



Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

ISSN: 0065-1737

azm@ecologia.edu.mx

Instituto de Ecología, A.C.

México

Schuster, Jack C.; Cano, Enio B.; Cardona, Catherine
Un método sencillo para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala, usando
Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores
Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), núm. 80, 2000, pp. 197-209
Instituto de Ecología, A.C.
Xalapa, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57508011>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

**UN METODO SENCILLO PARA PRIORIZAR LA CONSERVACION
DE LOS BOSQUES NUBOSOS DE GUATEMALA, USANDO
PASSALIDAE (COLEOPTERA) COMO ORGANISMOS INDICADORES**

Jack C. SCHUSTER, Enio B. CANO y Catherine CARDONA

Laboratorio de Entomología Sistemática

Universidad del Valle de Guatemala

Apdo. Postal 82, 01901 Guatemala, GUATEMALA.

RESUMEN

Los Passalidae, por varias razones, son buenos organismos indicadores de endemismo. Encontramos 66 especies de Passalidae en 32 bosques nubosos de Guatemala. Para priorizar la conservación de estos bosques, establecimos un método que evalúa riqueza de especies, endemismo y similitud entre ensamblajes de pasálidos y el grado de protección de los bosques. Así, sugerimos siete sitios de muy alta prioridad y cinco sitios de alta prioridad para protección en Guatemala. Este método de priorización, aunque no evalúa todos los parámetros idealmente deseados, funciona como un método de evaluación rápida y barata que permite tomar decisiones urgentes en la protección de los bosques húmedos de montaña (bosques nubosos).

Palabras Clave: Coleoptera, Passalidae, Bosques Nubosos, Indicadores, Priorización, Guatemala.

ABSTRACT

Passalidae, for various reasons, are good indicators of endemism. We found 66 species of Passalidae in 32 cloud forests in Guatemala. In order to prioritize conservation of these forests, we established a method that evaluated passalid species richness, endemism and similarity among guilds, and forest conservation state. Thus, we suggest seven sites of very high priority and five of high priority for protection in Guatemala. This prioritization method, although not evaluating all ideal parameters, works as a rapid and cheap evaluation method for making urgent decisions concerning the protection of montane wet (cloud) forests.

Key Words: Coleoptera, Passalidae, Cloud forests, Indicators, Prioritization, Guatemala.

INTRODUCCION

A pesar de que varios investigadores están de acuerdo en que los bosques nubosos distribuidos entre Chiapas y Honduras constituyen uno de los mayores centros de endemismo en el mundo (Vasquez, 1995; Rzedowski, 1978; Schuster, 1992; Reid y Engstrom, 1992; Campbell y Vannini, 1989; Droege y Suchini, 1997) y que actualmente

se encuentran en peligro de desaparecer por lo acelerado de su destrucción (ver Hamilton, 1995), estos bosques han sido marginados de las decisiones políticas de conservación en Guatemala. Por ejemplo, de las 14 áreas protegidas de Guatemala¹, únicamente dos incluyen bosques nubosos: La Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y el Biotopo del Quetzal en Purulhá, Baja Verapaz (Fig. 1). Por estas razones, son vitales los estudios biológicos que permitan establecer prioridades para su conservación utilizando organismos indicadores.

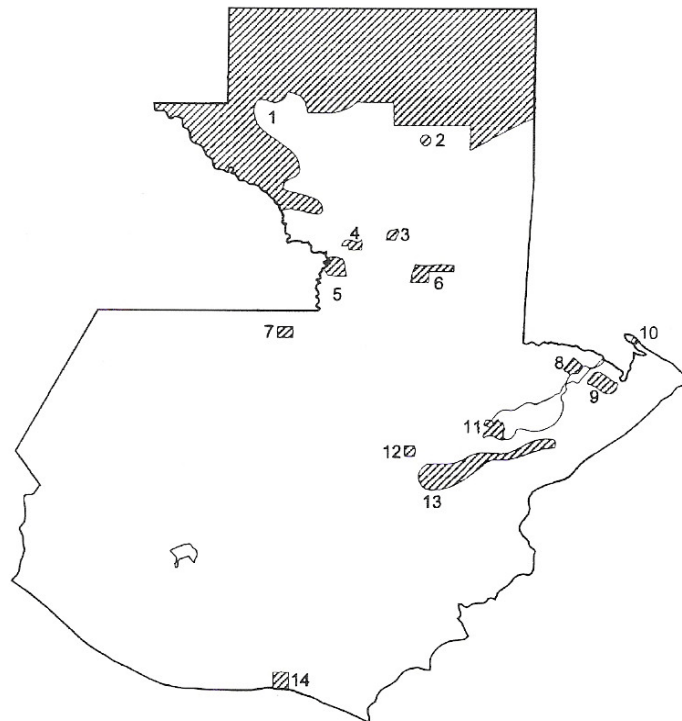


Figura 1

Áreas protegidas de Guatemala. 1= Reserva de la Biósfera Maya; 2= Biotopo Cerro Cahú; 3= Parque Nacional Ceibal; 4= Aguateca-Dos Pilas-Petexbatún; 5= San Román; 6= Machaquilá; 7= Laguna Lachuá; 8= Biotopo Chocón Machacas; 9= Cerro San Gil; 10= Biotopo Punta de Manabique; 11= Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic; 12= Biotopo del Quetzal; 13= Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas; 14= Biotopo Monterrico.

¹ Aunque nominalmente la lista de áreas protegidas de Guatemala es larga, incluimos aquí únicamente aquellas reservas con administración, infraestructura, fondos de funcionamiento, plan de manejo y presencia de personal.

En Guatemala, los pasálidos (Coleoptera: Passalidae) han sido utilizados como indicadores ecológicos para diferentes tipos de bosques nubosos (Cano, 1993) y como indicadores de regiones biogeográficas distintas (Schuster, 1992). Como consecuencia, fueron utilizados para justificar el establecimiento de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas (RBSM). Ha sido posible utilizar los pasálidos debido a que la taxonomía y la biogeografía del grupo son bien conocidas en Mesoamérica Nuclear (Chiapas hasta Nicaragua), gracias a los estudios realizados en los últimos 30 años por Reyes-Castillo (1970, 1978, 1982, 1984), Reyes-Castillo y Castillo (1986), Reyes-Castillo, Fonseca y Castillo (1987), Reyes-Castillo y Schuster (1983), Quintero y Reyes-Castillo (1983), Schuster (1985, 1988a, 1989, 1991a, 1991b, 1992, 1993), Schuster y Reyes-Castillo (1990), MacVean y Schuster (1981), Cano (1993) y Cano y Schuster (1995).

El endemismo es común en el grupo, especialmente en áreas montañosas (Schuster, 1992). Tienen ciertas ventajas sobre organismos tales como mariposas y aves por no ser migratorios. Debido a que están presentes como adultos durante todo el año, se puede evaluar un área en cualquier época. Además, son fáciles de coleccionar en el campo y en un lapso corto de tiempo (3 horas hasta 15 días (5hrs/día)) es posible realizar un buen inventario de las especies de una comunidad (e.g., Cano, 1993 y observaciones personales). Los patrones de endemismo y diversidad de los pasálidos son similares a los de otros taxa como escarabajos *Plusiotis* (Monzon, J., com. pers. 1999), salamandras (Schuster, 1992), aves, mamíferos menores y vegetación arbórea (CDC, 1993). En consecuencia, debe ser posible utilizar los pasálidos de Guatemala como organismos indicadores para determinar cuáles regiones de bosque nuboso son más parecidas o diferentes entre sí, cuales áreas tienen un alto grado de endemismo y/o de biodiversidad y, basados en esos datos, priorizar áreas para su conservación.

MATERIAL Y METODOS

Obtuvimos los datos de distribución de las especies de Passalidae presentes en 32 localidades de bosques nubosos de Guatemala situadas entre 900 y 2700m snm, a través de la revisión de 3538 ejemplares depositados en la Colección de Artrópodos de la Universidad del Valle de Guatemala y de nuestros datos de colectas realizadas durante los últimos 25 años (Cuadro 1). Utilizamos únicamente los datos de bosques nubosos con intensidades y áreas de muestreo de tamaño similar, muestreados por al menos uno de nosotros.

Cuadro 1

Distribución de las especies de Passalidae en los bosques nubosos de Guatemala. El asterisco indica a las especies endémicas. Los cuadrados oscuros indican la presencia de una especie.

| ESPECIE/LOCALIDAD | V. Atitlán 2250+ | F. Sarapiquí | V. Atitlán | V. Atitlán 2100+ | V. Dzacal | F. El Faro | V. S. María 1550+ | V. Atitlán, Mosá | La Fronterola | Nuevo de Cárdeno | S. Estrella 2500+ | La Vieja | P. Nuevo Viejo | Tijera 2200 | Tijera 1800+ | S. Estrella 1900+ | Dakab | Chalensis | Ecoyucal | La Oca | Mochales | Jenes | S. Lorena 1800 | Parula | Yakabjoch | Rio Zorco | La Providencia | S. San Bartolomé | S. Lorena 2200+ | Parula | Sierra de Escal | Getza Nyon | | | |
|--|------------------|--------------|------------|------------------|-----------|------------|-------------------|------------------|---------------|------------------|-------------------|----------|----------------|-------------|--------------|-------------------|-------|-----------|----------|--------|----------|-------|----------------|--------|-----------|-----------|----------------|------------------|-----------------|--------|-----------------|------------|--|--|--|
| <i>Chondestes obsoletus</i> (Bates) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chondestes gemmae</i> R-C y C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chondestes granifrons</i> (Bates) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chondestes granulum</i> Kuwart | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Chondestes</i> n.sp.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Chondestes</i> n.sp.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chondestes purpuratus</i> (Bates) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Coniger championi</i> (Bates) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Coniger</i> n.sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Odentotænis striatopunctatus</i> (Perch.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges eskchiquil</i> S y R-C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ogyges championi</i> S y R-C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges furcillatus</i> S y R-C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges gutturostris</i> S y R-C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges hondurensis</i> S y R-C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges kekchi</i> S y R-C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges poltus</i> (Hincks) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges laevis</i> (Kaup) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges</i> n.sp.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges</i> n.sp.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges</i> n.sp.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Ogyges</i> n.sp.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ogyges tzutuhil</i> S y R-C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ollaus sargi</i> (Kaup) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Passalus caelatus</i> Erich. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Passalus springer</i> (Bates) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Passalus</i> n.sp.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Passalus</i> n.sp.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Passalus punctatostriatus</i> Perch. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Passalus bechii</i> Macleay | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Petrochelidon carulae</i> Cano y Schuster | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Petrochelidon guatemalae</i> R-C y S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Petrochelidon salvadorae</i> Schuster | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Petrochelidon pokomchi</i> Schuster | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Popillius oclipticus</i> (Truquell) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Popillius haagi</i> (Kaup) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Popillius</i> n.sp.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Popillius</i> n.sp.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Holoscus</i> n.sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Procladius garyi</i> (Melly) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Procladius matszechi</i> Kaup | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Procladius opacipennis</i> (Thompson) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Procladius opacus</i> Kuwart | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Pseudocanthus junctistriatus</i> (Kuwart) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Pseudocanthus</i> n.sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Pseudocanthus nigridoides</i> (Hincks) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Pseudocanthus subopacus</i> (Bates) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Pseudocanthus violetae</i> R-C y C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Publius agassizi</i> (Kaup) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spurillus bicornis</i> (Truquell) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spurillus dichotomus</i> Zang | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Varex corticicola</i> (Truquell) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Varex cavicolle</i> Bates | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Varex hageni</i> Kaup | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Vindex</i> n.sp.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Vindex</i> n.sp.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Vindex</i> n.sp.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Vindex</i> n.sp.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vindex</i> n.sp.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Vindex</i> n.sp.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Vindex</i> n.sp. Trifinio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Vindex</i> n.sp. volcanes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vindex scutellus</i> Bates | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Xylopassaloides chertii</i> Schuster | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * <i>Xylopassaloides mori</i> Schuster | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Xylopassaloides schusteri</i> R-C, F y C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Para realizar la priorización utilizamos un criterio principal que denominamos “El Valor de Prioridad” y un criterio complementario basado en la “La Similitud Faunística de los ensambles de Passalidae”.

El Valor de Prioridad (Vp) de cada localidad lo obtuvimos por medio de la sumatoria del número de especies endémicas, la riqueza de especies ajustada y el grado de protección del bosque, obtenidos de la siguiente manera:

- 1) Número de especies endémicas para cada bosque. Determinamos el endemismo con base en el mapa modificado (Fig. 2) de las áreas de endemismo para Guatemala propuestas por Schuster (1998). Consideramos que una especie es endémica si está presente únicamente en una de esas áreas de endemismo. Las especies de amplia distribución encontradas en una sola área de endemismo en Guatemala no caben en nuestro concepto de endemismo. Por ejemplo, *Xylopassaloides schusteri*, distribuido en la Sierra de los Cuchumatanes y en la Sierra de Santa Cruz, aunque se conoce solo de Guatemala, no lo consideramos endémico por encontrarse en dos áreas diferentes (áreas 3 y 5, Fig. 2). Por otro lado, consideramos como endémico a *Ogyges laevisimus*, conocido únicamente del área volcánica en Guatemala (área 4, Fig. 2). Finalmente, *Verres hageni* en nuestro listado (Cuadro 1) solamente se ubica en un área de endemismo; sin embargo, es una especie de amplia distribución y está presente en otras áreas sin endemismo.
- 2) Riqueza de especies ajustada. Para trabajar con números similares, ajustamos el valor de la máxima riqueza encontrada (13 spp., Purulhá, Baja Verapaz) al valor máximo de endemismo encontrado (5 spp., San Lorenzo, RBSM, 2260-2400m). El cálculo de este valor se hizo para cada localidad por una simple regla de tres. Por ejemplo, para una riqueza de 10 especies, la Riqueza de especies ajustada es de 3.85 (o sea, $(5/13)*10=3.85$). Así, para cada localidad la riqueza de especies no pudo ser mayor de 5.
- 3) Grado de protección del bosque. Consideramos que los bosques declarados como áreas protegidas no son prioritarios para su conservación y por lo tanto le asignamos un valor de 0. A los bosques sin protección los consideramos prioritarios para su conservación y les asignamos un valor de 5.

Con estos Valores de Prioridad agrupamos los bosques dentro de intervalos de 1.38 unidades, clasificándolos como localidades de muy alta prioridad, alta prioridad, mediana prioridad y baja prioridad (Cuadro 2). En la toma de decisiones para determinar el tipo de priorización en conservación de bosques nubosos, las diferencias en los valores de prioridad a considerar deben ser más grandes que 1.38 unidades. Esto es debido a que el descubrimiento de una especie más en la región cambiaría el valor sólo en 0.38 unidades si fuera especie no endémica, pero en 1.38 unidades si fuera endémica.

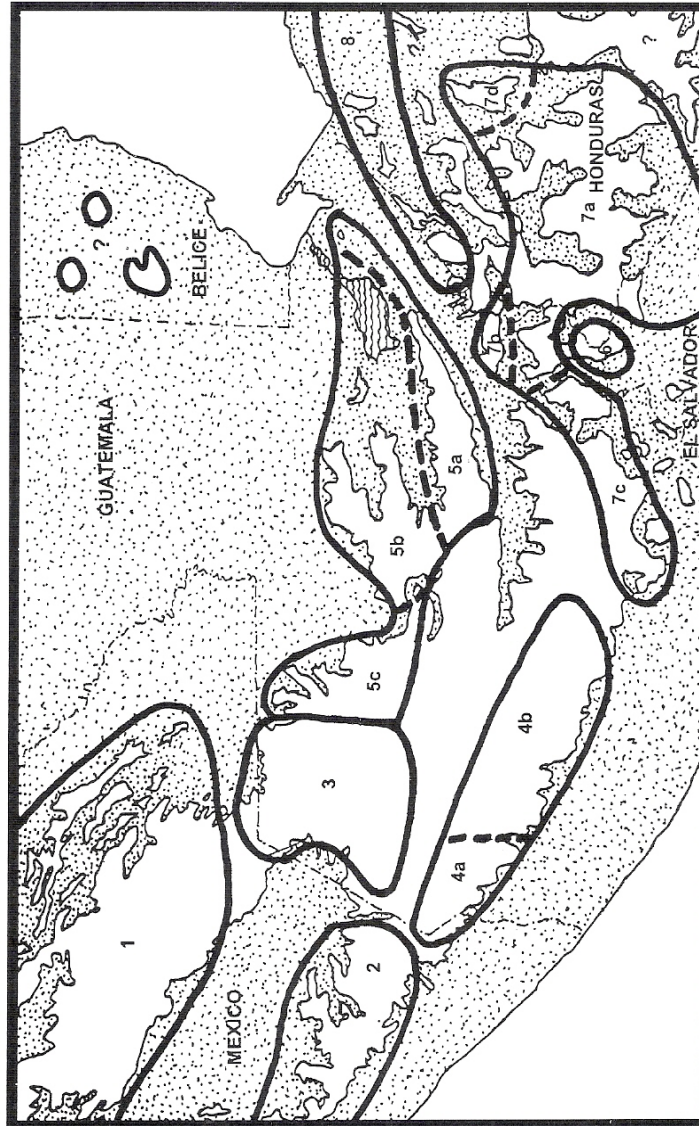


Figura 2
Áreas y subáreas de endemismo de Mesoamérica Nuclear basado en la distribución de Coleoptera Passalidae. En blanco se incluyen todas las áreas arriba de 1000m de altitud. 1 = Meseta Central de Chiapas; 2 = Sierra Madre de Chiapas; 3 = Occidente de la Sierra de los Cuchumatanes-Montaña de Cuilco; 4a = Porción occidental de la Cadena Volcánica; 4b = Porción central de la Cadena Volcánica; 5a = Sierra de las Minas; 5b = Sierra de Santa Cruz y Chamá; 5c = Porción oriental de la Sierra de los Cuchumatanes; 6 = Trifinio (Cerro Montecristo); 7a = El Portillo, Honduras; 7b = La Unión, Zacapa; 7c = Volcán Tecuamburro y montañas del suroriente de Guatemala; 8 = Sierra del Merendón. Modificado de Schuster (1998).

Cuadro 2
Valores de prioridad para los 32 bosques nubosos estudiados.

| | Localidad | Riqueza de especies | Riqueza de especies ajustada | Número de Especies Endémicas | Grado de Protección del Bosque | Valor de Prioridad | Tipo de Prioridad | Area y/o subárea de endemismo |
|----|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------------|
| 31 | Sierra de Caral, Izabal, 900-1200m | 10 | 3.85 | 3 | 5 | 11.85 | muy alta | 8 |
| 25 | Yalambojoch, Nentón, 1800m. | 9 | 3.46 | 3 | 5 | 11.46 | muy alta | 3 |
| 9 | La Fraternidad, San Marcos 1800m | 8 | 3.08 | 3 | 5 | 11.08 | muy alta | 4a |
| 12 | La Unión, Zacapa, 1500m | 10 | 3.85 | 2 | 5 | 10.85 | muy alta | 7b |
| 11 | Santa Eulalia, 2500-2700m | 7 | 2.69 | 3 | 5 | 10.69 | muy alta | 3 |
| 15 | Trifinio 1600-1900m | 7 | 2.69 | 3 | 5 | 10.69 | muy alta | 6 |
| 17 | Chiblac, Barillas, 1200-1400m | 9 | 3.46 | 2 | 5 | 10.46 | muy alta | 3 |
| 2 | Fuentes Georquinas, 2400-2500m | 6 | 2.31 | 3 | 5 | 10.31 | alta | 4b |
| 16 | Santa Eulalia, 1800-2060m | 6 | 2.31 | 3 | 5 | 10.31 | alta | 3 |
| 20 | Laj Chimel, Uspantán, 2100m | 11 | 4.23 | 1 | 5 | 10.23 | alta | 5c |
| 32 | Cerro Nylon, Izabal, 1100m | 6 | 2.31 | 2 | 5 | 9.31 | alta | 8 |
| 13 | Pueblo Nuevo Viñas, 1800m | 8 | 3.08 | 1 | 5 | 9.08 | alta | 7c |
| 1 | V. Atitlán, vert. sur, 2250-2500m | 5 | 1.92 | 2 | 5 | 8.92 | mediana | 4b |
| 3 | V. Acatenango, 2200-2500m | 5 | 1.92 | 2 | 5 | 8.92 | mediana | 4b |
| 19 | Camp. Ecoquetzal, A.V. 2300m+ | 7 | 2.69 | 1 | 5 | 8.69 | mediana | 5b |
| 4 | V. Santa María, 2100-2600m | 4 | 1.54 | 2 | 5 | 8.54 | mediana | 4b |
| 10 | Montaña Cuilco, 2100m | 4 | 1.54 | 2 | 5 | 8.54 | mediana | 3 |
| 6 | Fca. El Faro, El Palmar, 1450-1600m | 6 | 2.31 | 1 | 5 | 8.31 | mediana | 4b |
| 18 | Chelemhá, A.V., 2400-2500m | 6 | 2.31 | 1 | 5 | 8.31 | mediana | 5b |
| 5 | V. Chicabal, 2500-2700m | 3 | 1.15 | 2 | 5 | 8.15 | mediana | 4b |
| 21 | Macalajau, Uspantán, 2100m | 8 | 3.08 | 0 | 5 | 8.08 | mediana | 5c |
| 7 | V. Santa María, 1550-1750m. | 6 | 2.31 | 0 | 5 | 7.31 | baja | 4b |
| 29 | San Lorenzo, RBSM, 2260-2400m | 6 | 2.31 | 5 | 0 | 7.31 | baja | 5a |
| 14 | Punto Trifinio, C. Montecristo 2300m | 3 | 1.15 | 1 | 5 | 7.15 | baja | 6 |
| 24 | Purulhá, B.V., 1600-2000m | 13 | 5.00 | 2 | 0 | 7.00 | baja | 5a |
| 8 | V. Atitlán, fca. Mocá, 1500m | 4 | 1.54 | 0 | 5 | 6.54 | baja | 4b |
| 26 | Río Zarco, RBSM, 1500m | 9 | 3.46 | 3 | 0 | 6.46 | baja | 5a |
| 30 | Cerro Pinalón, RBSM, 2400-2500m | 5 | 1.92 | 4 | 0 | 5.92 | baja | 5a |
| 27 | La Providencia, RBSM, 1500-1700m | 7 | 2.69 | 3 | 0 | 5.69 | baja | 5a |
| 23 | San Lorenzo, RBSM, 1800-2200m | 8 | 3.08 | 2 | 0 | 5.08 | baja | 5a |
| 22 | Jones, RBSM, 1500-2200m | 6 | 2.31 | 0 | 0 | 2.31 | baja | 5a |
| 28 | Cerro San Gil, Izabal, 900m | 5 | 1.92 | 0 | 0 | 1.92 | baja | 5a |

Esta es una consideración importante porque un muestreo pobre puede subestimar algunas áreas. Por otro lado, un muestreo en un área muy extensa (efecto de escala) no puede ser comparable porque puede estar considerando más de un ensamble de pasálidos o más de un tipo de bosque nuboso.

Como un criterio complementario, dentro del grupo de la más alta prioridad establecimos nuevas prioridades en base a la similitud faunística (Fig. 3). Para ésto, sometimos los datos binarios del cuadro 1 a un análisis de agrupamiento jerárquico, utilizando el Índice de Similitud de Dice (1945) $(2a/2a+b+c)$, donde a = No. especies compartidas entre los lugares b y c ; b = No. especies exclusivas del lugar b y c = No. especies exclusivas del lugar c). Agrupamos los 32 bosques, por medio del método de grupos pares no ponderados, utilizando promedios aritméticos (UPGMA) (Fig. 3, Cuadro 1), con el paquete estadístico SPSS (SPSS Inc., 1999). Le dimos mayor

prioridad a los bosques más diferentes asumiendo que las faunas de estos lugares son relativamente únicas y su pérdida sería más grave. Usamos el índice de Dice por ser sencillo, fácil de comprender y por su disponibilidad en la mayoría de los paquetes estadísticos. Otros índices binarios como Ochiai y Kulczynski # 2 (ver Hayec, 1994) arrojaron resultados similares, por lo cual seleccionamos el índice de Dice.

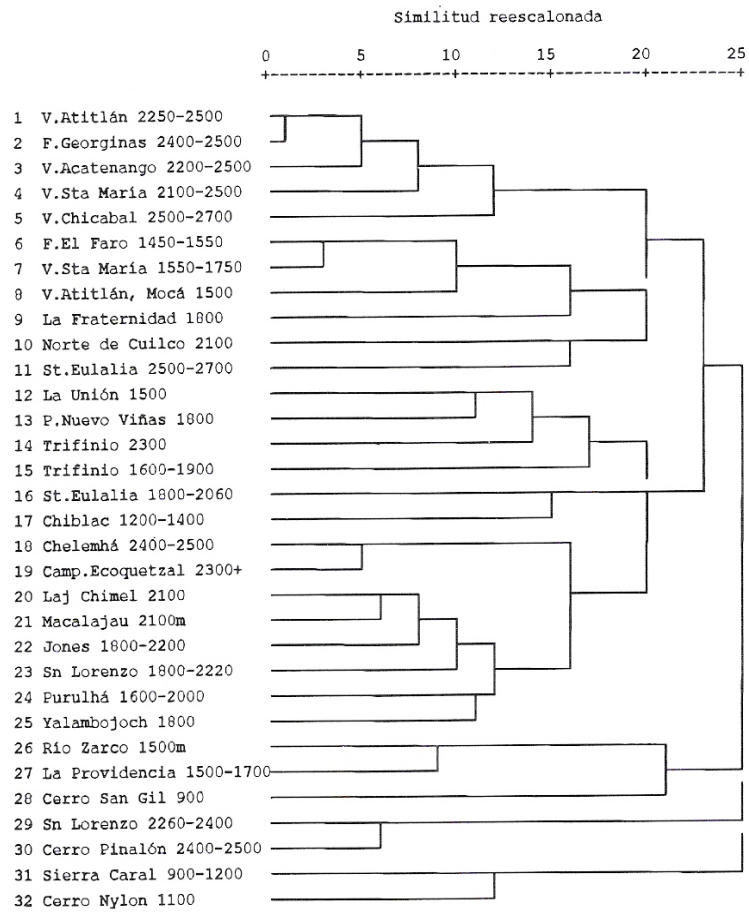


Figura 3

Agrupamiento jerárquico de los ensambles de Passalidae de 32 bosques nubosos de Guatemala. El índice es Dice (1945); el agrupamiento se realizó con el método de grupos pares no ponderados utilizando promedios aritméticos (UPGMA).

RESULTADOS Y DISCUSION

En los 32 bosques nubosos analizados encontramos 66 especies de Passalidae (Cuadro 1, Fig. 4), lo que representa el 80% del total de 82 especies que conocemos de Guatemala. Las localidades con mayor riqueza de especies (Fig. 4) corresponden a Purulhá, Baja Verapaz (13 especies), Laj Chimel, Uspantán, Quiché (11), La Unión, Zacapa (10), Sierra de Caral, Izabal (10), Río Zarco, RBSM (9) y Yalambojoch, Huehuetenango (9). Los bosques de mayor endemismo (Fig. 4) corresponden a San Lorenzo 2260-2400 m, RBSM (5 especies) y Cerro Pinalón, RBSM 2400-2500 m (4 especies). De estas 8 localidades con mayor riqueza de especies y endemismo, 4 están en reservas, incluyendo 3 en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas (RBSM) en la cual los pasálidos fueron utilizados como organismos indicadores para su declaratoria legal como reserva (Schuster, 1988b).

Las áreas de muy alta prioridad de conservación en Guatemala (Vp entre 11.85-10.46) corresponden a los bosques nubosos de: Sierra de Caral, Izabal (900-1200m) (Vp=11.85); Yalambojoch, Huehuetenango (1800 m) (Vp=11.46); La Fraternidad, San Marcos (1800 m) (Vp=11.08); La Unión, Zacapa (1500 m) (Vp=10.85); Santa Eulalia, Huehuetenango (2500-2700 m) (Vp=10.69); Trifinio (Cerro Montecristo, 1600-1900 m) (Vp=10.69); y Chiblac, Barillas (1200-1400 m) (Vp=10.46). Actualmente ninguna de esas áreas tiene protección real en Guatemala. De acuerdo al cuadro 2, estos sitios se localizan en las áreas de endemismo 3, 4, 6, 7 y 8, mostrando la necesidad de establecer reservas en cada área de endemismo (Figs. 2 y 4), con la excepción de la Sierra de las Minas (subárea 5a, Figs. 1 y 2) por su alto nivel de protección.

Otra consideración importante es el tamaño del área de conservación. Según la Teoría de Biogeografía de Islas, con mayor área hay menos probabilidad de extinción (MacArthur y Wilson, 1967). Entonces, si consideramos algunas localidades con bosques cercanos o contiguos, proponemos la conservación de localidades de alto Valor de Prioridad que están contiguas a otras áreas con Valores relativamente altos o bajos. Por ejemplo, las dos localidades de Santa Eulalia (1800-2060 m y 2500-2700 m), están ubicadas en una misma montaña pero tienen Valores de Prioridad diferentes (alto y muy alto, respectivamente); lo recomendable sería unir estas dos áreas en una gran área, aprovechando con esto la posibilidad de su protección por medio de una sola declaratoria legal. Lo mismo sucede con las dos localidades del Trifinio (1600-1900 m y 2300 m) y Chiblac (1200-1400 m) con Yalambojoch (1800 m).

Para otros grupos indicadores que se utilicen con este método o para otros países, es posible que aparezcan dos o más localidades con el mismo Valor de Prioridad. Por ejemplo, si tomamos las localidades de Volcán Atitlán vertiente sur (2250-2500 m) y Volcán Acatenango (2200-2500 m) que obtuvieron el mismo Valor de Prioridad (8.92)

(Cuadro 2), y revisamos el dendrograma de similitud (Fig. 3), notamos que el Volcán Atitlán es muy similar a las Fuentes Georginas (2400-2500 m). Por lo tanto, el Volcán Acatenango tendría mayor prioridad por tener una pasalidofauna más exclusiva.

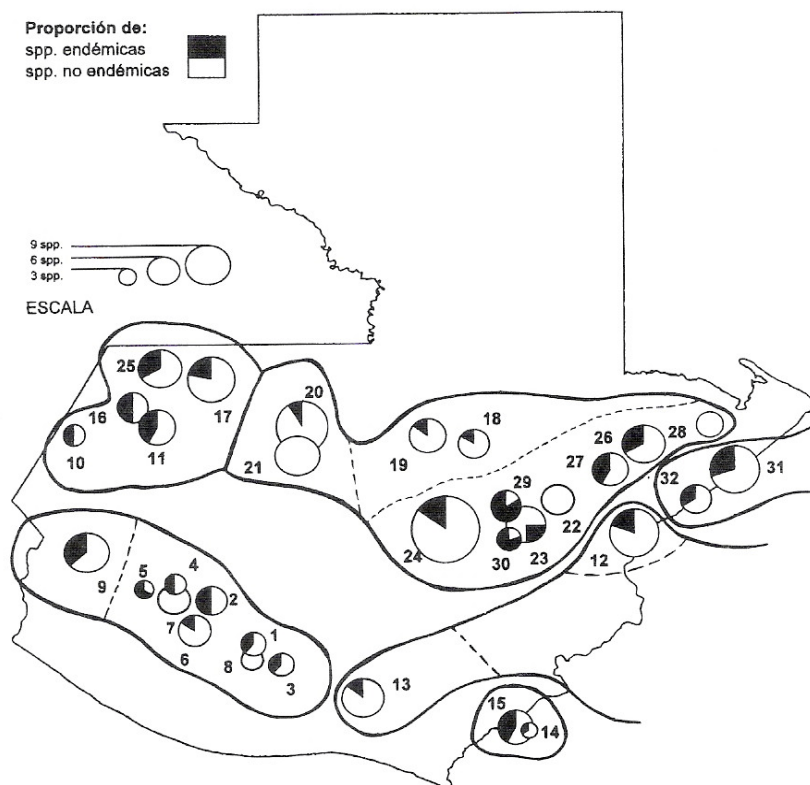


Figura 4

Distribución geográfica de los ensambles de Passalidae de 32 localidades de bosques nubosos de Guatemala. Se incluyen las áreas de endemismo según Figura 1. Localidades: 1) Volcán Atitlán, vertiente Sur, 2250-2500m; 2) Fuentes Georginas, 2400-2500m; 3) Volcán Acatenango, 2200-2500m; 4) Volcán Santa María, 2100-2500m; 5) Volcán Chicabal, 2500-2700m; 6) Fca. El Faro, El Palmar, 1450-1600m; 7) Volcán Santa María, 1550-1750m; 8) Volcán Atitlán, Fca. Mocá, 1500m; 9) La Fraternidad, San Marcos, 1800m; 10) Montaña Cuilco, 2100m; 11) Santa Eulalia, 2500-2700m; 12) La Unión, Zacapa, 1500m; 13) Pueblo Nuevo Viñas, 1800m; 14) Trifinio (Cerro Montecristo), 2300m; 15) Trifinio (Cerro Montecristo), 1600-1900m; 16) Santa Eulalia, 1800-2060m; 17) Chiblac, Barillas, 1200-1400m; 18) Chelemhá, Alta Verapaz 2400-2500m; 19) Campamento. Ecoquetzal, Alta Verapaz 2300+m; 20) Laj Chimel, Uspantán, 2100; 21) Macalajau, Uspantán, 2100m; 22) Jones, RBSM, 1800-2200m; 23) San Lorenzo, RBSM, 1800-2260m; 24) Purulhá, Baja Verapaz 1600-2000m; 25) Yalambojoch, Nentón, 1800m; 26) Río Zarco, RBSM, 1500m; 27) Fca. La Providencia, RBSM, 1500-1700; 28) Cerro San Gil, Izabal, 900m; 29) San Lorenzo, RBSM, 2260-2400m; 30) Cerro Pinalón, RBSM, 2400-2500m; 31) Sierra de Caral, Izabal, 900-1200m; 32) Cerro Nylon, Izabal, 1100m.

Si tomamos las localidades Santa Eulalia (2500-2700 m) y Trifinio (1600-1900 m) del grupo de muy alta prioridad, notamos que también tienen el mismo valor de prioridad (10.69) (Cuadro 2), ambas son muy diferentes de cualquier otra área (Fig. 3) y están en áreas de endemismo diferentes (Figs. 2 y 4, Cuadro 2). En este caso, ambas zonas son igualmente prioritarias y se deberá utilizar otro(s) criterio(s) complementario(s) si fuera necesario priorizar entre ellas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la literatura se conocen diversos métodos de priorización (e.g. Williams *et al.* 1993, Kiestler *et al.* 1996 y varios artículos en Forey *et al.* 1994). Estas metodologías requieren conocimientos profundos de diversidad de varios taxa, relaciones filogenéticas de grupos indicadores, distribución geográfica bien conocida y muestreos sistemáticos. Sin embargo, para un país como Guatemala donde la información biológica es escasa, el uso de un grupo indicador (fuertemente estudiado) como los pasálidos puede ahorrar tiempo y dinero, y a la vez dar criterios objetivos y confiables para priorización, especialmente cuando la destrucción es acelerada y la necesidad de conservación es urgente.

Recomendamos que las entidades encargadas del establecimiento de Reservas Biológicas en Guatemala tomen en consideración la priorización que hemos detallado para el fortalecimiento del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a José Monzón, Erick Smith, Karla Villatoro, Sergio Pérez, Ariel Castillo, Alan Marroquín y Claudio Méndez, por su ayuda en la obtención de especímenes. Agradecemos a Pedro Reyes Castillo y a un revisor anónimo por sus valiosas observaciones y comentarios que permitieron la mejora sustancial de este trabajo. El apoyo financiero del Fideicomiso para la Conservación en Guatemala, The Nature Conservancy, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala (CONCYT), y de la Universidad del Valle de Guatemala en diferentes proyectos, fueron la base para la realización de este trabajo. Agradecemos a Defensores de la Naturaleza, Fundación Rigoberta Menchú y Proyecto EcoQuetzal por el apoyo en el campo y al Consejo Nacional de Áreas Protegidas por los permisos de colecta.

LITERATURA CITADA

Campbell, J.A. & J.P. Vannini. 1989. Distribution of amphibians and reptiles in Guatemala and Belize. *Proc. West. Found. Vert. Zool.* 4(1):1-21.

- Cano, E.B.** 1993. Pasálidos. In: *Evaluación ecológica rápida de la Reserva de la Biósfera "Sierra de las Minas"*. CDC-CECON, USAC, Guatemala. pp. 36-39.
- Cano, E.B. & J.C. Schuster.** 1995. A new species of *Petrejoides* from Guatemala and comments on *Petrejoides michoacanae* (Coleoptera: Passalidae). *Florida Entomologist* 78(2):246-250.
- CDC** (Centro de Datos para la Conservación), 1993. Evaluación ecológica rápida de la Reserva de la Biósfera "Sierra de las Minas". CDC-CECON-USAC, Guatemala. 57pp. + mapas.
- Dice, L.R.** 1945. Measures of the amount of ecological association between species. *Ecology* 26:297-302.
- Droege, H.A. & A.E. Suchini.** 1997. Plantas monocotiledóneas endémicas y/o amenazadas de Guatemala. *CDC-CECON-USAC-The Nature Conservancy*, Guatemala. 48pp.
- Forey, P.L., C.J. Humphries & R.I. Vane-Wright.** 1994. Systematics and conservation evaluation. P.L. Forey, C.J. Humphries y R.I. Vane-Wright (Eds.). *The Systematics Association special volume No. 50*. Clarendon Press, Oxford. 438 pp.
- Hamilton, L.S.** 1995. Mountain cloud forest conservation and research: A synopsis. *Mount. Res. Develop.* 15(3):259-266.
- Hayec, L-A. C.** 1994. Analysis of amphibian biodiversity data. In: W.R. Heyer, M..A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L-A. C. Hayec y M. S. Foster (Eds). *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington. pp. 207-269.
- Kiester, A.R., J.M. Scott, B. Csuti, R.F. Noss, B. Butterfield, K. Sahr & D. White.** 1996. Conservation prioritization using GAP data. *Conservation Biology* 10(5): 1332-1342.
- MacArthur, R.H. & E.O. Wilson.** 1967. The Theory of Island Biogeography. *Princeton University Press, Princeton*. 203pp.
- MacVean, C. & J.C. Schuster.** 1981. Altitudinal distribution of passalid beetles (Coleoptera, Passalidae) and Pleistocene dispersal on the volcanic chain of northern Central America. *Biotropica* 13(1): 29-38.
- Quintero, G. & P. Reyes-Castillo.** 1983. Monografía del género *Oileus* Kaup (Coleoptera, Scarabaeoidea, Passalidae). *Folia Entomol. Mex.* 57:1-50.
- Reid, F. & M. Engstrom.** 1992. Proposal: A National Park in the oak forest of the Sierra de los Cuchumatanes, Dept. Huehuetenango, Guatemala. Manuscrito. 3 pp.
- Reyes-Castillo, P.** 1970. Coleoptera, Passalidae: morfología y división en grandes grupos; géneros americanos. *Folia Entomol. Mex.* 20-22:1-240.
- _____. 1978. Revisión monográfica del género *Spurius* Kaup (Coleoptera, Passalidae). *Studia Entomol.* 20(14):269-290.
- _____. 1982. Análisis zoogeográfico de los Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia) en la Zona de Transición Mexicana. *Actas VIII Congr. Latinoamericano Zool.* 2:1387-1397.
- _____. 1984. Análisis zoogeográfico de los Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia) en México. pp. 292-303. In: *Memoria de los Simposia Nacionales de Parasitología Forestal II y III*. Soc. Mexicana de Entomología, A.C., Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH., Instituto de Ecología, A.C.
- Reyes-Castillo, P. & C. Castillo.** 1986. Nuevas especies de Coleoptera Passalidae de la Zona de Transición Mexicana. *An. Inst. Biol. Univ. Autón. Méx.* 56(1985), Ser. Zool. (1):141-154.

- Reyes-Castillo, P., C.R.V. Fonseca & C. Castillo.** 1987. Descripción de un nuevo género Mesoamericano de Passalidae (Coleoptera: Lamellicornia). *Folia Entomol. Mex.* 73:47-67.
- Reyes-Castillo & J.C. Schuster.** 1983. Notes on some Mesoamerican Passalidae (Coleoptera): *Petrejoides* and *Pseudacanthus*. *Coleopta Bull.* 37(1): 49-54.
- Rzedowski, J.** 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México. 432pp.
- Schuster, J.C.** 1985. Pasálidos como indicadores de áreas bióticas para el establecimiento de reservas biológicas. *Mem. Primer Congr. Nac. Biol. Guatemala.* 161-169.
- _____. 1988a. *Petrejoides reyesi*: sp. nov. (Coleoptera: Passalidae) from Honduras. *Coleopta Bull.* 42(4):305-309.
- _____. 1988b. Insectos. In: Defensores de la Naturaleza-World Wildlife Fund (eds.). *Estudio técnico para dar a Sierra de las Minas la categoría de Reserva de la Biósfera*. Guatemala.
- _____. 1989. *Petrejoides salvadorae* sp. nov. (Coleoptera: Passalidae) from El Salvador. *Florida Entomologist* 72(4):693-696.
- _____. 1991a. *Heliscus* and *Verres* (Coleoptera: Passalidae): New species records from Guatemala and Panamá. *Florida Entomologist* 74(3):475-476.
- _____. 1991b. *Petrejoides* (Coleoptera, Passalidae): four new species from Mesoamérica and México with a key to the genus. *Florida Entomologist* 74(3):422-432.
- _____. 1992. Biotic areas and the distribution of Passalid beetles (Coleoptera) in Northern Central America; post-Pleistocene montane refuges. In: *Biogeography of Mesoamerica*. Proc. of a Symposium: Mérida, Yuc., México. Tulane University, U.S.A. 285-292.
- _____. 1993. *Xylopassaloides* (Coleoptera: Passalidae) in Mesoamerica: Relations, distribution and new species. *Florida Entomologist* 76(1):114-119.
- _____. 1998. Chemical prospecting: an evolutionary-biogeographical approach-Mesoamerican cloud forest as an example. Resumen en: *Pure and Applied Chemistry* 70(11): 2112. Artículo completo en:
<http://www.iupac.org/symposia/proceedings/phuket97/schuster.html>
- _____. & P. Reyes-Castillo. 1990. Coleoptera, Passalidae: *Ogyges* Kaup; revisión de un género Mesoamericano de montaña. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 40:1-49.
- SPSS Inc.** 1999. SPSS Base 9.0. *SPSS Inc., Chicago, Illinois.*
- Vasquez-García, J.A.** 1995. Cloud forest archipelagos: Preservation of fragmented montane ecosystems in Tropical America. Pp. 315-332. In: L.S. Hamilton, J.O. Juvik y F.N. Scatena (Eds.). *Tropical montane cloud forests*. Springer-Verlag, New York.
- Williams, P.H., R.I. Vane-Wright & C.J. Humphries.** 1993. Measuring biodiversity for choosing conservation areas. [309-328]. In: J. LaSalle e I.D. Gauld (Eds.). *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB International, Wallingford, United Kingdom. 348 pp.

Recibido: 24 de abril 1998
Aceptado: 18 de febrero 2000