

**EFFECTO DEL DIFERENTE MANEJO DE LOS PASTIZALES Y DEL
GANADO SOBRE LOS ESCARABAJOS COPROFAGOS
ATAENIUS APICALIS HINTON Y ATAENIUS SCULPTOR HAROLD
(SCARABAEIDAE: APHODIINAE: EUPARIINI)**

Imelda MARTÍNEZ M.¹, Magdalena CRUZ R.¹ y Jean-Pierre LUMARET²

¹ Departamento de Ecología y Comportamiento Animal. Instituto de Ecología A.C.
Apdo. Postal 63. CP 91000 Xalapa, Ver. MEXICO.

² Université Paul-Valéry. Laboratoire de Zoogéographie. Route de Mende,
F-34199 Montpellier Cedex 5. FRANCE

RESUMEN

El estudio se hizo en dos pastizales ubicados en la costa del estado de Veracruz, México, donde se presenta un clima cálido húmedo extremoso con lluvias en verano. Los ranchos están contiguos y tienen el mismo tipo de vegetación, pero el manejo de los pastizales y del ganado fue diferente. En uno de los ranchos, el ganado fue tratado con vermícidias y el pastizal con herbicida y quema de maleza. Por el contrario en el otro rancho, ni el ganado ni el pastizal recibieron estos tratamientos. El herbicida (Picloram y Acido 2,4-D) aplicado en julio y agosto en el primer pastizal, al mismo tiempo de la emergencia de *Ataenius apicalis*, tiene un efecto nocivo anulando la presencia de la especie en julio, mientras que en el segundo pastizal se colectaron más de 2,000 individuos en el mismo mes. Esto no sucede con *Ataenius sculptor* debido a que su emergencia se presenta en noviembre, meses después de la aplicación del herbicida. Los vermícidias aplicados al ganado (Clorhidrato de Levamisol o Ivermectina y Clorsulón) tienen un efecto negativo leve, ya que la población de ambas especies no disminuye de manera importante; la quema del pastizal acentúa ligeramente su efecto. *Digitonthophagus gazella* y *Euoniticellus intermedius* también fueron afectados negativamente, principalmente por el herbicida, ya que en el primer rancho no se encontraron individuos de ambas especies de julio a septiembre, mientras que en el segundo rancho estuvieron siempre presentes. No se puede concluir nada sobre el efecto de los vermícidias sobre estas especies.

Palabras Clave: Escarabajos. Ganado. Pastizales. Manejo. Herbicidas. Vermícidias. Quema pastizal.

ABSTRACT

This study was conducted on two pasture located on the coast of the State of Veracruz, Mexico, where the warm, very humid climate is marked by spring rains. The two ranches are contiguous, with similar vegetation, but they used different management approaches to pasture and livestock over the course of the study. On the first ranch, livestock were treated with vermicides, and pasture with herbicide, after which the pasture was burned. On the second ranch, neither livestock nor pasture received such treatments. The herbicide used on the first pasture (Picloram and 2,4-D) was applied in July and August, at the time that *Ataenius apicalis* emerges. This treatment was damaging to the species, reducing population levels

effectively to zero during July, while on the second pasture, more than 2,000 *A. apicalis* individuals were collected. The herbicide application did not adversely affect *Ataenius sculptor*, which emerges later in November. The vermicides applied to livestock (Levamisol, or Ivermectin and Clorsulon) had a slight negative effect on population levels of both species, which the subsequent burning slightly enhanced. On the first ranch, *Digitonthophagus gazella* and *Euoniticellus intermedius* were also adversely affected, mainly by the herbicide; no individuals of either species was found there between July and September, while both species were always found on the second ranch. Nothing could be concluded about the vermicides' effects on these insects.

Key words: Dung beetles. Livestock. Pasture. Management. Herbicide. Vermicides. Pasture burning.

INTRODUCCION

En los últimos 50 años, en el estado de Veracruz (México) ha habido un acelerado crecimiento tanto en superficie de pastizales como en cabezas de ganado. Más de 4.5 millones de hectáreas se han dedicado a potreros, lo que equivale al 70% del territorio estatal y la población bovina ha llegado a 5 millones de cabezas (Barrera, 1992). Cuando la ganadería se hace más intensiva, como sucede actualmente en Veracruz, se multiplica el medio ecológico que representa el estiércol y una buena proporción se queda sin desintegrar. La acumulación de estiércol conlleva los problemas que se tienen con el reciclaje de esta materia orgánica de deshecho, principalmente la pérdida de áreas y productividad de los pastizales, así como la proliferación de parásitos y de moscas (Bornemissza & Williams, 1970; Bryan, 1973).

Los escarabajos estercoleros juegan un papel ecológico importante en las regiones tropicales y subtropicales. Particularmente los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae eliminan grandes volúmenes de estiércol al emplearlo para la alimentación y la reproducción (Halffter & Matthews, 1966; Halffter & Edmonds, 1982). Además al enterrar el estiércol incrementan la fertilidad y la productividad del suelo (Fincher *et al.* 1981; Cambefort, 1986; Rougon *et al.* 1988; Yokoyama *et al.* 1991). Sin la acción de estos escarabajos, el estiércol puede permanecer sobre el suelo de 8 meses a 4 años, según el clima y la estación en la que sea depositado (Lumaret & Kadiri, 1995). El papel ecológico que pudieran presentar los Aphodiinae tropicales o subtropicales no se ha estudiado (Kohlmann, 1991).

Por otro lado, es sabido que la fauna de los escarabajos coprófagos es afectada de manera importante con el uso de vermicidas para el ganado (Lumaret, 1986; Wall & Strong, 1987; Wardaugh & Rodríguez-Menéndez, 1988; Wardaugh & Mahon, 1991; Doherty *et al.* 1994; Strong & Wall, 1994; Herd, 1995; Lumaret & Kadiri 1998). La acción de los herbicidas no se conoce.

El estado de Veracruz tiene una fauna autóctona diversa de escarabajos coprófagos de las subfamilias Scarabaeinae y Geotrupinae (Halffter *et al.* 1992, 1995; Montes de

Oca, 1993; Martín-Piera & Lobo, 1993; Montes de Oca & Halffter, 1995), así como de Aphodiinae (Deloya, 1992; Martín-Piera & Lobo, 1993). De Aphodiinae, en Veracruz están registradas 44 especies de las cuales el 73% están agrupadas en los géneros *Aphodius* y *Ataenius* (Deloya, 1992, 1994).

En México no se ha estudiado el impacto que pudiera tener el uso de herbicidas o vermícidias sobre los escarabajos estercoleros. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos sobre el posible efecto de este tipo de sustancias en la población de dos especies, *Ataenius apicalis* Hinton y *Ataenius sculptor* Harold colectadas en dos ranchos con diferente manejo de los pastizales y del ganado.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se efectuó en dos áreas de pastizal de los Ranchos: "Los Lirios" y "El Tajo". Ambos Ranchos se ubican en el Municipio de Actopan, Ver., en la costa del Golfo de México. Se localizan a 19°33'13" N y 96°23'31" W y a una altitud de 5 msnm. El clima de la zona es cálido húmedo extremoso, con lluvias en verano, influencia de monzón y con canícula (García, 1981). En la Estación Meteorológica La Mancha, que se encuentra a 7 km del sitio de estudio, en la época de lluvias, de junio a noviembre de 1998, se registraron una temperatura media mensual de aproximadamente 29°C y una precipitación media mensual de 183 mm. En la época seca, de diciembre de 1998 a mayo de 1999, la temperatura media mensual fue de 25°C y la precipitación media mensual de 34 mm (Datos proporcionados por el Departamento de Hidrometeorología de la Comisión Nacional del Agua. Xapala, Ver.).

La distancia entre las dos áreas de pastizal es de 200 metros. En ambos ranchos se cría ganado bovino, con una carga de una cabeza por hectárea en "Los Lirios" y dos cabezas por hectárea en "El Tajo". Desde el punto de vista de la fisonomía de la vegetación, los pastizales son zonas abiertas.

El estudio se efectuó de junio de 1998 a junio de 1999. En "Los Lirios", durante el período mencionado, el ganado no fue tratado con desparasitantes. Aunque durante los cinco años anteriores si fue tratado: los tres primeros años se le administró 1 ml de Ripercol L® 12% (clorhidrato de levamisol) por cada 20 kg de peso dos veces al año, en octubre y abril, y durante los dos últimos años anteriores al estudio la aplicación fue de 1 ml de Ivomec-F® (1% p/v de ivermectina y 10% p/v de clorsulón) por cada 50 kg de peso en los mismos meses. Al potrero jamás se le ha aplicado herbicidas, ni ha sido quemado, la maleza ha sido eliminada siempre por corte manual (Jesús E. Sosa M, comunicación personal).

Por el contrario, en “El Tajo” el ganado ha sido tratado con vermícidias durante 10 años. Durante los primeros siete años estuvo tratado con Ripercol L® 12% dos veces al año, en octubre y abril; durante el período de estudio y los dos años anteriores, al ganado se le inyectó Ripercol L® 12% en octubre y el Ivomec-F® en abril. Las dosis empleadas para cada vermícida son las mismas que se citan en el párrafo anterior. También durante 10 años, incluyendo el año de estudio, la maleza fue eliminada en julio y agosto mediante la aplicación manual con bomba de aspersión del herbicida Tordon*101® (Picloram: ácido-4-amino 3,5,6 triclopropicolínico y Acido 2,4-D: 2,4-diclorofenoxiacético) y en mayo de cada año el potrero ha sido quemado (Jesús E. Sosa M., comunicación personal).

En ambas áreas de pastizal de los dos ranchos, se hicieron colectas mensuales entre las 11 y las 13 hrs. del mismo día. Durante cada colecta mensual, en cada pastizal, se obtuvieron 10 muestras de estiércol de aproximadamente 250 gr. que fueron colocadas en botes de plástico. Se tomó una muestra por boñiga, seleccionando aquellas que tenían características semejantes: la corteza externa seca y la masa interna semipastosa. En el laboratorio, los insectos de cada una de las muestras fueron separados manualmente y contados.

Se determinó la abundancia mensual y anual de los individuos de las dos especies más abundantes encontradas en las muestras de estiércol de cada área de pastizal: *Ataenius apicalis* y *Ataenius sculptor* y se aplicó la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney para determinar si existían diferencias significativas entre las abundancias de las especies de ambos pastizales (Zar, 1996).

RESULTADOS

En las muestras examinadas se encontraron 9 especies. De Aphodiinae: Eupariini, la especie más abundante fue *Ataenius apicalis* siguiendo en importancia *Ataenius sculptor* y mucho menos abundante otra especie de *Ataenius sp.* De Aphodiinae: Aphodiini se encontraron: *Aphodius (Labarrus) pseudolivinus* (Balthasar), *Aphodius (Bodillus) sallei* Harold y *Aphodius (Nialophorus) nigrita* F., pero no muy abundantes. También se encontraron algunos Scarabaeinae, *Digitonthophagus gazella* (F), *Euoniticellus intermedius* (Reiche) y muy pocos individuos de *Copris lugubris* Boheman.

Ataenius apicalis se encontró durante todo el año en el pastizal de “Los Lirios” presentando tres picos de abundancia. La abundancia mayor se presentó en julio, los otros dos picos se presentaron en febrero y mayo, y aunque fueron altos, correspondieron aproximadamente a la mitad de la abundancia presentada en julio. Durante los otros meses de muestreo, las abundancias mensuales fueron bajas y

durante octubre y noviembre se presentaron las menores abundancias. En cambio, en el pastizal de "El Tajo" esta especie no se encontró durante todo el año, solo se presentó un pico de abundancia en el mes de noviembre que fue comparable a la abundancia mínima de individuos observada en octubre y noviembre en el otro pastizal revisado (Cuadro 1).

La abundancia total de individuos de *Ataenius apicalis* obtenidos durante los 13 meses de muestreo en cada pastizal fue muy diferente. Mientras que en "Los Lirios" se colectaron 10,143 individuos, en "El Tajo" se obtuvieron sólo 277 (Cuadro 1), lo que representa una diferencia altamente significativa entre ambos sitios ($n=13$, $U=2.0$, $Z=4.23$, $p=0.00002$).

Ataenius sculptor se encontró en los dos pastizales de agosto a enero, presentando un solo pico de abundancia en noviembre. La abundancia total de individuos de esta especie entre los dos sitios fue semejante, en "Los Lirios" fue de 841 individuos y en "El Tajo" de 605 (Cuadro 1). Para esta especie no se encontró diferencia significativa entre los dos sitios ($n=13$, $U=69.5$, $Z=0.76$, $p=0.44$).

Cuadro 1

Número de individuos de *Ataenius apicalis* y *Ataenius sculptor* colectados en las muestras de estiércol de los Ranchos "Los Lirios" y "El Tajo" de junio de 1998 a junio de 1999. Sólo en "El Tajo", el pastizal se trató con herbicida (**H**) y se quemó (**Q**) y el ganado fue tratado con vermícticas: clorhidrato de levamisol (**L**) e ivermectina con clorsulón (**I**).

Año/ mes	<i>Ataenius apicalis</i>			<i>Ataenius sculptor</i>		
	Lirios	Tajo		Lirios	Tajo	
1998						
junio	513	0		0	0	
julio	2599	4	(H)	0	0	(H)
agosto	409	8	(H)	36	1	(H)
septiembre	451	24		51	6	
octubre	110	5	(L)	251	150	(L)
noviembre	139	150		433	441	
diciembre	608	25		69	7	
1999						
enero	922	9		1	0	
febrero	1213	18		0	0	
marzo	214	5		0	0	
abril	1002	25	(I)	0	0	(I)
mayo	1251	4	(Q)	0	0	(Q)
junio	712	0		0	0	
TOTALES	10143	277		841	605	

En “Los Lirios” no se aplicaron herbicidas al pastizal, ni vermícidias al ganado durante el período de estudio. Mientras que en el “El Tajo” se aplicaron herbicidas en julio y agosto, justamente en los meses en que la población de *Ataenius apicalis* presentó su máxima abundancia en el otro pastizal. Después, aunque se aplicaron desparasitantes al ganado en octubre, la población fue poco más abundante en noviembre, pero de diciembre a marzo la abundancia de individuos disminuyó. En abril se volvió a aplicar desparasitante al ganado y en mayo se quemó el potrero. Como consecuencia, en los meses siguientes no se encontraron insectos (Cuadro 1). En cambio, en el caso de *Ataenius sculptor* el tratamiento de herbicidas fue efectuado antes de presentarse el pico de abundancia de la especie, por lo que parece no haber tenido efecto sobre la población (Cuadro 1)

Aunque no estaba dentro del objetivo de este trabajo estudiar las especies de Scarabaeinae, el hecho de haber encontrado en las muestras individuos de *Digitonthophagus gazella* y *Euoniticellus intermedius*, determinó presentar los datos obtenidos. Las dos especies se colectaron durante todos los meses en “Los Lirios” y no siempre en “El Tajo” (Cuadro 2).

Cuadro 2

Número de individuos de *Digitonthophagus gazella* y *Euoniticellus intermedius* encontrados en las muestras de estiércol de los Ranchos “Los Lirios” y “El Tajo” de junio de 1998 a junio de 1999. (Sólo en “El Tajo”. Tratamiento al pastizal: **(H)**, aplicación de herbicida; **(Q)**, quema del pastizal. Tratamiento al ganado: **(L)**, aplicación de clorhidrato de levamisol; **(I)**, aplicación de ivermectina y clorsulón).

Año/ mes	<i>Digitonthophagus gazella</i>			<i>Euoniticellus intermedius</i>		
	Lirios	Tajo		Lirios	Tajo	
1998						
junio	7	2		9	16	
julio	10	0	(H)	15	0	(H)
agosto	9	0	(H)	18	0	(H)
septiembre	1	0		2	0	
octubre	9	0	(L)	13	7	(L)
noviembre	1	2		4	0	
diciembre	1	1		5	4	
1999						
enero	4	1		8	1	
febrero	2	3		5	12	
marzo	1	1		9	1	
abril	1	0	(I)	5	7	(I)
mayo	2	1	(Q)	28	0	(Q)
junio	8	1		10	22	
TOTALES:	56	12		131	70	

A pesar de que el número de individuos colectados por mes en cada pastizal fue bajo, también estas dos especies fueron afectadas posiblemente por el tratamiento con herbicida. Al comparar la abundancia total de individuos de las dos especies se encontró que su abundancia difiere significativamente entre los dos pastizales (*Digitonthophagus gazella* $n=13$, $U=31.5$, $Z= 2.71$, $p= 0.006$; *Euoniticellus intermedius* $n=13$, $U= 43.5$, $Z= 2.10$, $p= 0.03$). En cuanto al efecto de los vermícidias sobre estas especies, no se puede concluir nada.

DISCUSION

Estos resultados sugieren que los herbicidas aplicados al pastizal, cuando se presenta el pico de mayor abundancia de una especie, pueden inducir su ausencia después de la aplicación. Este sería el caso de *Ataenius apicalis*, en "El Tajo" el tratamiento con herbicida en julio y agosto ha coincidido cada año con el pico de abundancia mayor de esta especie, pero no con el pico de abundancia de *Ataenius sculptor* por lo que esta especie no fue afectada por este tratamiento, ni por la quema del pastizal que se efectuó después.

En cambio, los vermícidias aplicados al ganado, no afectaron la abundancia de individuos. Así, en "Los Lirios", el hecho de que no se haya efectuado el tratamiento veterinario con vermícidias durante el período de estudio, pero sobre todo que no se haya aplicado herbicida desde años antes, ha permitido el mantenimiento de un número elevado de individuos de la población de *Ataenius apicalis*. Lo que no es el caso en "El Tajo", donde el número de individuos de esta especie fue muy bajo después de la aplicación de los herbicidas durante la abundancia más alta, y la población ya no se recuperó en los siguientes meses. La aplicación de levamisol al ganado en octubre, no parece haber afectado la población de *Ataenius apicalis* ya que en noviembre aumenta ligeramente la población, lo que sugiere que esta molécula no es tan nociva sobre esta especie. Pero la aplicación de ivermectina y clorsulón en abril tuvo como efecto la disminución en número de individuos en mayo. Además, la quema del pastizal que se hace en mayo, acentuaría el efecto ya que en junio y julio no se encontraron individuos de esta especie.

En estudios efectuados en otras especies de escarabajos coprófagos, principalmente de Scarabaeinae, se ha demostrado que los excrementos de animales tratados con ivermectina ejercen sobre los escarabajos un efecto de atracción más grande que los excrementos no tratados (Wardhaugh & Mahon, 1991; Lumaret *et al.* 1993; Bernal *et al.* 1994). Además es conocido que los residuos de ivermectina y avermectina pueden estar presentes en el estiércol de 5 a 8 semanas después de su

aplicación en el ganado (Ridsdill-Smith, 1988; Doherty *et al.* 1994). También se ha demostrado que la ivermectina y otras sustancias afines reducen la supervivencia de los estados inmaduros, la emergencia de la población y la fecundidad en varias especies de escarabajos coprófagos (Ridsdill-Smith, 1988; Wardhaugh & Rodríguez-Menéndez, 1988; Houlding *et al.* 1991; Doherty *et al.* 1994; Lumaret & Kadiri 1998). Por el contrario, se ha demostrado que el levamisol no tiene efecto sobre la mortalidad de *Digitonthophagus gazella* (Blume *et al.* 1976).

La aplicación del herbicida en “El Tajo” en julio y agosto, cuando normalmente se presenta la abundancia alta de *Ataenius apicalis*, es la razón de encontrar el número tan bajo de insectos en la boñigas. A esto se adiciona el efecto de los desparasitantes sobre una población muy baja, que después desaparece algunos meses por el efecto de la quema. En efecto, en “El Tajo”, el tratamiento con herbicidas y desparasitantes se ha repetido cada año desde hace 10 años, al mismo. Mientras que en “Los Lirios” los herbicidas no se han aplicado jamás y los desparasitantes se comenzaron a administrar hace 5 años, excluyendo el año de estudio. La demostración evidente de la nocividad de los herbicidas, es el hecho de que no afectan la población de *Ataenius sculptor* en “El Tajo” debido a que su aplicación no coincide con la emergencia de la especie.

El efecto de los herbicidas sobre los escarabajos estercoleros no se ha estudiado experimentalmente. Sin embargo, los adultos de *Canthon cyanellus cyanellus* LeConte colectados durante varios años en otro pastizal de la zona para mantener una cría de la especie en el laboratorio, comenzaron a tener una fecundidad muy baja y una mortalidad muy alta después de que se abandonó la técnica de corte manual de malezas y se comenzaron a aplicar herbicidas en el pastizal (I. Martínez M., observaciones personales).

La acción de los herbicidas sobre los insectos es mal conocida, sin embargo se ha demostrado que algunos de ellos podrían tener consecuencias sobre la fecundidad de numerosos organismos. Aunque el 2,4-D es relativamente poco tóxico particularmente en los adultos de vertebrados (Pearn, 1985; Rowland, 1996), en los hombres expuestos a esta molécula (granjeros utilizando el 2,4-D por pulverización) se presentaron anomalías en la espermatogénesis (Lerda & Rizzi, 1991). Igualmente se ha demostrado en la rata que esta molécula es tóxica durante el período prenatal y postnatal (Chernoff *et al.* 1990; Sulik *et al.* 1998), modifica la espermatogénesis y la fertilidad en los machos (Galimov & Valeeva, 1999) y perturba la ovulación en las hembras (Vin *et al.* 1990). En el ratón, la exposición al Tordon® 202c (combinación de picloram y 2,4-D) afecta la espermatogénesis y en la hembra en gestación induce malformaciones del feto (Blackley *et al.* 1989 a,b). De la misma forma, en algunos invertebrados se ha

demostrado que el 2,4-D tiene efectos negativos. En el cangrejo *Chasmagnathus granulata* (Decapoda), las hembras expuestas a esta molécula presentan una disminución significativa en el tamaño de los ovocitos (Rodríguez *et al.* 1994), y en la mosca *Drosophila* (Diptera) induce cambios genéticos que afectan tanto las células somáticas como las células germinales (Surjan, 1989; Tripathy *et al.* 1993; Kale *et al.* 1995).

Todos estos resultados van en el mismo sentido que nuestras observaciones sobre *Ataenius apicalis* y *Canthon cyanellus cyanellus*, quedando por saber si una disminución de la fecundidad de los adultos y una mortalidad creciente de los estadios juveniles podrían ocasionar al final, la desaparición de la especie del pastizal tratado regularmente con el herbicida conteniendo 2,4-D.

En el caso de las dos especies de Scarabaeinae, de origen africano, introducidas en el sur de los Estados Unidos de América, *Digitonthophagus gazella* y *Euoniticellus intermedius*, que se han dispersado progresivamente en México (Montes de Oca & Halfpeter, 1998), el herbicida tiene igualmente un efecto negativo sobre las dos, pero no se puede concluir nada sobre el efecto directo o indirecto de la aplicación de vermicidas.

Sería conveniente efectuar estudios experimentales en especies de escarabajos estercoleros para conocer el efecto producido por los herbicidas con la finalidad de que a futuro se pudieran usar sustancias menos nocivas y que su aplicación se hiciera en el momento más adecuado para conservar la interacción entre los escarabajos estercoleros, el ganado y la productividad de los pastizales.

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más grandes agradecimientos al Sr. Jesús Sosa M. por brindarnos su apoyo incondicional para efectuar el estudio en su Rancho "Los Lirios" y su entusiasta ayuda en la toma de las muestras. Al Sr. José Luis Melgarejo V. dueño de "El Tajo" y al Sr. Moisés Melgarejo por permitirnos trabajar en ese Rancho. A Mayvi Alvarado O. y Olivia M. Rodríguez A. por su valiosa ayuda para la separación de insectos en las muestras. A Cuauhtémoc Deloya L. por la determinación de las especies de Eupariini y a Marco Dellacasa por las especies de Aphodiini. A dos árbitros anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias. Este trabajo se llevó a cabo con apoyo del Proyecto "Biología y reproducción en escarabajos coprófagos (Coleoptera Scarabaeidae: Aphodiinae)" (CONACYT 27940 N) y del Departamento de Ecología y Comportamiento Animal del Instituto de Ecología A.C. (Clave 902-38).

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Barrera N.** 1992. El impacto ecológico y socioeconómico de la ganadería bovina en Veracruz. *In: Boege E. & H.Rodríguez (Coords.). Desarrollo y medio ambiente en Veracruz.* Instituto de Ecología A.C., Fundación Friedrich Ebert y CIESAS, Xalapa, Ver., pp 79-114.
- Bernal J.L., M.J. del Nozal, E. Galante & J.P. Lumaret.** 1994. HPLC determination of residual ivermectin in cattle dung following subcutaneous injection. *J. Liq. Chromatogr.*, 17(11): 2429-2444.
- Blackley P.M., J.S. Kim & G.D. Firneisz.** 1989a. Effects of paternal subacute exposure to Tordon 202c on fetal growth and development in CD-1 mice. *Teratology*, 39(3): 237-241.
- _____. 1989b. Effects of preconceptional and gestational exposure to Tordon 202c on fetal growth and development in CD-1 mice. *Teratology*, 39(6): 547-553.
- Blume R.R., R.L.Younger, A. Aga & C.J. Myers.** 1976. Effects of residues of certain anthelmintics in bovine manure on *Onthophagus gazella*, a non-target organism. *Southern Ent.*, 1(2):100-103.
- Bornemissza G.F. & C.H. Williams.** 1970. An effect of dung beetle activity on plant yield. *Pedobiologia*, 10(1): 1-7.
- Bryan R.P.** 1973. The effects of dung beetle activity on the number of parasitic gastrointestinal helminths larvae recovered from pasture samples. *Austr. J. Agric. Res.*, 24: 161-168.
- Cambefort Y.** 1986. Rôle des coléoptères Scarabaeidae dans l'enfouissement des excréments en savane guinéenne de Côte-d'Ivoire. *Acta Oecologica, Ecol. Gener.*, 7(1): 17-25.
- Chernoff N., R.W. Setzer, D.B. Miller, M.B. Rosen & J.M. Rogers.** 1990. Effects of chemically induced maternal toxicity on prenatal development in the rat. *Teratology*, 42(6): 651-658.
- Deloya C.** 1992. Lista de las especies de Coleoptera Lamellicornia del Estado de Veracruz, México (Passalidae, Trogidae, Lucanidae, Scarabaeidae y Melolonthidae). *Bol. Soc. Ver. Zool.*, 2(2): 19-32.
- _____. 1994. Distribución del género *Ataenius* Harold, 1867 en México (Coleoptera: Scarabaeidae: Aphodiinae, Eupariini). *Acta Zool. Mex. (n.s.)*. 61: 43-55.
- Doherty W.M., N.P. Stewart, R.M. Cobb & P.J. Keirn.** 1994. *In vitro* comparison of the larvicidal activity of moxidectin and abamectin against *Onthophagus gazella* (F.) (Coleoptera: Scarabaeidae) and *Haematobia irritans* De Meijere (Diptera: Muscidae). *J. Aust. Entomol. Soc.*, 33: 71-74.
- Fincher G.T., W.G. Monson & G.W. Burton.** 1981. Effects of cattle feces rapidly buried by dung beetles on yield and quality of coastal Bermudagrass. *Agron. J.*, 73: 775-779.
- Galimov Sh.N. & G.R. Valeeva.** 1999. Effect of 2,4-D ecotoxicants on spermatogenesis and fertility of albino rats. *Aviakosm. Ekolog. Med.*, 33(1): 32-34 (in russian).
- García E.** 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, D.F.* Offset Larios S.A., 252 pp.

- Halffter G. & W.D. Edmonds.** 1982. *The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach.* Instituto de Ecología, México, D.F. Publicación 10, 176 pp.
- Halffter G., M.E. Favila & L. Arellano.** 1995. Spatial distribution of three groups of Coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican transition zone and its biogeographical implications. *Elytron*, 9: 151-185.
- Halffter G., M.E. Favila & V. Halffter.** 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomol. Mex.*, 84: 131-156.
- Halffter G. & E.G. Matthews.** 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomol. Mex.*, 12-14: 1-132.
- Herd R.** 1995. Endectocidal drugs: ecological risk and counter-measures. *Int. J. Parasitol.*, 25 (8): 875-885.
- Houlding B., T.J. Ridsdill-Smith & W.J. Bailey.** 1991. Injectable abamectin causes a delay in scarabaeinae dung beetle egg-laying in cattle dung. *Aust. Vet. J.*, 68: 185-186.
- Kale P.G., B.T. Petty Jr, S. Walker, J.B. Ford, N. Dehkordi, S. Tarasia, B.O. Tasie, R. Kale & Y.R. Sohni.** 1995. Mutagenicity testing of nine herbicides and pesticides currently used in agriculture. *Environ. Mol. Mutagen.*, 25(2): 148-153.
- Kohlmann, B.** 1991. Dung beetles in subtropical north America. Pp. 116-132. In: Hanski, I. & Y. Cambefort. (Eds). *Dung beetle Ecology.* Princeton University Press.
- Lerda D. & R. Rizzi.** 1991. Study of reproductive function in persons occupationally exposed to 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). *Mutat. Res.*, 262 (1) : 47-50.
- Lumaret J.P.** 1986. Toxicité de certains helminthocides vis-à-vis des insectes coprophages et conséquences sur la disparition des excréments de la surface du sol. *Acta Oecologica, Ecol. Appl.*, 7 (4): 313-324.
- Lumaret J.P., E. Galante, C. Lumbreras, J. Mena, M. Bertrand, J.L. Bernal, J.F. Cooper, N. Kadiri & D. Crowe D.** 1993. Field effects of ivermectin residues on dung beetles. *J. Appl. Ecol.*, 30: 428-436.
- Lumaret J. P. & N. Kadiri.** 1995. The influence of the first wave of colonizing insects on cattle dung dispersal. *Pedobiologia*, 39: 506-517.
- _____. 1998. Effets des endectocides sur la faune entomologique du pâturage. *Bulletin GTV*, 3-D-018 : 55-62.
- Martín-Piera, F. & J.M. Lobo.** 1993. Altitudinal distribution of copro-necrophage Scarabaeoidea in Veracruz, México. *Coleopt. Bull.*, 47(4):321-334.
- Montes de Oca T.E.** 1993. Comparación de la comunidad local de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) de una zona de Laguna Verde, Veracruz, después de 20 años. *Mem. I Reunión de Investigadores sobre Fauna Veracruzana.*, pp.17-18.
- Montes de Oca T.E. & G. Halffter.** 1995. Daily and seasonal activities of a guild of the coprophagous, burrowing beetle (Coleoptera Scarabaeidae: Scarabaeinae) in tropical grassland. *Trop. Zool.*, 8: 159-180.
- _____. 1998. Invasion of Mexico by two dung beetles previously introduced into the United States. *Stud. Neotrop. Fauna & Environm.*, 33: 37-45.
- Pearn J.H.** 1985. Herbicides and congenital malformations: a review for the paediatrician. *Aust. Paediatr. J.*, 21(4): 237-242.

- Ridsdill-Smith T.J.** 1988. Survival and reproduction of *Musca vetustissima* Walker (Diptera: Muscidae) and a Scarabaeine dung beetle in dung of cattle treated with a avermectin B1. *J. Aust. Ent. Soc.*, 27: 175-178.
- Rodríguez E.M., M. Schuldt & L. Romano.** 1994. Chronic hispathological effects of parathion and 2,4-D on female gonads of *Chasmagnathus granulata* (Decapoda, Brachyura). *Food Chem. Toxicol.*, 32(9): 811-818.
- Rougon D., C. Rougon, J. Trichet & J. Levieux.** 1988. Enrichissement en matière organique d'un sol sahélien au Niger par les insectes coprophages (Coleoptera, Scarabaeidae). Implications agronomiques. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 25: 413-434.
- Rowland J.C.** 1996. 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). In : *Pesticide residues in food. Toxicological evaluations*. Joint meeting FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group, Rome 16-25 September 1996, pp. 45-96.
- Strong L. & R. Wall.** 1994. Effect of ivermectin and moxidectin on the insects of cattle dung. *Bull. Entomol. Res.*, 84: 403-409.
- Sulik M., B. Pilat-Marcinkiewicz, A. Sulik, M. Barwijek-Machala, M. Sulkowska, M. Baltaziak & J. Klepacka.** 1998. Fetotoxic effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) in rats. *Rocz. Akad. Med. Białymst.*, 43: 298-308.
- Surjan A.** 1989. Analysis of genotoxic activity of 16 compounds and mixtures by the *Drosophila* mosaic test. *Ann. Ist. Super. Sanita.*, 25(4): 569-572.
- Tripathy N.K., P.K. Routray, G.P. Sahu & A. A. Kumar.** 1993. Genotoxicity of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid tested in somatic and germ-line cells of *Drosophila*. *Mutat. Res.*, 319(3): 237-242.
- Vin V.D., N.M. Slozina & A.I. Nikitin.** 1990. Nature of the estrous cycle, incidence of anovulation, chromosome gametopathies and fetal death in female rats with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) before pregnancy. *Arkh. Anat. Gistol. Embriol.*, 99(9): 69-73 (in russian).
- Wall R. & L. Strong.** 1987. Environmental consequences of treating cattle with the antiparasitic drug ivermectin. *Nature*, 327: 418-421.
- Wardhaugh K.G. & R. J. Mahon.** 1991. Avermectin residues in sheep and cattle dung and their effects on dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) colonization and dung burial. *Bull. Entomol. Res.*, 81: 333-339.
- Wardhaugh K.G. & H. Rodríguez-Menéndez.** 1988. The effect of the antiparasitic drug, ivermectin, on the development and survival of the dung-breeding fly, *Orthelia cornicina* (F.) and the scarabaeine dung beetles, *Copris hispanus* L., *Bubas bubalus* (Olivier) and *Onitis belial* F. *J. Appl. Ent.*, 106: 381-389.
- Yokoyama K.H., H. Kai & H. Tsuchiyama.** 1991. Paracoprid dung beetles and gaseous loss of nitrogen from cow dung. *Soil Biol. Biochem.*, 23(7): 643-647.
- Zar, J. H.** 1996. *Biostatistical Analysis*. Third edition. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, N. J. 121 pp.

Recibido: 19 de octubre 1999
Aceptado: 18 de febrero 2000