
ESCARABAJOS GEMA (INSECTA: COLEOPTERA, MELOLONTHIDAE) COMO INDICADORES DEL GRADO DE CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES DEL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO

JUAN MÁRQUEZ, JULIETA ASIAIN, MIGUEL ÁNGEL MORÓN
y CLAUDIA T. HORNUNG-LEONI

RESUMEN

Se estudió la distribución de especies de *Chrysina* y *Plusiotis* del estado de Hidalgo por provincias biogeográficas y tipos de vegetación con la finalidad de discutir su utilidad como indicadoras de bosques conservados. El estudio incluyó registros bibliográficos y análisis de tres colecciones entomológicas nacionales. Se aplicó un índice de complementariedad para conocer los sitios geográficos con el mayor número de especies de escarabajos gema. *P. psittacina* se registra por primera vez para el estado de Hidalgo (Meztitlan y Huasca). Se plantea la posibilidad de que *Ch. laniventris* esté erróneamente registrada de Hidalgo. En el Eje Volcánico Transmexicano (EVT) se registran cuatro especies y nueve en la Sierra Madre Oriental (SMO). Los bosques de pino-encino y pino del EVT poseen tres de las cuatro especies registradas de esta provincia, mientras

que el bosque mesófilo de montaña de la SMO posee las nueve especies registradas para esta provincia. Mediante el índice de complementariedad se propone que varias localidades del EVT con bosque de pino-encino se complementan en más del 90% con Tlanchinol o Zacualtipán, que corresponden a los sitios con el mayor número de especies de la SMO. En los bosques del EVT Ch. peruviana, *P. orizabae*, y posiblemente *P. difficilis*, pueden considerarse útiles como indicadoras de bosques en buen estado de conservación; mientras que en los bosques de la SMO son de utilidad siete especies. Es necesario efectuar colectas sistemáticas de estos coleópteros para conocer la relación de su abundancia con las condiciones de alteración o conservación de los bosques.

Los escarabajos 'gema' pertenecen a los géneros *Chrysina* Kirby y *Plusiotis* Burmeister (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae, Rutelini) y se les denomina así por sus brillantes colores, verde, rosa, rojo, con iridiscencias metálicas, o completamente especulares, dorado o plateado. Hawks (2001) propuso que *Chrysina* fuera el nombre genérico válido para estas especies, aunque la mayoría de ellas se ubicaron anteriormente en el género *Plusiotis* (Morón, 1990). Sin embargo, aún existen pocas evidencias sólidas para aplicar tal generaliza-

ción, y es posible proponer otro tipo de combinaciones en la clasificación de las 110 especies conocidas (Nogueira y Curoe, 2012), por ejemplo reubicando varias especies de los grupos '*laniventris*' y '*prasina*' (*sensu* Morón, 1990) en *Chrysina*, y conservando la mayor parte de las otras especies como miembros de *Plusiotis* (Morón, datos inéditos). Estos escarabajos habitan en distintos tipos de bosques, principalmente bosques nebulares y de pino-encino húmedos, y en algunos bosques tropicales de montaña, establecidos desde el sur de los EEUU hasta Ecuador, siendo México el país con la ma-

yor riqueza de especies (60 según Monzón-Sierra y García-Morales, 2011; Morón, datos inéditos).

El estado larval se desarrolla dentro de troncos en descomposición durante 8-20 meses, tiempo en el que cada individuo procesa entre 1,3 y 2,6kg de madera hasta alcanzar su fase pupal (Morón, 1985). Los adultos viven pocos meses para alimentarse, dispersarse, y reproducirse. Debido a estas características biológicas, la presencia, y posiblemente la abundancia, de estos escarabajos puede ser considerada como indicadora de bosques con buen estado de

PALABRAS CLAVE / Bosques / Conservación / Escarabajos / Hidalgo / México /

Recibido: 11/04/2013. Modificado: 17/07/2013. Aceptado: 17/07/2013.

Juan Márquez. Doctor en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor Investigador, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), México. Dirección: Laboratorio de Sistemática Animal, Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH. Km 4.5, carretera Pachuca-Tulancingo s/n. Ciudad Universitaria, Col. Carboneras, CP 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. e-mail: marquezorum@gmail.com.

Julieta Asiain. Maestra en Ciencias, UAEH, México. Profesora, UAEH, México.

A. C. (INECOL), Xalapa, México.

Miguel Ángel Morón. Doctor en Ciencias, UNAM, México. Investigador, Instituto de Ecología

INECOL, México.

Claudia T. Hornung-Leoni. Doctora en Ciencias, UNAM, México. Profesora Investigadora,

TABLA I
DATOS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE *Chrysina* Y *Plusiotis* DE HIDALGO POR MUNICIPIOS, LOCALIDADES,
TIPOS DE VEGETACIÓN Y PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS

Especie	Municipio / Localidad	*Tipo de vegetación	**Provincia biogeográfica	***Fuente de la información
1. <i>Chrysina gorda</i> Delgado, 2003	Tianguistengo: Camino a Santa Mónica	BMM	SMO	CC-UAEH
	Zacualtipán: Camino a Santo Domingo	Transición BMM-BPE	SMO	CC-UAEH
2. <i>Chrysina macropus</i> (Francillon, 1795)	Agua Blanca: Ranchería San Cornelio	BMM	SMO	CC-UAEH
	Lolotla: Ixtlahuaco	BMM	SMO	MZFC, IEXA
	Molango: Acuatitlán y Atezca	BMM	SMO	IEXA, MXAL
	Tlanchinol: Chachala	BMM	SMO	Delgado y Márquez (2006)
	Tlanchinol: La Cabaña, 2.5 y 3.5km Norte	BMM	SMO	CC-UAEH, MZFC, JML
	Tlanchinol: 3km Norte	BMM	SMO	IEXA, MXAL
	Tenango de Doria: Zetoi	BMM	SMO	CC-UAEH
	Tepehuacán de Guerrero: camino a Chilijapa	BMM	SMO	CC-UAEH
	Tepehuacán de Guerrero: Otongo	BMM	SMO	MXAL, IEXA
	Zacualtipán: Tlahuelompa	BMM	SMO	GNG
3. <i>Chrysina peruviana</i> Kirby, 1828	Zacualtipán : Camino a Santo Domingo	Transición BMM-BPE	SMO	CC-UAEH
	Zacualtipán: gasolineria	Transición BMM-BPE	SMO	MXAL
	Huasca de Ocampo: Santa Elena	BPE	EVT	CC-UAEH
	Huasca: San José Ocotillas, San Miguel Regla	BPE, BE	EVT	MXAL
	Mineral de la Reforma: San Guillermo La Reforma	BE	EVT	CC-UAEH
	Mineral del Chico	BP, BPE	EVT	MXAL
	Mineral del Monte	BP, BPE	EVT	Delgado y Márquez (2006)
	Omitlán de Juárez: Omitlán y Guerrero Mills	BPE, BE	EVT	MXAL, Delgado y Márquez (2006)
	Pachuca de Soto: centro	----	EVT	CC-UAEH
	Santiago Tulantepec	BP, BE	EVT	Delgado y Márquez (2006)
Tulancingo	BPE, BE	EVT	Delgado y Márquez (2006)	
Zimapán: Parque Nal. Los Mármoles, La Encarnación	BPE	EVT	CC-UAEH; Márquez y Sierra-Martínez (2009)	
Zimapán: Parque Nal. Los Mármoles, Trancas	BPE	EVT	CC-UAEH; Márquez y Sierra-Martínez (2009)	
4. <i>Chrysina prasina</i> (Boucard, 1878)	Molango	BMM	SMO	IEXA, MXAL,
	Tianguistengo: Camino a Santa Mónica	BMM	SMO	CC-UAEH
	Tlanchinol: 2km Norte	BMM	SMO	CC-UAEH, JML
	Zacualtipán: Camino a Santo Domingo	Transición BMM-BPE	SMO	CC-UAEH
Zacualtipán: Universidad de La Sierra	BPE	SMO	CC-UAEH	
Zacualtipán: Los Alumbres	Transición BMM-BPE	SMO	MXAL	
5. <i>Chrysina taylori</i> (Morón, 1990)	Tlanchinol: 3km Norte	BMM	SMO	Morón (1990) MXAL
	Tlanchinol: Hueyapan	BMM	SMO	CC-UAEH
	Tlanchinol: La Cabaña	BMM	SMO	CC-UAEH, JML
	Tlanchinol: 4km Norte	BMM	SMO	MZFC, MZFC
	Zacualtipán	BMM	SMO	Delgado y Márquez (2006)
6. <i>Plusiotis adelaida</i> Hope, 1840	Huasca de Ocampo: Santa Elena	BPE	EVT	CC-UAEH
	Molango: Molango	BMM	SMO	JML, MXAL
	Santiago Tulantepec	BE	EVT	Delgado y Márquez (2006)
	Tulancingo	BPE	EVT	Delgado y Márquez (2006)
	Zimapán: Parque Nal. Los Mármoles, Trancas	BPE	EVT	CC-UAEH; Márquez y Sierra-Martínez (2008)
	Zacualtipán: Camino a Santo Domingo	Transición BMM-BPE	SMO	CC-UAEH
Zacualtipán: Zacualtipán	BPE, BP	SMO	MZFC, CC-UAEH, IEXA, MXAL	

Continúa

conservación, en los cuales debe existir humedad ambiental alta, troncos en distintos estados de descomposición para la ovoposición y desarrollo de sus larvas (lo que a su vez indicaría una explotación equilibrada de la madera de los bosques), y árboles de cuyo follaje se alimentan los adultos.

En este trabajo se analiza la presencia de las especies de *Chrysina* y *Plusiotis* en algunos bosques del estado de Hidalgo, México, con base en los registros bibliográficos y en colectas no sistemáticas realizadas durante varios años, y se discute su utilidad como espe-

cies indicadoras de bosques en buen estado de conservación.

Materiales y Métodos

Se analizaron los datos de distribución geográfica de las especies de

TABLA I (continuación)

Especie	Municipio / Localidad	*Tipo de vegetación	**Provincia biogeográfica	***Fuente de la información
	Molango	BMM	SMO	Morón (1990) IEXA, MXAL
	Tepehuacán de Guerrero: Otongo	BMM	SMO	Delgado y Márquez (2006)
	Zacualtipán: Tlahuelompa	BMM	SMO	GNG
7. <i>Plusiotis aurofoveata</i> Morón, 1981	Tlahuiltepa: Tlaxcantitla	Cultivos y BMM	SMO	CC-UAEH
	Tlanchinol: 2km Norte	BMM	SMO	CC-UAEH
	Tlanchinol: 3km Norte	BMM	SMO	MXAL
	Tlanchinol: 4km Norte	BMM	SMO	MZFC, JML
	Zacualtipán: Camino a Santo Domingo	Transición BMM-BPE	SMO	CC-UAEH
8. <i>Plusiotis badeni</i> Boucard, 1878	Lolotla: Ixtlahuaco	BMM	SMO	MXAL
	Molango: Atezca	BMM	SMO	Morón (1994) MXAL
	Tepehuacán de Guerrero: Otongo	BMM	SMO	Morón (1994) MXAL
9. <i>Plusiotis difficilis</i> Morón, 1990	Mineral del Monte: Real del Monte. Mina Dificultad	BP	EVT	Morón (1990) MXAL
	Pachuca de Soto	-----	EVT	Morón (1990) GNG
10. <i>Plusiotis orizabae</i> Bates, 1889	Mineral del Chico: La Estanzuela	BPE	EVT	CC-UAEH; Morón y Márquez (2012)
	Mineral del Chico: Parque Nal. El Chico, centro de visitantes	BP	EVT	CC-UAEH; Morón y Márquez (2012)
11. <i>Plusiotis psittacina</i> (Sturm, 1843)	Huasca de Ocampo: Prismas Basálticos	BPE	EVT	CC-UAEH
	Meztitlán: San Pedro	Huerto nogales	SMO	MXAL
	Tlanchinol: 2 km Norte	BMM	SMO	CC-UAEH
	Tlanchinol: 4 km Norte	BMM	SMO	MZFC
12. <i>Plusiotis sallaei</i> Boucard, 1875	Tianguistengo: Camino a Santa Mónica	BMM	SMO	CC-UAEH
	Zacualtipán: Camino a Santo Domingo	Transición BMM-BPE	SMO	CC-UAEH
	Zacualtipán: gasolineria	Transición BMM-BPE	SMO	MXAL, IEXA
	Tlanchinol: 3km Norte	BMM	SMO	Morón (1990) MXAL
	Lolotla: Ixtlahuaco	BMM	SMO	Morón (1990) MXAL
13. <i>Plusiotis terroni</i> Morón, 1990	Tlanchinol: 2km Norte	BMM	SMO	CC-UAEH, JML
	Tlanchinol: 4km Norte	BMM	SMO	MZFC
	Tlanchinol: Chachala	BMM	SMO	Delgado y Márquez (2006)
	Zacualtipán	BMM	SMO	Delgado y Márquez (2006)

* Tipos de vegetación. BMM: bosque mesófilo de montaña, BPE: bosque de pino-encino, BP: bosque de pino, BE: bosque de encino,

** Provincias biogeográficas. SMO: Sierra Madre Oriental, EVT: Eje Volcánico Transmexicano.

*** Fuente de la información. CC-UAEH: Colección de Coleoptera UAETH; MZFC: Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM; JML: Colección particular Juan Márquez Luna; MXAL: Miguel Ángel Morón, Xalapa, Veracruz; GNG: Colección particular Guillermo Nogueira, Guadalajara, Jalisco (GNG).

Chrysina y *Plusiotis* registradas en la literatura para el estado de Hidalgo, México (Morón, 1990, 1994, 1997; Delgado y Márquez, 2006, Márquez y Sierra-Martínez, 2008, 2009; Morón y Márquez, 2012), así como de las especies depositadas en la Colección Entomológica del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, México (MZFC); en la Colección de Coleoptera de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México (CC-UAEH); en la colección entomológica del Instituto de Ecología, Xalapa, México (IEXA); y en las colecciones particulares de Miguel Ángel Morón, Xalapa, Veracruz (MXAL); Juan Márquez Luna, Pachuca, Hidalgo (JML); y Guillermo Nogueira, Guadalajara, Jalisco (GNG).

Los tipos de vegetación se basan en la propuesta de Rzedowski (1981). El criterio utilizado de conservación de los bosques fue cualitativo, considerando principalmente la observación del estrato arbóreo (homogéneo o heterogéneo en altura y dis-

tribución entre cada árbol), la existencia o no de espacios abiertos en los bosques debido a actividades humanas (habitados, cultivados, deforestados, etc.), la presencia de ríos o riachuelos en el interior del bosque, la presencia o ausencia y abundancia de troncos en descomposición (en distintas fases, de distintos diámetros) y el encuentro con personas en el interior de los bosques (nulo, poco frecuente o frecuente).

Se calculó el índice de complementariedad propuesto por Colwell y Coddington (1994) siguiendo la metodología mencionada en Álvarez Mondragón y Morrone (2004). El algoritmo de este índice es $IC = (A+B-2j)/(A+B-j)$, donde A: número de especies en el área 1, B: número de especies en el área 2, j: número de especies compartidas entre ambas áreas. El valor del índice varía de 0 a 1; resulta cero cuando hay coincidencia total de la composición de especies del par de áreas y uno cuando la complementariedad es total; es decir, ningun-

na especie es compartida entre ambas áreas. Este índice permite identificar la diversidad biológica máxima en un número mínimo de áreas, lo que es fundamental para la conservación (Scott, 1997). Se compararon pares de provincias biogeográficas (*sensu* Morrone, 2006), pares de tipos de vegetación y pares de localidades de colecta. Con ello se analizó cuáles pares aportan la mayor riqueza de especies de *Chrysina* y *Plusiotis*.

Resultados y Discusión

Riqueza de especies en Hidalgo

En el estado de Hidalgo se distribuyen 13 especies de escarabajos gema (Tabla I; Figuras 1 y 2), cifra que podría aumentar a 14 si se confirma el registro de *Ch. laniventris* (Morón, 1997). Hidalgo ocupa el tercer lugar nacional en riqueza específica de estos géneros, siendo superado por Veracruz con 16 especies y Oaxaca con

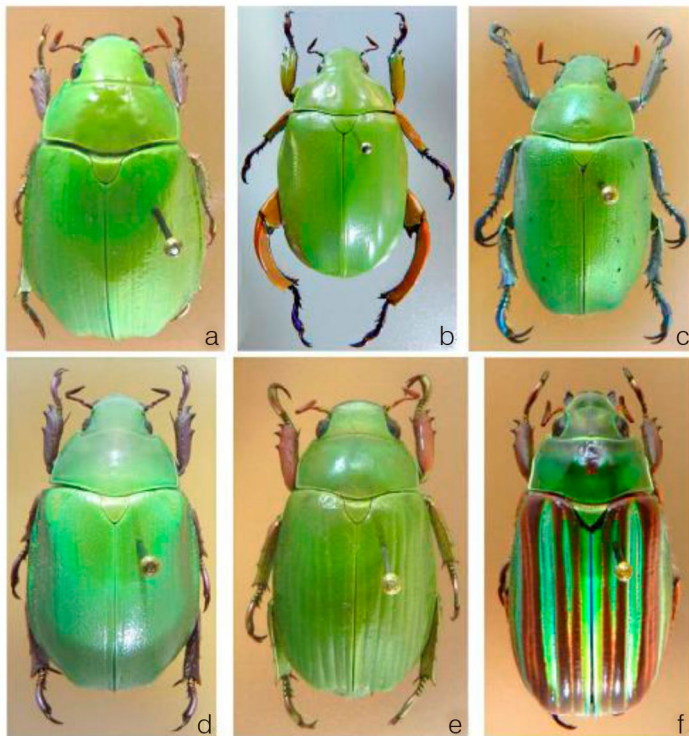


Figura 1. Vista dorsal de los escarabajos gema del estado de Hidalgo. a: *Chrysina gorda*, b: *Ch. macropus*, c: *Ch. peruviana*, d: *Ch. prasina*, e: *Ch. taylori*, f: *Plusiotis adelaida*. La ampliación es diferente para todas las fotografías.

15 (Delgado y Márquez, 2006; Márquez, 2008; Morón y Márquez, 2012), aunque su extensión territorial es notablemente menor que la de estos estados. Se tienen registros de escarabajos gema en 19 de los 84 municipios de Hidalgo, aspecto que señala la falta de colectas en la entidad. Las cinco especies de *Chrysina* registradas para Hidalgo son (Tabla I): *Ch. gorda* Delgado, 2003 (Figura 1a); *Ch. macropus* (Francillon, 1795) (Figura 1b); *Ch. peruviana* Kirby, 1828 (Figura 1c); *Ch. prasina* (Boucard, 1878) (Figura 1d) y *Ch. taylori* (Morón, 1990) (Figura 1e). Las ocho especies de *Plusiotis* registradas para ese estado son (Tabla I): *P. adelaida* Hope, 1840 (Figura 1f); *P. aurofoveata* Morón, 1981 (Figura 2a); *P. badeni* Boucard, 1878 (Figura 2b), *P. difficilis* Morón, 1990 (Figura 2c); *P. orizabae* Bates, 1889 (Figura 2d); *P. psittacina* (Sturm, 1843) (Figura 2e), la cual representa el primer registro estatal: Meztlán, 1250m, VI-1988, T. Taylor, macho (MXAL), y 1400m, P. Sullivan, en nogal, VIII-1985, hembra (MXAL); Huasca de Ocampo, Prismas basálticos, VIII-2011, hembra (CC-UAEH); *P. sallaei* Boucard, 1875 (Figura 2f); y *P. terroni* Morón, 1990 (Figura 2g).

Riqueza de especies por provincias biogeográficas

En Hidalgo (Delgado y Márquez, 2006; Hernández Salinas, 2009) convergen



Figura 2. Vista dorsal de los escarabajos gema del estado de Hidalgo. a: *Plusiotis aurofoveata*, b: *P. badeni*, c: *P. difficilis*, d: *P. orizabae*, e: *P. psittacina*, f: *P. sallaei*, g: *P. terroni*. La ampliación es diferente para todas las fotografías.

cuatro provincias biogeográficas mexicanas (*sensu* Morroñe, 2006): Altiplano Mexicano, Golfo de México, Sierra Madre Oriental (SMO) y Eje Volcánico Transmexicano (EVT). Las especies de *Chrysina* y *Plusiotis* se distribuyen en las dos últimas provincias; es posible que exista alguna de ellas en el Golfo de México (altitudes <1000m, con predominio de bosques tropicales perenifolios, subcaducifolios y caducifolios), pero aún no se ha colectado. Adicionalmente, los ejemplares de *P. psittacina* registrados en los municipios de Meztitlán (San Pedro) y Huasca de Ocampo (Santa María Regla) muestran un patrón biogeográfico interesante, por estar en la zona de confluencia del EVT, la SMO y el Altiplano Mexicano, en un ambiente más seco comparado con el que frecuentan las especies de *Plusiotis* (Figura 3c).

Nueve de las 13 especies se distribuyen en los bosques de la SMO de Hidalgo (Figuras 3a-d), cuatro de ellas del género *Chrysina* (*Ch. gorda*, *Ch. macropus*, *Ch. prasina* y *Ch. taylori*) y cinco de *Plusiotis* (*P. adelaida*, *P. aurofoveata*, *P. badeni*, *P. sallaei*, y *P. terroni*). En el EVT habitan cuatro especies (Figuras 3a y b), una de *Chrysina* (*Ch. peruviana*) y tres de *Plusiotis* (*P. adelaida*, *P. difficilis*, *P. orizabae*); una de ellas (*P. adelaida*) está presente en ambas provincias; y *P. psittacina* se ubica en la transición entre SMO, EVT y el Altiplano Mexicano.

P. difficilis fue descrita en los municipios de Mineral del Monte y Pa-

chuca, Hidalgo, con base en dos hembras capturadas en 1977 y 1981, y desde entonces se han colectado cuando menos otros cuatro ejemplares de los dos sexos entre 1994 y 1996 (GNG). No se conoce de ninguna otra localidad, por lo cual se debe considerar la posibilidad de que esta especie se encuentre amenazada de extinción, por el impacto perjudicial que han recibido los bosques que rodeaban a la ciudad de Pachuca (capital del estado). Por otra parte, es posible que aún subsista una población en los terrenos del Parque Nacional El Chico, ya que los registros de 1994 se ubican al oeste de Pueblo Nuevo, en el extremo sur de dicho parque.

Hidalgo ocupa el noveno lugar en diversidad florística de México, y padece un deterioro acelerado de sus áreas naturales (Sánchez-González *et al.*, 2008). Presenta dos componentes importantes y determinantes de la riqueza biológica de la entidad, que corresponden a la SMO y el EVT. Los bosques de la SMO se caracterizan por su clima templado, alta precipitación (incluyendo neblinas), gran diversidad de árboles y por estar ubicados en un intervalo altitudinal desde los 800-900m hasta los 2000-2100m, constituyendo bosques mesófilos de montaña, de pino-encino, de pino y de encino como sus ecosistemas dominantes (Luna Vega y Alcántara Ayala, 2004; Challenger, 1998).

Los escarabajos gema son ectodermos, por lo cual las temperaturas muy bajas afectan directamente su metabolismo, más aún porque los adultos tienen hábitos nocturnos, y además son hidrófilos. Estos

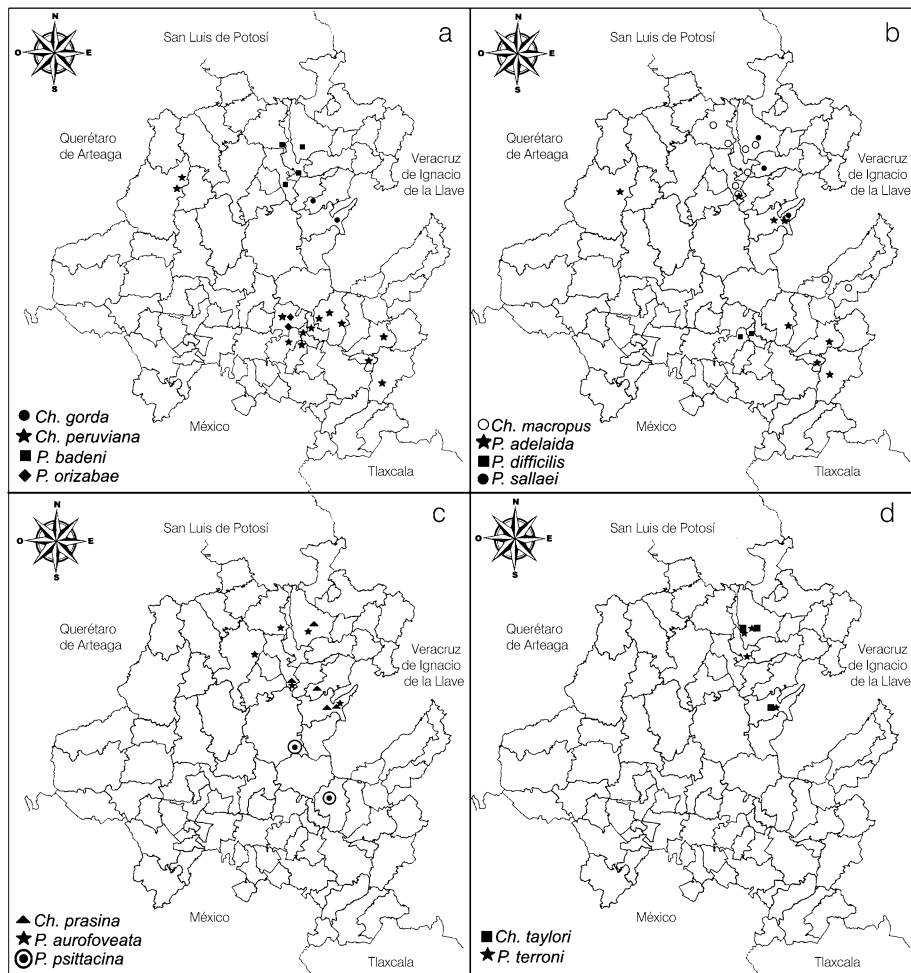


Figura 3. Distribución en el estado de Hidalgo de las especies de a: *Chrysina gorda* (●), *Ch. peruviana* (★), *Plusiotis badeni* (■) y *P. orizabae* (◆); b: *Ch. macropus* (○), *P. adelaida* (★), *P. difficilis* (■) y *P. sallaei* (●); c: *Ch. prasina* (▲), *P. aurofoveata* (★) y *P. psittacina* (⊙: primer registro estatal); d: *Ch. taylori* (■) y *P. terroni* (★).

dos factores, y el hecho de que en los bosques mesófilos existe una gran variedad de árboles cuyos follajes y troncos en descomposición son recursos abundantes y diversos para los escarabajos gema, explican en parte la existencia de una mayor riqueza de especies de *Chrysina* y *Plusiotis* en la provincia biogeográfica de la SMO. Otro elemento que explica esta alta diversidad es que la SMO tiene una historia biogeográfica distinta al EVT, con un contenido biológico más Neotropical por su probable relación con la provincia del Golfo de México (Márquez y Morrone, 2004; Márquez y Asiain, 2006).

Por su parte, los bosques del EVT son más fríos, con menor precipitación, predominan pocas especies de árboles que se localizan a altitudes mayores a los 2000m, formando bosques de pino, de encino, de pino-encino y de oyamel como ecosistemas dominantes (Challenger, 1998). Las especies de *Chrysina* y *Plusiotis* que habitan estos sitios se enfrentan a temperaturas bajas y para sobrevivir es probable que presenten adaptaciones fisiológicas y/o conductuales

que les permitan soportarlas. Dos de estas cuatro especies (*P. orizabae* y *Ch. peruviana*) poseen una gran densidad de sedas largas y claras en toda su región ventral que posiblemente les ayuda a aislarse del aire frío, como se ha demostrado en algunos lepidópteros nocturnos (Heinrich, 1996). Además, se enfrentan a una menor diversidad de follajes para su alimentación en la fase adulta y troncos en descomposición en su fase larval. Las coníferas pueden producir compuestos difíciles de degradar (Cano y Schuster, 2012) que requieren una especialización de los organismos que los consumen para asimilar los nutrientes (Morón, 2004). La humedad no es un factor limitante para los escarabajos gema en estos bosques en que llueve considerablemente durante la temporada húmeda del año, que es cuando emergen y están activos los adultos.

La separación de las especies de *Chrysina* y *Plusiotis* por provincias biogeográficas en el presente trabajo tiene como propósito no utilizar únicamente el número de especies como el principal criterio

para seleccionar áreas o tipos de vegetación como los más importantes para conservar, ya que estamos comparando faunas distintas, una más rica que otra, pero no necesariamente por su grado de conservación o perturbación, sino por sus características intrínsecas e historia biogeográfica. En este sentido, el mayor número de especies que pueden existir en los bosques de la SMO de Hidalgo es de nueve, y de cuatro para los bosques del EVT. Esta propuesta puede ser de utilidad en estudios donde se pretende hacer comparaciones de las floras o faunas, ya que el resultado de una mayor diversidad de un sitio o tipo de vegetación con respecto a otro, puede deberse no solo a factores ecológicos, sino también históricos.

Riqueza de especies por tipos de vegetación

Siguiendo la propuesta anterior, en este apartado separamos los bosques donde habitan los escarabajos gema en dos partes, aquellos ubicados en la SMO y los pertenecientes al EVT. En la Tabla I se muestra la distribución de las especies de escarabajos gema por municipios, localidades, tipos de vegetación y provincias biogeográficas.

En la SMO, el bosque mesófilo de montaña posee el mayor número de especies, seguido del bosque de pino-encino, y el bosque de pino sólo posee una especie. En el EVT, el bosque de pino-encino y bosque de pino poseen las mismas tres especies cada uno, dos el bosque de encino y una el bosque de *Abies-Juniperus*.

Los bosques mesófilos de montaña de Hidalgo poseen todas las especies de *Chrysina* y *Plusiotis* que pueden existir en cualquier tipo de vegetación de la SMO (nueve especies). Este es un resultado esperado, ya que se ha encontrado este mismo patrón en otros taxones de plantas, aves, reptiles y anfibios (Challenger, 1998), así como en los coleópteros Scarabaeoidea, donde se incluyen los escarabajos gema (Morón, 1994; Delgado y Márquez, 2006). Sin embargo, el aspecto relevante es detectar los sitios con este tipo de bosque en un buen estado de conservación.

En el EVT resultan interesantes el bosque de pino-encino y el bosque de pino por la existencia de tres de las cuatro especies de *Chrysina* y *Plusiotis* características de esta provincia. Afortunadamente, estos ecosistemas, así como el bosque de *Abies*, se encuentran protegidos en el Parque Nacional El Chico y el Parque Nacional Los Mármoles, pero en ambos sitios solo se registran dos de las cuatro especies.

Índices de complementariedad

Las especies de *Chrysina* y *Plusiotis* de la SMO y del EVT se com-

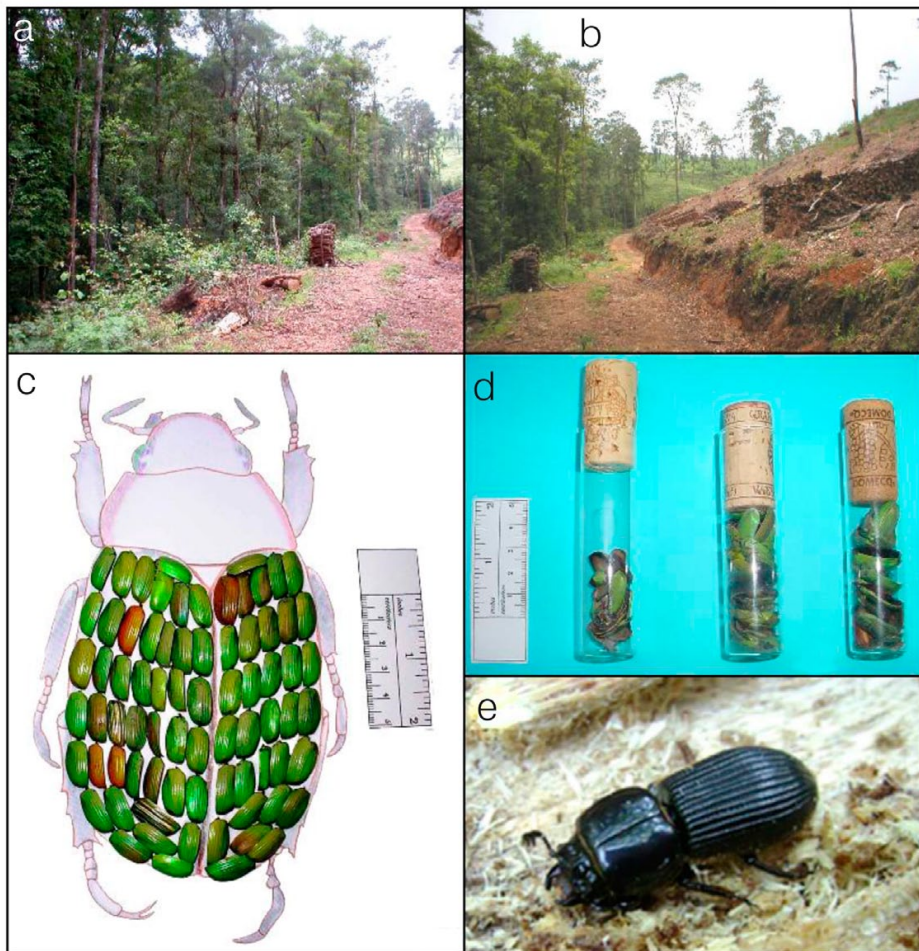


Figura 4. a y b: ecotono entre el bosque conservado y la zona deforestada en Camino a Santo Domingo, Zacualtipán, Hidalgo; c: élitros de escarabajos gema colectados en el ecotono entre el bosque y la zona deforestada de Camino a Santo Domingo, sobre un esquema de *Chrysina*; d: élitros de escarabajos gema incluidos en tubos de vidrio; e: *Proculejus hirtus* (Truqui, 1857) (Passalidae) procedente de Tenango de Doria, Hidalgo.

plementan en un 0,916; es decir, son casi completamente diferentes, salvo por compartir a *P. adelaida*. La existencia de áreas protegidas que incluyan bosques mesófilos de montaña de la SMO y bosques de pino-encino en el EVT garantizaría la protección de la mayoría de estas especies. En Hidalgo faltan áreas naturales protegidas que incluyan bosque mesófilo de montaña (BMM), con lo cual se está perdiendo la gran diversidad biológica que integra este ecosistema.

Al obtener los índices de complementariedad entre los tipos de vegetación de la SMO, entre los tipos de vegetación del EVT, y al combinarlos entre provincias, los mayores valores corresponden al BMM de la SMO con el bosque de pino-encino del EVT, y al BMM con el bosque de pino del EVT (0,909 en ambos casos), seguidos del BMM con el bosque de encino del EVT (0,900).

Al comparar la complementariedad entre localidades, tanto de la misma provincia biogeográfica como de distintas provincias, en varios casos se obtiene

el valor máximo de 1, lo que señala que las especies de cada área comparada son distintas. Además de este valor máximo, se puso especial atención en las localidades que brindaran el mayor número de especies de *Chrysina* y *Plusiotis*. Así, Zacualtipán, con ocho especies, al compararlo con cinco de los diez municipios del EVT, resulta en complementariedad de 1 e incluye diez especies; y Tlanchinol, con siete especies, al compararlo con cualquier municipio del EVT da un valor de 1 e involucra nueve especies. Para conservar el mayor número de especies de escarabajos gema se tendrían que proteger al menos los bosques de Zacualtipán o Tlanchinol y los bosques de alguna de las localidades del EVT.

Escarabajos gema como indicadores del grado de conservación de los bosques

La protección de los bosques habitados por las especies de *Chrysina* y *Plusiotis* favorecería su existencia, así como la de toda la biota que en ellos existe.

El bosque mesófilo de montaña es uno de los ambientes más biodiversos en México (Sosa y Gómez-Pompa, 1994), pero también es uno de los más afectados por las actividades humanas (Williams-Linera *et al.*, 2002), como es el caso de los bosques hidalguenses que han sufrido gran deforestación en los últimos años.

Un ejemplo de lo anterior, que se repite en muchos sitios del estado, se presentó en un sitio llamado 'camino a Santo Domingo', Zacualtipán, donde se han registrado cinco especies de escarabajos gema (incluyendo a *Ch. gorda*, una de las especies más recientemente descritas de este género por Delgado, 2003). En este sitio se tala el bosque original para transformarlo en pinares maderables (Figuras 4a y b). Durante 2003, en la franja que separa el sitio recién talado del bosque aún sin talar se colectó una gran cantidad de restos, especialmente élitros, de varias especies de *Chrysina* y *Plusiotis* que seguramente fueron atacados en el ecotono por un gran número de aves, hecho que demuestra la susceptibilidad de estos insectos a perturbaciones antropocéntricas (Figuras 4c y d).

Los análisis de la distribución de especies por provincias biogeográficas y por tipos de vegetación permiten reconocer que no todas tienen el mismo potencial de uso como indicadores de conservación de los bosques. De las 13 especies de Hidalgo, dos cuentan con pocos datos útiles para usarse en este sentido (*P. difficilis* y *P. psittacina*), mientras que *Ch. peruviana* y *P. orizabae* (Figuras 1c, 2d y 3a) tienen posibilidades de ser usadas como indicadores de bosques conservados del EVT de Hidalgo, ya que han sido colectadas de manera poco abundante en sitios del Parque Nacional El Chico y del Parque Nacional Los Mármoles en buen estado de conservación (por estar protegidos), así como en otros lugares de la Sierra de Pachuca. Mientras que *P. adelaida* (Figuras 1f y 3b) se registran en distintos tipos de vegetación, en sitios tan perturbados como la ciudad de Pachuca, o tan conservados como el Parque Nacional Los Mármoles; así como en localidades donde se mezclan elementos bióticos de la SMO y el EVT.

Con respecto a las nueve especies de la SMO de Hidalgo, *P. adelaida* se considera de poca utilidad como bioindicadora, por las mismas razones explicadas para el EVT. Por su parte, *Ch. taylori* y *P. terroni* son endémicas de la porción sureste de la SMO de Hidalgo, principalmente de los municipios de Zacualtipán, Tianguistengo, Molango, Lolotla, Tepehuacán de Guerrero y Tlanchinol (Figuras 1e, 2g y 3d); mientras que *P. aurofoveata* tiene una distribución similar a las especies anteriores, pero ésta se extiende a sitios con vegetación similar en la región de Teziutlán, Puebla (Mu-

ñoz-Hernández *et al.*, 2008) y es muy probable que exista en las montañas de Veracruz (como las regiones de Huayacocotla y Alto-tonga). Además, están asociadas principalmente al BMM en buen estado de conservación: la existencia de un estrato arbóreo homogéneo, la gran humedad y precipitación, la abundancia de troncos caídos, y la escasa presencia humana son algunos aspectos que los caracterizan. Estas especies son potencialmente útiles como indicadoras de bosques en buen estado de conservación. Cabe aclarar que son parches de bosques los que existen en los municipios que habitan estas especies, y que cada uno se ve reducido en extensión con el paso del tiempo.

El alto porcentaje de endemismo de los bosques mesófilos de montaña es otro aspecto por el que se considera un ecosistema importante para su conservación y se presenta también en un gran número de plantas de Hidalgo (Luna Vega y Alcántara Ayala, 2004), así como en anfibios y reptiles de este tipo de vegetación de Chiapas y Oaxaca (Challenger, 1998).

Las restantes cinco especies (*Ch. gorda*, *Ch. macropus*, *Ch. prasina*, *P. badeni* y *P. sallaei*; Figuras 1a, b y d, 2b y 2f) son endémicas de México. Con excepción de *Ch. macropus*, que habita en seis estados del país, las especies restantes habitan en tres o cuatro estados que forman parte de la SMO: Querétaro, Puebla y Veracruz, y excepcionalmente alcanzan la Sierra Madre del Sur de Oaxaca (Delgado y Márquez, 2006). *Ch. macropus* parece ser dominante en los sitios donde coexisten varias especies. Se colecta con mayor abundancia aun a pesar de que los bosques presenten cierto grado de deforestación o estén cercanos a zonas de cultivos. La utilidad de esta especie como indicadora de bosques conservados puede ser moderada si se compara con las tres especies endémicas de Hidalgo y las cuatro endémicas de una parte de la SMO (abarcando varios estados). Estas últimas cuatro especies poseen los mismos atributos señalados para las especies endémicas de Hidalgo y son potencialmente útiles como indicadoras de bosques conservados.

Un aspecto que requiere abordarse es la abundancia relativa de los escarabajos gema, ya que es posible que *Ch. macropus*, por ejemplo, pueda ser útil como bioindicadora, pero considerando su abundancia al utilizar el mismo esfuerzo de muestreo en distintos bosques. Esta misma situación se presenta para las especies propuestas como potencialmente bioindicadoras, e incluso para las que no se consideraron como útiles, ya que los registros de distribución no reflejan el tamaño de sus poblaciones, el cual puede estar relacionado con la presencia y abundancia de recursos ya señalados de los bosques requeridos por estas especies.

Recomendaciones

A pesar de que estos escarabajos son de los más cotizados por coleccionistas y entomólogos en general, nuestro análisis sugiere que es necesario elaborar un plan de colectas sistemáticas en los bosques del estado de Hidalgo que refleje de una manera más real la distribución de estas especies, ya que solo hay registros para 19 municipios de más de 60 que lo integran. Tal plan permitiría conocer mejor la distribución y estado actual de la población de *P. difficilis*, y corroborar si *Ch. laniventris* está presente en el estado o debe ser excluido.

Sería informativo hacer colectas sistemáticas en bosques con distintos grados de conservación, tendientes a analizar si la abundancia relativa de las especies de escarabajos gema permite relacionarlas con las características de dichos bosques. Durante julio de 1998, el primer autor colectó algunos ejemplares de *Ch. macropus* en un sitio a 2km al norte de Tlanchinol que habían sido marcados con números por un colector particular (Julián Blackaller, observación personal), quien simultáneamente los colectaba y marcaba en una localidad distinta, separada por cerca de 5km de la primera. No se conoce nada publicado sobre este evento de marcaje de ejemplares; sin embargo, deja la experiencia de llevar a cabo estudios similares tendientes a analizar el tamaño de las poblaciones de *Chrysina* y *Plusiotis* en bosques con distintos grados de conservación, así como la extensión de terreno que cubren.

Como los adultos son nocturnos y aparecen principalmente durante la temporada de lluvias, el análisis de su abundancia se presenta como un reto importante, ya que sería necesario el uso de trampas de luz en esa época. Los estudios con larvas son otra alternativa de aproximación al estado de conservación de los bosques; sin embargo, su identificación aún es más compleja que la de los adultos.

Finalmente, cabe resaltar que pocos insectos han sido propuestos como indicadores del grado de conservación de los bosques mexicanos y la consideración de los escarabajos gema es novedosa en este sentido. Sugerimos que el análisis de otros grupos de coleópteros, que también poseen requisitos ecológicos similares a aquellos, puede complementar los patrones observados en este trabajo. Un ejemplo lo constituyen los pasálidos (Figura 4e), escarabajos de los troncos con gran afinidad por sitios húmedos, que dependen completamente de la existencia de troncos en descomposición porque es su hábitat y alimento, donde además cuidan a la descendencia, y porque muchas especies poseen endemismo marcado derivado de su limitación para el desplazamiento (Morón, 2004).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Juan J. Morrone y Roxana Acosta (Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM) por permitir la inclusión de los datos de las especies de *Chrysina* y *Plusiotis* de Hidalgo de la colección MZFC, a Julián Bueno-Villagas (UAEH) por la revisión del resumen y abstract, y al proyecto FOMIX-CONACYT 191908 (tercera etapa) 'Diversidad Biológica del Estado de Hidalgo' por el apoyo económico otorgado.

REFERENCIAS

- Álvarez Mondragón E, Morrone JJ (2004) Propuesta de áreas para la conservación de aves de México empleando herramientas panbiogeográficas e índices de complementariedad. *Inter ciencia* 29: 112-120.
- Cano EB, Schuster JC (2012) La ecología de la degradación de la madera por escarabajos Passalidae (Coleoptera): Simbiosis y efectos sobre el comportamiento. *Rev. Univ. del Valle, Guat.* 24: 72-81.
- Challenger A (1998) *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Instituto de Biología, UNAM / Agrupación Sierra Madre, México, D.F. 847 pp.
- Colwell R, Coddington J (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. B, Biol. Sci.* 345: 110-118.
- Delgado L (2003) A new Mexican species of *Chrysina* Kirby (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae). *Bull. Entomol. Soc. Suisse* 76: 319-321.
- Delgado L, Márquez J (2006) Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeoidea (Insecta) del estado de Hidalgo, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 22: 57-108.
- Hawks DC (2001) Taxonomic and nomenclatural changes in *Chrysina* and a synonymic checklist of species (Scarabaeidae: Rutelinae). *Occas. Papers Consort. Coleopt.* 4: 1-8.
- Heinrich B (1996) *The Thermal Warriors. Strategies of Insects Survival*. Harvard University Press. Cambridge, MA, EEUU. 221 pp.
- Hernández Salinas H (2009) *Estudio Herpetofaunístico del Estado de Hidalgo, México*. Tesis. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 152 pp.
- Luna Vega I, Alcántara Ayala O (2004) Florística del bosque mesófilo de montaña de Hidalgo. En Luna I, Morrone JJ, Espinosa D (Eds.) *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. UNAM, México. pp. 169-191.
- Márquez J (2008) Escarabajos gema del estado de Hidalgo (Coleoptera: Scarabaeidae, Rutelinae). *Herreriana* 4: 1-4.
- Márquez J, Asiain J (2006) Patrones de distribución de la familia Staphylinidae (Coleoptera). En Morrone JJ, Llorente Bousquets J (Eds.) *Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna Mexicana*. UNAM, México. pp. 157-236.
- Márquez J, Morrone JJ (2004) Relaciones biogeográficas basadas en la distribución de Coleoptera (Insecta). En Luna I, Espinosa D, Morrone JJ (Eds.) *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. UNAM, México. pp. 375-392.
- Márquez J, Sierra-Martínez S (2008) Teratología y nuevo registro de *Chrysina adelaida* (Hope,

- 1840) (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae). *Dugesiana* 15: 39-40.
- Márquez J, Sierra-Martínez S (2009) Nuevos datos de distribución geográfica de *Chrysina peruviana* Kirby (Coleoptera: Scarabaeidae, Rutelinae) en Hidalgo, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 25: 191-193.
- Monzón-Sierra J, García-Morales LJ (2011) Two new species of *Chrysina* Kirby (Coleoptera: Scarabaeidae: Rutelinae) from Mexico. *Insecta Mundi* 0195: 1-8. <http://digitalcommons.unl.edu/insectamundi/709>
- Morón MA (1985) Observaciones sobre la biología de dos especies de rutelinos saproxilófagos en la Sierra de Hidalgo, México (Coleoptera: Melolonthidae: Rutelinae). *Folia Entomol. Mex.* 64: 41-53.
- Morón MA (1990) *The Beetles of the World, Part 10. Rutelini I.* Sciences Nat, Campiegne, Francia. 145 pp.
- Morón MA (1994) Fauna de Coleoptera Lamellicornia en las montañas del noreste de Hidalgo, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 63: 7-59
- Morón MA (1997) Rutelinae. En Morón MA, Ratcliffe BC, Deloya AC (Eds.) *Atlas de los Escarabajos de México. Coleoptera Lamellicornia Vol. 1 Familia Melolonthidae*. Sociedad Mexicana de Entomología. México. pp. 9-52.
- Morón MA (2004) *Escarabajos, 200 Millones de Años de Evolución*. Instituto de Ecología y Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 204 pp.
- Morón MA, Márquez J (2012) Nuevos registros estatales y nacionales de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) y comentarios sobre su distribución. *Rev. Mex. Biodiv.* 83: 698-711.
- Morrone JJ (2006) Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 467-494.
- Muñoz-Hernández A, Morón MA, Aragón A (2008) Coleoptera Scarabaeoidea de la región de Teziutlán, Puebla, México. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 24: 55-78.
- Nogueira G, Curoe D (2012) Description of new species of *Chrysina* (Coleoptera: Melolonthidae: Rutelinae). *Besoiro* 22: 2-4.
- Rzedowski J (1981) *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 pp.
- Sánchez-González A, Álvarez E, Palacios MA, Cuevas AL (2008) Datos preliminares sobre la flora vascular del estado de Hidalgo. *Herreriana* 4: 6-8.
- Scott M (1997) Grap analysis for biodiversity survey and maintenance. En Reaka-Kudla ML, Wilson DE, Wilson EO (Eds.) *Biodiversity II. Understanding and Protecting our Biological Resources*. National Academy Press. Washington DC, EEUU. pp. 321-340.
- Sosa V, Gómez-Pompa A (1994) *Lista Florística. Flora de Veracruz*. Fasc. 82. Instituto de Ecología y University of California, Riverside. 245 pp.
- Williams-Linera G, Manson RH, Isunza-Vera E (2002) La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera Bosques* 81: 73-89.

GEM BEETLES (INSECTA: COLEOPTERA, MELOLONTHIDAE) AS INDICATORS OF THE CONSERVATION DEGREE OF THE FORESTS FROM HIDALGO STATE, MEXICO

Juan Márquez, Julieta Asiain, Miguel Ángel Morón and Claudia T. Hornung-Leoni

SUMMARY

The distribution of *Chrysina* and *Plusiotis* species from the Hidalgo State was studied by both biogeographical provinces and types of vegetation in order to discuss their utility as indicators of the degree of forest conservation. Bibliographic records and information from three national entomological collections were included in the study. Complementarity index was performed in order to know the geographical areas where the largest number of gem beetles occurs. *P. psittacina* is recorded for the first time for the state of Hidalgo (Mezquitlan and Huasca). The record of *Ch. laniventris* from Hidalgo needs to be corroborated. Four species were recorded at the Eje Volcánico Transmexicano (EVT) province and nine at the Sierra Madre Oriental (SMO) province. Three of the four recorded species

IN EVT are recorded from the local pine-oak forests and pine forests, while all nine of nine recorded species from the cloud forests of the SMO are present. It is proposed, based on the complementarity index, that different localities from EVT with pine-oak forest are complemented in over 90% with *Trichinol* or *Zacualtipán*, which corresponds to the localities with the highest species number of species from SMO. In the EVT's forests *Ch. peruviana*, *P. orizabae*, and probably *P. difficilis*, could be useful as indicators of good forest conservation, whereas in the SMO's forest seven species are useful. According to the results, systematic collection of these beetles is necessary to know the relationship between their abundances and the alteration or conservation conditions of the forest.

BESOUROS DA JÓIA (INSECTA: COLEOPTERA, MELOLONTHIDAE) COMO INDICADORES DO GRAU DE CONSERVAÇÃO DOS BOSQUES DO ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO

Juan Márquez, Julieta Asiain, Miguel Ángel Morón e Claudia T. Hornung-Leoni

RESUMO

Estudou-se a distribuição de espécies de *Chrysina* e *Plusiotis* do estado de Hidalgo por províncias biogeográficas e tipos de vegetação com a finalidade de discutir sua utilidade como indicadoras de bosques conservados. O estudo incluiu registros bibliográficos e análises de três coleções entomológicas nacionais. Aplicou-se um índice de complementariedade para conhecer os lugares geográficos com o maior número de espécies de besouros da jóia. *P. psittacina* se registra por primeira vez para o estado de Hidalgo (Mezquitlan e Huasca). É levantada a possibilidade de que *Ch. laniventris* esteja erroneamente registrada como sendo de Hidalgo. No Eixo Vulcânico Transmexicano (EVT) foram registradas quatro espécies e nove na Serra Madre Oriental (SMO). Os bosques de pinho-carvalho e pinho do EVT possuem três das quatro espécies registradas de esta

província, enquanto que o bosque mesófilo de montanha da SMO possui as nove espécies registradas para esta província. Mediante o índice de complementariedade se propõe que várias localidades do EVT com bosque de pinho-carvalho se complementam em mais de 90% com *Trichinol* ou *Zacualtipán*, que correspondem aos locais com o maior número de espécies da SMO. Nos bosques de EVT *Ch. peruviana*, *P. orizabae*, e possivelmente *P. difficilis*, podem considerar-se úteis como indicadoras de bosques em bom estado de conservação; enquanto que nos bosques da SMO são de utilidade sete espécies. É necessário efetuar coletas sistemáticas destes coleópteros para conhecer a relação de sua abundância com as condições de alteração ou conservação dos bosques.