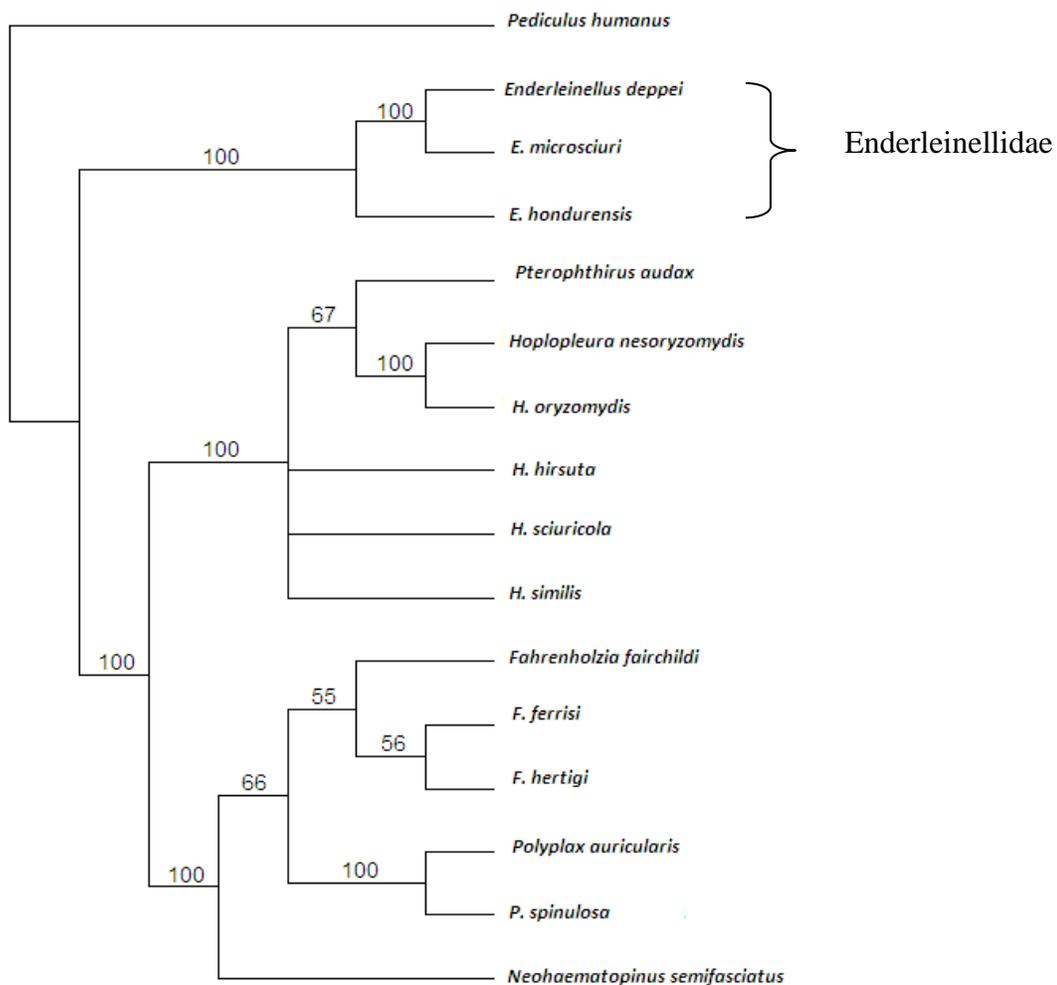


Figura 3 Relación filogenética entre 15 especies de piojos chupadores ectoparásitos de roedores basados en 25 caracteres morfológicos. Filograma de Máxima Parsimonia (MR) con Majority Rule soporta valores más altos que el 50%, Longitud=56, CI=0.786, RI= 0.831, RC= 653. Las flechas indican lo tres clados discutidos en el texto.

La relación monofilética de este clado es apoyada posiblemente por seis apomorfias: tamaño pequeño (menor de 0.9mm), haustellum en posición subterminal, presencia de placa torácica esternal sobre segundo el segmento abdominal, reducción en el número de paraterguitos (menos de 5 pares), reducción en el número de espiráculos (menos de 5 pares) y endómero en la genitalia del macho.

Posiblemente estas apomorfías han permitido maximizar su modo de vida sobre la superficie de sus ardillas hospederos. Así como, también les ha concedido alcanzar un alto grado de especificidad, ya que estas especies de piojos chupadores generalmente son monoxenas, es decir una especie de piojo chupador asociada a una sola especie de sciurido.

Es importante señalar que, Stojanovich (1945), utilizó la posición del haustellum para describir la cabeza de cuatro especies de piojos chupadores, indicando que en la mayoría de las especies de piojos chupadores, el haustellum sobresale más allá del límite de la pared esclerotizada del labrum, mientras que en algunas especies está oculto dorsalmente por la pared externa del cuerpo; Esta condición podemos observarla en las tres especies de piojos chupadores del género *Enderleinellus*, ectoparásitos de las ardillas (Sciurinae).

Kim y Ludwig (1978a) argumentan que la reducción en número, tanto de paraterguitos como la de los espiráculos son caracteres apomórficos en Anoplura.

La genitalia del macho de estos piojos chupadores (del grupo *Enderleinellus-longiceps*), poseen una estructura denominada endómere que varía morfológicamente entre las mismas, sin embargo su función es poco conocida (Kim, 1966).

Además, la relación monofilética de este clado cuyos taxa solo parasitan roedores de la subfamilia Sciurinae, tribu Sciurini, concuerda ampliamente con la filogenia del

15 de agosto de 2012 – Volumen 1 Número 1—ISSN: 2304-604X – Universidad de Panamá.
hospedero ((*S. granatensis*, *M. alfari*), *S. variegatoides*) reportada por Villalobos y Cervantes-Reza, 2007.

Conclusión

Culminada esta investigación, nuestros resultados agregan las siguientes nuevas conclusiones para la ciencia:

- La relación monofilética del las tres especies del taxón Enderleinelidae es la siguiente: ((*E. deppei*, *E. microsciuri*) *E. hondurensis*) es el más evolucionado de los tres clados analizados.
- El taxón *E. hondurensis* es el grupo hermano de *E. deppei* y *E. microsciuri* concuerda ampliamente con la filogenia del hospedero ((*S. granatensis*, *M. alfari*), *S. variegatoides*).

Recomendaciones

En atención a los resultados producto de esta investigación nosotros recomendamos:

- Actualizar los registros sobre la biodiversidad de piojos chupadores y sus hospederos roedores en Panamá.
- Utilizar otros caracteres morfológicos mediante el empleo del microscopio electrónico en estudios filogenéticos de piojos chupadores

Referencias Bibliográficas

Barker, S. C; M. F. Whiting; K. P. Johnson y A. Murrell. 2003. Phylogeny of the Lice (Insecta: Phthiraptera) inferred from Small Subunit rRNA. **Zoological Scripta** 32: 407-414.

Benton, M. J y G. W. Storrs, 1994. Testing the quality of the fossil record: paleontological knowledge is improving. **Geology**, 22: 111-114.

Brooks, D. R; V. Leon Reggon y G. Perez- Ponce de Leon. 2001. Los Parásitos y la Biodiversidad. Pp 245-289. En: Hernández, H; A. N. García; F. A. Álvarez y M. Ulloa (eds). **Enfoques Contemporáneos para el Estudio de la Biodiversidad**. Instituto de Biología. UNAM, Méjico

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

Contreras, M. 2010. Patrones Coevolutivos entre piojos Tesis de Maestría, Universidad de Panamá.

Cruickshank, R. H; K. P. Johnson; V. S. Smith; R. J. Adams; D. H. Clayton y R. D. M. Page. 2001. Phylogenetic Analysis of Partial Sequences of Elongation Factor 1alfa Identifies Major Groups of Lice (Insecta: Phthiraptera). **Molecular Phylogenetics and Evolution** 19: 202-215.

Durden, L. A y G. G. Musser. 1994. The Sucking Lice (Insecta, Anoplura) of the World: A Taxonomic Checklist With Records of Mammalian Host and Geographical Distributions. **Bulletin of American Museum of Natural History**. 218:1-90

Ferris, G. F. 1951. The Sucking Lice. **Memoirs of the Pacific Coast Entomological Society**. 1: 1-320

Huelsenbeck, J.P. 1994. Comparing The Stratigraphic Record To Estimates Of Phylogeny. **Paleobiology**, 20: 470-483

Johnson, K.P. y E. L. Mockford. 2003. Molecular Systematic of Psocomorpha (Psocoptera). **Systematic Entomology** 28:409-416.

Johnson, P.T. 1972. Sucking Lice of Venezuelan Rodents, with Remarks on Related Species (Anoplura). **Biological Series** 17 (5): 1-61.

Johnson, P.T. 1962. The Species of *Fahrenholzia* Kellogg and Ferris from Spiny Pocket Mice (Anoplura: Hoplopleuridae). **Annals of the Entomological Society of America** 55: 415-428.

Kellogg, V y G. Ferris. 1915a. The Anoplura and Mallophaga of North American Mammals. **Stanford University Publications, University Series**. 74p.

Recibido: 30/06/12; aceptado: 02/08/12

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://ecocentros.jimdo.com>

Kim, K. C; H.D. Pratt y C.J. Stojanovich. 1986. The Sucking Lice of North America: An Illustrated Manual for Identification. The Pennsylvania State University Press, University Park, Pennsylvania

Kim, K. C y H. Ludwig. 1978b. Phylogenetic Relationships of Parasitic Psocodea and Taxonomic position of the Anoplura. **Annals of the Entomological Society of America**. 71:910-922

Kim, K. C. y H. Ludwig. 1978a. The Family Classification of the Anoplura. **Systematic Entomology**. 3: 249-284.

Kim, K. C. 1966. The Species of Enderleinellus (Anoplura, Hoplopleuridae) Parasitic on Sciurini and Tamasciurini. **The Journal of Parasitology** 52 (5): 988-1024.

Lyal, C. H. 1985. Phylogeny and Classification of the Psocodea with Particular Reference to the Lice (Psocodea: Phthiraptera). **Systematic Entomology** 10: 145-165

Smith, V. S. 2001. Avian Louse Phylogeny (Phthiraptera: Ischnocera): a Cladistic Study based on Morphology. **Zoological Journal of the Linnean Society**. 132: 81- 144.

Stojanovich, CH. 1945. The Head and Mouthparts of the Sucking Lice (Insecta: Anoplura). **Microentomology**. 10: 1-49

Swofford, D. L. 2003. PAUP*: Phylogenetics Analysis Using Parsimony (*and Other Methods), Version 4.0b10. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates

Villalobos, F y F. Cervantes-Reza. 2007. Phylogenetic Relationships of Mesoamerican Species of the Genus Sciurus (Rodentia: Sciuridae). **ZOOTAXA** 1525:31-40

Yoshizawa, K y K. Johnson. 2006. Morphology of Male Genitalia in Lice and their Relatives and Phylogenetic Implications. **Systematic Entomology** 31: 350-361.

Yoshizawa, K. 2004. Molecular Phylogeny of mayor lineages of *Trichadenotecnum* and a review of Diagnostic Morphological Characters (*Psocoptera: Psocidae*). **Systematic Entomology** 29: 383-394.

Yoshizawa, K. 2002. Phylogeny and Higher Classification of Suborder Psocomorpha (Insecta: Psocodea: Psocoptera). **Zoological Journal of Linnean Society** 136: 371-400