

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EDC-BIOLOGIA**

**ANEXO No.10.
PROGRAMA ANALITICO
EDC INTEGRADO**

**RESUMEN INFORMES FINALES
EDC BIOLOGIA**

PROFESORES:

**Lic. Billy Alquijay
Licda. Eunice Enríquez**

ASESORES

**Lic. Sergio Pérez
M.Sc. Enio B. Cano**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA BIOLOGIA**

**INFORME FINAL DE LA PRACTICA DE EDC
LABORATORIO DE ENTOMOLOGIA SISTEMATICA -UVG-
MUSEO DE HISTORIA NATURAL -USAC-
ENE 2005-ENE 2007**

**MANUEL A. BARRIOS IZAS
EUNICE ENRIQUEZ (SUP.)
ENIO CANO (AS. INST.)
SERGIO PEREZ (AS. INST.)**

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC.....	4
3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRACTICA DE EDC.....	4
3.1 ACTIVIDADES DE SERVICIO.....	4
3.2 ACTIVIDADES DE DOCENCIA.....	6
3.3 ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS.....	6
3.4 ACTIVIDADES DE INVESTIGACION.....	6
4. RESUMEN DE INVESTIGACION.....	7
5. ANEXOS.....	8
5.1 DIPLOMA DE ACTIVIDADES DE DOCENCIA.....	8
5.2 FOTOGRAFÍAS.....	9

1. INTRODUCCION

La práctica de servicio se realizó en el Laboratorio de Entomología Sistemática (LES) de la Universidad Del Valle de Guatemala y en la colección de insectos del Museo de Historia Natural (MUSHNAT) de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La colección del LES cuenta con más de 90,000 especímenes de insectos. Se ubica en el edificio I2 en las Universidad del Valle de Guatemala en Vista Hermosa II en la zona 15, el director es el Ph.D. Jack Schuster y el curador es el M.Sc. Enio B. Cano. En dicha colección se realizaron actividades de montaje de insectos, extracción y montaje de genitales, secado de los insectos, etiquetado y encajado de los especímenes a la colección. Dichas actividades se realizan para la curación e ingreso de los insectos a la colección.

La colección del MUSHNAT cuenta con más de 13,000 especímenes de insectos. Se ubica en la calle Mariscal Cruz y avenida Reforma de la Zona 5, a un costado del Centro de Estudios Conservacionistas. En dicha colección se realizaron actividades de arreglo de la colección por órdenes y familias, identificación de especímenes, colecta de insectos y, levantamiento de la base de datos. El trabajo realizado fue de importancia para el orden y actualización de la colección.

La investigación consistió en un análisis filogenético de *Phyllophaga (Chlaenobia)*, para el cual se utilizaron especímenes de la colección del LES. El análisis filogenético evidenció la presencia de grupos supraespecíficos así como la monofilia del grupo.

2. CUADRO RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Se realizaron las actividades de servicio en el LES y MUSHNAT, y de docencia que se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Detalle de actividades de servicio, docencia e investigación

Programa Universitario	Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC ejecutadas
A. Servicio	Montaje de especímenes	ene-jun 2005	25
	Extracción de genitalia	ene-jun 2005	75
	Secado de especímenes	ene-jun 2005	15
	Elaboración de etiquetas	ene-jun 2005	65
	Ingreso a la colección	ene-jun 2005	15
	Arreglo filogenético por ordenes	jul-dic 2006	15
	Arreglo filogenético de coleopteros	jul-dic 2006	10
	Colecta de especímenes	jul-dic 2006	10
	Identificación de especímenes	jul-dic 2006	16
	Levantamiento de base de datos	jul-dic 2006	4
	Servicio en herbario CECON	jul-dic 2006	60
B. Docencia	Tercer curso sobre biodiversidad y biogeografía: bases en estudios e diversidad entomológica en Iberoamérica RIBES-CYTED	Oct-06	160
C. Investigación	Análisis filogenético de <i>Phyllophaga</i> (<i>Chlaenobia</i>) (BLANCHARD); MORON (SCARABAEIDAE: MELOLONTHINAE)	Dic-06	200

3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRACTICA DE EDC

3.1 ACTIVIDADES DE SERVICIO

3.1.1 Actividad No.1 Montaje de especímenes

- A) Objetivos: preparar los especímenes para ingreso a la colección.
- B) Descripción: se montaron especímenes de melolonthinos en alfileres entomológicos, los especímenes se pincharon en el élitro derecho a una pulgada de altura.
- C) Resultados: se montaron mas de 2,000 especímenes.
- D) Limitaciones: ninguna

3.1.2 Actividad No.2 Extracción de genitalia

- A) Objetivos: extraer la genitalia de los melolonthinos para su identificación.
- B) Descripción: se extrajo la genitalia de los melolonthinos abriendo el pigidio y extrayendola con pinzas de punta fina, posteriormente se colocaron en doble montaje junto con el espécimen.
- C) Resultados: se montaron más de 1,000 genitalias
- D) Limitaciones: ninguna

3.1.3 Actividad No.3 Elaboración de etiquetas

- A) Objetivos: etiquetar los especímenes de melolonthinos.

- B) Descripción: se realizaron etiquetas con datos de colecta e identificación en papel de algodón y tinta insoluble.
- C) Resultados: se elaboraron más de 1,000 etiquetas
- D) Limitaciones: ninguna

3.1.4 Actividad No.4 Secado de especímenes

- A) Objetivos: preparar los especímenes para almacenamiento en seco.
- B) Descripción: una vez montados los especímenes se secaron en horno de convección a 30° centígrados durante tres días.
- C) Resultados: se secaron más de 2,000 especímenes
- D) Limitaciones: ninguna

3.1.5 Actividad No.5 Encajado de insectos

- A) Objetivos: Ordenar los especímenes dentro de cajas entomológicas.
- B) Descripción: se colocaron los especímenes dentro de cajas de cartoncillo las cuales se colocaron posteriormente en cajas entomológicas.
- C) Resultados: se encajaron más de 2,000 especímenes
- D) Limitaciones: ninguna

3.1.6 Actividad No.6 Arreglo filogenético por órdenes

- A) Objetivos: ordenar filogenéticamente los especímenes por órdenes.
- B) Descripción: se arreglo la colección según los libros de Borror *et al.* (1989) y Engel y Grimaldi (2005).
- C) Resultados: se ordenaron aproximadamente 100 cajas entomológicas.
- D) Limitaciones: ninguna

3.1.7 Actividad No.7 Arreglo filogenético de coleópteros

- A) Objetivos: ordenar filogenéticamente los especímenes por familias de coleópteros.
- B) Descripción: se arreglo la colección según los libros de Borror *et al.* (1989) y Engel y Grimaldi (2005).
- C) Resultados: se ordenaron aproximadamente 20 cajas entomológicas.
- D) Limitaciones: ninguna

3.1.8 Actividad No.8 Identificación de especímenes

- A) Objetivos: identificar los especímenes de melolonthinos, rutélinos, dynástinos y carábidos.
- B) Descripción: se identificaron los especímenes con las claves de Borror *et al.* (1989), Martínez (2005) y claves de la University of Nebraska-Lincoln.
- C) Resultados: se identificaron aproximadamente 100 especímenes hasta subfamilias, géneros o especie.
- D) Limitaciones: ninguna

3.1.9 Actividad No.9 Levantamiento de la base de datos

- A) Objetivos: iniciar la base de datos de la colección de hexápodos.
- B) Descripción: se realizó el esquema general de la base de datos de hexápodos en base a Borror *et al.* (1989).
- C) Resultados: se inicio el levantamiento general de la base de datos
- D) Limitaciones: ninguna

3.2 ACTIVIDADES DE DOCENCIA

3.2.1 Actividad No.1 Tercer curso sobre biodiversidad y biogeografía: bases en estudios de diversidad entomológica en Iberoamérica RIBES-CYTED

- A) Objetivos: conocer y entender las bases sobre sistemática biológica y biogeografía, así como los métodos de cada una.
- B) Descripción: se recibió un curso teórico práctica con maestros especializados en sistemática biológica, biogeografía, entomología y modelos de predicción de los seres vivos.
- C) Resultados: se obtuvieron los conocimientos anteriormente descritos los cuales fueron de utilidad para la elaboración de la investigación de EDC y tesis de graduación.
- D) Limitaciones: ninguna

3.3 ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

Ninguna.

3.4 ACTIVIDADES DE INVESTIGACION (Análisis filogenético de *Phyllophaga* (*Chlaenobia*) (BLANCHARD); MORON (SCARABAEIDAE: MELOLONTHINAE))

3.4.1 Actividad No.1 Elaboración de protocolo

- A) Objetivos: elaborar el esquema general bajo el método científico para llevar a cabo la investigación.
- B) Descripción: se realizó el protocolo de investigación bajo el esquema requerido por el programa de EDC Biología.
- C) Resultados: protocolo de investigación.
- D) Limitaciones: ninguna

3.4.2 Actividad No.2 Trabajo de campo

- A) Objetivos: coleccionar los datos para el análisis de la investigación.
- B) Descripción: con un estereoscopio de alta resolución se observaron los caracteres y sus estados de las especies del subgénero *Chlaenobia* presentes en el LES.
- C) Resultados: se obtuvieron los estados de los caracteres de los especímenes de *Chlaenobia* presentes en el LES.
- D) Limitaciones: no se contó con todas las especies de *Chlaenobia*.

3.4.3 Actividad No.3 Elaboración de informe final

- A) Objetivos: analizar y discutir los datos obtenidos en el trabajo de campo.
- B) Descripción: se aplicaron análisis cladísticos a la información obtenida.
- C) Resultados: se construyeron los cladogramas.
- D) Limitaciones: no se contó con la información de las especies faltantes en el LES.

4. RESUMEN DE INVESTIGACION

El género *Phyllophaga* Harris, 1826 pertenece a los escarabajos “pleurosticticos”. El género esta consituido por varios subgéneros que anteriormente fueron descritos como géneros por separado.

En la presente investigación se realiza el análisis filogenético de *Phyllophaga* (*Chlaenobia*); sin embargo no se contó con todas las especies conocidas del subgénero. El análisis filogenético se realizo con métodos cládistas de búsqueda exhaustiva y optimización de Fitch, se utilizó a *P. (Phytalus) obsoleta* como grupo externo.

Del análisis cládista se obtuvieron mas de dos millones de cladogramas, por lo que se aplico la ley de la parsimonia y únicamente se seleccionaron los cladogramas de menor longitud y mayores índices de consistencia y retención; quedando únicamente dos cladogramas. Posteriormente se realizó un consenso estricto y *P. (Phytalus) obsoleta* quedo irresuelto por lo que su posición es incierta.

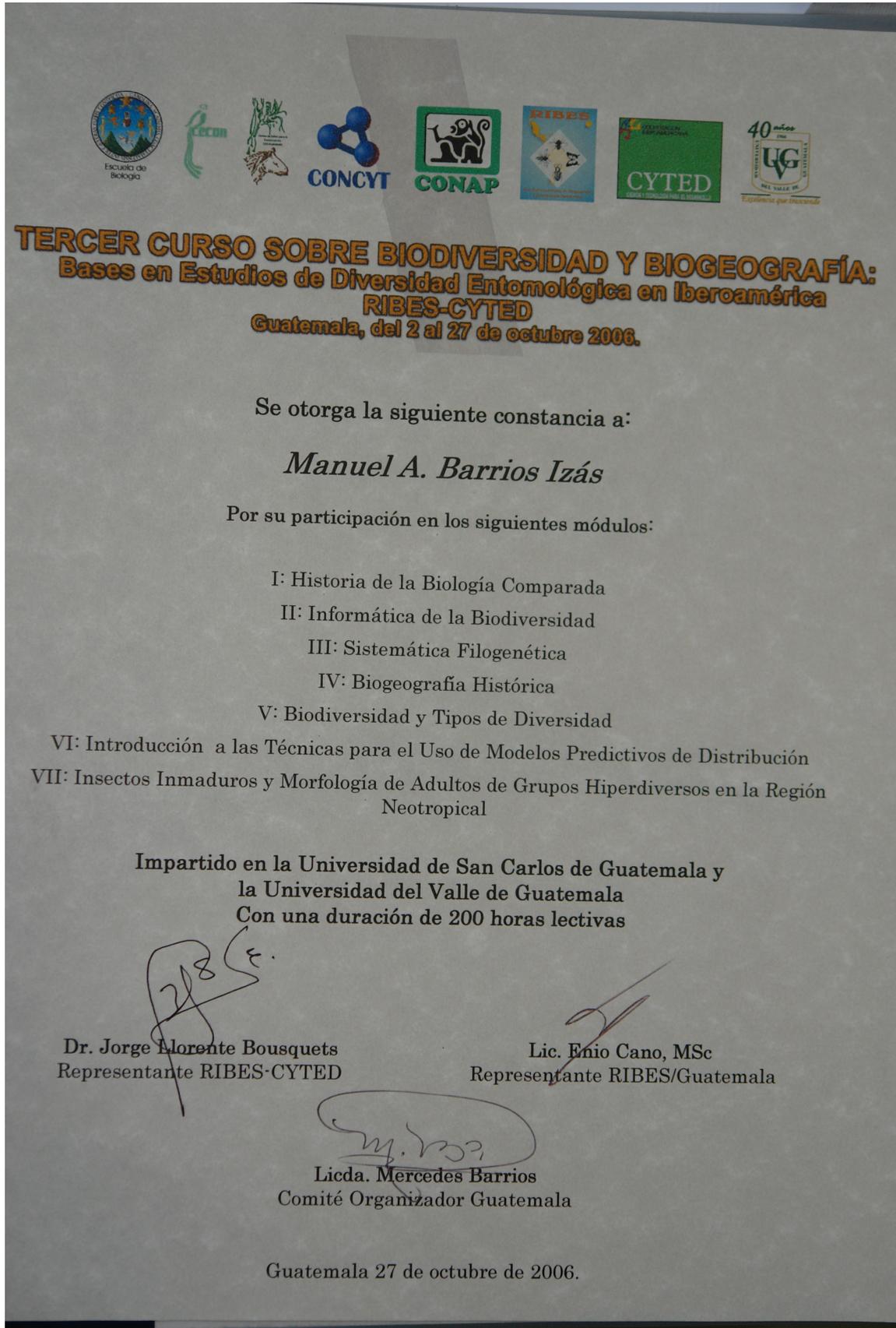
Se observa la formación de dos grupos monofiléticos de *P. (Chlaenobia)*.

Además se obtuvo una lista de 16 caracteres útiles de los veinte propuestos, de los cuales se obtuvo los índices de consistencia y retención.

Y por último se recomienda la ampliación de caracteres, sobre todo de aquellos autapomórficos para sustentar la heterobtmía de las especies.

5. ANEXOS

5.1 DIPLOMA DE DOCENCIA



5.2 FOTOGRAFIAS



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA DE EDC-BIOLOGIA**

**INFORME FINAL DE INVESTIGACION
ANALISIS FILOGENETICO DE *PHYLLOPHAGA (CHLAENOBIA)* (BLANCHARD);
MORON (SCARABAEIDAE: MELOLONTHINAE)**

**Manuel Alejandro Barrios Izás
Lcda.. Eunice Enríquez (Supervisora)
MSc. Enio Cano (Asesor)
Lic. Sergio Pérez Consuegra (Asesor)**

VoBo. _____

1. INDICE	
2. RESUMEN.....	3
3. INTRODUCCION.....	4
4. REFERENTE TEORICO.....	4
4.1 Clasificación, ciclo de vida y distribución de <i>Phyllophaga</i>.....	4
4.2 El subgénero <i>Chlaenobia</i>.....	5
4.3 Sistemas de clasificación.....	6
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
6. JUTIFICACION.....	6
7. OBJETIVOS.....	7
8. HIPOTESIS.....	7
9. METODOLOGIA.....	7
9.1 Diseño.....	7
9.2 Técnicas a usar en el proceso de investigación.....	8
9.3 Instrumentos para registro y medición de las observaciones.....	8
10. RESULTADOS	
10.1 Caracteres y estados.....	9
10.2 Análisis cladístico.....	10
10.3 Indices de consistencia y retención.....	12
11. DISCUSION DE RESULTADOS.....	12
12. CONCLUSIONES.....	13
13. RECOMENDACIONES.....	13
14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	14

2. RESUMEN

El género *Phyllophaga* Harris, 1826 pertenece a los escarabajos “pleurosticticos”. El género esta consituido por varios subgéneros que anteriormente fueron descritos como géneros por separado.

En la presente investigación se realiza el análisis filogenético de *Phyllophaga* (*Chlaenobia*); sin embargo no se contó con todas las especies conocidas del subgénero. El análisis filogenético se realizo con métodos cládistas de búsqueda exhaustiva y optimización de Fitch, se utilizó a *P. (Phytalus) obsoleta* como grupo externo.

Del análisis cládista se obtuvieron mas de dos millones de cladogramas, por lo que se aplico la ley de la parsimonia y únicamente se seleccionaron los cladogramas de menor longitud y mayores índices de consistencia y retención; quedando únicamente dos cladogramas. Posteriormente se realizó un consenso estricto y *P. (Phytalus) obsoleta* quedo irresuelto por lo que su posición es incierta.

Se observa la agrupación de los especímenes de *P. (Chlaenobia)* en un solo grupo monofilético.

Además se obtuvo una lista de 16 caracteres útiles de los veinte propuestos, de los cuales se obtuvo los índices de consistencia y retención.

Y por último se recomienda la ampliación de caracteres, sobre todo de aquellos autapomórficos para sustentar la heterobtmía de las especies.

3. INTRODUCCION

El género *Phyllophaga* esta representado por especies de importancia agrícola, por que algunas especies son plagas del suelo; e importancia para la conservación, debido a la alta riqueza del grupo y endemismo de algunas especies.

Durante los últimos dos siglos se han desarrollado métodos para agrupar a los organismos en un sistema natural; sin embargo en las últimas tres décadas el cladismo ha sido el que ha tenido mayor aceptación, ya que agrupa a los organismos en base a caracteres derivados compartidos que pueden ser de tipo morfológicos, genéticos y/o conductuales. También han tenido aceptación los métodos de taxonomía numérica; aunque han quedado relegados al estudio de poblaciones en donde se obtienen resultados muy precisos. Por otra parte los sistemas gradistas que en una época fueron muy utilizados, ahora han perdido funcionalidad al no contar con un método y por consiguiente no poder ser sometidos a prueba o repetición.

En el presente trabajo se plantean una hipótesis de ordenamiento filogenético por medio de métodos cladistas del grupo *Phyllophaga* (*Chlaenobia*), el cual esta constituido por 28 especies; sin embargo solamente se incluyeron dentro del análisis las especies depositadas en el Laboratorio de Entomología Sistemática del La Universidad del Valle de Guatemala.

4. REFERENTE TEORICO

4.1 Clasificación, ciclo de vida y distribución de *Phyllophaga*

La superfamilia Scarabaeoidea es un grupo monofilético compuesto por 13 familias (Grebennikov y Scholtz, 2004). Dentro de Scarabaeoidea es de importancia la familia Scarabaeidae por su amplia distribución y en donde se agrupan aproximadamente a 2000 géneros y 25000 especies alrededor del mundo, de los cuales 362 géneros y 4706 especies de Scarabaeoidea se encuentran en la región neotropical (Costa, 2000). La familia Scarabaeidae es un grupo parafilético en donde los Melolonthinae se ubican dentro de los Scarabaeidae “pleurosticticos” (Grebennikov y Scholtz, 2004), lo cual ha sido motivo para que algunos autores los separen de Scarabaeidae y los agrupen junto con Euchirinae, Rutelinae, Dinastinae, Glaphyrinae, Trichiinae, Valginae, Cetoniinae y Phaenomerinae como una nueva familia “Melolonthidae” (Endrodi, 1966; Grebennikov y Scholtz, 2004; Morón, 1984); sin embargo, al no estar muy claro el origen filogenético del grupo, en el presente trabajo se considerarán como una subfamilia de Scarabaeidae.

El género *Phyllophaga* Harris, 1826 junto con otros géneros pertenecen a la subfamilia Melolonthinae; la cual se caracteriza por poseer uñas tarsales dentadas o bífidas, clípeo no emarginado lateralmente, las bases de las antenas casi nunca no son visibles desde la vista dorsal, y generalmente solo un par de espiráculos abdominales están expuestos debajo de los bordes de los élitros (Borror et al, 1989).

El ciclo de de vida esta muy bien documentado para las especies de cultivos, especialmente en maíz en donde coincide con la fenología del cultivo. Consiste en cuatro estados (huevo, tres estados larvarios, pupa y adulto). Los adultos emergen del

subsuelo con las primeras lluvias entre abril y mayo, durante este período se alimentan de hojas (motivo al cual deben su nombre), se aparean y posteriormente ovipositan en el suelo en donde rápidamente eclosionan las larvas del primer estado (6 a 18 días) durante el mes de mayo y junio. Las larvas pasan por tres estados durante el período de mayo a diciembre. Entre noviembre y abril se desarrollan las pupas y pasan al estado adulto que permanece debajo del suelo hasta las primeras lluvias del año (Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez, 2000).

En América se registran aproximadamente 839 especies de Phyllophaga (Evans y Smith, 2005) y para Guatemala Cano et al. (2000) reportan 96 especies de Phyllophaga, 49 son endémicas y 19 son plagas, distribuidas de la siguiente manera: Huehuetenango (28 especies), Zacapa (25), Guatemala (21), Izabal (20), San Marcos (17), Suchitepéquez (17), Alta Verapaz (16), Baja Verapaz (16), Sacatepéquez (15), El Quiché (13), Santa Rosa (13), Petén (12), Escuintla (11), Quetzaltenango (11), Chimaltenango (8), Retalhuleu (7), El Progreso (6), Chiquimula (5), Solola (5) y Totonicapán (3). Actualmente solo se conoce la distribución de las Phyllophaga en base a la división política de Guatemala, no así de otros criterios geográficos (tipo de suelos, zonas de vida, geomorfología, etc.).

4.2 El subgénero *Chlaenobia*

El género *Chlaenobia* fue descrito por primera vez por Blanchard, 1850: 116 del Tipo *Claenobia ciliatipes*. Posteriormente fue incorporado al género *Phyllophaga* como un subgénero. Actualmente están registradas 28 especies y se cree que hay tres nuevas especies para Guatemala, aunque estas últimas aún no están descritas (Evans y Smith, 2005; Morón, 2003; Cano y Morón, 1999):

P. (Chlaenobia) aequata (Bates); Morón, 1986:209 (CRI, MEX, NIC). *P. (Chlaenobia) chiapensis* (Chapin); Morón, 2003b: 5 (CRI, ESA, GUA, HON, MEX). *P. (Chlaenobia) ciliatipes* (Blanchard); Morón, 1986:206 (GUA, MEX). *P. (Chlaenobia) aegrota* (Bates); Morón, 1986: 206 (GUA). *P. (Chlaenobia) etabatesiana* Morón, 1992b:28 (MEX). *P. (Chlaenobia) fraternaria* Cano y Morón, 2002: 353 (GUA). *P. (Chlaenobia) halffteriana* Morón, 1992b; *P. (Chlaenobia) instabilis* Blackwelder; Morón, 1986:208 (MEX). *P. (Chlaenobia) latipes* (Bates); Morón, 1986: 209 (ESA, GUA, MEX). *P. ((Chlaenobia) lempira* Morón y Robbins, 2005: 332 (HON), *P. (Chlaenobia) marilucasana* Cano y Morón, 2002: 358 (GUA). *P. (Chlaenobia) panamana* (Chapin); Morón, 1986: 209 (CRI, PAN), *P. (Chlaenobia) percata* Blackwelder; Morón, 1986: 209 (MEX). *P. (Chlaenobia) personata* (Chapin); Morón, 1986: 209 (MEX). *P. (Chlaenobia) pilositaris* Blackwelder; Morón, 1986: 209 (MEX). *P. (Chlaenobia) ratcliffiana* Morón, 1992b: 24 (MEX). *P. scabripyga* (Bates); Morón, 1986: 209 (CRI, ESA, GUA, MEX). *P. ((Chlaenobia) schusteriana* Cano y Morón, 2002: 356 (GUA). *P. (Chlaenobia) solanophaga* Morón, 1988: 57 (ESA). *P. (Chlaenobia) tumulosa* (Bates); Morón, 1986:209 (BEL, ESA, GUA, HON, MEX, NIC). *P. (Chlaenobia) tinzontliana* Morón, 1992b: 18 (MEX). *P. (Chlaenobia) vexara unituberculata* (Bates); Morón, 1986: 208 (MEX). *P. (Chlaenobia) vexata* (Horn); Morón, 1986: 208 (GUA, MEX, EUA).

4.3 Sistemas de clasificación

Conforme se ha desarrollado la ciencia han surgido distintos métodos para agrupar y clasificar a los seres vivos. Los sistemas filogenéticos basan sus métodos de clasificación en base a agrupar organismos por caracteres derivados compartidos o sinapomorfías, estos métodos tienen la ventaja de que forman grupos naturales; aunque homoplasias, reversiones o paralelismos pueden ser fuentes de contradicción (Hennig, 1966; Lipscomb, 1998). Por su parte los métodos numéricos (taxonomía matemática, morfometría multivariada, taxometría, análisis tipológico o genética numérica) han tenido su aporte, esta escuela no reconoce especies sino que trata a los individuos como unidades taxonómicas operacionales (OTU) que pueden ser comparados y agrupados en base a similitud global (Colman, 1994); estos aunque son muy útiles para estudios poblacionales, en la actualidad casi ya no se utilizan para realizar estudios sistémicos de las especies debido a que no distinguen entre caracteres derivados y primitivos lo cual encubre las relaciones filogenéticas entre las especies.

5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El género *Phyllophaga* es un grupo polifilético (com. pers. Enio Cano, 2006). Por lo que es necesario revisar la naturaleza de los subgéneros que se plantearon anteriormente para iniciar un proceso de reordenamiento tanto al interior de los subgéneros como entre subgéneros y así replantear una nueva hipótesis filogenética.

6 JUSTIFICACION

El concepto de biología varía de un campo a otro. Para la sistemática filogenética la biología es la ciencia que ordena, y en esta tarea incluye a la inmensa variedad de especies dentro de un sistema ordenado. Entendiéndose por orden la totalidad progresiva y graduada de similitudes en posiciones determinadas por su relación dentro de un todo o una parte de este. Entonces es posible ordenar organismos vivos en diferentes sistemas dependiendo de en cuanto las distintas relaciones han sido investigadas, estas diferencias son expresiones concretas (Hennig, 1966).

Históricamente el hombre ha diseñado distintos sistemas y métodos para organizar a los seres vivos, con fines de hacer un mejor uso y manejo, o comprensión de ellos (Llorente, 1990).

El género *Phyllophaga* constituye un grupo polifilético (com. pers. Enio Cano, 2006); bajo términos biológicos es necesario ordenar a los organismos en sistemas que representen la naturalidad de estos. El ordenamiento filogenético de *Phyllophaga* (*Chlaenobia*) será de gran utilidad, ya que proporcionará un mejor entendimiento de las características biológicas inertes, junto con análisis biogeográficos que se puedan realizar posteriormente al presente trabajo. Dichas características biológicas podrán ser de utilidad para el control de plagas y diseño de sistemas de áreas protegidas por la rizofagia y endemismo; respectivamente.

7 OBJETIVOS

7.1 Generales

7.1.1 Conocer las probables hipótesis de ordenamiento filogenético de las especies de *Phyllophaga* (*Chlaenobia*).

7.2 Específicos

7.2.1 Realizar el listado de caracteres útiles para el análisis filogenético del género *Phyllophaga* (*Chlaenobia*).

7.2.2 Construir las hipótesis filogenéticas de *Phyllophaga* (*Chlaenobia*).

7.2.3 Proponer un cladograma consensuado de las hipótesis filogenéticas de *Phyllophaga* (*Chlaenobia*).

8 HIPOTESIS

Sí las especies de *Phyllophaga* (*Chlaenobia*) constituyen un grupo monofilético; entonces la especie del grupo hermano (externo) que se utilizará en la comparación quedará por fuera del cladograma, de lo contrario algunas de las especies del subgénero *Chlaenobia* podría no pertenecer a este grupo (polifilia).

9 METODOLOGIA

9.1 Diseño

9.2.1 Población

La población estuvo constituida por los especímenes del Laboratorio de Entomología Sistemática (LES) de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG).

9.2.2 Muestra

La muestra estuvo constituida por los siguiente especímenes:

P. (Chlaenobia) unituberculata: macho. Colectado el 25/VI/1988 en Mexico, Quintana Roo, Tres Garantías; por D. Garrifo y V.A. Poot. Determinó L. Delgado 1994.

P. (Chlaenobia) aegrota: macho. Colectado el 18/V/1989 en México Km. 2.5 carretera vieja a Coatepec, PQUE, Clavirejo, Veracruz. Determinó L. Delgado 1994.

P. (Chlaenobia) instabilis: macho. Colectado el 15/VI/1983 en México, Michoacán, Coahuayana, San Telmo, a 50 msnm; por L. González. Determinó L. Delgado.

P. (Chlaenobia) aegrota: macho. Colectado el 9/XI/1988 en Guatemala, Suchitepequez, Chicacao, Fca. El Porvenir; por C. Méndez. Determinó E. Cano 1994.

9.2 Técnicas a usar en el proceso de investigación

9.2.1 Recolección de datos

El listado de caracteres se obtuvo a partir de observación directa de los especímenes y, de las publicaciones de Cano y Morón (1999) y, Morón (2006). Y los estados de los caracteres se obtuvieron por observación directa con la ayuda de un Estereoscopio de alta resolución.

9.2.2 Análisis de datos

Se elaboró un listado de caracteres y estados.

Cuadro 1. Caracteres y estados a utilizados en el análisis de *Phyllophaga(Chlaenobia)*.

	Carácter	a	B	c
1	Longitud del cuerpo	< 15 mm	>16 mm	-----
2	Superficie del pigidio	poco convexo	Convexo	muy convexo
3	Placa anal	convexa	Excavada	con proyecciones
4	Superficie del 5to esternito	convexa	Prominente	ornamentada
5	Forma del espolon metatibial ext.	lig. Curva	Falcada	-----
6	Forma del espolon metatibial int.	lig. Curva	Falcada	-----
7	Long. Espolon metatibial ext.	< interno	= interno	> interno
8	Long. Diente superior uña	> inferior	= inferior	< inferior
9	Longitud del edeago	corta	Larga	muy larga
10	Forma de las uñas	bifidas	Hendidadas	-----
11	Vestidura dorsal	glabro	pocas setas	acundantes setas
12	Brillo dorsal	opaco	Brillante	-----
13	Borde del clipeo reflexo	no	Si	-----
14	Borde del clipeo forma	convexa	un hendidura	sinuado
15	Puntuaciones en el dorso	ausentes	Escasas	abundantes
16	Puntuaciones en la frente	ausentes	Escasas	abundantes
17	Puntuaciones en el clipeo	ausentes	Escasas	abundantes
18	Longitud de la placa anal	< 5to esternito	= 5to esternito	> 5to esternito
19	Setas en pigidio	largas	medianas	cortas
20	Forma del abdomen	convexo	Plano	hendido

Para el análisis de los datos se utilizó el método del grupo externo, para el cual se selecciono *Phyllophaga (Phytalus)* obsoleta (Blanchard). El método cladístico utilizado fue el de búsqueda exhaustiva con 5 reordenamientos, y se realizó un consenso estricto de los cladogramas resultantes. Por último, se obtuvieron la longitud de los cladogramas e, índices de consistencia y retención.

9.3 Instrumentos para registro y medición de las observaciones

Para la observación y análisis se utilizaron los siguientes instrumentos y materiales:

- Estereoscopio de alta resolución Konus
- Paquete para análisis cladístico PAST “Paleontological Statics Software package for education and data analysis” (Hammer *et al.*, 2001).

10 RESULTADOS

10.1 Caracteres y estados

Para la elaboración de las hipótesis filogenéticas se utilizó las especies y caracteres del Cuadro 2.

Cuadro 2. Especies con caracteres y estados.

	Long_cor	Sup_pig	Pla_ana	Sup_5es	Fes_mex	Fes_min	Les_mex	Luñ_sup
<i>obsoleta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>unituberculata</i>	1	1	1	1	0	0	2	1
<i>aegrota</i>	1	1	1	1	0	0	1	2
<i>instabilis</i>	1	1	1	1	0	0	0	2
<i>aequata</i>	1	0	2	1	1	0	0	0
<i>latipes</i>	1	1	2	1	0	0	1	0
<i>peccata</i>	1	0	2	1	0	0	1	0
<i>tumulosa</i>	0	1	0	1	0	0	2	0
<i>aff. Tumulosa</i>	0	0	2	1	0	0	2	1
<i>chiapensis</i>	1	1	2	1	1	0	1	1

	Lon_ede	For_uña	Ves_dor	Pun_dor	Ves_abd	Bri_dor	Bor_cli	Pun_fre
<i>obsoleta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>unituberculata</i>	2	0	0	0	1	0	0	1
<i>aegrota</i>	1	0	0	1	2	0	1	0
<i>instabilis</i>	2	0	0	1	2	1	0	0
<i>aequata</i>	1	0	0	1	1	0	0	1
<i>latipes</i>	1	0	0	1	1	1	1	0
<i>peccata</i>	2	0	0	0	1	0	0	0
<i>tumulosa</i>	1	0	0	1	1	2	0	2
<i>aff. Tumulosa</i>	0	0	0	1	1	1	0	1
<i>chiapensis</i>	2	0	0	1	1	1	1	1

	Lon_pla	Pun_cli	For_abd	Set_pig
<i>obsoleta</i>	0	0	0	0
<i>unituberculata</i>	0	0	0	1
<i>aegrota</i>	0	0	0	2
<i>instabilis</i>	0	0	0	0
<i>aequata</i>	0	0	0	1
<i>latipes</i>	0	1	0	1
<i>peccata</i>	0	1	0	0
<i>tumulosa</i>	0	0	0	1
<i>aff. Tumulosa</i>	0	1	0	1
<i>chiapensis</i>	0	1	0	1

10.2 Análisis cladístico

A partir del análisis de los estados de los caracteres de las especies incluidas, se obtuvieron 2,027,025 cladogramas, de los cuales se seleccionaron los de menor longitud quedando únicamente dos cladogramas:

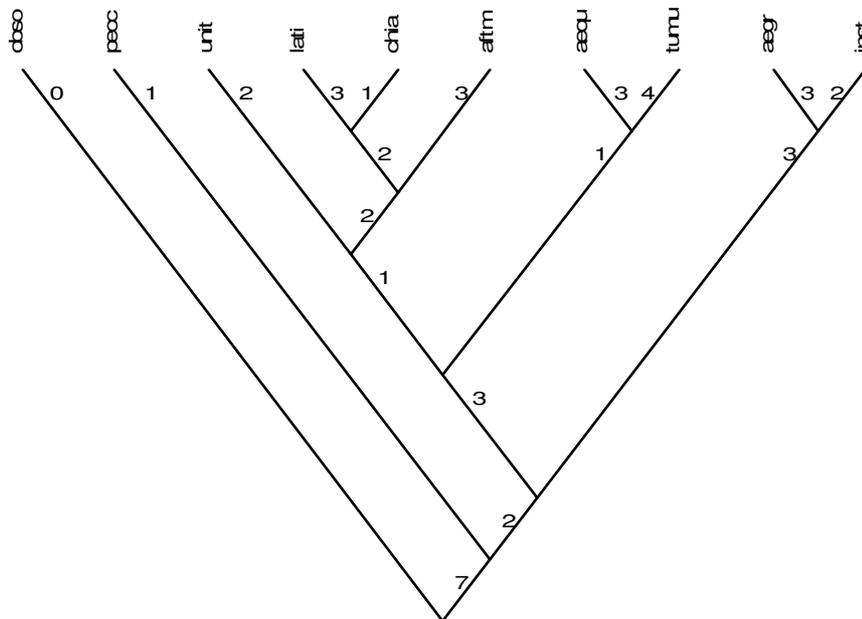


Figura 1. Cladograma 1 de *Phyllophaga* (*Chlaenobia*), obtenido por búsqueda exhaustiva.

El cladograma de la figura 1, posee una longitud de 43 pasos, índice de consistencia de 0.5581 e índice de retención de 0.4722.

10.3 Índices de consistencia y retención

Los índices de consistencia y retención para cada carácter de los cladogramas de las figuras 1 y 2, se pueden observar en el cuadro 3.

Cuadro 3. Índices de consistencia y retención de los caracteres.

		Long_cor	Sup_pig	Pla_ana	Sup_5es	Fes_mex	Les_mex	Luñ_sup	Pun_dor
Cladograma 1	CI	0.33	0.33	0.5	1	0.5	0.4	0.67	0.5
	CR	0	0.33	0.33	1	0	0.25	0.67	0.5
Cladograma 2	CI	0.33	0.33	0.5	1	0.5	0.5	0.67	0.5
	CR	0	0.33	0.33	1	0	0.5	0.67	0.5

		Ves_abd	Lon_ede	Bri_dor	Bor_cli	Pun_fre	Pun_cli	Set_pig	Lon_pla
Cladograma 1	CI	1	0.4	0.67	0.5	0.67	0.5	1	1
	CR	1	0.25	0.67	0.5	0.67	0.67	1	1
Cladograma 2	CI	1	0.33	0.67	0.5	0.67	0.5	1	1
	CR	1	0	0.67	0.5	0.67	0.67	1	1

11 DISCUSION DE RESULTADOS

11.1 Listado de caracteres útiles para el análisis cladístico

Como se puede observar en el cuadro 2, la mayoría de caracteres propuestos fueron de utilidad para el análisis filogenético de las especies de *Phyllophaga* (*Chlaenobia*). Todos los caracteres fueron sinapomórficos; sin embargo la forma del espolón metatibial interno, la forma de las uñas, la longitud de la placa anal y la forma del abdomen; fueron estados de carácter compartidos con el grupo externo por lo que no fueron de utilidad en el análisis. Esto significa que de los 20 caracteres propuestos solamente 16 pueden utilizarse con *Phyllophaga* (*Phytalus*) *obsoleta* como grupo externo. De estos 16 caracteres los que poseen mejores índices de consistencia y retención son la superficie del quinto esternito abdominal, la vestidura abdominal, las setas en el pigidio, la longitud de la placa anal, longitud de la uña superior, las puntuaciones en la frente y las puntuaciones en el clipeo; lo cual significa que son los caracteres sinapomórficos menos homoplásicos del análisis.

De los cladogramas resultantes se propone uno solo por consenso estricto, lo cual deja como irresuelto el clado de *P. (Chlaenobia) aequata* y *P. (Chlaenobia) tumulosa*.

Del análisis cladístico por búsqueda exhaustiva se obtuvieron 2,027,025; sin embargo se siguió la ley de la parsimonia por lo que únicamente se seleccionaron los cladogramas con menor longitud y mayores índices de consistencia y retención. Solamente dos cladogramas fueron los mejores y su diferencia radica en la posición de *P. (Chlaenobia) tumulosa*. En el primer cladograma *P. (Chlaenobia) tumulosa* esta libre en una rama, mientras en el segundo cladograma esta posicionado en el mismo clado que *P. (Chlaenobia) aequata*, dicha inconsistencia se debe principalmente a que comparte igual número de caracteres con *P. (Chlaenobia) aequata* que con el grupo de *P. (Chlaenobia) unituberculata*, *P. (Chlaenobia) latipes*, *P. (Chlaenobia) chiapensis* y *P. (Chlaenobia) aff. tumulosa*. En general se observa un grupo conformado *P.*

(*Chlaenobia*) *percata*, *P. (Chlaenobia) unituberculata*, *P. (Chlaenobia) latipes*, *P. (Chlaenobia) chiapensis*, *P. (Chlaenobia) aff. tumulosa*, *P. (Chlaenobia) tumulosa*, *P. (Chlaenobia) aequata*, *P. (Chlaenobia) aegrota* y *P. (Chlaenobia) instabilis*; y la especie del grupo externo que no se incluye por pertenecer al subgénero *Phytalus*.

12 CONCLUSIONES

- 12.1 Los caracteres útiles para el análisis son la longitud corporal, superficie del pigidio, placa anal, superficie del quinto esternito, forma del espolon metatibial externo, longitud del espolon metatibial externo, longitud del diente superior uña, puntuaciones dorsales, vestidura abdominal, longitud del edeago, brillo dorsal, borde del clipeo, puntuaciones en la frente, puntuaciones en el clipeo, setas en el pigidio y longitud de la placa anal.
- 12.2 Después de realizado el consenso estricto entre los dos cladogramas más parsimoniosos únicamente queda irresuelto la posición (incerta sedis) de *P. (Chlaenobia) tumulosa*.
- 12.3 Del análisis realizado se confirma la existencia de un solo grupo constituido por *P. (Chlaenobia) percata*, *P. (Chlaenobia) unituberculata*, *P. (Chlaenobia) latipes*, *P. (Chlaenobia) chiapensis*, *P. (Chlaenobia) aff. tumulosa*, *P. (Chlaenobia) tumulosa*, *P. (Chlaenobia) aequata*, *P. (Chlaenobia) aegrota* y *P. (Chlaenobia) instabilis*.

13 RECOMENDACIONES

- 13.1 Aunque el listado de caracteres propuestos fue casi suficiente para exponer cladogramas resueltos, se recomienda aumentar a fin de resolver la posición de *P. (Chlaenobia) tumulosa* y realizar búsqueda de autapomorfías para sustentar bien las especies bajo la base de heterobatmía.
- 13.2 Es necesario incluir en el análisis el resto de las especies de *Phyllophaga (Chlaenobia)* para incluir la información faltante y realizar la formación exacta de los grupos.
- 13.3 Se debe realizar un análisis filogenético de todo el género a fin de comprobar la monofilia de los subgéneros y proponer la elevación a géneros.

14 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Borror D.J.; Triplehorn, C.A. y Jonson, N.F. 1989. An introduction to the study of insects. 6ta ed. Ed. Saunders Collage. pp. 373.
- Cano, E. y Morón, M. 1999. Phyllophaga (Coleoptera: Sacarabaeidae: Melolonthinae) de Guatemala: sistematica, diversidad, biología y biogeografía. Universidad del Valle de Guatemala y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. p. 1-112.
- Cano, E.; Monzón, J. y Schuster, J. 2000. Las “Gallinas ciegas” y los “Ronrones” del genero Phyllophaga (Coleoptera: Scarabaeidae) en Guatemala: Diversidad, endemismo e importancia agrícola. Universidad del Valle de Guatemala. 9: 19-24.
- Costa, C. 2000. Estado de conocimiento de los Coleoptera neotropicales. Hacia un Proyecto CYTED para el inventario y estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES-200. –En Martín-Piera, F., Morrone, J.J. and Meliá. A. (eds). Monografías Tercer Milenio. Vol 1 SEA. Zaragoza. p. 99-114.
- Endrödi, S. 1966. Monographie der Dynastinae (Coleoptera: Lamellicornia) I Teil. Entomologische Abhandlungen Museum Tierkunde, Dresden, Bd. 33: 1-457
- Environmental Systems Research Institute –ESRI-. 2004. ArcGis Version 9.1. Environmental Systems Research Institute. EEUU.
- Evans, A. V. and A. B. T. Smith. 2005. An electronic checklist of the New World chafers (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae). Version 1. Electronically published, Ottawa, Canada. 344 pp.
- Grebennikov, V.V. y Scholtz, C.H. 2004. The basal phylogeny of Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) inferred from larval morphology. Invertebrate systematics. 18: 321:348.
- Hennig, W. 1966. Phylogenetic Systematics. Trad. D. Dwigth Davis y Rainer Zangerl. Ed. University of Illinois. EEUU. pp. 1-4
- Kohlmann, B., 1994. Algunos aspectos de la taxonomía numérica y sus usos en México 423-438 pp. In J. Llorente. y I. Luna (compiladores). Taxonomía biológica. UNAM-Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Morón, M.A. 1984. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Publicación 14. Instituto de Ecología, México. 131 pp.
- Hammer, O., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education an data analysis. Paleontología Electrónica . 4(1): 9 pp.
- Ramírez-Salinas, C. y Castro-Ramírez, A.E. 2000. El complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) en el cultivo de maíz, en El Madronal, municipio de Amatenango del Valle, Chiapas, México. Acta Zoológica Mexicana. 79: 17-41.

**ANALISIS FILOGENETICO DE *PHYLLOPHAGA (CHLAENOBIA)* (BLANCHARD);
MORON (SCARABAEIDAE: MELOLONTHINAE)**

Manuel A. Barrios Izás
Correo electrónico: manuelbarriosgt@yahoo.com

El género *Phyllophaga* Harris, 1826 pertenece a los escarabajos “pleurosticticos”. El género esta consituido por varios subgéneros que anteriormente fueron descritos como géneros por separado.

En la presente investigación se realiza el análisis filogenético de *Phyllophaga (Chlaenobia)*; sin embargo no se contó con todas las especies conocidas del subgénero. El análisis filogenético se realizo con métodos cládistas de búsqueda exhaustiva y optimización de Fitch, se utilizó a *P. (Phytalus) obsoleta* como grupo externo.

Del análisis cládista se obtuvieron mas de dos millones de cladogramas, por lo que se aplico la ley de la parsimonia y únicamente se seleccionaron los cladogramas de menor longitud y mayores índices de consistencia y retención; quedando únicamente dos cladogramas. Posteriormente se realizó un consenso estricto y *P. (Phytalus) obsoleta* quedo irresuelto por lo que su posición es incierta.

Se observa la agrupación de los especímenes de *P. (Chlaenobia)* en un solo grupo monofilético.

Además se obtuvo una lista de 16 caracteres útiles de los veinte propuestos, de los cuales se obtuvo los índices de consistencia y retención.

Y por último se recomienda la ampliación de caracteres, sobre todo de aquellos autapomórficos para sustentar la heterobatmía de las especies.

EDC-BIOLOGIA. ASESORES: SERGIO PEREZ Y ENIO CANO.