

1993-E

088520629

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



**ESCARABAJOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE)
MICETÓCOLOS DE BASIDIOMYCETES DEL VOLCÁN
DE TEQUILA, JALISCO, MÉXICO.**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

PRESENTA:

SANDRA DÍAZ SOLÍS

ZAPOPAN, JAL. NOVIEMBRE DE 2001

El presente trabajo se realizó en la Colección Entomológica del Centro de Estudios en Zoología del Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, bajo la dirección del M. en C. José Luis Navarrete Heredia y la asesoría de la M. en C. María Olivia Rodríguez Alcántar.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

C. SANDRA DIAZ SOLIS
P R E S E N T E.

Manifetamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de TESIS con el título "ESCARABAJOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) MICETOCOLOS DE BASIDIOMYCETES DEL VOLCAN DE TEQUILA, JALISCO, MEXICO" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo al M.C. JOSE LUIS NAVARRETE HEREDIA, y como Asesor la BIOL. MARIA OLIVIA RODRIGUEZ ALCANTAR.

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "
LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., MARZO 13 DE 1998


M. EN C. ARTURO OROZCO BAROCIO
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION


M. EN C. JOSE LUIS NAVARRETE HEREDIA
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION



c.c.p. M.C. JOSE LUIS NAVARRETE H.- Director del Trabajo.
c.c.p. BIOL. OLIVIA RODRIGUEZ ALCANTAR.- Asesor del Trabajo.
c.c.p El expediente del alumno.

AOB/JLNH/memn*

C. DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACIÓN
DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de tesis que realizó el (la) pasante: C. SANDRA DÍAZ SOLÍS con el título: ESCARABAJOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) MICETÓCOLOS DE BASIDIOMYCETES DEL VOLCÁN DE TEQUILA, JALISCO MÉXICO consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva brindar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

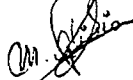
Las Agujas, Zapopan, Jal., a 21 de septiembre del 2001

EL DIRECTOR DE TESIS



M. en C. JOSÉ LUIS NAVARRETE HEREDIA
NOMBRE Y FIRMA

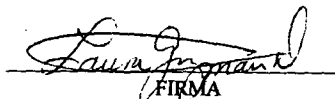
EL ASESOR



M. en C. MARÍA OLIVIA RODRÍGUEZ ALCÁNTAR
NOMBRE Y FIRMA

SINODALES

M. en C. LAURA GUZMÁN DÁVALOS
NOMBRE COMPLETO



FIRMA

Biól. HUGO EDUARDO FIERROS LÓPEZ
NOMBRE COMPLETO



FIRMA

Oceán. SALVADOR VELÁZQUEZ MAGAÑA
NOMBRE COMPLETO



FIRMA

Me encanta Dios

“... A mí me encanta Dios. Ha puesto orden en las galaxias y distribuye bien el tránsito en el camino de las hormigas. Y es tan juguetón y travieso que el otro día descubrí que ha hecho - frente al ataque de los antibióticos- ¡bacterias mutantes!...

...Mueve una mano y hace el mar, mueve otra y hace el bosque. Y cuando pasa encima de nosotros, quedan las nubes, pedazos de su aliento...

Dicen que a veces se enfurece y hace terremotos, y manda tormentas, caudales de fuego, vientos desatados, aguas alevosas, castigos y desastres. Pero esto es mentira. Es la tierra que cambia -y se agita y crece- cuando Dios se aleja.”

Jaime Sabines

AGRADECIMIENTOS

Al H. Ayuntamiento del municipio de Tequila por el apoyo para la estancia y el traslado del poblado a los sitios de recolecta.

Al Lic. Antonio Macías Zambrano Secretario y Síndico del Municipio de Tequila por el apoyo para el traslado y estancia durante el periodo junio-septiembre de 1997.

A Lic. Mario Angel Guzmán Secretario y Síndico del Municipio de Tequila por el apoyo para el traslado y estancia durante el periodo octubre-Noviembre de 1997.

A los elementos del departamento de policía del municipio de Tequila, quienes estuvieron encargados de trasladarnos a los sitios de recolecta.

Al M. en C. Leonardo Delgado Castillo por su ayuda para la determinación de las especies de *Onthophagus*.

Al M. en C. José Luis Navarrete Heredia: Por tu paciente espera, confianza, valiosos comentarios y sugerencias para la realización de este trabajo.

La M. en C. María Olivia Rodríguez Alcántar: Por su asesoría, sus acertadas sugerencias y comentarios en lo referente a hongos.

A mis sinodales: M. en C. Laura Guzmán Dávalos, Biól. Hugo Fierros López, Océán. Salvador Velázquez Magaña y Georgina Adriana Quiroz Rocha: por la revisión del texto, sugerencias y comentarios

A mis hermanos Edgar, Fabiola y Mariana. Por su apoyo incondicional.

Alfonso Navarro Martín del Campo: Por tu solidaridad.

Rocío Ayetza Aguilera Castillo: Por tu ayuda para poner completas las trampas.

María de Jesús Herrera Fonseca: Por la revisión del texto y sobre todo por ser mi amiga.

Teresa Cuevas Arias: Por despejar dudas sobre el manejo de algunos programas y procedimientos en los trámites administrativos

Magaly Olivo Hernández: Por su compañía durante las recolectas.

Hector López Zaragoza: Por tu fiel amistad.

Gerardo Quezada Mercado: Por aguantar la escasez durante las recolectas.

Cristina Bautista Hernández: Por tu confianza.

Miguel Vázquez Bolaños: Por tu silenciosa compañía durante el trabajo de campo.

Etelberto Ortiz Castañeda: Por tu compañía durante las recolectas, pero sobre todo por tu gran calidad como ser humano.

Juan Ramón Durán González: Por tu compañía.

Fabiola Padilla López: Por las facilidades para el uso de la computadora.

Xochitl Magallón Gómez: Por compartir esos curiosos momentos, ¿te acuerdas del tendedero?.

Lic. en Economía Álvaro Belloso de Anda: Por tu colaboración en la parte estadística.

M. V. Z. Elida Villaseñor Toscano: Por tu ayuda desinteresada.

Mónica García por la revisión de la sintaxis y ortografía del texto

A todos los que de una u otra manera colaboraron para la realización del presente trabajo.

DEDICATORIA

A mi hijo:

el pequeño pitufo de mis alucinaciones, gran motivo para la conclusión del presente trabajo .

A mis hermanos:

Maricela, Juan y Cristian.

A mis padres:

Juan y Esther

CONTENIDO

	Pagina
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	4
IV. OBJETIVOS	5
V. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	6
VI. MATERIAL Y MÉTODO	9
1. Trabajo de campo	9
2. Trabajo de gabinete	10
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
1. Comentarios	12
2. Clasificación de la fauna micetócola	13
3. Abundancia	16
4. Fenología	19
5. Similitud faunística	21
6. Diversidad	22
7. Asociación de las especies de Scarabaeidae	24
VIII. CONCLUSIONES	25
IX. LITERATURA CITADA	26

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

	Pagina
Figura 1	Ubicación de la zona de estudio 7
Figura 2	Abundancia de Scarabaeidae asociados a Basidiomycetes en el Volcán de Tequila, Jalisco, México 14
Figura 3	Comparación de tres especies presentes en distintos sustratos 15
Figura 4	Número de Coleopteros micetócolos por categoría 15
Figura 5	Abundancia de Scarabaeidae en hongos 17
Figura 6	Abundancia de Scarabaeidae en los estados de maduración de los hongos 18
Figura 7	Fenología de Scarabaeidae en todos los hábitats muestreados 19
Figura 8	Fenología de Scarabaeidae y esporóforos 20
Figura 9	Fenología de las especies de Scarabaeidae recolectadas en hongos 20
Figura 10	Similitud entre las familias de hongos de acuerdo a la composición de Scarabaeidae 21
Figura 11	Similitud entre los estados de maduración de los basidiomas 22
Figura 12	Similitud entre las localidades 22
Cuadro 1	Abundancia de coleópteros Scarabaeidae en diferentes sustratos 14
Cuadro 2	Abundancia de Scarabaeidae por tipos de vegetación 18
Cuadro 3	Diversidad de las especies micetófilas saprófagas 23
Cuadro 4	Valores de "t" calculada y "t" crítica 23

I. RESUMEN

Se realizó un estudio de los escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) micetócolos de Basidiomycetes del Volcán de Tequila, Jalisco, México. Se llevaron a cabo recolectas mensuales en cuatro localidades con diferente tipo de vegetación, por medio de muestreo directo en hongos y mediante juegos de tres trampas cebadas con hongos, calamar y excremento humano, respectivamente. La duración del trabajo de campo, en cada una de las localidades, fue de tres días por mes de mayo a noviembre de 1997. Se recolectaron 302 ejemplares de coleópteros Scarabaeidae tanto en hongos como en trampas. De ellos 111, pertenecientes a cuatro especies: *Oniticellus rhinocerulus* Bates, 1889; *Onthophagus fuscus fuscus* Boucomont, 1932; *O. tarascus jaliscensis* Zunino y Halfiter, 1988 y *Phanaeus endymion* Harold, 1863 fueron recolectados asociados con hongos. Los hospederos fúngicos de Scarabaeidae fueron *Boletus* spp., *Hydnum imbricatum* L.: Fr., *Russula* spp., *Ramaria* sp. y algunos ejemplares de Agaricales no determinados. Las especies de coleópteros se encontraron en el contexto, estípite y en el suelo junto o debajo de los hongos. *Oniticellus rhinocerulus* y *Onthophagus fuscus fuscus* son consideradas como micetófilas saprófaga; *O. tarascus jaliscensis* y *Phanaeus endymion* se consideran como micetoxenas. La mayor similitud faunística se presentó entre Boletaceae e Hydnaceae, los estados de maduración IIIA, IIIB y IV y entre las localidades A y C. *Onthophagus fuscus fuscus* es la especie más generalista en los hábitats muestreados, mientras que *Oni. rhinocerulus* lo es en las familias de hongos y en los estados de maduración. Las especies de Scarabaeidae estudiadas presentan una asociación negativa entre ellas.

II. INTRODUCCIÓN

El Phylum Arthropoda es uno de los grupos de organismos más abundantes y ricos en especies. En éste se incluye a los insectos que son de gran importancia forestal, económica, ecológica, evolutiva, entre otras. Los escarabajos son insectos que pertenecen al orden Coleoptera del que se conocen cerca de 370,000 especies a escala mundial. Son de tamaño variable, se caracterizan porque las alas anteriores no intervienen activamente en el vuelo ya que están transformadas en élitros coriáceos que sirven de protección a las alas posteriores (De la Fuente, 1994). Los principales caracteres de los escarabajos utilizados en la identificación son: cabeza, antenas, escleritos torácicos, patas, élitros y abdomen. Ocasionalmente los caracteres como talla, forma y color también son utilizados (Borror *et al.*, 1992). Los miembros de este grupo se localizan en hábitats tan variados como suelo, depósitos de estiércol, troncos, flores, hongos, entre otros (Morón, 1984).

La familia Scarabaeidae incluye 25,000 especies en el mundo (Costa, 2000). En Jalisco se encuentran 287 especies (Navarrete-Heredia *et al.*, 2001). Este grupo se distingue, de otras familias del orden Coleoptera, por presentar cuerpo de forma ovalada a oblonga y de moderado a fuertemente convexo y longitud variable entre 1-160 mm (usualmente 3-30 mm); antenas con 8-10 artejos, terminadas en una maza constituida por tres lamelas (ocasionalmente con 7 lamelas); abdomen con seis esternitos; siete pares de estigmas funcionales localizados en la membrana pleural; pigidio expuesto (Lawrence, 1982); mandíbulas cubiertas por el clipeo; pronoto sin sutura notopleural y metatibias con uno o dos espolones apicales (Arnett, 1985).

Por otra parte los hongos también son considerados como un grupo bastante grande con aproximadamente 69,000 especies conocidas (Hawksworth, 1991). Los hongos se caracterizan por ser heterótrofos, se nutren por absorción, son eucariontes, carecen de clorofila y tienen paredes celulares constituidas principalmente por quitina. Presentan además reproducción sexual y asexual y sus estructuras reproductoras se utilizan para su clasificación (Herrera y Ulloa, 1998).

Los hongos se agrupan en dos grandes divisiones Myxomycota y Eumycota, según la clasificación de Herrera y Ulloa (1998), que es la que se sigue en este trabajo. En la división Eumycota se encuentran los hongos macroscópicos dentro de dos grandes clases Ascomycetes y Basidiomycetes. Se incluyen en esta última a los hongos carnosos como las setas y hongos en sombrilla considerados en el presente estudio. Este grupo de hongos se diferencia de los demás por presentar células especializadas denominadas basidios, que forman esporas de origen sexual (basidiosporas). De ahí que la fructificación esporífera de la reproducción sexual recibe el nombre de basidiocarpio o basidioma (Herrera y Ulloa, 1998).

Existe gran cantidad de especies de hongos que están relacionadas en formas muy diversas con los insectos. Se pueden presentar interacciones negativas como en el caso de los hongos entomopatógenos, por ejemplo: las especies del género *Cordyceps* que parasitan himenópteros, homópteros, coleópteros y lepidópteros (Rubio-Bustos *et al.*, 2000). O pueden presentarse interacciones positivas como el caso de las hormigas (Attini), que cultivan hongos, con los cuales llegan a formar jardines (Herrera y Ulloa, 1998). Otro tipo relación se presenta

entre los insectos que habitan en los hongos o se alimentan de ellos y se conocen como micetócolos (Scheerpeltz y Höofler, 1948).

Navarrete-Heredia (1991) propone ubicar a los esporóforos en alguna de las siguientes categorías:

Estado I. Esporóforos inmaduros con el pileo poco extendido y el himenio en ocasiones cubierto por el velo. Fase previa a la maduración de las esporas.

Estado II. Esporóforos maduros. Pileo extendido. Fase de liberación de esporas por primera o única vez.

Estado IIIA. Esporóforos en descomposición, después de la liberación de esporas. Secos.

Estado IIIB. Esporóforos en descomposición, después de la liberación de esporas. Húmedos.

Estado IV. Esporóforos en descomposición avanzada, húmedos o secos, formando parte de los componentes del suelo.

Los coleópteros también pueden ubicarse en alguna categoría de acuerdo a la clasificación propuesta por Navarrete-Heredia y Galindo Miranda (1998):

Micetobiontes: Insectos cuya asociación con los hongos es obligatoria. Los hongos son utilizados como alimento por larva y adultos. Se alimentan principalmente de hongos en estado II. Su ciclo de vida depende de los basidiomas.

Micetófilos: Insectos facultativos. Se les localiza también en otros microambientes, por ejemplo, carroña, excremento, etc. Predominan en hongos en descomposición (estados III y IV), se reconocen dos tipos:

Micetófilos depredadores, cuando se alimentan de otros insectos micetócolos.

Micetófilos saprófagos, cuando se alimentan de hongos y otros alimentos en descomposición.

Micetoxenos: Insectos poco frecuentes en los basidiomas y de los que se desconoce una interacción definida con los hongos o con la fauna asociada. Posiblemente utilizan a los hongos como refugio temporal.

Las especies de la familia Scarabaeidae (Coleoptera), son de hábitos alimentarios coprófagos y necrófagos (Morón y Deloya, 1991) aunque algunas especies son fitófagas y saprófagas. En este último grupo existen dos tendencias evolutivas, una de ellas considerada como primitiva que involucra el consumo de hojas en descomposición y otros detritus vegetales, y la otra como derivada, e implica una alimentación a base de frutos y vegetales blandos en descomposición; de esta segunda tendencia deriva la micofagia para la familia (Halfiter y Matthews en 1966; Halfiter y Edmons en 1982, citados en Anduaga y Halfiter, 1991).

III. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Los trabajos realizados sobre la interacción insecto-hongo se han clasificado en cinco líneas básicas de investigación (Navarrete-Heredia y Quiroz-Rocha, 1991):

- 1.- Listados generales de insectos-hongos por región geográfica.
- 2.- Estudios de algún tipo de insectos micófitos.
- 3.- Entomofauna asociada a grupos específicos de hongos.
- 4.- Entomofauna asociada a una especie de hongo.
- 5.- Estudios sobre una sola especie de insectos micófitos.

En lo referente a trabajos realizados en México sobre escarabeidos asociados a basidiomicetos, se encuentra el realizado en el estado de Morelos sobre seis especies en diferente grado de asociación con los hongos (Navarrete-Heredia y Galindo-Miranda, 1998) y otro en el estado de Durango en el que se citaron cinco especies asociadas a hongos en descomposición (Anduaga, 2000).

En cuanto a Jalisco se tiene únicamente un estudio comparativo de los coleópteros asociados a *Pleurotus* spp. en el Bosque de La Primavera y en la zona de desechos del cultivo de hongos del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (Méndez, 1996).

No existen estudios específicos sobre escarabeidos del Volcán de Tequila, sólo se tienen registros aislados de algunas especies de Scarabaeidae, en particular de: *Omphagus fuscus fuscus* Boucomont, *O. knulli* Howden y Cartwright, *O. mariozuninoi* Delgado, Navarrete y Blackaller (Delgado, 1997); *Phanaeus amithaon* Harold (Edmonds, 1994); *Plusiotis nogueirai* Morón (Morón, 1992); *Liatongus mosntruosus* (Bates) (Navarrete-Heredia, 1996), entre otros. Para hongos se cuenta con un inventario de macromicetos esta región, realizado por Rodríguez *et al.* (1994).

Por lo anterior, es muy posible que de muchas especies pertenecientes a la familia Scarabaeidae no se tenga conocimiento del grado de asociación con los basidiomas o incluso que para algunas de las especies ni siquiera se tengan datos que sugieran algún tipo de relación entre los escarabajos y los basidiomas.

Debido a que son pocos los estudios realizados en México, que versen sobre la interacción insecto-hongo y sólo uno del estado de Jalisco, la presente contribución permitirá ampliar el conocimiento que a la fecha se tiene de la relación entre los coleópteros micetócolos y los basidiomas.

IV. OBJETIVOS

Determinar las especies micetócolas de la familia Scarabaeidae (Coleoptera) del Volcán de Tequila.

Conocer los hospederos asociados de las especies micetócolas de Scarabaeidae.

Determinar los sitios de preferencia en el basidioma de las especies de Scarabaeidae y el papel que éstas desempeñan con respecto al estado de madurez del mismo.

Evaluar las preferencias alimentarias (hongo, carroña, excremento) de los Scarabaeidae.

V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Volcán de Tequila se localiza al sur del poblado que lleva el mismo nombre entre las coordenadas 20° 45' - 20° 50' de latitud norte y 103° 47' - 103° 52' de longitud oeste (CETENAL, 1974); forma parte del Eje Neovolcánico dentro del municipio de Tequila que limita al norte con el de San Martín de Bolaños y el estado de Zacatecas, al sur con los municipios de Ahualulco del Mercado, Teuchitlán, Amatitán y Zapopan, al este con el de San Cristóbal de la Barranca y al oeste con los de Hostotipaquillo, Magdalena y Antonio Escobedo (Secretaría de Gobernación, Gobierno del Estado de Jalisco Centro Nacional de Estudios Municipales y Centro Estatal de Estudios Municipales de Jalisco, 1988) (Fig. 1.).

El clima de acuerdo a la clasificación propuesta por Köeppen y modificado por García (1973) es en la parte baja del volcán, entre los 1,140 - 1,800 m de altitud, cálido sub-húmedo con lluvias en verano Aw (w) (i) con una temperatura media anual de 21° C y una precipitación anual de 950 mm. Aproximadamente desde los 1,900 m de altitud se inicia el clima templado sub-húmedo con lluvias en verano C(w) con una temperatura media anual de 21° C y precipitación anual de 1,000 mm (Rodríguez y Cházaro, 1987).

En el volcán se presentan los siguientes tipos de vegetación de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1981); Rzedowski y Mc Vaugh (1966) y Cházaro y Guerrero (1991):

a) Bosque tropical caducifolio (1,140-1,450 m): se encuentra en las faldas del volcán y en las cañadas que conducen corrientes temporales. Presenta arbustos y árboles pequeños de 3 a 5 m de altura entre los cuales son dominantes las especies *Bursera bippinata* (DC.) Engl., *Ficus petiolaris* H.B.K., *Ipomoea intrapilosa* Rose y *Vitex molis* H.B.K.

b) Bosque de *Juniperus* (1,400 -1,600 m): se incluye como parte del bosque de pino y encino; sin embargo, forma una zona de transición entre el encinar y el bosque tropical caducifolio. En este bosque predomina la especie *Juniperus flaccida* var. *poblana* Mtz. con una altura de 2-6 m.

c) Bosque de encino (1,300-1,800 m; 2,200-2,800 m): se presenta en dos franjas altitudinales, la primera es un encinar de transición entre el bosque tropical y el bosque de encino-pino formado por árboles de 10-20 m de altitud entre los que destacan *Quercus magnifolia* Née, *Q. resinosa* Liebm. y *Q. gentryi* C. H. Müll. La segunda franja de encinar constituye una comunidad de tipo mesófilo, en la que los árboles miden de 6-10 m, cuyos elementos predominantes son *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl., *Q. laurina* Humb. & Bonpl., *Q. candicans* Née, *Q. castanea* Née y *Q. rugosa* Née. Además son evidentes otros árboles como *Prunus serotina* Ehrh., *Arbutus glandulosa* C. Mart. & Gale., *A. xalapensis* H.B.K., *Clethra rosei* Britton y *Buddleia cordata* H.B.K.

d) Bosque de encino-pino (1,550-2,340 m): se ubica en la porción media de volcán mezclándose con el bosque de encino y mesófilo. La altura de los árboles oscila entre los 4 y 20 m, con especies de *Quercus castanea*, *Q. candicans*, *Q. obtusata* Humb. & Bonpl., *Pinus devoniana* Lindl., *P. oocarpa* Schiede ex Schldt, *P. lunhotzii* Bl. Rob. & Fernald, *Alnus*

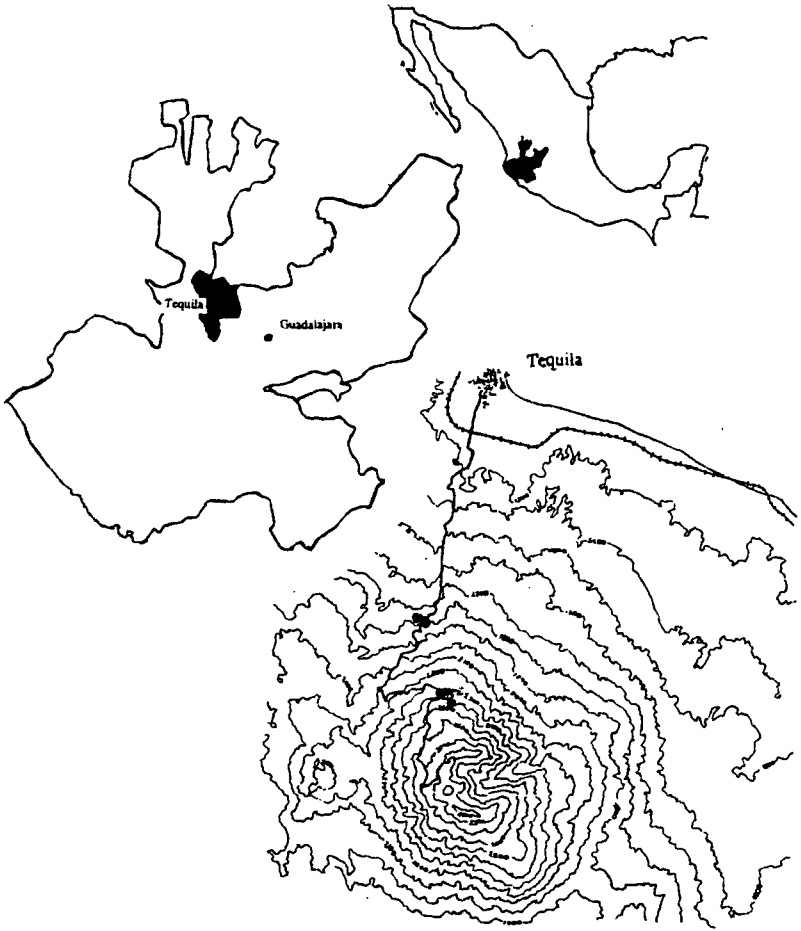


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.

zorullensis H.B.K., *Arbutus glandulosa*, *A. xalapensis*, *Clethra rosei*, *Prunus serotina* y *Ternstroemia lineata* DC.

e) Bosque mesófilo de montaña (2,000 - 2,600 m): su distribución en el volcán es discontinua, restringiéndose a barrancas y cañadas con alta humedad dentro del bosque de encino y encino-pino. Presenta árboles que van de 4 a 20 m de altura donde las especies de mayor presencia son: *Alnus zorullensis*, *Clethra rosei*, *Cleyera integrifolia* (Benth.) Plach. ex Hemsl., *Quercus crassifolia*, *Q. candicans*, *Symplocos prionophylla* Hemsl., *Ternstroemia lineata* y *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton.

f) Bosque de *Cupressus lucitanica* Mill. (2,800-2,920 m): es una comunidad pequeña restringida a la cima del macizo rocoso denominado "La Tetilla". Los árboles tienen una altura de entre 3 a 8 m.

VI. MATERIAL Y MÉTODO

I. Trabajo de campo

Para la realización de este trabajo sólo se tomaron en cuenta los adultos de la familia Scarabaeidae. La aparición de los escarabeidos adultos es en el temporal de lluvias, que en el Volcán de Tequila abarca de mediados de mayo a mediados de noviembre. En este trabajo ampliamos el tiempo de recolecta, con la finalidad de obtener más datos sobre su fenología. El trabajo de campo se inició a principios de mayo y terminó en noviembre de 1997. Durante este periodo se realizaron dos visitas mensuales, en cada visita se muestrearon dos localidades durante tres días. Con base en los tipos de vegetación, en la zona de estudio se eligieron cuatro localidades de muestreo que se designaron como A, B, C y D.

Localidad A. Bosque de encino con clima templado a una altitud de 2,400 m.

Localidad B. Bosque mesófilo de montaña con clima templado en una cañada a 2,300 m.

Localidad C. Bosque de encino-pino con influencia tropical a una altitud de 1,750 m.

Localidad D. Bosque mesófilo de montaña con influencia tropical en una cañada a 1,700 m.

Las recolectas se realizaron de la siguiente manera:

1) Recolecta de hongos y de escarabajos

El área de revisión y recolección de los hongos fue de alrededor de 50 metros a la redonda y como punto de partida se consideró el lugar donde se pusieron las trampas. Durante los recorridos en campo, la recolecta de los basidiomas se realizó escarbando alrededor de los mismos primero con una navaja para reblandecer la tierra y luego con la mano, con la intención de no dañar las partes subterráneas. Después de verificar la presencia de los Scarabaeidae los hongos fueron depositados en una bolsa de papel glassine, junto con una etiqueta de los datos de recolecta y otra con su descripción en fresco, para lo cual se siguieron las recomendaciones propuestas por Guzmán (1987). Los esporóforos se ubicaron dentro de alguna categoría de acuerdo a la clasificación propuesta por Navarrete-Heredia (1991). Sólo se registraron en el presente trabajo los hongos en los que se encontraron los coleópteros de interés. En el caso de los basidiocarpos que se encontraron en estado de madurez avanzado (IV) no fue posible recolectarlos para su preservación, por lo que se determinaron en campo únicamente a nivel genérico, como sucedió con las especies de *Boletus*. Los especímenes en estados IIIA y IIIB sólo se pudieron identificar a género (*Boletus* o *Russula*) o a orden (Agaricales), ya que no todos se pudieron recolectar por estar contaminados por larvas de insectos o se recolectaron pero no se secaron en forma adecuada. En estos casos sólo se contó con la descripción en fresco de los ejemplares para su determinación. En el caso de *Hydnum imbricatum*, aún cuando los individuos de Scarabaeidae se recolectaron en especímenes en estados de descomposición avanzados, se recolectaron otros basidiomas en buen estado (en los que no se encontraron los coleópteros de interés), debido principalmente a que en el sitio de recolecta esta especie era abundante. Los escarabajos se recolectaron de forma directa con ayuda de pinzas entomológicas o con la mano ya que eran distinguibles a simple vista y se colocaron en frascos con alcohol al 70%.

2) Recolecta de escarabajos por medio de trampas con tres cebos diferentes:

- a) Coprotrampas cebadas con excremento humano.
- b) Necrotrampas cebadas con calamar.
- c) Trampas cebadas con hongos provenientes del área de estudio.

Se utilizaron mezclas de diversos hongos, según su disponibilidad durante los meses de junio a octubre. En mayo y noviembre se utilizaron esporóforos de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. : Fr.) P. Kumm. debido a la falta de hongos silvestres. En cada localidad el acomodo de las trampas se realizó al azar y se colocaron en juegos de tres trampas con diferente cebo (calamar, hongos, excremento humano).

3) Recolecta al azar en excretas de vaca u otros animales

Se revisaron minuciosamente las excretas de vaca, caballos y una fortuita excreta de ardilla. La finalidad de utilizar varias formas de recolecta es para establecer las preferencias por parte de los escarabeidos en lo referente al consumo de los diferentes alimentos.

2. Trabajo de gabinete

Se procedió a preparar el material para su adecuada preservación; los escarabajos se observaron con ayuda de un microscopio estereoscópico y se analizaron en una caja de petri con alcohol al 70 %. Parte del material fue montado en alfileres entomológicos. En algunos casos se extrajeron los genitales con ayuda de pinzas entomológicas y posteriormente se montaron junto al espécimen, el resto de los ejemplares se colocaron en tubos viales con alcohol al 70 %. Los ejemplares de hongos fueron secados al calor de un foco y posteriormente depositados en cajas rotuladas y previamente rociadas con insecticida.

Se hicieron las determinaciones de las especies por medio de literatura especializada, tanto para hongos como para escarabajos. Los principales trabajos que se usaron fueron: Delgado *et al.* (2000), Edmonds (1994), Guzmán (1987), Breitenbach y Kränzlin (1995), Zunino y Halfiter (1988) y se contó con la colaboración del M. en C. Leonardo Delgado (Instituto de Ecología, A.C.) quién corroboró las especies de *Onthophagus*. Sergio Guerrero V. com. pers. determino que una de las excretas, en la que se recolectó una de las especies de Scarabaeidae, era de ardilla. Los ejemplares de hongos se depositaron en el Herbario Micológico del Instituto de Botánica (IBUG) y los escarabajos en la Colección Entomológica del Centro de Estudios en Zoología (CZUG), ambos de la Universidad de Guadalajara. Los datos obtenidos se capturaron en una base de datos ACCESS 97 para facilitar el manejo de la información. Con la selección de las localidades muestreadas se pudieron hacer algunas comparaciones en función de los esporóforos como recurso alimentario de los Scaebaeidae.

Posteriormente se aplicó el índice de Jaccard mediante el programa Biodiversity Pro para obtener la similitud entre las familias de hongos y los estados de maduración de los cuerpos fructíferos, para lo cual se tomó en cuenta únicamente a los ejemplares recolectados en hongos. También se aplicó el índice anterior entre las localidades muestreadas, en este caso se consideró a

las cuatro especies recolectadas en hongos, en trampas y en excretas. Con la finalidad de evaluar las preferencias por los hábitats muestreados, hospederos fúngicos y estados de maduración (con base en los datos de *Oniticellus rhinocerulus* y *Onthophagus fuscus fuscus*) y de este modo ubicar cada especie como generalista o especialista, por lo que se aplicó el índice de Simpson, expresado en el valor del recíproco del índice. La fórmula del índice es:

$$D = \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

donde:

D = valor del índice de Simpson

n_i = No. de individuos por especie

N = No. total de individuos

1/D = valor de recíproco de Simpson

Adicionalmente se obtuvo un índice de asociación, bajo la hipótesis nula de la distribución independiente de las especies (no asociación). Este estadístico se obtiene de una tabla de contingencia de 2x2 y es comparado con ji-cuadrada con un grado de libertad, mediante el factor de corrección de Yates. Con ayuda del programa SPASSOC.BAS de Ludwig y Reynolds (1988), se obtuvieron valores para dos estadísticos: V que es el índice de asociación en donde:

Si $V > 1$, existe una posible asociación positiva

Si $V < 1$, existe una posible asociación negativa

El otro estadístico, W, evalúa si aquellas desviaciones de 1 son significativas. Por ejemplo si las especies no están asociadas, existe el 90% de probabilidad de que W se encuentre entre los límites dados por la distribución de X^2 (Ludwig y Reynolds, 1988).

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El trabajo de campo comprendió 40 días de recolecta entre mayo y noviembre de 1997. En este periodo se obtuvieron 302 ejemplares recolectados en distintos hábitats de los cuales 111 (36.75%) se obtuvieron en 34 esporóforos. Asociadas a hongos se encontraron cuatro especies de Scarabaeidae: *Oniticellus rhinocerulus*, *Onthophagus fuscus fuscus*, *O. tarascus jaliscensis* y *Phanaeus endymion*. A continuación se hacen comentarios, en orden alfabético, sobre las especies de Scarabaeidae recolectadas.

I. Comentarios

Oniticellus rhinocerulus Bates, 1889
Biol. Centr. Amer., II: 391

Se examinaron 187 ejemplares (108 ♂, 79 ♀), de los cuales 79 (42 ♂, 37 ♀) se recolectaron en hongos en descomposición principalmente de la familia Boletaceae, en los estados de descomposición IIIA con cuatro ejemplares, IIIB con 16 y IV con 31; en trampas cebadas con hongo 22 individuos, en calamar 74, excremento humano 11 y en excremento vacuno uno. Se recolectó a 1,750 y 2,400 m de altitud, con reportes en la literatura desde los 1,600 a los 2,430 m de altitud. Es una especie endémica de México, de la que existen registros en los estados de Oaxaca (Delgado, 1999), Sonora (Navarrete-Heredia, 2001), Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán y Morelos (Morón y Deloya, 1991).

Onthophagus fuscus fuscus Boucomont, 1932
Ann. Soc. Ent. France 101: 316

Se examinaron 59 ejemplares (27 ♂, 32 ♀), de los cuales 30 (13 ♂, 17 ♀) se recolectaron en hongos en descomposición. Al igual que en *O. rhinocerullus* se recolectaron en su mayoría sobre esporóforos de la familia Boletaceae, en los estados de descomposición: IIIA un ejemplar, IIIB con cuatro, y IV con 20. El resto de los ejemplares se recolectaron en: necrotrampas (7), trampa de excremento humano (16), trampa de hongos (4) y en excretas de vaca (2). Se recolectó a 1,750, 2,300 y 2,400 m de altitud, aunque, según la literatura, en general se le encuentra por arriba de los 2,000 m de altitud. Esta subespecie es endémica de México y se conoce de Aguascalientes, Jalisco (Delgado, 1997), Durango y Zacatecas (Zunnino y Halffter, 1988).

Onthophagus tarascus jaliscensis Zunino y Halffter, 1988
Monogr. IX Mus. Reg. di Scienze Nat.,: 155

Se examinaron 54 ejemplares (31 ♂, 23 ♀) de los cuales sólo uno se recolectó en un basidioma de Russulaceae en estado IIIB. La mayoría se obtuvo de trampas temporales de excremento (47 individuos), en trampa de hongos (2), en excreta de vaca (2) y en necrotrampa (1); además un ejemplar se recolectó en excreta de ardilla lo que sugiere su tendencia coprófaga. En este

estudio se registró a 2,400 m de altitud. Es una subespecie endémica de Jalisco, con ejemplares recolectados a 2,230 m de altitud (Zunino y Halfpeter, 1988).

Phanaeus endymion Harold, 1863
Ann. Soc. Ent. France 3: 167

Solamente se examinaron dos ejemplares, macho y hembra, recolectados en una trampa temporal de hongo y en un esporóforo de un Agarical no determinado en estado IV, respectivamente. Aunque Deloya y Morón (1998) lo incluyen en la categoría de necrófago, también se ha recolectado en carroña, hongos y frutos en descomposición. Se encontraron a los 1,750 y 2,400 m; sin embargo, la mayoría de los registros en la literatura son de los 0 -150 m (Edmonds, 1994). Es de hábitos diurnos según Edmonds (1994) y nocturnos de acuerdo a Morón (1979). De los ejemplares estudiados en este trabajo uno se recolectó durante el día y el otro durante la noche; tal vez se necesite dedicar mayor esfuerzo de recolecta con la intención de aclarar cual es el momento más activo de esta especie. Su distribución en México es, en el sureste, en la región este de la Sierra Madre Oriental de Veracruz a Oaxaca y en una área disjunta en Jalisco y estados adyacentes (Edmonds, 1994; Quiroz-Rocha, 1997).

2. Clasificación de la fauna micetócola

Con base en la abundancia de las especies, éstas se han ubicado en alguna de las categorías propuestas por Navarrete-Heredia y Galindo-Miranda (1998). De las especies consideradas en este trabajo la más abundante fue *Oniticellus rhinocerus* seguida de *Onthophagus fuscus fuscus* (Cuadro 1, Fig. 2). *Oniticellus rhinocerus* se recolectó prácticamente con la misma abundancia en necrotrampas como en hongos, lo que pone de manifiesto la alimentación generalista de la especie, ya que además se recolectó en coprotrampas (Fig. 3), debido a ésto se incluye en la categoría de micetófila saprófaga. Esta especie también es considerada en esta categoría por Navarrete-Heredia y Galindo-Miranda (1998) y Anduaga (2000). En el caso de *Onthophagus fuscus fuscus*, aunque existe una diferencia en el número de ejemplares recolectados en hongos (30) y en coprotrampas (16), también se le encontró en necrotrampas (siete) y al igual que la especie anterior se le considera como micetófila saprófaga, Anduaga (2000) la incluye en la misma categoría. *O. tarascus jaliscensis* fue más abundante en coprotrampas, la recolecta de un ejemplar en hongos y otro en necrotrampas se considera casual y por lo que se incluye en la categoría de micetoxena. Por los pocos ejemplares de *Phanaeus endymion* también a esta especie se le considera como micetoxena. El 98% de los individuos se ubicaron dentro de la categoría: micetófilos saprófagos, siendo *Oni. rhinocerus* la especie más abundante (Fig. 4).

Cuadro 1. Abundancia de coleópteros Scarabaeidae en diferentes sustratos. CT=coprotrampa, NT= necrotrampa, TH=trampa de hongo, H=hongos, EV=excremento vacuno, EA=excremento de ardilla.

SUSTRATO ESPECIE	CT	NT	TH	H	EV	EA	TOTAL
<i>Oniticellus rhinocerus</i>	6♂ 5♀	44♂ 30♀	15♂ 7♀	43♂ 36♀	1♂		187
<i>Onithophagus fuscus</i> <i>fuscus</i>	8♂ 8♀	4♂ 3♀	1♂ 3	13♂ 17♀	1♂ 1♀		57
<i>O. tarascus jaliscoensis</i>	27♂ 20♀	1♂	1♂ 1♀	1♂	2♀	1♂	54
<i>Phanaeus endymion</i>			1♂	1♀			2

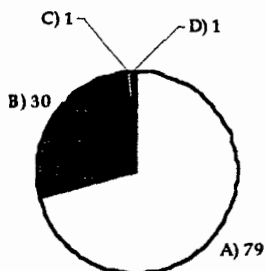


Figura 2. Abundancia de Scarabaeidae asociados a Basidiomycetes en el Volcán de Tequila, Jalisco, México. A) *Ont. rhinocerus*, B) *Onithophagus fuscus fuscus*, C) *O. tarascus jaliscoensis*, D) *Phanaeus endymion*.

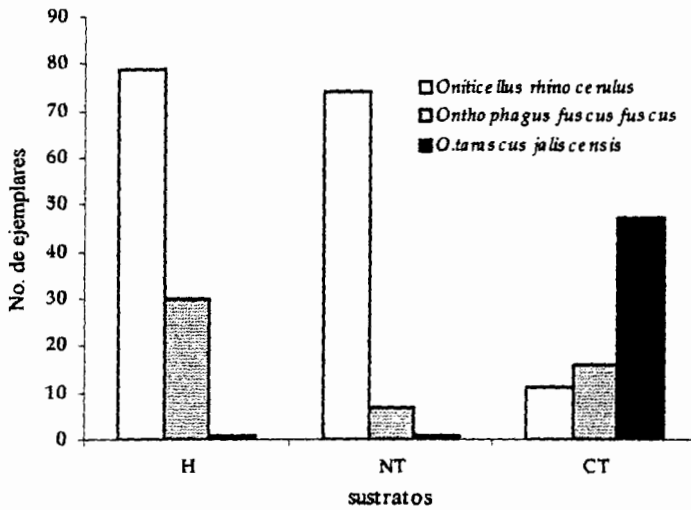


Figura 3. Comparación de tres especies presentes en distintos sustratos. H = Hongos, NT = Necrotrampas, CT = Coprotrampas.

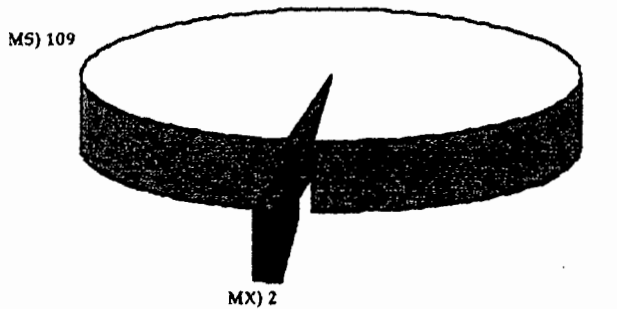


Figura 4. Número de coleópteros micetócolos por categoría. MX=Micetoxeno, MS=Micetófilo saprófago.

3. Abundancia

Debido al estado de descomposición avanzado de los basidiomas recolectados, éstos sólo se determinaron en campo hasta género, salvo *Hydnum imbricatum* L.: Fr. que se logró identificar a especie. Los cuerpos fructíferos recolectados pertenecen a los géneros: *Boletus* (Boletaceae) con 13 ejemplares, *Russula* (Russulaceae) con siete, *Ramaria* (Clavariaceae) con uno, *Hydnum* (Hydnaceae) con nueve y cuatro Agaricales no determinados (Apéndice I). Se revisaron basidiomas de otros géneros como: *Leccinum*, *Tylopilus*, *Suillus*, *Lycoperdon*, *Calvatia*, *Strobilomyces*, *Lactarius*, *Hygrophorus* y *Cortinarius*; sin embargo, no se encontraron Scarabaeidae.

De los escarabeidos micetócolos la especie *Oniticellus rhinocerus* se encontró con mayor frecuencia en Boletaceae (51 ejemplares), lo cual coincide con los registros de Durango (Anduaga, 2000), aunque en Morelos (Navarrete-Heredia y Galindo-Miranda, 1998) se registró mayor abundancia sobre la familia Russulaceae. La preferencia por hospederos distintos puede deberse a los siguientes factores: a) Leschen (1994), supone que los patrones de selección por los hospederos fúngicos son fenómenos locales y que los patrones ecológicos difieren entre regiones geográficas (este supuesto resulta del trabajo realizado con especies de Derodontidae y es probable que suceda lo mismo en el presente estudio); b) los esporóforo de *Boletus*, con respecto a *Russula* son de fácil pudrición [debido a la cantidad de agua que acelera el proceso y que en *Boletus* es de aproximadamente del 90 % (Bruns, 1984)]; c) la abundancia de Scarabaeidae en basidiomas carnosos y de gran tamaño como *Boletus* quizás se deba a que éstos proporcionan un hábitat espacial relativamente grande en el que se encuentran mayor número de individuos con respecto a otros basidiomas de menor tamaño. Russulaceae se encontró en segundo término de abundancia registrándose 13 ejemplares de *Oni. rhinocerus*, dos de *Onthophagus fuscus fuscus* y uno de *O. tarascus jaliscensis*. Sobre la familia Hydnaceae se encontraron doce ejemplares de *Oni. rhinocerus* y dos de *O. fuscus fuscus*. En tanto que en la familia Clavariaceae sólo se encontró uno que corresponde a *Oni. rhinocerus*. Por último, en el orden Agaricales fueron recolectados dos de *Oni. rhinocerus*, uno de *O. fuscus fuscus* y uno de *Phanaeus endymion* (Fig. 5).

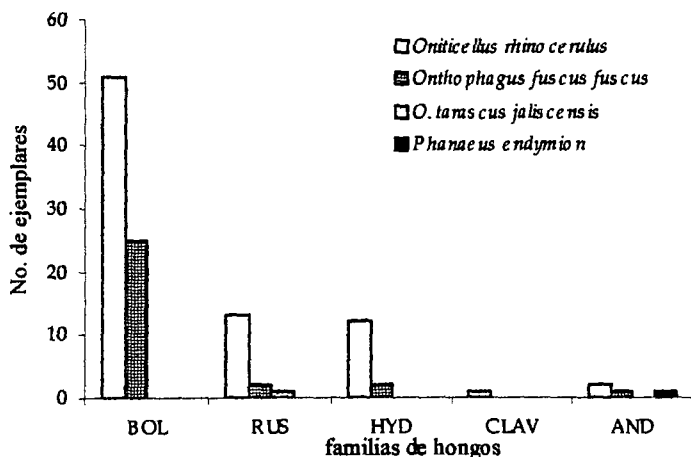


Figura 5. Abundancia de Scarabaeidae en hongos. BOL= Boletaceae, RUS= Russulaceae, HYD=Hydnaceae, CLA=Clavariaceae, AND= Agaricales no determinados.

Se observó una preferencia en cuanto al estado de maduración de los hongos, encontrándose la mayor abundancia principalmente en las etapas IV, IIIB, tanto de *Oni. rhinocerulus* como de *O. fuscus fuscus*. Navarrete-Heredia y Galindo-Miranda (1997) y Anduaga (2000) también encontraron una preferencia marcada por los estados de putrefacción más avanzados. Las especies *O. tarascus jaliscencis* y *Ph. endymion* sólo se recolectaron en etapa IIIB y IV, respectivamente (Fig. 6). Las especies de Scarabaeidae se recolectaron en: el contexto del pileo (*Boletus*), interior de estípote (*Russula*, *Hydnum*) y en el suelo junto o debajo de los hongos (*Ramaria*, *Boletus*, *Russula*, *Hydnum* y Agarical no determinado). La presencia de escarabajos en el contexto de *Boletus* se debe a que esa parte comienza a descomponerse más rápido que el estípote por lo que se convierte en la primera estructura del hongo que colonizan no sólo los Scarabaeidae sino también otros insectos. Con relación al estípote de *Boletus*, aunque en este estudio no se encontraron Scarabaeidae, no se descarta la posibilidad de encontrarlos en esa parte.

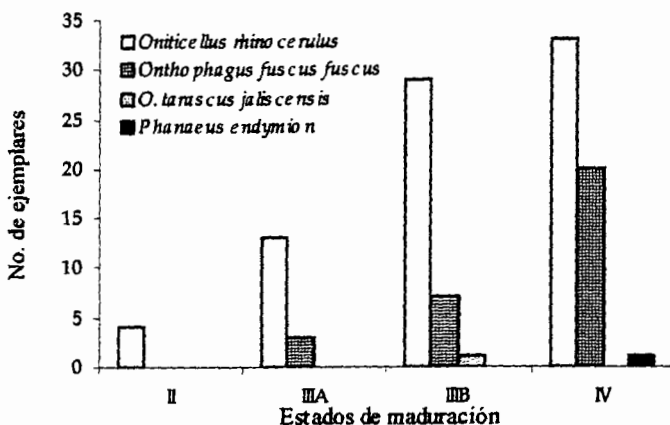


Figura 6. Abundancia de Scarabaeidae en los estados de maduración de los hongos.

En la localidad A se encontraron las cuatro especies de Scarabaeidae con un total de 76 ejemplares, en tanto que para la localidad C sólo se registraron las especies *Oni. rhinocerus* y *O. fuscus fuscus* con 34 ejemplares. En ambos casos el taxon más abundante fue *Oni. rhinocerus* con 49 ejemplares para la primera y 30 para la segunda (Cuadro 2), situación que contrasta con lo referido por Navarrete-Heredia y Galindo-Miranda (1998) en donde *Oni. rhinocerus* siempre estuvo presente en bosque mesófilo con vegetación secundaria. En la localidad B sólo se recolectó un ejemplar de *O. fuscus fuscus* y en la localidad D no se registraron ejemplares de Scarabaeidae, esto quizás se deba a la reducción en el esfuerzo de recolecta en esta localidad por las características del lugar (barranca muy estrecha y laderas con pendiente considerable, ver en el presente trabajo localización del bosque mesófilo de montaña en el apartado descripción del área de estudio). Los Scarabaeidae en la localidad A, fueron recolectados sobre basidiomas de *Boletus*, *Russula*, *Hydnum* y Agarical no determinado; en la localidad C, sobre *Boletus* y *Russula*; por último en la localidad B únicamente sobre Agarical no determinado.

Cuadro 2. Abundancia de Scarabaeidae por tipos de vegetación (ver materiales y métodos para explicación de las claves de las localidades).

LOCALIDADES	A	B	C	D
ESPECIES				
<i>Oniticellus rhinocerus</i>	49		30	
<i>Oonthophagus fuscus fuscus</i>	25	1	4	
<i>O. tarascus jaliscensis</i>	1			
<i>Phanaeus endymion</i>	1			

4. Fenología

Considerando a todos los microhábitats muestreados (hongos, carroña, excremento, etc.) las especies de Scarabaeidae se recolectaron entre los meses de junio a octubre, predominando durante agosto y siendo más escasos en octubre (Fig. 7). Los coleópteros recolectados sobre basidiomas fueron encontrados de junio a septiembre, con predominancia en julio y una marcada escasez en junio, mientras que los especímenes de hongos fueron registrados de junio a septiembre con mayor abundancia de julio a septiembre y el menor número de basidiomas se registró en junio. Durante junio se encontraron basidiomas de *Boletus* y *Russula*, en julio además de los anteriores se encontraron otros Agaricales no determinados, en agosto se recolectaron todos los grupos excepto Agaricales no determinados y en septiembre se recolectaron todos excepto *Ramaria* (Fig. 8). Las especies de Scarabaeidae se recolectaron como sigue: *Oniticellus rhinocerulus* de junio a septiembre, *Onthophagus fuscus fuscus* de julio a septiembre, *Onthophagus tarascus jaliscensis* en julio y *Phanaeus endymion* en junio (Fig. 9).

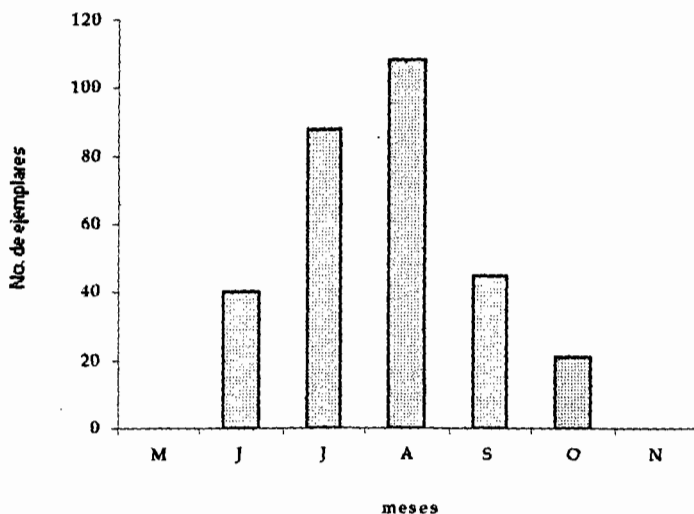


Figura 7. Fenología de Scarabaeidae en todos los hábitats muestreados.

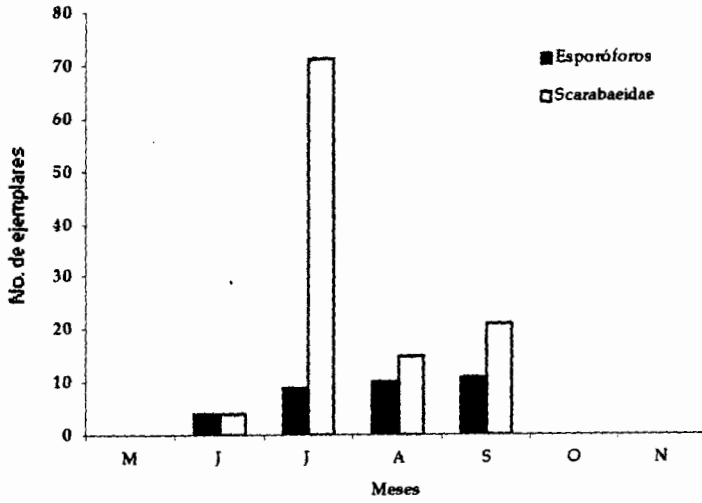


Figura 7. Fenología de Scarabaeidae y esporóforos.

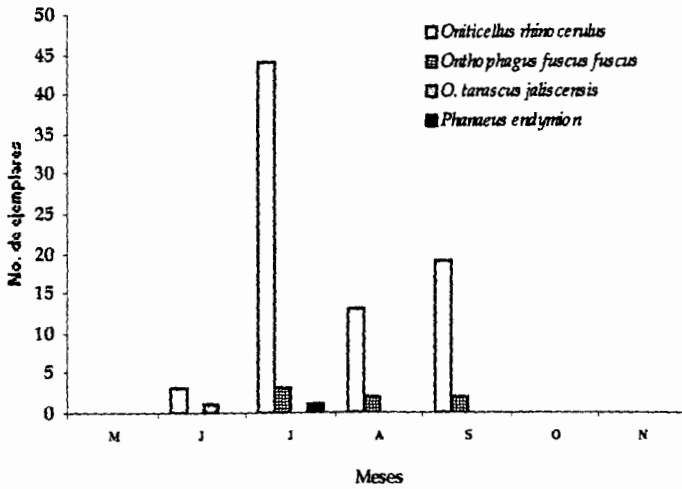


Figura 9. Fenología de las especies de Scarabaeidae recolectadas en hongos.

5. Similitud faunística

a) Familias de hongos

Las familias de hongos cuya similitud, en cuanto a la composición faunística encontrada fue mayor, fueron Boletaceae e Hydnaceae (Fig. 10). Esto se debe a que los basidiomas de ambas familias se encontraron en los estados de maduración más avanzados. Por otro lado, el valor más bajo se presentó entre Clavariaceae y el grupo Boletaceae-Hydnaceae, lo cual se explica por la recolección de una especie de Scarabaeidae sobre Clavariaceae. Aunque Boletaceae e Hydnaceae forman un grupo, existen algunas diferencias: el número de individuos presentes, 76 ejemplares en la primera familia y 14 ejemplares en la segunda.

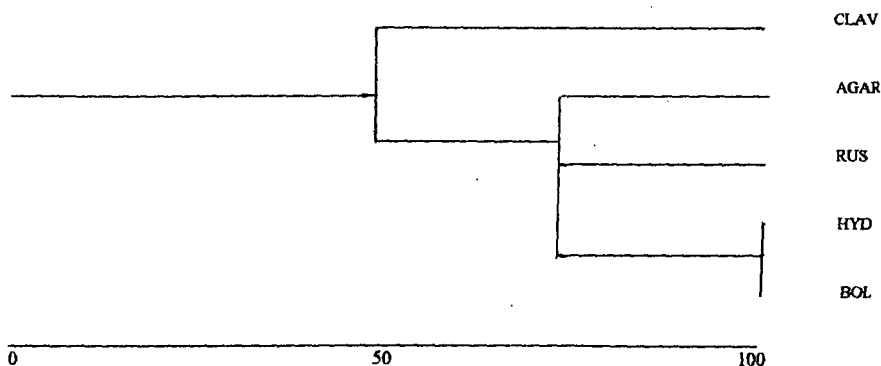


Figura 10. Similitud entre las familias de hongos de acuerdo a la composición de Scarabaeidae. CLAV = Clavariaceae, AGAR = Agarical no determinado, RUS = Russulaceae, HYD = Hydnaceae, BOL = Boletaceae.

b) Estados de maduración

En lo referente a los estados de maduración se observa (Fig. 11) que los estados IIIA, IIIB y IV forman un grupo debido a que las cuatro especies estudiadas se encontraron en uno o más estados de maduración de los basidiomas y el estado II queda separado del grupo anterior debido a que sólo comparte una especie con esos estados de maduración. Esta similitud pone de manifiesto que las especies muestran preferencia por los estados más avanzados de descomposición de los hongos, preferencia que refuerza su comportamiento alimentario saprófago.

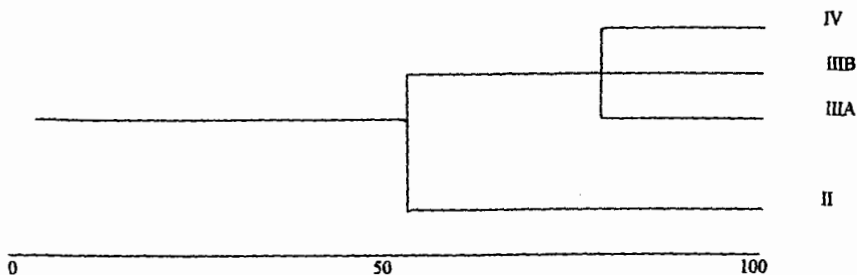


Figura 11. Similitud entre los estados de maduración de los basidiomas (ver introducción para explicación de los estados).

c) Localidades

Para este análisis se consideraron los datos de todos los sustratos muestreados. La mayor similitud faunística se encuentra entre las localidades A (2,400 m) y C (1,750 m), lo cual significa que en ambas localidades se encontraron las cuatro especies. Las localidades menos parecidas (25%) son B y D (Fig. 12) ya que comparten sólo una especie: *Oniticellus rhinocerulus*. Por el reducido número de especies estudiadas la similitud varía significativamente al cambiar el número de especies compartidas entre las localidades. A pesar de que las localidades A y B se encuentren en altitudes cercanas, no tienen similitud faunística, lo mismo sucede con las localidades C y D.

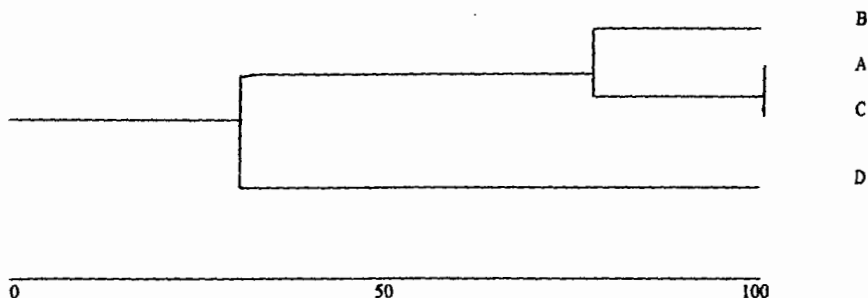


Figura 12. Similitud faunística entre las localidades (A, B, C, y D).

6. Diversidad

Se obtuvo la diversidad entre los hábitats muestreados, las familias de hongos hospederos y el grado de madurez de los esporóforos únicamente para las especies micetófilas saprófagas. De acuerdo al valor del recíproco de Simpson, si éste es alto se asume que los individuos recolectados se localizaron en diferentes sustratos (las especies son generalistas), grupos de hongos y estados de

maduración, sin una preferencia marcada; por el contrario, si el valor es bajo muestran preferencia por algún grupo de hongos, estado de maduración o sustrato (Magurran, 1989). La especie más generalista en los hábitats muestreados fue *Onthophagus fuscus fuscus*, mientras que en familias de hongos y estados de maduración la especie más generalista fue *Oniticellus rhinocerus* (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diversidad de las especies micetófilas saprófagas. HB = Habitats, FH = Familias de hongos, EM = Estados de maduración.

	<i>Oniticellus rhinocerus</i>	<i>Onthophagus fuscus fuscus</i>
HB	2.866	2.935
FH	2.17	1.44
EM	3.027	2.033

Para saber si los datos son significativos se utilizó la prueba de "t" con un intervalo de confianza del 95 %. Está indica si las diferencias observadas son reales y pueden tener un significado. Este análisis estadístico lleva a la selección entre dos alternativas: 1 la diferencia puede existir por casualidad (hipótesis nula=Ho), 2 la diferencia es significativa (hipótesis alterna=Ha), la fórmula es:

$$"t" \text{ crítica} = n_1 + n_2 - 2 = \text{gl}$$

$$"t" \text{ calculada} = \frac{X_1 - X_2}{Sp^2 (1/n_1 + 1/n_2)} \quad \text{En donde:}$$

n_1 = no. de muestras de la población 1

n_2 = no. de muestras de la población 2

x_1 = media de la población 1

x_2 = media de la población 2

Sp^2 = varianza ponderada

Si "t" calculada < "t" crítica se acepta Ho

Si "t" calculada > "t" crítica se rechaza Ho

Cuadro 4. Valores de "t" calculada y "t" crítica

	"t" calculada	"t" crítica (gl)
HB	2.62	2.31 (8)
FH	0.66	2.36 (7)
EM	1.61	2.57 (5)

Los resultados indican que las diferencias sólo son significativas (se rechaza H_0) para los hábitats muestreados mientras que para las familias de hongos y estados de maduración no son significativos, esto es se acepta la H_0 .

7. Asociación de las especies de Scarabaeidae

Para la evaluación de los parámetros, V =índice de asociación entre las especies y W =evalúa si las desviaciones de 1 son significativas, se consideró a cada registro de recolecta como unidad de muestreo. El valor para $V = 44$ indica una asociación negativa para las cuatro especies, esto es, las especies se encuentran en los basidiomas de manera independiente, lo que se refuerza con el valor de $W = 38.00$ que está dentro de los límites críticos de $X^2 = 3.84$. El valor obtenido cae en la zona de rechazo, con un nivel de significancia de 0.05. Todas las parejas de especies presentaron una asociación negativa aún cuando en algunas ocasiones estuvieron presentes en un mismo hábitat dos de ellas, como en el caso de *Oniticellus rhinocerus* y *Onthophagus fuscus fuscus*. En otras palabras, entre las especies, no hay competencia por el alimento dados sus hábitos generalistas, ya que pueden utilizar varios recursos alimentarios.

VIII. CONCLUSIONES

- 1.- Por el bajo número de taxa aquí registrados (*Oniticellus rhinocerulus*, *Onthophagus fuscus fuscus*, *O. tarascus jaliscensis* y *Phanaeus endymion*) y los citados en otros estudios realizados sobre esta familia, es notable la poca preferencia de coleópteros Scarabaeidae por los hongos, específicamente por Basidiomycetes.
- 2.- De los 111 ejemplares de Scarabaeidae micetócolos, el 98 % de los individuos se agruparon en la categoría de micetófilos saprófagos, esto es debido a la abundancia de las especies que ahí se incluyen.
- 3.- Existe una preferencia de los Scarabaeidae por basidiomas de las familias Boletaceae e Hydnaceae, por las etapas de descomposición IIIB y IV, encontrándose indistintamente en el contexto del pileo, estípite y en el suelo junto o debajo de los basidiomas.
- 4.- Se deduce que las especies de Scarabaeidae micetócolas saprófagas muestran un comportamiento generalista en cuanto a los recursos alimentarios utilizados, sean hongos u otro tipo de alimento.

IX. LITERATURA CITADA

- Anduaga, S. 2000. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados a hongos en la Sierra Madre Occidental, Durango, México: Con una compilación de las especies micetófagas. *Acta Zool. Mex.*, (nueva serie) (80): 119-130.
- Anduaga, S. y G. Halffter. 1991. Micofagia en Scarabaeidae [pp. 151-169]. En: Navarrete-Heredia, J. L. y G. A. Quiroz-Rocha (eds.). *Memorias I Simposio Nacional sobre la Interacción Insecto-Hongo*. Sociedad Mexicana de Entomología, Facultad de Ciencias, Instituto Gran Unión A. C., Veracruz.
- Arnett, R. H., Jr. 1985. *American insects. A handbook of the Insects of America North of Mexico*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn and N. F. Johnson. 1992. *An introduction to the study of insects*. Harcourt Brace College Publishers, Fort Worth.
- Breitenbach, J. and F. Kränzlin. 1995. *Fungi of Switzerland. Vol. 4. Agarics 2nd part*. Mycologia, Lucerne.
- Bruns, T. D. 1984. Insect mycophagy in the Boletales: fungivore diversity and the mushroom habitat [pp. 91-129]. In : Wheeler, Q. D. and M. Blackwell (eds.). *Fungus-insect relationships: perspectives in ecology and evolution*. Columbia University Press, New York.
- CETENAL. 1974. Carta topográfica. F -13-D-54.
- Costa, C. 2000. Estado de conocimiento de los Coleoptera Neotropicales [pp 99-114]. En: Martín-Piera, F., J. J. Morrone y A. Melic (eds.). 2000. *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PrIBES 2000*. m3m - Monografías Tercer Milenio, vol.1. SEA, Zaragoza.
- Cházaro, B. M. y J. N. Guerrero. 1991. Los tipos de vegetación en Jalisco. En: Cházaro, M., D. E. Lomelí, R. Acevedo y S. Ellerbracke (comp.). *Antología botánica del Estado de Jalisco (México)*. Departamento de Geografía y Ordenamiento Territorial, Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- De la Fuente, J. A. 1994. *Zoología de Artrópodos*. Mc Graw-Hill, Madrid.
- Delgado, L. 1997. Distribución estatal de la diversidad y nuevos registros de Scarabaeidae (Coleoptera) mexicanos. *Folia Entomol. Mex.*, (99): 37-56.
- Delgado, L. 1999. Una nueva especie de *Onthophagus* asociada a madrigueras de mamíferos, con nuevos registro para otros Scarabaeinae mexicanos (Coleoptera: Scarabaeidae). *Dugesiana*, 6 (1): 33-39.
- Delgado, L, A. Pérez y J. Blackaller. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenéricos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomol. Mex.*, (110): 38-87.
- Deloya, C. y M. A. Morón. 1998. Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) necrófagos de "Los Tuxtlas", Veracruz y Puerto Angel, Oaxaca, México. *Dugesiana*, 5 (2): 17-28.
- Edmons, W. D. 1994. Revision of *Phanaeus* Mc Cleay, a new world genus of Scarabaeinae dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Contrib. Sc. Nat. Hist. Mus., Los Angeles County*, (443): 1-105.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

- Guzmán, G. 1987. **Identificación de los hongos comestibles venenosos, alucinantes y destructores de la madera.** Limusa, México, D. F.
- Hawksworth, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Myc. Res.*, 95: 641-647.
- Herrera, T. y M. Ulloa. 1998. **El reino de los hongos: Micología básica aplicada.** Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica, México, D. F.
- Lawrence, J. F. 1982. Coleoptera [pp 482-553]. En: S. P. Parker (ed.). **Synopsis and classification of living organisms.** Mc Graw-Hill, Inc., New York.
- Leschen, R. A. B. 1994. Fungal host use in two species of *Derodontus* LeConte (Coleoptera: Derodontidae). *Coleopts. Bull.*, 48 (2): 126-130.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. **Statistical Ecology: A primer on methods and computing.** John Wiley and Sons, New York.
- Magurran, A. E. 1989. **Diversidad ecológica y su medición.** Vendrá, Barcelona.
- Méndez, J. A. 1996. **Estudio comparativo de los coleópteros (Insecta) asociados a *Pleurotus* spp. (Basidiomycetes) en el Bosque de La Primavera y en la zona de desechos del cultivo de hongos del Instituto de Botánica, U. de G. Jalisco.** Tesis de licenciatura, División de Ciencias Biológicas y Ambientales, C.U.C.B.A., Universidad de Guadalajara, Zapopan.
- Morón, M. A. 1979. Fauna de coleópteros Lamelicornios de la Estación de Biología Tropical, "Los Tuxtlas", Veracruz, UNAM. México. **Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología**, 50 (1): 375-454.
- Morón, M. A. 1984. **Escarabajos 200 millones de años de evolución.** Publ. 14 Instituto de Ecología, México, D. F.
- Morón, M. A. 1992. Adiciones al género *Plusiotis* Burmeister, 1884 (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae). **G. It. Ent.**, 6: 59-78.
- Morón, M. A. y C. Deloya. 1991. Los coleópteros Lamelicornios de la Reserva de la Biosfera "La Michilía", Durango, México. **Folia Entomol. Mex.**, (81): 209-283.
- Navarrete-Heredia, J. L. 1991. Análisis preliminar de los coleópteros micetócolos de San José de los Laureles, Morelos, México [pp. 115-149]. En: Navarrete-Heredia J. L. y G. A. Quiroz-Rocha (eds.). **Memorias I Simposio Nacional sobre la Interacción Insecto-Hongo.** Sociedad Mexicana de Entomología, Facultad de Ciencias, Instituto Gran Unión A. C., Veracruz.
- Navarrete-Heredia, J. L. 1996. Is the apparent rarity of *Liatongus monstruosus* (Bates) (Coleoptera: Scarabaeidae) real or artifact of collecting? **Coleopts. Bull.**, 50 (3): 216-220.
- Navarrete-Heredia, J. L. 2001. New Mexican state records for *Oniticellus rhinocerus* Bates and *Euoniticellus intermedius* (Reiche) (Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Coleopts. Bull.**, 56 (4): 201-202.
- Navarrete-Heredia J. L., L. Delgado y H. E. Fierros-López. 2001. Coleoptera Scarabaeoidea de Jalisco, México. **Dugesiana**, 8 (1): 37-93.
- Navarrete-Heredia, J. L. y N. E. Galindo-Miranda. 1998 (1997). Escarabajos asociados a Basidiomycetes en San José de los Laureles, Morelos, México (Coleoptera: Scarabaeidae). **Folia Entomol. Mex.**, (99): 1-16.
- Navarrete-Heredia, J. L. y G. A. Quiroz-Rocha. 1991. Los insectos asociados a hongos: Antecedentes y perspectivas para México [pp. 45-72]. En : Navarrete-Heredia J. L. y G. A. Quiroz-Rocha (eds.). **Memorias I Simposio Nacional sobre la Interacción Insecto-Hongo.** Sociedad

- Mexicana de Entomología, Facultad de Ciencias, Instituto Gran Unión A. C., Veracruz.
- Quiroz-Rocha, G. A. 1997. Coleoptera: *Phanaeus endymion* Harold, 1863. *Dugesiana*, 4 (1): 30-31.
- Rodríguez, C. A. y M. Cházaro. 1987. Guía de la excursión botánica al Volcán de Tequila [pp. 75-100]. En: Zamudio S., F. Guevara y J. Pérez de la Rosa (coord.). **Gufas de excursiones botánicas en México VIII X Congreso Mexicano de Botánica**. Universidad de Guadalajara y Sociedad Botánica de México, Guadalajara.
- Rodríguez, O., M. Garza y L. Guzmán-Dávalos. 1994. Inventario preliminar de los hongos del Volcán de Tequila, estado de Jalisco, México. *Rev. Mex. Mic.*, 10 : 103-111.
- Rubio-Bustos, S. Y., L. Guzmán-Dávalos y J. L. Navarrete-Heredia. 2000 (1999). Especies entomopatógenas de *Cordyceps* (Fungi, Ascomycotina) en México. *Bol. Inst. Bot.*, 7 (1-3): 135-157.
- Rzedowski, J. 1981. **Vegetación de México**. Ed. Limusa, México, D. F.
- Rzedowski, J. y R. Mc Vaugh. 1966. **La vegetación de Nueva Galicia**. Univ. Mich. Press, Ann Arbor.
- Scheerpeltz, O. und K. Höpfel, 1948. **Käfer und Pilze**. Verlag für Jugend und Volk, Wien.
- Secretaría de Gobernación, Gobierno del Estado de Jalisco, Centro Nacional de Estudios Municipales y Centro Estatal de Estudios Municipales de Jalisco. 1988. **Enciclopedia de los Municipios de México: Los municipios del estado de Jalisco**. Secretaría de Gobernación, Gobierno del Estado de Jalisco, Centro Nacional de Estudios Municipales y Centro Estatal de Estudios Municipales de Jalisco, Guadalajara.
- Zunino, M. y G. Halffter. 1988. **Análisis taxonómico, ecológico y biogeográfico de un grupo americano de *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae)**. Monogr. IX Mus. Reg. di Scienze Nat., Torino.

Apéndice I. Scarabaeidae micetócolos y sus huéspedes en el volcán de Tequila, Jalisco, México. (meses de recolecta 1=enero,...12=diciembre).

Especie	Taxón hospedero	Estado de madurez del basidioma	No. de machos (♂) y hembras (♀)	No. de veces recolectado	Meses de recolecta
<i>Onticellus rinocerulus</i>	<i>Boletus</i>	III A	2 ♂ 2 ♀	3	6, 8
		III B	6 ♂ 10 ♀	3	6, 7, 9
		IV	18 ♂ 13 ♀	4	6, 7, 9
	<i>Hydnum</i>	III A	5 ♂	4	8
		III B	3 ♂ 4 ♀	4	8, 9
	<i>Russula</i>	II	2 ♂ 1 ♀	2	7
		III A	3 ♂ 2 ♀	3	8, 9
		III B	2 ♂	3	7, 9
	<i>Ramaria</i>	II	1 ♂	1	8
	Agarical no determinado	III B	1 ♂ 1 ♀	2	7, 9
<i>Onthophagus fuscus fuscus</i>	<i>Boletus</i>	III A	1 ♂	1	8
		III B	1 ♂ 3 ♀	2	7
		IV	10 ♂ 10 ♀	1	7
	<i>Hydnum</i>	III A	1 ♂	1	9
		III B	1 ♂	1	8
	<i>Russula</i>	III B	1 ♂ 1 ♀	1	7
	Agarical no determinado	III A	1 ♂	1	9
	<i>O. tarascus jaliscensis</i>	<i>Russula</i>	III B	1 ♂	1
<i>Phanaeus endymion</i>	Agarical no determinado	IV	1 ♂	1	7