- _____ y F. B. Yap, 1938a. Root-knot injury restricted by a nematode trapping fungus. *Phytopathology* 28: 14-15.
- _____ y J. J. Oliveira, 1938b. Reduction of soil populations of root-knot nematode during decomposition of organic matter. *Soil. Sci.* 45: 127-141.
- Mai, W. F. y H. H. Lyon, 1975. *Pictorial key to the genera of plant parasitic nematodes*. Cuarta edición. Cornell University Press, Londres, 218 p.
- Manakau, R., 1968. Soil fungistasis and nematophagous fungi. *Phytopathology* 52: 611-615.
- Monoson, H. L., 1968. Trapping effectiveness of five species of nematophagous fungi cultured with mycophagous nematodes. *Mycologia* 60: 788-801.
- Mundo Ocampo, M., 1978. Estudio sobre el comportamiento como predador de nemátodos de *Dactylaria leptospora*. Resúmenes del VII Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología A.C. Oaxtepec Mor., pp 77-79.
- Olthof, T. H. A. y R. H. Estey, 1966. Carbon and nitrogen levels of a medium in relation to growth and nematophagous activity of *Arthrobotrys oligospora* Fresenius. *Nature* 209: 1158.
- _____, 1969. Reduction of root-knot of tomatoes in dextrose and ammonium nitrate amended soil infested with the nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora*. *Nematologica* 15: 157-179.

MICOFAGIA EN LA RATA MONTERA *NEOTOMA MEXICANA* (MAMMALIA, RODENTIA)

Por Oscar J. Polaco, Gastón Guzmán*, **
Laura Guzmán Dávalos y Ticul Alvarez***

MYCOPHAGY IN *NEOTOMA MEXICANA* (MAMMALIA, RODENTIA)

SUMMARY

A study on the mushrooms and lichens found in three dens of the field rat *Neotoma mexicana madrensis* Goldman is discussed. The observations were made in the State of Durango (NW of Mexico). 234 carpophores were collected of which 18 genera in 21 species were identified. Only 40% of the material was not identified, but it belongs to fragments of Agaricales. This group was the most numerous in the three dens. Only two species of *Scleroderma* in the *Gasteromycetes*, one species of *Peziza* in the *Ascomycetes* and one lichen (*Everniastrum cirrhatum*) were found. It is interesting to observe that between the studied fungi, were found poisonous species as *Amanita*, *Naematoloma*, *Inocybe*, *Cortinarius*, and *Scleroderma*, in concordance with the bibliography as Fogel & Trappe (1978) who reported even *Amanita phalloides* and *A. muscaria* and others in the feedings habitat of small mammals. This is the first report of mycophagy by small animals in Mexico.

RESUMEN

Se presentan los resultados de las observaciones de los hongos y líquenes encontrados en tres nidos de la rata montera *Neotoma mexicana madrensis* Goldman en la Sierra de Michis, en la Reserva de la Biósfera La Michilia, en el Estado de Durango. Se colectaron 234 carpóforos, de los cuales se identificaron 18 géneros en 21 especies. Solamente el 40% del material no fue identificado, pero todo éste se adscribe a restos de carpófo-

* Bajo un programa micológico financiado por el CONACYT.

** A partir de octubre 1o., 1982 su dirección es: INIREB, Apartado Postal 63, Xalapa, Veracruz (México).

*** Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. México, D.F.

ros de Agaricáceos. Fueron precisamente los Agaricales los hongos más numerosos; le siguen los Gasteromycetes con dos especies de *Scleroderma*, un Ascomycete (*Peziza* sp.) y un líquen (*Everniastrum cirrhatum*). Entre los hongos identificados están varios tóxicos, como especies de *Amanita*, *Naematoloma*, *Inocybe*, *Cortinarius* y *Scleroderma*, lo que concuerda con la bibliografía. Fogel & Trappe (1978) citaron, por ejemplo, *Amanita phalloides*, *A. muscaria* y otras especies de Basidiomycetes venenosos, en relación con la dieta alimenticia de pequeños mamíferos de E.U.A. y Canadá. Este es el primer estudio de la micofagia entre animales, realizado en México.

INTRODUCCION

La micofagia entre los animales, especialmente en pequeños mamíferos, ha sido estudiada desde hace mucho tiempo en Europa y E.U.A. Cooke en 1890 (según Fogel y Trappe, 1978) observó en Inglaterra, que varios animales comen hongos. Hastings y Mottram (1914-1916) estudiaron también en Inglaterra, el consumo de macromicetos por diversos roedores. Dowding (1955) encontró esporas de *Endogone* en el tracto digestivo de roedores del Canadá y Trappe y Maser (1976) esporas de *Glomus* en *Microtus* en E.U.A. Fogel y Trappe (1978) y Maser *et al.* (1978) estudiaron la micofagia en pequeños mamíferos de E.U.A.

En el citado trabajo de Fogel y Trappe se hizo una extensa revisión bibliográfica sobre el tema, mostrando las numerosas especies de hongos que se han citado, en relación con la dieta alimenticia de pequeños mamíferos. Registraron las familias Endogonaceae (Phycomycetes), Elaphomycetaceae, Hypocreaceae, Helvellaceae, Morchellaceae, Pezizaceae y Tubercaceae (entre los Ascomycetes) y muchas de los Agaricales y algunas de los Gasteromycetes (entre los Basidiomycetes). Hicieron ver también dichos autores, que en algunos animales, tales como *Eutamias townsendii*, la dieta anual de hongos llega alcanzar hasta el 72% del total del contenido estomacal, no así en otros mamíferos, como *Apudomus flavicollis* en donde solamente es de 1%.

En México no se ha estudiado la micofagia entre los animales, a pesar de la riqueza micoflórfística y faunística en el Territorio Nacional. Sólo se han hecho observaciones casuales, como la que hizo uno de los autores (Guzmán) en el Cerro del Tepozteco, en Tepoztlán, Mor., en donde encontró que *Melanogaster ambigua* era consumido por cerdos que andaban libremente en el bosque, escurbando en busca de este hongo (Trappe y Guzmán, 1971). El mismo autor observó en 1963 en el Criadero de Venados de San Cayetano de la SARH, en el Estado de México, a un venado comiendo plácidamente un carpóforo de *Russula brevipes*.

MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo se discuten los resultados de las observaciones realizadas, en nidos de la rata campera, *Neotoma mexicana madrensis*, en un lugar de la Sierra de Michis, Sur de Vicente Guerrero, este de Mezquital, localizado a 23°24' Norte y 104°14' Oeste, en la Reserva de la Biósfera de La Michilia, en el Estado de Durango, a 2500 m de altitud. La vegetación de la zona está representada por un bosque de *Pinus-Quercus* con algunos *Juniperus*.

De los cinco nidos estudiados, solamente en tres se encontraron hongos. En el nido No. 1 el 28 de febrero de 1979 y en los nidos Nos. 3 y 5 el 1o. de marzo de 1979. Dicho material fúngico fue colectado por dos de los autores (Polaco y Alvarez), como parte del estudio sobre los roedores de La Michilia, en colaboración con el Instituto de Ecología, bajo la dirección del Dr. Gonzalo Halfter, a quien los autores reconocen su valiosa ayuda. Estos hongos fueron estudiados en el laboratorio por los otros dos autores (Guzmán y Guzmán-Dávalos), siguiendo las técnicas ordinarias de micología, a través de preparaciones microscópicas montadas en KOH al 5% o en solución de Melzer (este último medio para detectar el almidón en esporas o en hifas). Los hongos se encontraban en general muy destruidos o mordidos, siendo en muchos casos imposible su identificación. Todos los especímenes fúngicos se han depositado en el Herbario de la ENCB y las ratas en la Colección de Mamíferos del Departamento de Zoología de la misma Institución. Duplicados de los hongos se encuentran en el Herbario XAL (del INIREB).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

El total de ejemplares de hongos estudiados es de 234 carpóforos, de los cuales el 60% se logró identificar cuando menos a género. El 40% restante se adscribe a desechos de carpóforos de Agaricales. El material estudiado pertenece a 18 géneros, en 21 especies, de las cuales únicamente se identificaron 13, como se muestra en la tabla No. 1. Solamente se encontró un Ascomycete (*Peziza* sp.) y un líquen (*Everniastrum cirrhatum*); el resto pertenece a los Basidiomycetes (Agaricales con 16 géneros y Gasteromycetes con un género).

De los tres nidos estudiados, el No. 1 resultó el más rico en hongos, con 17 especies y más o menos 50 ejemplares de Agaricáceos diversos; el nido 3 presentó 4 especies y alrededor de 20 ejemplares de Agaricáceos y el nido No. 5 con 5 especies y aproximadamente 25 carpóforos de Agaricáceos (ver tabla No. 2). Es interesante observar la heterogeneidad fúngica en los nidos; solamente *Collybia maculata* fue común en los tres nidos. Las especies de *Scleroderma* únicamente se presentaron en los nidos 3 y 5. *Naematoloma fasciculare* fue especialmente abundante en el primer nido, con 75 carpóforos. En dicho nido le siguió en importancia *Collybia maculata* con 11 fructificaciones. En todos los nidos la dominancia de hongos estuvo entre los Agaricales.

Resultó también interesante notar la ausencia de Endogonáceos, los cuales según la bibliografía consultada, son muy frecuentes en la dieta alimenticia de muchos mamíferos pequeños en E.U.A. y Canadá. Los Endogonáceos son más o menos comunes en México; Trappe y Guzmán (1971) citaron *Glomus fulvus* (= *Endogone fulvus*) de Morelos y recientemente uno de los autores (Guzmán) colectó grandes cantidades de este hongo en los bosques de Quintana Roo. El haber encontrado más Agaricales, concuerda con las observaciones de Hasting y Mottram (1914-1916) en Inglaterra, quienes registraron solamente un Ascomycete (*Elaphomyces granulatus*) y un Gasteromycete (*Scleroderma citrinum*) de 42 hongos estudiados adscritos a los Agaricales.

Otro aspecto importante en el presente estudio, es el hecho de haber encontrado un líquen en uno de los nidos. Hasta ahora, no se conocían los líquenes en la dieta alimenticia de los mamíferos, a excepción del caso de los renos en las tundras del norte de Europa y Canadá, en donde es común que se alimenten estos animales con *Cladonia rangiferina*. El registro de *Everniastrum cirrhatum* es doblemente interesante, debido a que

Tabla 1. ESPECIES FUNGICAS ESTUDIADAS EN LOS TRES NIDOS DE
Neotoma mexicana madrensis

Especies	Número de carpóforos
ASCOMYCETES	
<i>Peziza</i> sp.	1
BASIDIOMYCETES	
Agaricales	
<i>Amanita</i> sp.	1
<i>A.</i> sp. aff. <i>muscaria</i> (L. ex Fr.) Hook.	1
<i>Boletus</i> sp.	1
<i>Clitocybe gibba</i> (Pers. ex Fr.) Kumm.	2
<i>Collybia maculata</i> (Fr.) Quél.	16
<i>Cortinarius</i> sp.	1
<i>Gymnopilus spectabilis</i> (Fr.) A.H. Smith	4
<i>Hygrophorus coccineus</i> (Fr.) Fr.	1
<i>Inocybe</i> sp.	3
<i>Laccaria laccata</i> (Scop. ex Fr.) B. & Br.	1
<i>Melanoleuca</i> sp.	2
<i>Naematoloma fasciculare</i> (Huds. ex Fr.) Karst.	75
<i>N. capnoides</i> (Fr.) Karst.	6
<i>Rhodophyllus</i> sp.	6
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff. ex Schw.) Fr.	1
<i>Strobilomyces floccopus</i> (Vahl. ex Fr.) Karst.	2
<i>Stropharia semiglobata</i> (Batsch ex Fr.) Quél.	1
Agaricáceos diversos no identificados*	95
	(aproximadamente)
Gasteromycetes	
<i>Scleroderma aerolatum</i> Ehrenb.	2
<i>S. bovista</i> Fr.	7
LIQUENES	
<i>Everniastrum cirrhatum</i> (Fr.) Hale	1
Total:	234

* Carpóforos muy destruidos

este líquen es nuevo en la dieta de los mamíferos y a su vez la primera cita de la especie en el Estado de Durango.

Entre los hongos identificados llama la atención la presencia de especies tóxicas en los nidos; por ejemplo, el nido 3 tenía 8 carpóforos de dos especies de *Scleroderma* y en el nido 1 se encontraron 75 fructificaciones de *Naematoloma fasciculare*; estos hongos, junto con las especies de *Inocybe* y *Cortinarius* y probablemente *Gymnopilus spectabilis* y *Naematoloma*

Tabla 2. DISTRIBUCION DE LOS HONGOS ESTUDIADOS POR NIDO

Nido 1	Ejemplares
<i>Amanita</i> sp.	1
<i>A.</i> sp. aff. <i>muscaria</i>	1
<i>Boletus</i> sp.	1
<i>Clitocybe gibba</i>	1
<i>Collybia maculata</i>	11
<i>Gymnopilus spectabilis</i>	4
<i>Hygrophorus coccineus</i>	1
<i>Laccaria laccata</i>	1
<i>Melanoleuca</i> sp.	2
<i>Naematoloma capnoides</i>	6
<i>N. fasciculare</i>	75
<i>Rhodophyllus</i> sp.	6
<i>Russula cyanoxantha</i>	1
<i>Strobilomyces floccopus</i>	2
<i>Stropharia semiglabata</i>	1
Agaricáceos diversos no identificados	50
	(aproximadamente)
<i>Peziza</i> sp.	4
<i>Everniastrum cirrhatum</i>	1
Nido 3	
<i>Clitocybe gibba</i>	1
<i>Collybia maculata</i>	1
Agaricáceos diversos no identificados	20
	(aproximadamente)
<i>Scleroderma areolatum</i>	1
<i>S. bovista</i>	7
Nido 5	
<i>Collybia maculata</i>	4
<i>Cortinarius</i> sp.	1
<i>Inocybe</i> sp.	3
Agaricáceos diversos no identificados	25
	(aproximadamente)
<i>Scleroderma areolatum</i>	1
<i>Peziza</i> sp.	1

capnoides, son tóxicos del grupo gastro-intestinal, como lo indicó Guzmán (1980). Estas observaciones concuerdan con las de Hatt quien en 1929 (según Fogel y Trappe, 1978), registró *Amanita phalloides* en la dieta alimenticia de *Tamiasciurus hudsonianus*, un hongo muy venenoso que provoca la lisis de las células hepáticas y posteriormente la muerte en el hombre. Otros hongos tóxicos citados en la bibliografía (Hasting y Mottram, 1914-1916; Fogel y Trappe, 1978) son *Amanita muscaria*, *Russula emetica* y especies de *Cortinarius* e *Inocybe*, además de *Scleroderma hypogaeum*, *S. citrinum* y *Naematoloma fasciculare*.

Con esto se demuestra que la fisiología o la tolerancia de los mamíferos pequeños a ciertas toxinas, no es igual a la del hombre, por lo que resulta peligroso o confuso usar pequeños mamíferos en el laboratorio, para investigar alimentos tóxicos hacia el hombre.

Finalmente, es interesante comentar la importancia que juegan los mamíferos en la diseminación de las esporas de los hongos y por ello, en la distribución de las especies. Varios trabajos han demostrado la presencia de esporas en el contenido estomacal de animales y su viabilidad, al hacerlas germinar en medios de laboratorio. La importancia ecológica de la micofagia en un bosque es enorme, ya que en parte a ella, dicho bosque se mantiene normal, inclusive desde el punto de vista de la distribución y mantenimiento de la micorriza, tan significativa en el equilibrio de un bosque.

LITERATURA CITADA

- Dowding, E. S., 1955. *Endogone* in Canadian Rodents. *Mycologia* 47: 51-57.
- Fogel, R. y J. M. Trappe, 1978. Fungus consumption (mycophagy) by small animals. *Northwest Science* 52: 1-31.
- Guzmán, G., 1980. Las intoxicaciones producidas por los hongos. *Ciencia y Desarrollo (Conacyt)* 32: 129-134.
- Hastings, S. y J. C. Mottram, 1914-1916. Observations upon the edibility of fungi for rodents. *Trans. Brit. Myc. Soc.* 5: 364-378.
- Maser, Ch., J. M. Trappe y R. A. Nussbaum, 1978. Fungal-small mammals interrelationships with emphasis on Oregon coniferous forests. *Ecology* 59: 799-809.
- Trappe, J. M. y G. Guzmán, 1971. Notes on some hypogaeus fungi from Mexico. *Mycologia* 63: 317-332.