

# LARVAS DE ESCARABAJOS DEL SUELO EN MÉXICO (COLEOPTERA: MELOLONTHIDAE)

Miguel-Ángel MORÓN

Departamento de Entomología, Instituto de Ecología, A.C.

Apartado Postal 63 Xalapa, Veracruz 91000 México

e-mail: miguelangel.moron@inecol.edu.mx

## RESUMEN

Se presenta una síntesis sobre la importancia ecológica de las larvas edafícolas de especies de Coleóptera Melolonthidae, con énfasis en México. Estas larvas pueden presentar densidades de hasta 600 individuos por m<sup>2</sup>; alcanzan entre 3 y 90 mm de longitud y pesan entre 0.05 y 27 g. Tienen una gran capacidad para excavar, y necesitan consumir de 45 a 80 veces su peso en raíces o materia orgánica para completar su desarrollo, generalmente en un año; por lo cuál ocupan una posición destacada en una amplia variedad de ambientes edáficos naturales o inducidos de todo el mundo. En México existen cuando menos 870 especies de Melolonthidae con larvas edafícolas, y su mayor diversidad se concentra en los estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas. Los géneros mejor representados en México son *Phyllophaga* (285 spp), *Diplotaxis* (170 spp), *Anomala* (76 spp), y *Cyclocephala* (57 spp), cuyas larvas pueden tener hábitos rizófagos, saprófagos o facultativos. Se hace incapié en la necesidad de iniciar estudios detallados para conocer la diversidad de Melolonthidae edafícolas en localidades representativas del país, y obtener datos que permitan evaluar su utilidad en la conservación de suelos y el manejo de especies nocivas.

**Palabras Clave:** Melolonthidae, “gallina ciega”, diversidad, hábitos, distribución, importancia, conservación.

## ABSTRACT

A Brief review on the ecological importance of edaphicolous larvae (Coleóptera Melolonthidae) with emphasis in Mexico is presented. These species may present densities up to 600 larvae/m<sup>2</sup>; they can reach 3-90 mm in body length and 0.05-27 g in fresh weight; they are good soil diggers and need 45-80 times its body weight in roots or soil organic matter to complete their, usually, one year life cycle. Therefore these larvae have an outstanding role in natural or disturbed soil communities all over the world. In Mexico at least 870 species of Melolonthidae with edaphicolous larvae have been reported, being highest diversities located in the states of Chiapas, Oaxaca and Veracruz. The best represented genera are: *Phyllophaga* (285 spp), *Diplotaxis* (170 spp), *Anomala* (76 spp), and *Cyclocephala* (57 spp), whose larvae may be rhizophagous, saprophagous or facultatives. It is emphasized the need of more detailed studies on the diversity of edaphicolous Melolonthidae in representative localities from Mexico, in order to evaluate the usefulness of white grubs for soil conservation and pest management.

**Key Words:** Melolonthidae, “white grubs”, diversity, habits, distribution, importance, conservation.

## INTRODUCCIÓN

Las larvas de Coleóptera Melolonthidae (sensu Endrödi 1966, Morón *et al.* 1997) son uno de los integrantes de la fauna edáfica más conocidos en varias partes del mundo, sobre todo porque ha sido frecuente encontrarlas asociadas con daños a las partes subterráneas de las plantas cultivadas.

En esta revisión se presenta la situación actual del conocimiento de este grupo de organismos, incluyendo información sobre su distribución, importancia en el suelo y diversidad, tanto a nivel mundial como específicamente para México.

**Estudios a nivel mundial.** La mayor parte de las publicaciones disponibles se refieren a su morfología y taxonomía (Böving 1942, Janssens 1947, Ritcher 1966, Paulian & Baraud 1982, McQuillan 1985, Cribb *et al.* 1998), a estimaciones sobre su importancia agrícola (Jackson 1992, Morón *et al.* 1996, Aragón & Morón 1998, Villalobos 1998) o a las medidas aplicadas para lograr su control (Carne & Chinnick 1957, Hamid-Miah *et al.* 1986, Jackson & Pearson 1986, Popay 1992, Morón *et al.* 1998). Mientras que los detalles sobre su biología (Hurpin 1962, Tashiro *et al.* 1969, Lim *et al.* 1981, Barrat 1982, King 1984), comportamiento y ecología (Hurka 1957, Nonvellier *et al.* 1966, Hardy 1976, Cairns 1980, 1982, Setokuchi 1981, Villani & Nyrop 1992, Katovich *et al.* 1998) han sido proporcionalmente poco estudiados. Sólo en algunas oportunidades se ha abordado, en forma parcial, el valor de su actividad y diversidad en diferentes ecosistemas (Girard & Lecordier 1979, Lavelle *et al.* 1981, Villalobos & Lavelle 1990, Villalobos 1991, Morón & Deloya 1994).

**Patrones generales de distribución por región.** Las subfamilias de Melolonthidae tienen una amplia distribución mundial, aunque se aprecian ciertas tendencias o restricciones en su representación o diversidad en cada una de las grandes regiones zoogeográficas. Por ejemplo, las especies de Cetoniinae están más diversificadas en la región Etiópica (Krikken 1984), mientras que los Dynastinae están mejor representados en la región Neotropical (Endrödi 1985). Estas diferencias se acentúan al considerar el nivel de tribu, por ejemplo, los Melolonthinae - Macrodactylini y los Dynastinae - Cyclocephalini son casi exclusivamente neotropicales; los Melolonthinae - Maechidiini son exclusivos de la región Australiana (Britton 1957), los Rutelinae - Adoretini se encuentran en las regiones Etiópica, Oriental y Australiana (Machatschke 1965), y los Dynastinae - Hexodontini y Cetoniinae - Euchroeiini sólo se conocen de la subregión Malgache (Paulian & Descarpentries 1982). Géneros como *Rhizotrogus* Latreille (Melolonthinae - Rhizotrogini), *Pentodon* Hope (Dynastinae - Pentodontini), *Cetonia* Fabricius (Cetoniinae - Cetoniini) y *Anisoplia* Serville (Rutelinae - Anomalini) están más diversificados y son comunes en la región Paleártica. Estos patrones de distribución general permiten ubicar a la mayoría de los géneros como elementos característicos de alguna región o subregión zoogeográfica. Sólo en el caso del “supergénero” *Anomala* Samouelle, puede discutirse una distribución original que abarca casi todos los ambientes, excepto los australianos, árticos y antárticos.

**Importancia en los procesos del suelo.** Son cinco los factores que determinan la importancia de las larvas de Melolonthidae en los diversos ambientes edáficos que han colonizado: 1) abundancia, 2) biomasa, 3) persistencia, 4) movilidad y 5) capacidad de procesamiento del sustrato.

1) Abundancia. Con base en las muestras de adultos de Melolonthidae obtenidas en numerosas localidades representativas de diferentes ecosistemas, es posible asegurar que las poblaciones de larvas que se desarrollan en el suelo pueden alcanzar densidades bastante elevadas, de 110 hasta 600 larvas por m<sup>2</sup> (Barrat 1982, Jackson & Pearson 1986), muy variables de un ambiente a otro y de un ciclo anual al siguiente, atributos que han dificultado su análisis cualitativo, como comentaremos más adelante.

2) Biomasa. A ésta abundancia debemos agregar la talla corporal de las larvas, que alcanza entre 3 y 90 mm de longitud, de acuerdo con la especie y la etapa de desarrollo de la misma, con un promedio cercano a los 20 mm y un peso fresco de 0.05 a 27.0 g, la cuál las ubica en la categoría de macrofauna edáfica y les confiere valores de biomasa muy altos (12-38 gpf.m<sup>-2</sup>; Hutchinson & King 1979).

3) Persistencia. La gran mayoría de especies pantropicales edáficas de Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae y Cetoniinae tienen ciclos vitales anuales; en algunos casos pueden existir especies bivoltinas y no es rara la presencia de especies con ciclos bianuales (Rodríguez del Bosque 1996). En los ambientes templados y fríos son más comunes las especies bianuales y hasta trianuales, aunque normalmente con ciclos sobrepuestos que permiten la actividad de adultos reproductivos cada año. De este modo las larvas de los diferentes géneros o linajes están presentes y son activas dentro del suelo cuando menos por seis a ocho meses de cada año.

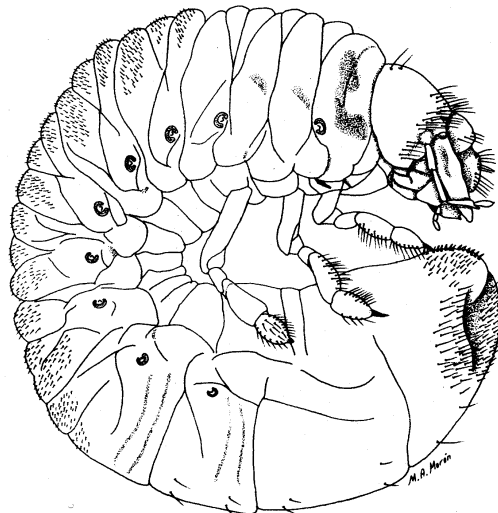
4) Movilidad. Aunque muestran las patas muy reducidas en relación con su volumen corporal y carecen de apéndices abdominales (Fig. 1), las larvas de Melolonthidae tienen una gran capacidad para excavar y desplazarse tanto en sentido vertical como horizontal, ya que con sucesiones de contracciones corporales y el apoyo de sus patas, raster y piezas bucales desplazan gran cantidad de suelo y abren galerías que favorecen la circulación del aire y del agua dentro del edafon.

5) Capacidad de procesamiento del sustrato. Se ha observado que las larvas de Melolonthidae necesitan consumir de 45 a 80 veces su peso en sustrato alimentario para alcanzar la madurez (Cairns 1982, Morón 1987) lo cuál implica que por cada gramo de larva presente en el suelo se procesa un promedio de 63 g de sustrato, y se afecta o beneficia a los otros componentes de la rizosfera en una proporción relacionada con su nivel trófico, pero sobre todo es importante el proceso donde por cada gramo de larva se reciclan casi 60 g de excrementos enriquecidos con bacterias o productos nitrogenados de fácil asimilación.

**Diversidad funcional y taxonómica en el mundo.** Las larvas de los Melolonthidae edáficas muestran una diversidad funcional bastante amplia, ya que se conocen especies rizófagas, saprófagas y facultativas, así como especies asociadas con hormigas y termites, las cuales ocupan los niveles tróficos de consumidores primarios y secundarios, productores secundarios y degradadores, tanto generalistas como especializados. Por otro lado y hasta donde se sabe, estos organismos son capaces de habitar con mayor o menor éxito en todos los tipos de suelos conocidos, incluyendo los inundables y exceptuando los congelados por largo tiempo. Las especies rizófagas se han encontrado asociadas con representantes de más de 50 familias (Cuadro 1) de Angiospermas y Gimnospermas.

Aunque los catálogos mundiales de las distintas subfamilias de Melolonthidae muestran diferentes grados de actualización, podemos decir que se conoce un mínimo de 19,280 especies, de las cuales 3,880 corresponden a Rutelinae (Matchatschke 1972), 2,300 a Dynastinae (Endrödi 1985), 3,100 a Cetoniinae (Krikken 1984) y cerca de 10,000 incluidas en Melolonthinae (Britton 1978). De todas ellas, cuando menos unas 15,000 especies tienen larvas edafícolas cuyos hábitos alimentarios aún no han sido precisados. Sin embargo, hay que considerar muy probable que esta cifra represente entre 30 y 65% de la diversidad real, ya que los estudios taxonómicos recientes efectuados para diferentes áreas geográficas y con distintos subgrupos de Melolonthidae han evidenciado una gran proporción de especies nuevas para la Ciencia.

Por ejemplo, Vaurie (1960), después de diez años de recolectas y estudio de las principales colecciones de los EUA para revisar por primera vez el género *Diploaxis* Kirby, añadió 76 especies nuevas a las 144 especies reconocidas en 1954, distribuidas entre Canadá y Panamá. Como producto de la primera revisión taxonómica de la tribu Melolonthini en Australia (Britton 1978), el número de géneros se incrementó de 10 a 16 y la cifra de especies pasó de 56 a 103; mientras que Lacroix (1997) después de revisar los Hopliinae de Madagascar incrementó el número de géneros de 7 a 14 y modificó la cantidad de especies de 47 a 150. El incremento porcentual en el número de especies en estos tres ejemplos va del 52.7 a 219.1, y aún considerando las diferencias en los criterios de las escuelas taxonómicas francesa, estadounidense y australiana, tendríamos un incremento promedio superior al 100 por ciento, con un porcentaje de representatividad de las cifras anteriores a las revisiones que varía entre 31 y 65, lo cuál probablemente depende de la intensidad con la que han sido explorados los respectivos territorios y de la constancia o continuidad con la cuál han sido estudiados los grupos citados.



**Figura 1**

Aspecto lateral de una larva de tercer estadio de *Phyllophaga* (*Triodonyx*) *lalanza* Saylor (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae), especie rizófaga característica del noroccidente de México.

### Cuadro 1

Algunos registros de huéspedes para larvas rizófagas de Melolonthidae en el mundo.

Subfamilias	Especies	Familias de Huéspedes	Referencias
Melolonthinae	<i>Sericesthis pruinosa</i> Dalman	Poaceae	Carne & Chinnick 1957
	<i>Melolontha melolontha</i> L.	Asteraceae, Chaenopodiaceae, Cucurbitaceae, Poaceae, Plantaginaceae, Rosaceae, Umbelliferaea	Hurpin 1962, Deseö <i>et al.</i> 1992
	<i>Amphimallon majalis</i> (Razoum.)	Abietaceae, Asclepiadaceae Asteraceae Papilionaceae, Pinaceae, Poaceae, Rosaceae, Solanaceae, Umbelliferaea	Tashiro <i>et al.</i> 1969
	<i>Odontria striata</i> White	Poaceae	Barratt 1982
	<i>Costelytra zealandica</i> White	Poaceae	Jackson & Pearson 1986
	<i>Holotrichia nilgiria</i> Arrow	Rubiaceae	Yadava 1992
	<i>Leucopholis lepidophora</i> Blanch.	Arecaceae Poaceae	Yadava 1992
	<i>Phyllophaga lalanza</i> Saylor	Papilionaceae Poaceae	Morón <i>et al.</i> 1998
Rutelinae	<i>Anomala rufocuprea</i> Motsch.	Papilionaceae	Setokuchi 1981
	<i>Phyllopertha horticola</i> L.	Poaceae	Smits. 1992
	<i>Popillia japonica</i> Newman	Poaceae	Klein 1992
Dynastinae	<i>Cyclocephala lurida</i> Bland	Poaceae	Ratcliffe 1992
	<i>Ancognatha scarabaeoides</i> Burm.	Poaceae	Ruiz & Posada 1985
	<i>Diloboderus abderus</i> Sturm	Poaceae	Gassen 1989

### Patrones de Diversidad, Abundancia, Biomasa, Distribución Espacial y Temporal en México por Ambientes, Regiones o Estados.

Las 1,055 especies de Melolonthidae representadas en el territorio mexicano tienen una distribución geográfica y ecológica heterogénea, principalmente derivada de la complejidad orográfica, climatológica y vegetacional del país, y de los movimientos faunísticos propios de una zona de transición biogeográfica. Cuando menos 870 de estas especies tienen larvas edafícolas y, en términos generales, su diversidad muestra un incremento desde el noroeste hacia el sureste, ya que en los estados de la Meseta del Norte se han registrado un promedio de 63 especies, en los estados de la Meseta Central se tiene un promedio de 78 especies, en los estados de la vertiente del Pacífico (desde Sonora hasta Guerrero) existe un promedio de 88 especies, y en los estados del sureste se encuentra un promedio de 180 especies (Fig. 2). La diversidad en las penínsulas debe considerarse por separado, ya que su historia ha sido un tanto diferente a la fauna continental, y

puede resumirse en la siguiente forma: la fauna de escarabajos Melolonthidae de Baja California está formada por elementos antiguos con orígenes septentrional o ecuatorial, aislados en la península durante casi 4 millones de años. Por su parte, la fauna de la península de Yucatán está formada principalmente por elementos recientes con origen ecuatorial que no se han visto aislados de sus parientes mesoamericanos durante los últimos 100,000 años. El promedio de especies edafícolas en la península de Baja California es de 42, mientras que en los estados de la península de Yucatán tenemos un promedio de 83 especies.

Aún cuando no se han efectuado suficientes muestreos representativos, estos promedios de diversidad regional podrían tener alguna relación con el tipo de suelos que predominan en cada región. En los estados de la Meseta del Norte (720,749 km<sup>2</sup>) se observan grandes extensiones de aridisoles, suelos derivados de cenizas volcánicas y andosoles, con escasos litosoles y regosoles. En la Meseta Central (123,666 km<sup>2</sup>) predominan los suelos derivados de cenizas volcánicas, andosoles y vertisoles sobre los aridisoles. Los estados que conforman la extensa vertiente del Pacífico al noroeste de Oaxaca (479,897 km<sup>2</sup>) cuentan con una variedad de aridisoles, oxisoles, suelos derivados de cenizas volcánicas, andosoles, suelos hidromórficos, litosoles y regosoles. En los estados del sureste que ocupan cerca de 266,727 km<sup>2</sup>, predominan los oxisoles, fluvisoles, suelos derivados de cenizas volcánicas, andosoles y rendzinas. En la península de Baja California (143,790 km<sup>2</sup>) se encuentran principalmente aridisoles, litosoles, regosoles y suelos hidromórficos. En los 141,523 km<sup>2</sup> que forman la península de Yucatán existen sobre todo rendzinas, litosoles y regosoles.

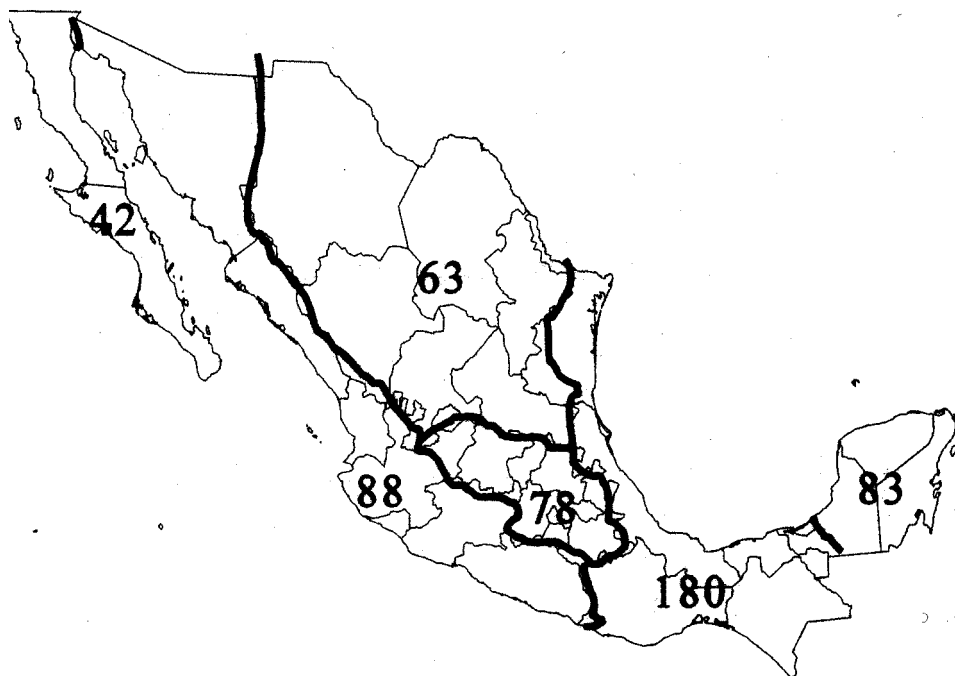


Figura 2

Diversidad de especies de Melolonthidae edafícolas en seis grandes regiones de México. Las cifras indican los promedios del número de especies registradas en algunas de las localidades de los estados incluidos en cada región. Consultar texto.

Así, de acuerdo con este rápido y tosco análisis comparativo, los oxisoles y fluvisoles podrían ser uno de los factores determinantes para favorecer la diversidad de larvas edafícolas de Melolonthidae en el sureste, mientras que los aridisoles podrían ser el factor limitante para estas especies en la Meseta del Norte y la península de Baja California. Las isotermas que indican temperaturas medias anuales de 18 a 22°C y mayores a 22°C son las que corresponden con los mayores valores de diversidad estatal y regional de coleópteros Melolonthidae, y en particular cuando coinciden con las isoyetas anuales de 800 a 3200 mm o lecturas mayores. En dichos ambientes prosperaban los bosques tropicales perennifolios y caducifolios, el bosque mesófilo de montaña, encinares y pinares húmedos; actualmente, sin embargo junto con sus remanentes existen gran cantidad de comunidades secundarias derivadas de ellos, así como pastizales inducidos, plantaciones y cultivos de gramíneas.

Los estados con mayor diversidad de especies de Melolonthidae con larvas edafícolas son Oaxaca (217), Chiapas (199), Veracruz (195), Jalisco (152), Durango (144), México (116), Guerrero (116), Puebla (113), Hidalgo (106), Chihuahua (93) y Morelos (90); la mayoría de éstas especies corresponden a la subfamilia Melolonthinae (Cuadro 2). Estas cifras aún son preliminares, puesto que en gran parte, los otros 20 estados pueden considerarse como moderada a escasamente explorados con respecto a su coleopterofauna. En México, la diversidad de larvas edafícolas se concentra en los géneros *Phyllophaga* Harris, *Diplotaxis*, *Macroductylus* Burmeister, (Melolonthinae), *Anomala* (Rutelinae) y *Cyclocephala* Latreille (Dynastinae) (Cuadro 3).

Hasta el momento se reconocen 285 especies de *Phyllophaga* en el territorio nacional, de los cuales cerca del 60% se localizan en ambientes forestales de montaña y tienen distribución ecológica restringida, un 20% está asociado con los matorrales de zonas secas, menos de un 10% es característico de los bosques tropicales húmedos o subhúmedos situados por debajo de los 500 m de altitud y 30 especies (10%) tienen una distribución geográfica y ecológica bastante amplia, y con mucha frecuencia se les encuentra en los suelos cultivados (Morón 1986, 1997, 1999, Morón *et al.* 1997). Es común encontrar más de 10 especies de *Phyllophaga* en casi cualquier localidad continental, sobre todo en zonas montañosas, donde sus larvas pueden coexistir espacial y temporalmente, aunque sus hábitos y fenología deben ser diferentes.

El género *Diplotaxis* está representado en la República Mexicana por 170 especies (Vaurie 1960, Morón *et al.* 1997) que en su mayor parte tienen una distribución restringida a los bosques de montaña, sobre todo en el noroeste del país, con una minoría característica de los ambientes tropicales del sur y sureste. No es frecuente localizarlas en suelos cultivados y pocas especies tienen amplia distribución geográfica o ecológica. Es posible encontrar más de cinco especies de *Diplotaxis* en localidades forestadas o

transicionales, y es probable que sus larvas tengan una estrecha coexistencia en suelos con cubierta de hojarasca. Ha sido posible registrar 26 especies de *Macrodactylus* en México, cuya diversidad es notablemente mayor en las montañas del centro y el sureste, siendo característica su ausencia en los bosques tropicales situados por debajo de los 500 m de altitud, aunque algunas especies pueden frecuentar los matorrales secundarios o ruderales (Morón *et al.* 1997, Arce y Morón 2000). Es común observar de dos a cinco especies por localidad, y es probable que sus larvas se mantengan separadas en microambientes específicos.

### Cuadro 2

Diversidad de especies edafícolas de las subfamilias de Melolonthidae en cada entidad de la República Mexicana.

ENTIDAD	Melolonthinae	Rutelinae	Dynastinae	Cetoniinae	Totales
Aguascalientes	14	10	6	6	36
Baja California	54	1	4	0	59
Baja California Sur	24	5	3	1	33
Campeche	19	20	15	8	62
Chiapas	65	47	63	24	199
Chihuahua	69	4	11	9	93
Coahuila	34	6	9	5	54
Colima	21	10	11	9	51
Distrito Federal	23	3	9	4	39
Durango	84	9	35	16	144
Guanajuato	50	7	19	11	87
Guerrero	60	10	26	20	116
Hidalgo	55	12	26	13	106
Jalisco	67	18	44	23	152
México	69	11	25	11	116
Michoacán	56	4	16	12	88
Morelos	40	19	13	18	90
Nayarit	38	11	29	8	86
Nuevo León	31	8	11	6	56
Oaxaca	106	33	49	29	217
Puebla	58	12	23	20	113
Querétaro	41	7	17	8	73
Quintana Roo	25	20	16	10	71
San Luis Potosí	26	8	13	6	53
Sinaloa	30	10	13	5	58
Sonora	50	6	10	10	76
Tabasco	25	17	20	10	72
Tamaulipas	27	10	12	5	54
Tlaxcala	24	6	11	5	46
Veracruz	72	39	51	33	195
Yucatán	31	15	16	7	69
Zacatecas	30	7	9	6	52

### Cuadro 3

Diversidad específica de los principales géneros edafícolas por estado en México.

ENTIDAD	Phyllophaga	Diplotaxis	Macrodactylus	Anomala	Cyclocephala
Aguascalientes	5	5	3	2	2
Baja California	1	15	1	1	0
Baja California Sur	10	12	0	3	4
Campeche	7	8	0	3	6



Chiapas	42	21	6	33	21
Chihuahua	11	46	2	4	2
Coahuila	19	11	3	3	3
Colima	5	12	1	5	7
Distrito Federal	13	6	3	3	1
Durango	30	44	7	6	14
Guanajuato	8	6	3	4	2
Guerrero	24	27	3	5	13
Hidalgo	30	19	4	8	12
Jalisco	34	21	9	11	17
México	52	12	6	7	9
Michoacán	22	23	6	2	5
Morelos	12	16	5	11	5
Nayarit	21	13	1	7	14
Nuevo León	11	13	1	3	1
Oaxaca	51	35	7	15	24
Puebla	21	15	5	5	10
Querétaro	10	6	3	4	2
Quintana Roo	5	4	0	3	5
San Luis	11	13	1	4	6
Potosí					
Sinaloa	20	9	1	4	3
Sonora	22	26	1	2	1
Tabasco	6	3	0	4	7
Tamaulipas	12	12	1	6	5
Tlaxcala	5	4	2	3	2
Veracruz	43	19	7	24	25
Yucatán	6	7	0	2	3
Zacatecas	14	8	3	4	2

El género *Anomala* está representado en México por 76 especies, la mayor parte de las cuales habitan en las montañas del sur y sureste del país; muchas de ellas extienden su distribución altitudinal hasta las tierras bajas tropicales y es frecuente encontrarlas en ambientes muy perturbados y en suelos cultivados (Morón *et al.* 1997). En cada localidad pueden coexistir entre 2 y 7 especies, y es probable que sus larvas coexistan en suelos con alta concentración de materia orgánica o con abundancia de raíces. Por su parte, el género *Cyclocephala* cuenta con 57 especies establecidas en México, que en su mayoría son características de las tierras bajas cálidas y húmedas del sur y el sureste del país, aunque algunas están restringidas a los altiplanos secos o a las montañas del centro y norte; es frecuente localizarlas en ambientes perturbados y en suelos cultivados (Morón *et al.* 1997). Se han capturado hasta 11 especies por localidad, y es posible que sus larvas se distribuyan en diferentes microambientes específicos, unas en las partes sombreadas o boscosas y otras en los suelos más insolados con herbáceas de talla corta o gramíneas cultivadas.

El aclareo del bosque, la apertura de terrenos al cultivo de gramíneas, el monocultivo extensivo de gramíneas tecnificado y el abandono de parcelas por más de tres años, han favorecido el establecimiento y la dispersión de larvas rizófagas de especies autóctonas de Melolonthidae que aprovechan cualquier tipo de raíz fibrosa y abundante para desarrollarse. Tomando en cuenta que la composición específica de las larvas de los géneros antes citados varía considerablemente de una localidad a otra, de un período anual a otro y de un cultivo a otro, en los últimos años se ha considerado pertinente denominar a

éstas comunidades como “complejo gallina ciega” (Morón 1988, Nájera 1993, Morón *et al.* 1997, Morón 1999).

A pesar de que se dispone de un número limitado de observaciones, es posible postular que la estructura de éstas comunidades subterráneas cambia continuamente adaptándose a la secuencia de modificaciones que, de manera natural, van aconteciendo en el ecosistema del cuál forman parte. Sin embargo, parece que la mayor parte de los cambios corresponden al reemplazo o sustitución de los taxa que integran la comunidad, y cumplen sobre todo con funciones particulares de consumidores primarios (rizófagos) o descomponedores (estraminívoros y geófagos), lo cuál sólo origina cambios en la composición de dicha comunidad. Los cambios acentuados en la estructura de la comunidad se presentan sólo cuando existen perturbaciones intensas o cambios radicales en el uso del suelo, dando lugar a la introducción de nuevos integrantes, al cambio en las relaciones de predominio de especies previamente presentes, e inclusive a la desaparición de algunos taxa.

Atendiendo a las reglas generales del equilibrio ecológico y de la distribución de la diversidad, los suelos con un mayor número de especies representadas equitativamente de acuerdo con sus funciones pueden estar más cerca de una condición ideal, pero pueden ser más susceptibles a los cambios bruscos de su microambiente. Por otra parte, los suelos con escaso número de especies usualmente muestran una amplia desproporción en su representatividad y funciones, y pueden soportar cambios bastante drásticos. Para ilustrar parte del proceso anteriormente descrito se presenta el siguiente ejemplo hipotético basado en algunos datos inéditos del autor: un metro cuadrado de suelo forestal de una zona de transición ubicada a 1000 m de altitud en la vertiente del Pacífico mexicano puede alojar larvas representantes de una decena de especies de Melolonthidae, estructuradas en la siguiente forma: a) dos rizófagos estrictos, uno mayor y otro menor, especialistas en herbáceas anuales; b) un rizófago estricto asociado con árboles; c) dos rizófagos facultativos, uno mayor y otro menor; d) dos estraminívoros estrictos de diferente talla; e) dos geófagos estrictos de talla pequeña y f) un geófago facultativo de talla grande. Dicha estructura puede ser satisfecha por la siguiente composición de especies: a) *Phyllophaga lalanza* Saylor, *P. brevidens* (Bates); b) *Phyllophaga eniba* Saylor; c) *Cyclocephala lunulata* Burmeister, *Anomala castaniceps* Bates; d) *Xyloryctes ensifer* Bates, *Diplotaxis simillima* Moser; e) *Cyclocephala freudei* Endrödi, *Diplotaxis costanera* Vaurie; f) *Strategus aloeus* (Linné). Si este bosque es derribado para instalar un cultivo de maíz de temporal, al siguiente año no encontraremos en el suelo las larvas de *P. eniba*, *X. ensifer*, *D. simillima*, *D. costanera*, *A. castaniceps* y *C. freudei*, y estarán representadas las otras especies, posiblemente con predominio de *P. brevidens*. Al cabo de cinco ciclos del cultivo, con los elementos básicos del suelo empobrecidos, ya no se encontrarán las larvas de *S. aloeus* y las tres especies sobrevivientes estarán actuando como rizófagas y causando pérdidas apreciables en el cultivo, por lo cuál se les tratará de combatir con insecticidas granulados en las dosis comerciales recomendadas, lo que ocasionará la muerte de las especies de menor talla y de los enemigos naturales que se estén estableciendo en el terreno; de éste modo quedarán seleccionadas las larvas de *P. lalanza*, que con su biomasa, voracidad, predominio total y resistencia a las dosis de tóxico, pronto causarán daños tan importantes que obligarán al productor a abandonar el cultivo, dejando que prosperen las

malezas en el terreno durante un par de años, durante los cuales van a continuar los cambios profundos en la estructura y composición de la fauna de Melolonthidae edafícolas de la zona, con la introducción de otras especies euricas de *Phyllophaga* como *P. dentex* (Bates), *P. obsoleta* (Blanchard) y *P. ravidata* (Blanchard), que se adaptan muy bien a los terrenos bien iluminados, con gramíneas y malezas de talla corta.

En algunas regiones de México ha sido posible estimar directamente la abundancia de las larvas de Melolonthidae edafícolas. Cerca de Laguna Verde, Veracruz, Lavelle y colaboradores (1981) encontraron de 86 a 177 larvas de *Phyllophaga* sp. por m<sup>2</sup> en pastizales de *Panicum* sp. y *Paspalum* sp. situados entre los 50 y 800 m de altitud, y de 3.2 a 16 larvas de *Phyllophaga* sp. por m<sup>2</sup> en bosque tropical bajo subcaducifolio. En un pastizal de la misma región Villalobos & Lavelle (1990) y Villalobos (1991) registraron un promedio de 64.7 larvas de Melolonthidae por m<sup>2</sup>, de las cuales 20.7 correspondieron a *Cyclocephala lurida* Blandford, 19.0 a *Hoplia squamifera* Burmeister, 10.2 a *Phyllophaga ravidata*, 8.9 a *Anomala megalops* Bates y 5.7 a *Phyllophaga trichodes* (Bates). Las muestras obtenidas en tres ambientes del pastizal natural y el bosque abierto de encinos y pinos de La Michilía, Durango, situados a 2,400 m de altitud (Morón 1981) revelaron que coexisten entre 16 y 39 larvas de *Phyllophaga* y *Diplotaxis* por m<sup>2</sup>, con un predominio notable de las especies del primer género durante el mes de agosto, y mayor abundancia en pastizal; a su vez las larvas de Melolonthidae representaron entre el 47 y el 70% de la macrofauna edafícola. En el suelo de un bosque tropical perennifolio de Boca del Chajul, Chiapas, situado a 110 m de altitud, Morón y colaboradores (1985) encontraron que las larvas de Melolonthidae equivalen a un 24-64% de la fauna de artrópodos edafícolas, con densidades de 1 a 13 larvas/m<sup>2</sup>, y que predominaron las larvas de *Phyllophaga* sobre las de especies no determinadas de *Dynastinae* y *Rutelinae*. En terrenos cultivados con caña de azúcar en los alrededores de Tepic, Nayarit, a 950 m de altitud, Morón y colaboradores (1996) encontraron promedios de 0.2 a 47.5 larvas por m<sup>2</sup> con máximo de 51 larvas por m<sup>2</sup>, que corresponden a un “complejo gallina ciega” formado por 12 especies rizófagas y saprófagas encabezadas por *Phyllophaga lalanza* que tiene el 74.5% de predominio, seguida por *P. dentex* (10.1%), *P. brevidens* (4.1%), *Anomala subaenea* Nonfried (3.0%), *P. lenis* (Horn) (2.2%), *Anomala histrionella* Bates (1.3%), *P. obsoleta* (1.1%), *P. fulviventris* (Moser) (1.1%), *Anomala cincta* Say (1.1%), *Phyllophaga ravidata* (0.6%), *Cyclocephala lunulata* (0.3%) y *Golofa pusilla* Arrow (0.1%).

Aragón y Morón (1998) registraron un promedio de 81 larvas rizófagas de *Phyllophaga vetula* (Horn) por m<sup>2</sup> en cultivos de maíz en la región de Xoxtla, Puebla (2,200 m snm); un promedio de 11 larvas por m<sup>2</sup> en terrenos cultivados con *Limonium sinuatum* (Asteraceae) en las cercanías de Atlixco, Puebla (1,700 m snm), que corresponden a un “complejo gallina ciega” formado por seis especies rizófagas y saprófagas, donde *Phyllophaga ilhuicaminai* Morón representa 55% de la muestra, *Phyllophaga obsoleta* ocupa un 15%, *Phyllophaga ravidata* un 10%, *Cyclocephala lunulata* (10%), *Anomala* sp. (5%) y *Strigoderma sulcipennis* Burmeister (5%); y un promedio de 20 larvas por m<sup>2</sup> en cañaverales de la zona de Atencingo, Puebla (1,280 m snm), correspondientes a *Phyllophaga brevidens*, especie rizófaga que representa el 23% de la muestra, y a *Cyclocephala lunulata*, especie saprófaga facultativa equivalente a un 77% de los Melolonthidae edafícolas obtenidos. En terrenos cultivados

con maíz en La Joya de Salas, Gómez Farías (2,100 m snm), Tamaulipas, Villalobos (1998) registró densidades de 15 a 80 larvas por m<sup>2</sup> identificadas como *Phyllophaga misteca* (Bates), *P. trichodes* y *Diplotaxis turgidula* Vaurie, con notable predominio de las dos primeras. Estimaciones efectuadas en el bosque tropical perennifolio perturbado de la región de Los Tuxtlas, Veracruz (150 m snm), permiten indicar la presencia de 3 a 23 larvas de *Phyllophaga*, *Cyclocephala* y *Anomala* por m<sup>2</sup> de suelo forestal, mientras que los datos obtenidos en la zona de transición del bosque tropical mediano subperennifolio, el bosque mesófilo de montaña y los pastizales inducidos en la zona de Otongo, Hidalgo (700 m snm), muestran la existencia de 44 a 67 larvas por m<sup>2</sup>, correspondientes a *Cyclocephala stictica* Burmeister, *Phyllophaga ravidia* y *Anomala inconstans* Burmeister (Morón, obs.pers.).

Estas densidades de larvas de Melolonthidae tienen una repercusión importante en la biomasa del edafon, ya que considerando su talla pueden representar de 7 a 30 gramos de peso fresco/m<sup>2</sup> en los primeros 30 cm del suelo de un cañaveral (Morón *et al.* 1996), de 29 a 42 g de peso fresco /m<sup>2</sup> en pastizales tropicales, y de 1 a 25 g de peso fresco/m<sup>2</sup> en el suelo de bosques bajos caducifolios (Lavelle *et al.* 1981). Sin embargo, estos valores pueden variar bastante a lo largo del año, dependiendo de la duración de cada uno de los estadios del ciclo vital de las especies involucradas. Como ejemplo podemos citar los datos de *Phyllophaga lalanza*, especie anual cuyo primer estadio larvario se localiza en agosto, tiene una masa corporal pequeña (0.18 g) y muestra una mayor densidad por unidad de superficie (43 larvas/m<sup>2</sup>); el segundo estadio larvario transcurre entre septiembre y octubre cuando alcanza una masa de 0.46 g con una densidad de 17 larvas/m<sup>2</sup>; y el tercer estadio larvario se presenta entre octubre y febrero con un promedio de 2.77 g de peso fresco y una densidad de 11 larvas/m<sup>2</sup>. En especies con ciclos bianuales, el tercer estadio larvario transcurre durante 13 a 18 meses, y si está sobrepuesto con otra población intraespecífica, y no existe un invierno riguroso, podemos encontrar larvas grandes activas durante todo el año. La presencia de las otras especies simpátricas aumentan las posibilidades para que en casi todos los microambientes tengan actividad las larvas saprófagas y las rizófagas a lo largo del año.

## **Estudios sobre funciones y manipulación en agroecosistemas en México.**

**Perspectivas y líneas de investigación.** Con excepción de los trabajos encaminados al control de especies rizófagas que ya hemos señalado, no existen antecedentes sobre datos precisos que nos permitan por un lado evaluar la importancia ecológica de las especies de Melolonthidae más comunes en los agrosistemas de México, y por el otro programar experimentos para confirmar su utilidad en prácticas de conservación de suelos y manejo de especies dañinas.

Tomando en cuenta que ya existe un pequeño grupo de especialistas con experiencia en esta temática distribuidos en el noreste, occidente, oriente y sureste del país, es viable el diseño de un proyecto de mediano plazo a desarrollar en cuatro zonas representativas de los ambientes más característicos de México, para estudiar en cada una su fauna de Melolonthidae durante dos años a fin de obtener: a) una lista precisa de especies basada en una colección de referencia de adultos y larvas; b) un

manual para la identificación de larvas en campo; c) una secuencia de datos de campo basados en muestreos periódicos de suelos agrícolas y forestales; d) los datos básicos del ciclo vital de las especies más abundantes; y e) una relación detallada de las prácticas agrícolas y forestales acostumbradas en la región durante los últimos 10<sup>20</sup> años.

Los problemas principales a resolver serán la coordinación de actividades, la uniformización de los métodos de trabajo, y la capacitación de colaboradores de campo y laboratorio. Una vez analizada la información de éstos dos años sería posible diseñar una serie de experimentos de campo para evaluar la actividad ecológica de un pequeño lote de especies características de cada ambiente durante otros dos años, y obtener datos que nos permitan confirmar su utilidad en el proceso de conservación de suelos y el manejo de las especies dañinas.

## CONCLUSIONES

Las especies edafícolas de Coleóptera Melolonthidae son uno de los elementos más importantes de las redes tróficas en los suelos de México, por sus hábitos, abundancia, biomasa, diversidad y distribución geográfica y ecológica. Para estar en posición de aprovechar su potencial en el contexto de los programas de agricultura sostenible es urgente iniciar una serie de estudios básicos comparativos sobre su biología, ecología y sistemática en localidades representativas de ambientes tanto silvestres como modificados por las prácticas agroforestales.

## LITERATURA CITADA

- Aragón, A. & M. A. Morón.** 1998. Evaluación del daño ocasionado por el complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en el estado de Puebla, México. Pp. 143-149. In: M.A. Morón y A. Aragón (Eds.) Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los Coleópteros edafícolas americanos. Publicación especial, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Sociedad Mexicana de Entomología, Puebla, México.
- Arce, R. & M.A. Morón.** 2000. El género *Macroductylus* Latreille en México (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthini). *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 78: 123-239
- Barratt, B.I.P.** 1982. Biology of the striped chafer, *Odontria striata* (Coleoptera: Scarabaeidae) II. Larval development. *New Zealand J. Zool.* 9: 267-278
- Böving, A.G.** 1942. Descriptions of the larvae of some West Indian Melolonthinae beetles and a key to the known larvae of the tribe. *Proc. Un. St. Nat. Mus.*, 92(3146): 167-176
- Britton, E. B.** 1957. A revision of the Australian chafers (Coleoptera: Scarabaeidae; Melolonthinae). vol.1. British Museum (Natural History) London. 185 pp. 42 plates
- \_\_\_\_\_. 1978. A revision of the Australian chafers (Coleoptera: Scarabaeidae; Melolonthinae). vol.2. Tribe Melolonthini. *Australian Journal of Zoology*, Suppl. Series No. 60: 1-150
- Cairns, S.C.** 1980. Energy and chemical element content of the life stages of *Rhopaea verreauxi* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Pedobiologia* 20: 131-140

- \_\_\_\_\_. 1982. The life cycle energetics of *Rhopaea verreauxi* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Oecologia* (Berlin) 55: 62-68
- Carne, P.B. & L. J. Chinnick.** 1957. The pruinose scarab (*Sericesthis pruinosa* Dalman) and its control in turf. *Aus. J. Agr. Res.*, 8 (6): 604-616
- Cribb, B.W., C.D. Hull, C.J. Moore, L.J. Miller & D.K. Yeates.** 1998. Structure of raster in Melolonthine larvae. *Ann. Ent. Soc. Am.* 91(2): 202-210.
- Deseö, K.V., G.L. Lazzari & R. Zelger.** 1992. Scarab problems and microbial control in Italy. Pp.247-251. In: T. R. Glare & T.A. Jackson (Eds.) *Use of pathogens in scarab pest management*. Intercept Ltd, Hampshire
- Endrödi, S.** 1966. Monographie der Dynastinae (Coleoptera: Lamellicornia) I. Teil. *Entomologische Abhandlungen Museum Tierkunde, Dresden* 33: 1-457
- \_\_\_\_\_. 1985. *The Dynastinae of the world*. Dr. W. Junk Publish. Dordrecht. 800 pp.
- Gassen, D.N.** 1989. Insetos subterraneos prejudiciais ás culturas no sul do Brasil. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT (Documentos 13) 49 pp.
- Girard, C. & C. Lecordier.** 1979. Structure et variabilité de quelques peuplements de Melolonthinae (Coleoptera) dans une savane préforestière de Cote d'Ivoire. *Ann. Soc. ent. Fr. (n.s.)* 15(2): 349-355
- Hamid-Miah, M.A., M. M. Biswas & A. Mannan.** 1986. Effects of some insecticides on white grub control and yield of sugarcane. *Trop. Pest Man.*, 32(4): 338-340
- Hardy, R. J.** 1976. The biology and behaviour of the pasture beetle *Scitala sericans* Erichson (Scarabaeidae: Melolonthinae). *J. Aust. ent. Soc.* 15: 433-440
- Hurka, K.** 1957. Experimentaluntersuchungen über die Ökologie der Maikäferengerlinge (*Melolontha hippocastani* F.). *Zool. ang. Ent. Bd.*41(1):1-16
- Hurpin, B.** 1962. Le Hanneton commun. Superfamilia des Scarabaeoidea. Pp. 62-119. In: A.S. Balachovsky (Dir.) *Entomologie Appliquée à l' Agriculture*. Tome I. Coléoptères, Premier Volume. Masson er Cie, Paris.
- Hutchinson, K.J. y K. L. King.** 1979. Consumers. Pp. 259-265. In: R.T. Coupland (Ed.) *Grassland ecosystems of the world*. Int. Biol. Programm 18. University Press Cambridge.
- Jackson, T.A.** 1992. Scarabs-Pests of the past or the future ? Pp.1-10. In: T. R. Glare & T.A. Jackson (Eds.) *Use of pathogens in scarab pest management*. Intercept Ltd, Hampshire
- Jackson, T.A. & J.F. Pearson.** 1986. Control of grass grub, *Costelytra zealandica* (White) (Coleoptera: Scarabaeidae) by application of the bacteria *Serratia* spp. causing honey disease. *Bull. ent. Res.*, 76: 69-76
- Janssens, A.** 1947. Contribution à l'étude des Coléoptères Lamellicornes de la faune belge, I. Table de détermination générique des larves. *Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Bel.*, 23 (6): 1-16
- Katovich, K., S.J. Levine & D.K. Young,** 1998. Characterization and usefulness of soil habitat preferences in identification of *Phyllophaga* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae. *Ann. Ent. Soc. Am.*91(3): 288-297
- King, A.B.S.** 1984. Biology and identification of white grubs (*Phyllophaga*) of economic importance in Central America. *Trop. Pest Manag.*, 30: 36-50
- Klein, M.G.** 1992. Use of *Bacillus popilliae* in Japanese beetle control. Pp. 179-189. In: T.R. Glare & T.A. Jackson (Eds.) *Use of pathogens in scarab pest management*. Intercept, Hampshire
- Krikken, J.** 1984. A new key to the suprageneric taxa in the beetle family Cetoniidae, with annotated list of known genera. *Zool. Verhandl., Leiden.* 210: 1-75

- Lacroix, M.** 1997. Insectes Coléoptères Hopliidae (1ere partie). Faune de Madagascar 88(1):1-399
- Lavelle, P., M.E. Maury & V. Serrano.** 1981. Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la región de Laguna Verde, Veracruz. Epoca de lluvias. Pp. 71-105. In: P. Reyes-Castillo (Ed.) Estudios ecológicos en el trópico mexicano. Publ. 6, Instituto de Ecología, A.C., México
- Lim, K.P., R.K. Stewart & W. N. Yule.** 1981. Natural enemies of the common June beetle, *Phyllophaga anxia* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Southern Quebec. Ann. Soc. Ent. Québec 26 (1):14-27
- Machatschke, J. W.** 1965. Coleoptera Lamellicornia, Scarabaeidae, Rutelinae (Orthochilidae). Genera Insectorum de P. Wytman, Fasc. 199-C: 1-145
- \_\_\_\_\_. 1972. Coleopterorum Catalogus Supplementa, Pars 66, fasc.1 (Ed. Sec.) Scarabaeoidea: Melolonthidae, Rutelinae. Uitgeverij Dr. W. Junk, N.V. 361 pp.
- McQuillan, P. B.** 1985. The identification of root feeding cockchafer larvae (Coleoptera: Scarabaeidae) found in pastures in Tasmania. Aust. J. Zool. 33: 509-546
- Morón, M. A.,** 1981. Fauna de coleópteros Melolonthidae de la reserva de la biosfera "La Michilía", Durango, México. Folia Entomol. Mex. 50: 3-69
- \_\_\_\_\_. 1986. El género *Phyllophaga* en México. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica (Insecta: Coleoptera). Publ. 20. Instituto de Ecología, México.
- \_\_\_\_\_. 1987. Los estados inmaduros de *Dynastes hyllus* Chevrolat (Coleoptera: Melolonthidae, Dynastinae) con observaciones sobre su biología y el crecimiento alométrico del imago. Folia Entomol. Mex. 72: 33-74
- \_\_\_\_\_. 1988. Las especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) con mayor importancia agrícola en México. Pp. 81-102. In: Memoria Tercera Mesa Redonda Plagas del Suelo, Morelia. Sociedad Mexicana de Entomología e ICI, México
- \_\_\_\_\_. 1997. White grubs (Coleoptera: Melolonthidae, *Phyllophaga* Harris) in Mexico and Central America, Brief review. Trends in Entomology 1: 117-128
- \_\_\_\_\_. 1999. Coleoptera Melolonthidae. Pp. 43-59. In: A.C. Deloya y J. Valenzuela (Eds.). Catálogo de insectos y ácaros plaga de los cultivos agrícolas de México. Publ. Especial No. 1. Sociedad Mexicana de Entomología, México
- Morón, M.A. & C. Deloya** 1994. Diversity of chafer beetles (Coleoptera: Melolonthidae) inhabiting different units of soil in Mexico. Pp. 57-118. In: Transactions 15th World Congress of Soil Science, Vol. 4b Commission III: Poster sessions. Acapulco, México
- Morón, M.A., F.J. Villalobos & C. Deloya.** 1985. Fauna de Coleópteros Lamellicornios de Boca del Chajul, Chiapas, México. Folia Entomol. Mex. 66: 57-118
- Morón, M.A., S. Hernández-Rodríguez & A. Ramírez.** 1996. El complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con la caña de azúcar en Nayarit, México. Folia Entomol. Mex. 98: 1-44
- \_\_\_\_\_. 1998. Las especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) con importancia agrícola en Nayarit, México. Pp. 79-98. In: M.A. Morón y A. Aragón (eds.) Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los Coleópteros edafícolas americanos. Publicación especial, Benemérita

Universidad Autónoma de Puebla y Sociedad Mexicana de Entomología,  
Puebla, México

- Morón, M.A., B.C. Ratcliffe, & C. Deloya** 1997. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera Lamellicornia. Vol. I. Familia Melolonthidae. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Sociedad Mexicana de Entomología, México. 280 pp.
- Nájera, M.** 1993. Coleópteros rizófagos asociados al maíz en el centro del estado de Jalisco, México: identificación, ecología y control. Pp. 143-154. In: M.A. Morón (comp.) Diversidad y manejo de plagas subterráneas. Publicación especial Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México
- Nonveller, G., J. Stancic, P. Sisojevic, S. Salatic & K. Dobrivojevic.** 1966. Distribution of cockchafer larvae (*Melolontha melolontha* L. Fam. Scarabaeidae, Coleoptera) according to biotopes in different areas. J. Sci. Agr. Res. 18 (62): 63-81
- Paulian, R. & J. Baraud.** 1982. Faune des Coléoptères de France, II. Lucanoidea et Scarabaeoidea. Editions Lechevalier, S.A.R.L. Paris. 477 pp.
- Paulian, R. & A. Descarpentries.** 1982. Insectes Coléoptères Cetoniidae Euchroina: I. Systématique. Faune de Madagascar, 57: 1-45
- Popay, A. J.** 1992. Population regulation of *Costelytra zealandica* by pathogens in the North Island of New Zealand. Pp. 141-152. In: T. R. Glare & T.A. Jackson (Eds.) Use of pathogens in scarab pest management. Intercept Ltd, Hampshire
- Ratcliffe, B.C.** 1991. The scarab beetles of Nebraska. Bull. Univ. Nebr. St. Mus., vol. 12: 1-333
- Ritcher, P. O.** 1966. White grubs and their allies. A study of North American Scarabaeoid larvae. Oregon State University Press, Corvallis. 219 pp.
- Rodríguez del Bosque, L. A.** 1996. Pupation and adult longevity of *Phyllophaga crinita*, *Anomala flavipennis* and *A. foraminosa* (Coleoptera: Scarabaeidae). Southwest. Ent. 21(1): 55-58
- Ruiz, N. & L. Posada.** 1985. Aspectos biológicos de las chisas en la sabana de Bogotá. Rev. Colomb. Entomol. 11(1): 21-26
- Setokuchi, O.** 1981. Studies on ecology of *Anomala rufocuprea* Motschulsky (Coleoptera: Scarabaeidae). I. Seasonal occurrence in peanut fields. Proc. Assoc. Plant Protec. Kyushu 27: 134-136
- Smits, P. H.** 1992. Control of white grubs *Phyllopertha horticola* and *Amphimallon solstitialis* in grass with Heterorhabditid nematodes. Pp. 229-235. In: T. R. Glare & T.A. Jackson (Eds.) Use of pathogens in scarab pest management. Intercept Ltd. Hampshire
- Tashiro, H., G. G. Gyrisco, F. L. Gambrell, B. J. Fiori & H. Breiffeld.** 1969. Biology of the European chafer *Amphimallon majalis* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Northeastern United States. Bulletin 828 New York State Agricultural Experiment Station, Cornell University, Geneva, N.Y. 71 pp.
- Vaurie, P.** 1960. A revision of the genus *Diploptaxis* (Coleoptera: Scarabaeidae, Melolonthinae) Part 2. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 120(2): 167-433
- Villalobos, F. J.** 1991. The community structure of soil Coleoptera (Melolonthidae) from a tropical grassland in Veracruz, México. Pedobiologia 35: 225-238
- \_\_\_\_\_. 1998. Bioecology and sustainable management of white grubs (Coleoptera: Melolonthidae) pest of corn in "El Cielo" Biosphere Reserve, Tamaulipas, México. Pp. 173-184. In: M.A. Morón y A. Aragón (Eds.) Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los Coleópteros



edafícolas americanos. Publicación especial, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Sociedad Mexicana de Entomología, Puebla, México

**Villalobos, F.J. & P. Lavelle.** 1990. The soil coleoptera community of a tropical grassland from Laguna Verde, Veracruz (México). *Rev. Écol. Biol. Sol* 27(1): 73-93

**Villani, M.G. & J. P. Nyrop.** 1992. A case study of the impact of the soil environment on insect/pathogen interactions: scarabs in turfgrass. Pp. 111-126. In: T. R. Glare & T.A. Jackson (Eds.) *Use of pathogens in scarab pest management*. Intercept Ltd, Hampshire

**Yadava, C. P. S.** 1992. The white grub problem in India and the potential for its microbial control. Pp. 269-276. In: T. R. Glare & T.A. Jackson (Eds.) *Use of pathogens in scarab pest management*. Intercept Ltd, Hampshire