

Scarabaeidae y Trogidae (Coleoptera) necrófilos de Acahuizotla, Guerrero, México

Necrophilous Scarabaeidae and Trogidae beetles (Coleoptera) from Acahuizotla, Guerrero, Mexico

CUAUHTÉMOC DELOYA^{1,2,3}, MARTHA MADORA-A.¹ y DANTE COVARRUBIAS-M.²

Resumen: Durante un año de muestreos sistemáticos mensuales de octubre 2007 a septiembre 2008 en Acahuizotla, Guerrero, utilizando la necro-trampa permanente del tipo NTP-80 en dos fragmentos de bosque tropical caducifolio, un bosque de encino y un acahual (vegetación perturbada) establecidos en un gradiente altitudinal entre los 790 m y 956 m, se obtuvieron 4.180 especímenes de Scarabaeidae y Trogidae que representan nueve géneros con 19 especies. *Canthon*, *Onthophagus* y *Phanaeus* suman el 52,63% de la riqueza obtenida. Los sitios más distantes fueron en parte los más complementarios en su composición de especies. La menor complementariedad se presentó entre los fragmentos con bosque tropical caducifolio y el bosque de encino/acahual.

Palabras clave: Necrófilos. Diversidad. Scarabaeidae. Trogidae. México.

Abstract: Monthly surveys were conducted over a year, between October 2007 and September 2008, in Acahuizotla, State of Guerrero, in two fragments of a tropical deciduous forest, a disturbed area vegetation (acahual) and an oak forest of oak, established in a altitudinal gradient ranging from 790 m to 956 m. The total of 4,180 specimens Scarabaeidae and Trogidae were captured through a permanent NTP-80 trap, representing nine genera and 19 species. *Canthon*, *Onthophagus* and *Phanaeus* represent 52.63% of the richness of Scarabaeidae. The more distant sites were complementary in their species composition. The lowest complementarity occurred between sites with tropical deciduous forest and an oak forest/disturbed vegetation.

Key words: Necrophilous. Diversity. Scarabaeidae. Trogidae. Mexico.

Introducción

México posee uno de los patrimonios biológicos más importantes del mundo, motivo por el cual es incluido en los 12 países que poseen mayor biodiversidad (Mittermeier y Goettsch 1992), entendiéndose ésta como la variabilidad de formas de vida así como sus interacciones entre sí y con el ambiente físico (Soulé 1991). Esta diversidad es resultado de muchos factores, como la gran variedad de hábitats, la mezcla de flora y fauna de diferente origen biogeográfico, resultado de la historia geológica del país, así como un alto índice de endemismos; ello hace que la diversidad biológica no se encuentre distribuida equitativamente y existan zonas privilegiadas donde es mayor que en otras. El estado de Guerrero ocupa el cuarto lugar con mayor diversidad en el país después de Oaxaca, Chiapas y Veracruz (Mittermeier y Goettsch 1992). Es por todos conocido que el cambio de uso del suelo en todas sus formas impacta los sistemas naturales, y como lo han enfatizado Sánchez *et al.* (2008), impacta negativamente la permanencia de la biodiversidad del país e impone grandes retos para su conservación.

Con el estudio de la entomofauna necrófila de la región de Jojutla, Morelos (Deloya *et al.* 1987) se inició el proyecto "Escarabajos necrófilos asociados al bosque tropical caducifolio de México". A la fecha se han estudiado siete localidades más: Acahuizotla, Guerrero (Delgado *et al.* 1989), Tepexco, Puebla (Deloya 1992), Tepoztlán, "Los Hornos" y Huautla, Morelos (Deloya 1996, 2003; Gómez Jaimes 2005), El Salto, Guerrero (Reyes Cabrera 2001) y Malinalco, México (Trevilla-Rebollar *et al.* 2010). En estos 25 años, en las ocho localidades, se ha documentado la distribución de 50 especies de la escarabeidofauna necrófila asociada al bosque tropical

caducifolio de la Cuenca del Balsas, donde se ha observado una riqueza entre 13 (Jojutla) y 28 especies (Malinalco).

Ante lo escaso o lo incompleto de estudios realizados en el estado de Guerrero que permitan monitorear el efecto de los cambios en el ambiente en comunidades naturales y modificadas, se realizó el presente estudio, cuyo objetivo fue analizar la diversidad, fenología, abundancia y riqueza de las especies de escarabajos necrófilos (Scarabaeidae y Trogidae) que habitan en una área transicional -bosque tropical caducifolio y bosque de *Quercus*- en Acahuizotla, Guerrero, además de realizar una comparación con otras faunas equivalentes previamente estudiadas a nivel paisaje en la Cuenca del Balsas, México.

Área de estudio. La Sierra del Alquitrán (Acahuizotla-Buenavista) es considerada en la Agenda Ambiental del estado de Guerrero, como una "área o ecosistema prioritario". Biológicamente es zona de gran importancia, por la confluencia de elementos neárticos y neotropicales con ecotonos poco usuales. En general, las partes medias y altas están cubiertas por bosque de pino o pino-encino y las bajas por bosque tropical caducifolio, aunque en varios lugares esta distribución en pisos altitudinales se encuentra invertida. En algunas ocasiones, entre ambas comunidades se intercala un bosque de encino-pino o bosque de encino (BE), como sucede en Acahuizotla.

Acahuizotla (830 msnm) es una localidad del municipio de Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México en la Sierra Madre del Sur. El clima es cálido subhúmedo A(C)w₀(w) (i)w", con precipitación anual de 771,5 mm y temperatura media anual de 22,49 °C (Estación climática Chilpancingo, CONAGUA 2007-2008; García, 1988). La vegetación en

^{1,2,3}Dr. Instituto de Ecología, A.C., Carretera antigua a Coatepec 351, El Haya, 91070 Xalapa, Veracruz, México. cuauhtemoc.deloya@inecol.edu.mx. Autor para correspondencia. ²Dr. Unidad Académica de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero, México. dcova@uagro.mx. ³Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Universidad s/n, Chilpancingo, Guerrero, México.

mosaicos presenta bosque de *Quercus* (BQ), bosque tropical caducifolio (BTC), bosque de galería (BG) y pastizales inducidos (PI). Ojendiz Aley y Rodríguez López (2011) registran para Acahuizotla 83 familias, 221 géneros con 266 especies de Magnoliophyta (95,87%) y Pteridophyta (4,13%) en el BTC, BG y PI; las formas biológicas están representadas por el estrato arbóreo (25%), arbustivo (20%), herbáceo (40%), bejucos (14%) y epifitas (1%). Con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Sideroxylon capiri* (DC.) Pittier, 1912 (Sapotaceae) y *Zinnia violacea* Cav., 1791 (Asteraceae) se encuentran en la categoría de amenazadas; *Bouvardia loesneriana* Standl., 1936 (Rubiaceae) en protección especial, y *Sideroxylon cartilagineum* (Cronquist) Penn., 1990 (Sapotaceae) y *Dalbergia congestiflora* Pittier, 1922 (Fabaceae) en peligro de extinción.

Se seleccionaron dos fragmentos del bosque tropical caducifolio (BTC), un acahual o vegetación secundaria y un fragmento de bosque de encino (BE): a) BTC-1 (17°21'2,80"N 99°26'56,59"O) ubicado a 790 msnm, estrato arbóreo con altura entre 10-15 m, cobertura vegetal del 59,8%, especies dominantes de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., 1860, *Ficus* spp., *Plumeria rubra* L. 1753, *Guazuma ulmifolia* Lam., 1789 y *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., 1844; el fragmento fue perturbado por ampliación de vereda a camino de terracería para introducir cableado eléctrico a la comunidad de San Roque; b) BTC-2 (17°22'1,5"N 99°27'36,9"O) ubicado a 877 msnm, estrato arbóreo con altura entre 8-12 m, cobertura vegetal de 76,96%, especies dominantes de *Coccoloba barbadensis* Jacq., 1760, *Anona* sp., *Psidium guajava* L., 1753 y arbustos como *Brosimum alicastrum* Swartz, 1788 y *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch, 1834; c) acahual (17°22'37,17"N 99°27'17,13"O) a 944 msnm, estrato arbóreo de 4-6 m, cobertura vegetal del 41,5% con vegetación secundaria compuesta por *Acacia pennatula* (Schlechtendall & Cham.) Benth., 1842 y *Acacia hindsii* (Benth., 1842); d) BE (17°21'59"N 99°28'12,06"O) a 956 msnm, estrato arbóreo de 3-4 m, cobertura vegetal del 37,42%, especies de *Quercus conspersa* Benth., 1842 y *Q. magnifolia* Née, 1801, con algunos manchones puros y mezclados de *Pinus* hacia la periferia, y con menor abundancia *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, 1821.

Material y métodos

Los muestreos sistemáticos mensuales se realizaron entre octubre 2007 a septiembre del 2008. En cada sitio se colocaron cuatro necro trampas permanentes del tipo NTP-80 (Morón y Terrón 1984), obteniendo 192 muestras.

Análisis de datos. Registro del número de especies obtenidas (Riqueza específica $S =$ diversidad alfa) y número total de ejemplares (N) para cada sitio. Para evaluar el esfuerzo de muestreo se utilizaron cuatro estimadores no paramétricos, ACE, Cho 1, Jack 1 y Bootstrap, obtenidos por medio del programa EstimateS versión 8.2 (Colwell 2009). Para medir la disimilitud en la composición de especies entre pares de localidades, se utilizó la complementariedad (C_{AB}), que se calcula a través de la riqueza total para ambos sitios combinados, $S_{AB} = a + b - c$, donde a es el número de especies del sitio A, b es el número de especies del sitio B y c es el número de especies en común entre los sitios A y B, y el número de especies únicas en cualquiera de los dos sitios $U_{AB} = a + b - 2c$. A partir de estos dos valores se calcula la complementariedad de los sitios A y B como:

$C_{AB} = U_{AB} / S_{AB}$. Así, la complementariedad varía desde cero, cuando ambos sitios son idénticos en cuanto a composición de especies, hasta uno, cuando las especies de cada sitio son completamente distintas (Moreno 2001).

Para establecer si existe correlación entre la precipitación y la riqueza mensual obtenida, se realizó la correlación de Spearman (Zar 1999). Para determinar la distribución en términos de abundancia que siguen las especies dominantes en las cinco comunidades estudiadas, se utilizó el modelo de dominancia/diversidad o Whittaker plots, obtenido del \log_{10} de la proporción de individuos de cada una de las especies (Magurran 1989). Para la diversidad beta con otras localidades de México, con condiciones similares a Acahuizotla, se utilizó el coeficiente de similitud de Sorensen cualitativo, que expresa el grado en que dos lugares son semejantes por las especies presentes en ellos, se calcula por la fórmula $Q_s = 2s / (N_1 + N_2)$, donde Q_s es la proporción de similitud, s el número de especies compartidas, N_1 el número de especies del sitio 1 y N_2 el del sitio 2 (Magurran 1989). Parte de los especímenes estudiados se encuentran depositados en la Colección Entomológica IEXA, Instituto de Ecología, A.C. (Xalapa, Veracruz, México).

Resultados y discusión

Se obtuvieron 4.108 especímenes de Scarabaeidae y Trogidae que representan nueve géneros con 19 especies (Tabla 1).

Riqueza específica y abundancia. A nivel familia, la mayor riqueza específica se observó en Scarabaeidae con 17 especies. Trogidae sólo representa el 10,52% de la riqueza obtenida. Los géneros *Canthon*, *Onthophagus* y *Phanaeus* incluyen el 52,63% de las especies de Scarabaeidae. A nivel de comunidad, la mayor riqueza se obtuvo en el BTC-1 y BTC-2 ($S = 16$), mientras que en el acahual donde la cobertura vegetal primaria ha sido removida (cobertura vegetal 41,5%), y esto influye en la menor presencia de especies umbrofilas, se obtuvo la menor riqueza ($S = 11$). En contraste con la riqueza, la mayor abundancia se obtuvo en el BTC-2 (39,87%), sitio que actualmente presenta una mayor cobertura vegetal (76,96%) y, por lo tanto, las condiciones originales de sombra y humedad tienden a mantenerse, en comparación con su equivalente del BTC-1 que ha sido severamente alterado por la ampliación de una vereda y la introducción de servicios de energía eléctrica al poblado de San Roque, donde la abundancia representa el 22%.

Coprophanaeus pluto fue la especie dominante en el BTC-1 (44,57%) y BTC-2 (29,05%) y *A. rodriguezi* en el acahual (43,21%) y BE (41,03%). Estas dos especies y otras cinco más abundantes (*D. amplicollis*, *D. g. sublaeve*, *C. edmonsi*, *D. tumidum*, *A. halffteri*) se encuentran presentes en los cuatro sitios y reúnen el 77,06% del total de la abundancia relativa (Tabla 1). Se ha observado en otras localidades que *C. pluto* habita tanto en terrenos boscosos como abiertos (Deloya *et al.* 1987; Deloya 1992, 2003, 1996; Rabadán Gutiérrez *et al.* 2002). En Acahuizotla es la especie más abundante y ocurre en los cuatro sitios.

Hasta el momento *O. villanuevai* es una especie endémica del estado de Guerrero, exclusiva de Acahuizotla y descrita originalmente del BTC-2 con 213 especímenes (Delgado y Deloya 1990). Después de 20 años solo se capturaron 33 especímenes, esto podría sugerir que las condiciones del hábitat han cambiado en un periodo corto de tiempo y que han

Tabla 1. Abundancia y riqueza de Scarabaeidae y Trogidae en Acahuizotla, Guerrero, México (BTC-1, BTC-2: bosque tropical caducifolio; BE: bosque de encino).

Especie / Sitios	BTC-1	BTC-2	Acahual	BE	Total
<i>Ateuchus halfferi</i> Kohlmann, 1981	8	5	27	55	95
<i>Ateuchus rodriguezii</i> (DeBorre, 1886)	71	45	344	316	776
<i>Canthidium smithi</i> Bates, 1889	1	1	0	3	5
<i>Canthon femoralis</i> (Chevrolat, 1834)	31	202	4	0	237
<i>Canthon edmonsi</i> Arnaud, 1997	15	108	19	3	145
<i>Canthon antoniomartinezi</i> Rivera-C. y Halffer, 1999	4	1	0	0	5
<i>Canthon c. cyanellus</i> LeConte, 1859	5	15	4	9	33
<i>Coprophanæus pluto</i> (Harold, 1863)	403	476	236	294	1.409
<i>Deltochilum gibbosum sublaeve</i> Bates, 1887	41	20	95	60	216
<i>Deltochilum tumidum</i> Howden, 1966	28	55	8	1	92
<i>Dichotomius amplicollis</i> (Harold, 1869)	280	98	43	7	428
<i>Omorgus rodriguezæ</i> Deloya, 2005	7	15	11	7	40
<i>Omorgus rubricans</i> Robinson, 1946	0	240	2	0	242
<i>Onthophagus hoepfneri</i> (Harold, 1869)	0	1	0	0	1
<i>Onthophagus rostratus</i> (Harold, 1869)	1	324	0	0	325
<i>Onthophagus villanuevæi</i> Delgado y Deloya, 1990	1	32	0	0	33
<i>Phanaeus daphnis</i> Harold, 1863	5	0	0	0	5
<i>Phanaeus florhi</i> Nevinson, 1892	3	0	0	0	3
<i>Phanaeus halfferorum</i> Edmonds, 1979	0	0	3	15	18
Abundancia	904	1.638	796	770	4.108
Riqueza	16	16	12	11	19

afectado la población de esta especie. Lo que podría sugerir que *O. villanuevæi* es una especie en peligro de extinción y que se necesitan realizar estudios autoecológicos para definir el estatus de su población.

En Acahuizotla se han registrado nueve géneros con 21 especies necrófagas de Scarabaeidae y Trogidae atraídas a las necro trampas (Delgado Castillo *et al.* 1989). Las 19 especies obtenidas muestran una disminución del 9,52% en la riqueza específica en esta localidad; además en algunas especies la abundancia fue mayor, como *O. rostratus* y *C. pluto* que pasaron de uno y 325 especímenes, en 1989, a 325 y 1409 especímenes, respectivamente, en 2007-2008. Estas diferencias podrían sugerir que la estructura de la comunidad ha cambiado. De acuerdo con Halffer *et al.* (2001), los escarabajos copro-necrófagos, pueden ser considerados un grupo indicador afín a otros grupos no inventariables (flora y fauna) y permiten evaluar los cambios ambientales, evaluando el impacto por diferentes tipos de perturbaciones. Si esto es correcto, entonces para Acahuizotla se podría sugerir que la estructura del paisaje ha sido modificada drásticamente y está afectando las poblaciones de estos insectos. Como ya fue mencionado para *O. villanuevæi*, podríamos estar observando el proceso de extinción de una especie endémica, o de otras especies de escarabajos a nivel local, debido a efectos de las actividades humanas, como el cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias, sobre explotación de los recursos naturales que simplifican el paisaje y, probablemente, ha provocado que especies sensibles a estos cambios ya no estén presentes en la localidad. Estudios realizados en Colombia con escarabajos coprófagos (Medina y Kattan 1996; Escobar 1997; Amat *et al.* 1997; Escobar 2000), en distintos tipos

de bosques se ha observado que las modificaciones drásticas como la fragmentación y transformación de los hábitats, modifican la riqueza, abundancia y composición de las especies a causa de los cambios en las condiciones micro climáticas y oferta del recurso. Barraza *et al.* (2010) observaron la sensibilidad del gremio coprófago a distintos niveles de intervención antrópica en un paisaje de bosque tropical seco, en Santa Marta, Colombia.

De las 19 especies obtenidas, ocho se encuentran asociadas al bosque tropical caducifolio y acahual, nueve están distribuidas en los cuatro sitios. *P. halfferorum* y *C. smithi* son más abundantes en el BE que en el acahual (Tabla 1). Con excepción del BTC-2 (65-89%), el esfuerzo de muestreo refleja que se obtuvo un porcentaje superior al 78% para cada uno de los ambientes (BTC-1: 78-90%; acahual: 82-100%; BE: 86-100%). Las estimaciones obtenidas son similares para otros estudios realizados en el Sur de Morelos, Cuernavaca, Centro de Veracruz, Los Tuxtlas y Malinalco (Deloya *et al.* 1993, 1995, 2007; Favila 2005; Trevilla-Rebollar *et al.* 2010). *Coprophanæus pluto*, *A. halfferi*, *D. amplicollis*, *O. rostratus* y *O. rubricans*, reúnen el 77,38% de la abundancia relativa. El BTC-2 obtuvo la mayor abundancia relativa (39,87%).

Con excepción de marzo, los escarabajos necrófilos se encuentran activos todo el año (Fig. 1). La mayor riqueza se presentó en agosto (15), noviembre (13), octubre (11), junio (11) y julio (11) y la menor durante enero (3), febrero (1) y abril (1). La abundancia mensual es similar a la observada en otros estudios por Morón *et al.* (1988), Deloya *et al.* (1996), Trevilla-Rebollar *et al.* (2010), en Chamela, Jalisco, Sur de Morelos y Malinalco, México, donde la abundancia es mayor al inicio (n = 666) y al final de la época de lluvias (n =

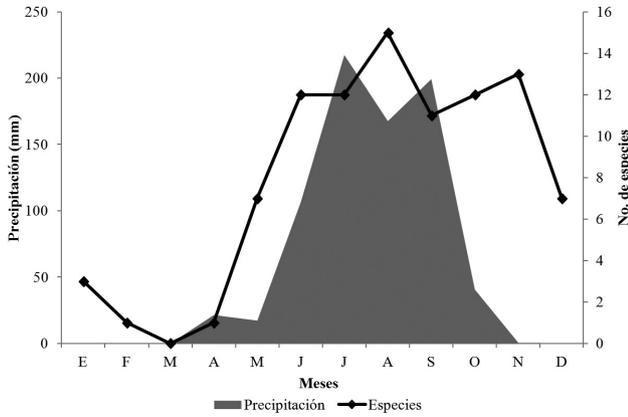


Figura 1. Riqueza y precipitación mensual de las especies de Scarabaeidae y Trogidae de Acahuizotla, Guerrero, México.

1.201), decreciendo en la época de secas de diciembre-abril (Tabla 2). Este patrón de abundancia puede deberse a que algunas especies de Scarabaeinae presentan su mayor abundancia al inicio de las lluvias y otras un mes después (Delgado 1989; Deloya 1992, 2003). *Ateuchus halffteri*, *C. pluto* y *D. gibbosum*, que han sido registradas como bivoltinas en Acahuizotla, Guerrero (Delgado 1989), en Tepexco, Puebla son univoltinas (Deloya 1992); mientras que en “Los Hornos” (Morelos) *C. pluto* y *D. gibbosum* son univoltinas y *C. cyanellus* trivoltina (Deloya 2003). En el presente estudio, *C. pluto* y *D. amplicollis* pueden considerarse bivoltinas.

Diversidad. El BTC-2 obtuvo la mayor diversidad de especies ($H' = 2,028$) y equidad ($E' = 0,4747$). Aunque el BTC-1

($H' = 1,557$) y el acahual ($H' = 1.533$) presentan similar diversidad de especies, el acahual presenta mayor equidad ($E' = 0,386$), en cambio la menor diversidad se presentó en el BE ($H' = 1,387$) y la menor equidad en el BTC-1 (0,2966).

Estacionalidad y altitud. La región presenta una marcada estacionalidad, con una época de lluvias corta de junio-septiembre donde se concentra el 89,56% de la precipitación anual (691 mm), y una época de secas larga de octubre-mayo con precipitaciones no mayores a 80,5 mm. La actividad inicia en mayo y se incrementa durante la época lluviosa en los cuatro sitios. Esta relación con la precipitación ha sido observada en Malinalco, donde además se alcanzan los valores máximos de riqueza (Trevilla *et al.* 2010). En Acahuizotla los valores máximos al inicio de las lluvias se observan el BTC-1, Acahual y BE, en el BTC-2 los valores más altos se observan hacia el final de época lluviosa (octubre-noviembre). La correlación de Spearman entre la precipitación y la riqueza mensual, fue positiva en el BTC-1 ($r = 0,792185$, $P < 0,05$) y acahual ($r = 0,756661$, $P < 0,05$), y sin correlación en el BTC-2 ($r = 0,558722$, $P < 0,05$) y BE ($r = 0,238745$, $P < 0,05$). Sin embargo habría que considerar que los datos de precipitación y temperatura fueron obtenidos de Chilpancingo, estación meteorológica que a pesar de estar relativamente cercana a la localidad de estudio, se observan diferencias a nivel altitudinal y de vegetación.

En la época de lluvias coexisten 16 especies y en la de secas 14 especies. Once especies se encuentran presentes en las dos épocas, cinco especies en lluvias (*P. florhi*, *P. halffterorum*, *P. daphnis*, *O. rostratus* y *O. hoepfneri*) y tres en secas (*C. antoniomartinezi*, *C. smithi*, *O. rubricans*).

En el pequeño gradiente altitudinal (790-956 msnm) se puede observar que conforme se incrementa la altitud dis-

Tabla 2. Abundancia mensual de Scarabaeidae y Trogidae en Acahuizotla, Guerrero, México.

Especies / Mes	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	Total
<i>Ateuchus halffteri</i>	2	3	0	0	0	0	1	5	60	11	6	7	95
<i>Ateuchus rodriguezi</i>	491	146	43	2	0	0	0	1	56	21	4	12	776
<i>Canthidium smithi</i>	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Canthon antoniomartinezi</i>	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Canthon cyanellus</i>	5	2	1	0	0	0	0	14	9	1	1	0	33
<i>Canthon edmonsi</i>	58	21	2	0	0	0	0	0	33	9	14	8	145
<i>Canthon femoralis</i>	71	143	5	0	1	0	0	0	12	1	3	1	237
<i>Coprophanaeus pluto</i>	379	80	4	0	0	0	0	1	163	326	302	154	1.409
<i>Deltochilum g. sublaeve</i>	25	12	2	1	0	0	0	14	55	62	30	15	216
<i>Deltochilum tumidum</i>	12	1	0	0	0	0	0	35	17	16	9	2	92
<i>Dichotomius amplicollis</i>	122	3	0	0	0	0	0	0	250	38	12	3	428
<i>Omorgus rodriguezae</i>	0	0	1	0	0	0	0	27	5	4	3	0	40
<i>Omorgus rubricans</i>	0	240	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	242
<i>Onthophagus hoepfneri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Onthophagus rostratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	186	78	325
<i>Onthophagus villanuevai</i>	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	33
<i>Phanaeus daphnis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
<i>Phanaeus florhi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3
<i>Phanaeus halffterorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	6	1	18
Abundancia	1.201	657	58	5	1	0	1	97	666	561	579	282	4.108
Riqueza específica	12	13	7	3	1	0	1	7	12	12	15	11	19
Precipitación (mm)	40,7	0,6	0,4	0	0	0	21,5	17,3	107	217	168	199	771,5

Tabla 3. Similitud específica de la fauna necrófila de Scarabaeidae y Trogidae de Acahuizotla, Guerrero, con otras localidades de la Cuenca del Balsas (Deloya *et al.* 1987; Deloya 1992, 1996, 2003; Rabadán Gutiérrez *et al.* 2002).

Especie / Localidad	Acahuizotla	Centro	Los Hornos	Jojutla	Tepexco	Tepoztlán
	Guerrero	Guerrero	Morelos	Morelos	Puebla	Morelos
Muestreo (año)	X-2007 / IX-2008	II-2000 / I-2001	IV-1999 / III-2000	VIII-1984 / VI-1985	V-1989 / VI-1990	V-1990 / IV-1991
Altitud (msnm)	873	1.250	1.000	1.200	1.230	1.500
Número de especies	19	12	15	13	21	19
especies compartidas		9	9	7	8	7
Distancia (km)		32	132	138	162	183
Similitud (QS: Sorensen, 1948)		0,59	0,53	0,44	0,40	0,37

minuye la riqueza ($S_{790m} = 16$; $S_{877m} = 16$; $S_{944m} = 12$; $S_{956m} = 11$). Resultados similares han sido observados en gradientes altitudinales mayores como el bosque mesófilo de montaña (1.000-1.400 msnm) en Veracruz y Malinalco (1.253-2.300 msnm), México (Deloya *et al.* 2007; Trevilla-Rebollar *et al.* 2010). Nueve especies coexisten en los cuatro sitios (*C. pluto*, *A. rodriguezii*, *D. amplicollis*, *D. g. sublaeve*, *C. edmonsi*, *D. tumidum*, *A. halfferi*, *C. cyanellus*, *O. rodriguezii*), y al menos una especie, con menos de dos individuos, puede considerarse en la categoría de rara. El 47,36% de la riqueza específica se encuentra ampliamente distribuida en los cuatro sitios, un 10,52% son exclusivas del BTC-1 y el 5,26% del BTC-2. En las curvas de dominancia/diversidad (Fig. 2), se observa que la abundancia general presenta muchas especies abundantes (10), y pocas raras o con pocos ejemplares que representan solo el 1,70% de la riqueza. Este resultado es diferente al observado por Deloya *et al.* (2007), Navarrete y Halffer (2008) y Trevilla-Rebollar *et al.* (2010), quienes registran un patrón de pocas especies dominantes y una tendencia de muchas especies con poca abundancia, con excepción del acahual donde las abundancias se encuentran más equidistantes.

Diversidad beta. Las distancias entre pares de sitios varían entre 1,04 Km a 2,71 Km y las similitudes obtenidas son mayores a 0,65 (acahual/BE_{1,04 Km} = 0,86; BTC-1/BTC-2_{1,85 Km}

= 0,80; BTC-2/acahual_{1,26 Km} = 0,75; BTC-2/BE_{1,04 Km} = 0,71; BTC-1/BE_{2,57 Km} = 0,69; BTC-2/acahual_{2,71 Km} = 0,66).

Al comparar la fauna necrófila de Scarabaeidae y Trogidae de Acahuizotla con otras localidades ubicadas en la parte alta de la Cuenca del Balsas (Deloya *et al.* 1987; Deloya 1992, 1996, 2003; Rabadán Gutiérrez *et al.* 2002), se observa que conforme más alejadas estén entre sí, menor es la similitud específica (QS: Sorensen 1948), la mayor similitud es con la localidad más cercana (32 Km), Región Centro de Guerrero (0,58) y la menor con Tepoztlán (Morelos) separada 183 Km (Tabla 3), tal vez debido a la ubicación fisiográfica de la Provincia del Eje Neovolcánico en Morelos y de la subprovincia Sur de Puebla, en donde penetran los elementos característicos de la Cuenca del Balsas.

Complementariedad. El mayor número de especies compartidas fue de 14 y los pares de sitios con mayor complementariedad fueron los dos fragmentos de BTC con el Acahual (0,44), seguido por los fragmentos del BTC con el BE (0,41). Los sitios con menor complementariedad o más parecidos fueron los fragmentos entre sí del BTC (0,22) y el BE-Acahual (0,23), fragmentos que comparten un estrato arbóreo mayor (entre 8 - 15 m) o menor (3 - 6 m) y por ende mayor (59,8 - 76,9%) o menor (37,42 - 41,5%) cobertura vegetal, lo cual les confiere condiciones micro ambientales similares.

De los estudios previos realizados con las faunas necrófilas, se ha observado que los bosques tropicales perennifolios establecidos en Boca del Chajul (Chiapas) y "Los Tuxtlas" (Veracruz) coexisten entre 12 y 13 géneros y de 16 a 20 especies (Morón *et al.* 1985; Deloya y Morón 1998); en cambio los bosques tropicales caducifolios establecidos en la Cuenca del Balsas ("Los Hornos" y Jojutla-Morelos, Tepexco-Puebla, Región Centro-Guerrero) y Pacífico Mexicano (Chame-la, Jalisco y Puerto Ángel, Oaxaca) presentan menor riqueza genérica (8 - 11), pero la riqueza específica puede ser elevada entre 12 y 21 especies (Deloya *et al.* 1987; Noguera y Morón 1988; Deloya 1992, 2003; Deloya y Morón 1998; Rabadán Gutiérrez *et al.* 2002).

Agradecimientos

A Jesús Villanueva†, Guadalupe y Alicia Villanueva Jimón, por su hospitalidad en Acahuizotla. A Yanet Flores, Pablo García, Noé Gómez, Paulo Díaz, Elier Ramírez, Liliana Luna, Antonio Núñez, Galia Reyes, Wilfrido Bautista, Cauhtémoc Pérez y Cauhtémoc Tavira, por su invaluable apoyo en los muestreos. Al Dr. Ascencio Villegas Arrizón†, Rector de la Universidad Autónoma de Guerrero, por el apoyo reci-

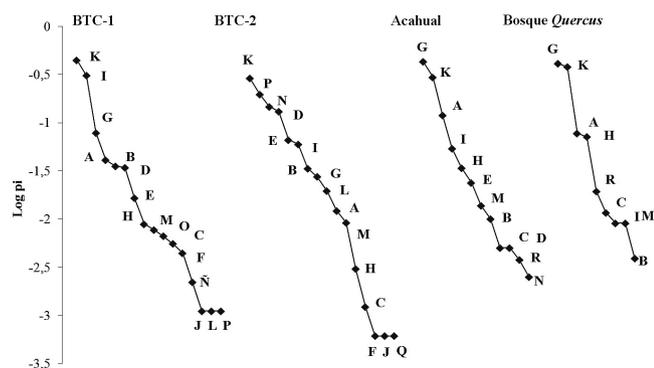


Figura 2. Curvas de dominancia/diversidad (Whittaker plots: Whittaker 1965; Magurran 2004) de las especies de Scarabaeidae y Trogidae en Acahuizotla, Guerrero, México (BTC: bosque tropical caducifolio), A= *D. gibbosum sublaeve*, B= *D. tumidum*, C= *C. cyanellus*, D= *C. femoralis*, E= *C. edmonsi*, F= *C. antoniomartinezi*, G= *A. rodriguezii*, H= *A. halfferi*, I= *Dichotomius amplicollis*, J= *C. smithi*, K= *C. pluto*, L= *O. villanuevai*, M= *O. rodriguezii*, N= *O. rubricans*, Ñ= *P. daphnis*, O= *P. florhi*, P= *O. rostratus*, Q= *O. hoepfneri*, R= *P. halfferorum*.

bido para la realización de la estancia de investigación sabática del primer autor (abril 2011-marzo 2012).

Literatura citada

- AMAT, G.; LOPERA, A. T.; AMEZQUITA, S. 1997. Patrones de distribución de escarabajos coprófagos en relicto del bosque altoandino Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia* 19 (1-2): 191-204.
- BARRAZA, M., J.; MONTES F., J.; MARTÍNEZ H., N; DELOYA, C. 2010. Ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del bosque tropical seco, Bahía Concha, Santa Marta (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 36 (2): 285-291.
- COLWELL, R. K. 2009. Estimates 8.2.0 Statistical estimation of species richness and shared. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Programa libre.
- CONAGUA. 2008. Datos de precipitación temperatura. www.conagua.gob.mx/DLGro.
- DELGADO CASTILLO, L. L. 1989. Fauna de coleópteros Lamellicornios de Acahuizotla, Guerrero, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México, 154 p.
- DELGADO C., L.; DELOYA, C. 1990. Una nueva especie mexicana de *Onthophagus* Latreille 1802, del grupo "clypeatus" (Col. Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Annales de la Société Entomologique de France* 26 (3): 301-306.
- DELGADO C., L.; DELOYA, C.; MORÓN, M. A. 1989. Los macrocoleópteros necrófagos de Acahuizotla, Guerrero, México. pp. 95-96. En: Resúmenes del XXIV Congreso Nacional de Entomología, Oaxtepec, Morelos. Sociedad Mexicana de Entomología, México.
- DELOYA, C. 1992. Necrophilous Scarabaeidae and Trogidae beetles of tropical deciduous forests in Tepexco, Puebla, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 52: 1-13.
- DELOYA, C. 1996. Los macro-coleópteros necrófilos de Tepoztlán, Morelos, México (Scarabaeidae, Trogidae, Silphidae). *Folia Entomológica Mexicana* 97: 39-54.
- DELOYA, C. 2003. Coleoptera Scarabaeidae y Trogidae necrófilos del Valle de Vázquez ("Los Hornos") Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana* 42 (2): 265-272.
- DELOYA, C.; MORÓN, M. A. 1998. Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) necrófagos de "Los Tuxtlas", Veracruz y Puerto Ángel, Oaxaca, México. *Dugesiana* 5 (2): 17-28.
- DELOYA, C.; RUIZ-LIZÁRRAGA, G.; MORÓN, M. A. 1987. Análisis de la entomofauna necrófila de Jojutla, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana* 73: 157-171.
- DELOYA, C.; BURGOS, A.; BLACKALLER, J.; LOBO, J. M. 1993. Los coleópteros lamellicornios de Cuernavaca, Morelos, México (Passalidae, Trogidae, Scarabaeidae y Melolonthidae). *Boletín Sociedad Veracruzana de Zoología* 3 (1): 15-55.
- DELOYA, C.; MORÓN, M. A.; LOBO, J. M. 1995. Coleoptera Lamellicornia (MacLeay, 1819) del sur del estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 65: 1-42.
- DELOYA, C.; PARRA-T., V.; DELFÍN-G., H. 2007. Fauna de Coleópteros Scarabaeidae- Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al bosque mesófilo de montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el Centro de Veracruz, México. *Neotropical Entomology* 36 (1): 5-21.
- ESCOBAR, F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un remanente de Bosque Seco al norte del Tolima. *Caldasia* 19 (3): 419-430.
- ESCOBAR, F. 2000. Diversidad y Distribución de los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. pp. 197-210. Martín-Piera, F., J. J. Morrone y A. Melic (Eds.). Hacia un proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica.
- FAVILA, M. E. 2005. Diversidad alfa y beta de los escarabajos del estiércol (Scarabaeinae) en Los Tuxtlas, México, pp. 209-219. En: Halffter G.; Soberón J.; Koleff P.; Melic, A. (Eds.). Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. M3m-monografías tercer milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS y CONACYT, Zaragoza, España. 242 p.
- GARCÍA, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. Enriqueta García de Miranda, D.R. 1981. México, 217 p.
- GÓMEZ JAIMES, G. 2005. Los macro-coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Trogidae y Silphidae) de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. Tesis Profesional UNAM-Facultad de Estudios Superiores Iztacala, 64 p.
- HALFFTER, G.; MORENO, C. E.; PINEDA, E. 2001. Manual para la evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T – Manuales y tesis SEA, vol. 2. Zaragoza, España. 79 p.
- MAGURRAN, A. E. 1989. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, Londres, Inglaterra. 256 p.
- MEDINA, C.; KATTÁN, G. 1996. Diversidad de Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) de la Reserva Forestal de Escalerete. *Cespedesia* 21 (68): 89-102.
- MITTERMEIER, R.; GOETTSCHE, C. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. pp. 57-62. En: Sarukan, J. A.; Dirzo, R. (Eds.). México ante los retos de la biodiversidad CONABIO, México.
- MORENO, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.
- MORÓN, M. A.; TERRÓN, R. A. 1984. Distribución altitudinal de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.) 3: 1-47.
- MORÓN, M. A.; VILLALOBOS, F. J.; DELOYA, C. 1985. Fauna de Coleópteros Lamellicornios de Boca del Chajul, Chiapas, México. *Folia Entomológica Mexicana* 66: 57-118.
- MORÓN, M. A.; DELOYA, C.; DELGADO, L. 1988. Fauna de Coleópteros Melolonthidae, Scarabaeidae y Trogidae de la región de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 313-378.
- NAVARRETE, D.; HALFFTER, G. 2008. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. *Biodiversity Conservation*. 17: 2869-2898.
- NOGUERA, F.; MORÓN, M. A. 1988. Diversidad y estacionalidad de los coleópteros lamellicornios necrófilos en la Costa del Estado de Jalisco. pp. 110-111. En: Resúmenes XXIII Congreso Nacional de Entomología, Morelia, Michoacán, México.
- NOM-059-SEMARNAT. 2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30/12/2010.
- OJENDIZ ALEY, A.; RODRÍGUEZ LÓPEZ, R. 2011. Estudio florístico y vegetación de la localidad de Acahuizotla, Municipio de Chilpancingo de los Bravo, Guerrero, México. Tesis Profesional. Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Guerrero, México. 73 p.
- RABADÁN G., Y. C.; DOMÍNGUEZ-ROSALES, M. S.; DELOYA, C. 2002. La macro-coleopterofauna necrófila de la Región Centro del estado de Guerrero, México. pp. 138-142. En: Romero-N. J.; Estrada V., E. G.; Equihua-M., A. (Eds.). Entomología Mexicana, Volumen 1. Sociedad Mexicana de Entomología y Colegio de Posgraduados, México, 1112 p.
- REYES CABRERA, G. 2001. Los coleópteros saprófagos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) del "Salto de las Granadas", Guerrero, México. Tesis Profesional. ENEP-Iztacala, UNAM, México. 71 p.
- SÁNCHEZ C., V.; ILLOLDI, P.; LINAJE, M.; FULLER, T.; SARKAR, S. 2008. Por qué hay un costo en posponer la conservación de la diversidad biológica en México. *Biodiversitas* 76: 7-12.

- SOULÉ, M. E. 1991. Conservation: Tactics for a constant crisis. *Science, New Series* 253: 744-750.
- SORENSEN, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter* 5: 1-34.
- TREVILLA R., A.; DELOYA, C.; PADILLA R., J. 2010. Coleópteros Necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. *Neotropical Entomology* 39 (4): 486-495.
- WHITTAKER, R. H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147: 250-260.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice Hall, New Jersey, EEUU. 663 p.

Recibido: 17-may-2012 • Aceptado: 22-abr-2013