

DIVERSIDAD Y MANEJO DE LOS TERMES DE MÉXICO (HEXAPODA, ISOPTERA)

José Tulio MÉNDEZ MONTIEL¹ & Armando EQUIHUA MARTÍNEZ²

¹Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales

²Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad

RESUMEN

Los termes en México son en general un grupo poco estudiado. En el presente documento se reportan 79 especies con distribución conocida en México, aunque se calcula que pueden existir 150 especies. También se presenta un análisis del papel funcional de estos organismos en algunos ecosistemas del mundo tanto en el mejoramiento de los suelos como en el reciclaje de nutrientes. Se discuten algunas áreas en México donde se ha estudiado su diversidad taxonómica y se citan ejemplos importantes de especies asociadas a agrosistemas. Finalmente se incluye un análisis del manejo de los termes en nuestro país y se proponen líneas de investigación futuras que permitan tener un conocimiento más sólido del grupo.

Palabras clave: Termitas, taxonomía, ecología, manejo, México.

ABSTRACT

In general mexican termites have been poorly studied. In this paper we report 79 species for the country, although some authors calculate that the total number of species could reach 150. A review of some taxonomic diversity studies in agricultural ecosystems is also presented. Finally an analysis of termite management in the country and future lines of research is provided.

Key words: Termites, taxonomy, ecology, management, Mexico.

INTRODUCCIÓN

Los termes se alimentan principalmente de madera y otros materiales celulósicos y, como algunos Coleoptera, se distinguen de otros grupos de insectos xilófagos por su capacidad de degradar la celulosa. Por su impacto sobre la madera aserrada y procesada, así como en casas habitación, se le considera un grupo de gran importancia económica mundial. Por su biología, comportamiento y organización social (eusocial), ha sido un grupo muy estudiado, particularmente en los trópicos del mundo. Además de su indudable importancia económica, los termes pertenecen a un grupo de trascendencia ecológica en desiertos, bosques y selvas. Participan en los ciclos biogeoquímicos, los procesos de reciclaje de nutrientes y en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo. Por su alta producción de individuos sin alas y alados es una fuente de alimento para muchas aves, reptiles y mamíferos. Los termes pueden utilizarse como indicadores de la calidad del suelo junto con algunos grupos de invertebrados, como las lombrices, los colémbolos y nemátodos entre otros (Stork & Eggleton 1992).

Aunque se ha identificado 63 especies en México (Canello & Myles 2000), para la mayoría aún se desconoce su biología y en muchos de los

ecosistemas se carece de información sobre su diversidad planeta (Black & Okwakol 1997). Es indudable la necesidad de emprender investigaciones que permitan familiarizarnos con su variabilidad y su función en ecosistemas naturales y manejados. En estos últimos, se han registrado impactos económicos de importancia en los ecosistemas agrícolas y forestales. Considerando que los termes tienen una gran importancia ecológica y que son un grupo capaz de degradar una cantidad substancial de la biomasa de madera, es necesario ampliar su estudio en México para comprender su papel en el funcionamiento de los ecosistemas.

IMPORTANCIA EN LOS PROCESOS DEL SUELO

La importancia ecológica de los termes en los ecosistemas forestales tropicales y en los desérticos de la región Neártica, está estrechamente relacionada con los ciclos biogeoquímicos (nutrientes), tales como los del hidrogeno, carbón, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo (Staley & Orians 1992). Las referencias acerca de sus funciones en el suelo son abundantes y según Stork & Eggleton (1992), forma parte de los principales grupos de invertebrados del suelo que pueden ser útiles para evaluar la calidad del suelo, mediante la determinación de su abundancia, biomasa, densidad y riqueza de especies. Criterios biológicos que, combinados con otras características no biológicas como aspectos hidrológicos, físicos y químicos, sirven para obtener índices representativos de la calidad del suelo.

Son numerosas las especies de Isóptera que habitan en los suelos, ya sea dentro de la madera del mantillo (termes de madera seca y húmeda) o bien dentro del suelo (termes subterráneos y los que se alimentan del mantillo). Ambos grupos desempeñan una función benéfica, representada por la degradación de la madera y el mantillo, el acondicionamiento físico y químico del suelo, así como el aprovisionamiento de nichos para un gran número de organismos.

Lavelle *et al.* (1992), proponen cuatro sistemas principales de regulación biológica, que directamente intervienen en la descomposición mediante sus actividades digestivas y la producción de heces: a) sistema radicular superficial y mantillo, b) rizósfera, c) drilósfera y d) termitósfera. Este último grupo, está definido por los termes, el suelo y la micoflora cuyas comunidades son diversas y en ocasiones altamente especializadas.

Los termes son capaces de degradar la celulosa de los vegetales con la ayuda de protozoarios, bacterias y levaduras que viven dentro de su tracto intestinal. Esta asociación simbiótica permite su alimentación con base a celulosa y sus propias heces fecales, que terminan por incorporarse al suelo. En Colombia, Parra y Soto (1992) encontraron que las especies que se alimentan del mantillo o troncos caídos, fueron importantes degradadores naturales de la materia vegetal del suelo. Algunas especies de termitas pueden incrementar la cantidad de materia orgánica, al transportarla de la superficie hacia el subsuelo, y al mezclarla con el suelo (McGregor 1950, Coaton 1954, citados por Spears *et al.* 1975). Al usar el suelo de varias profundidades para la construcción de sus galerías y nidos, los termes redistribuyen los diferentes substratos los cuales son posteriormente afectados por los procesos de erosión y lluvia (Lee & Wood 1971). Las especies de termes que construyen sus nidos a partir de partículas de suelo tienen un efecto marcado en la estructura y propiedades del suelo; las más evidentes dentro de éstas son las constructoras

de montículos, como por ejemplo especies de *Macrotermes* en Africa; las que construyen termiteros menos obvios o subterráneos tienen, sin embargo, igual importancia (Bodine & Ueckert 1975). Lee & Wood (1971) señalan también que los termites seleccionan partículas finas del horizonte B para construir sus termiteros en la superficie, demostrando que este movimiento y mezcla de materiales del suelo cambia su textura a través de largos periodos de tiempo. Las especies subterráneas, al hacer sus túneles dentro del suelo, facilitan la aireación (de particular importancia en suelos compactados; Hadlington 1987) e incrementan la infiltración del agua (Mackay *et al.* 1987).

Algunos géneros se pueden considerar como elementos clave de los ecosistemas. Por ejemplo *Gnathamitermes* es un género muy importante en la descomposición de la materia orgánica en el desierto chihuahuense, pudiendo consumir hasta el 100% de ella y reducir significativamente el tiempo de descomposición de la hojarasca (Mackay *et al.* 1987). En otro ejemplo de áreas desérticas la abundancia de las especies *Heterotermes aureus* (Snyder), *Gnathamitermes perplexus* (Banks) *G. tubiformans* (Buckley), *Paraneotermes simplicicornis* (Banks), *Amitermes wheleri* (Desneux) y *Amitermes minimus* Light, alcanza un total de 1025 termitas / m² (Haverty & Nutting 1974), con un efecto importante en la incorporación de materia orgánica al suelo. En Tanzania los montículos de los termites alcanzan 5 m de alto y hasta 30 m de diámetro; con el tiempo estas estructuras se degradan hasta tomar la forma de conos aplanados de unos cuantos cm de alto. El material de estos montículos puede ser transportado pendiente abajo y depositarse para formar suelos permeables; en la parte inferior de los montículos, el material fino que se deposita se mantiene dando origen a la formación de suelos impermeables (Matsumoto *et al.* 1991).

En otro estudio en las sabanas de Nigeria, se ha demostrado que los termites consumen anualmente el 36% del mantillo y, debido a la construcción de montículos, modifican notoriamente el perfil y las propiedades de los suelos, con los consecuentes cambios en la vegetación (Abe 1991).

Una estimación global indica que la tasa anual de formación de material superficial por termites es de 100-102 m³ / km², equivalente a la tasa anual de erosión natural de los suelos en áreas tropicales (Tamura 1991).

PATRONES DE DIVERSIDAD FUNCIONAL Y TAXONÓMICA

Lavelle *et al.* (1992) clasifican los invertebrados del suelo en tres categorías en relación al tamaño: i) microfauna (menos de 0.2 mm), ii) mesofauna (0.2 a 1.0 mm), y iii) macrofauna (de más de 1 cm).

Las termitas generalmente se ubican dentro de la macrofauna debido a su tamaño, aunque por sus hábitos pueden ubicarse en otros tres grupos de la macrofauna: a) epígeos, que viven en el mantillo, se alimentan de hojas y detritos en descomposición, con un efecto principal en la fragmentación y digestión parcial del mantillo; entre los termites incluye a grupos de madera seca y húmeda (*Kalotermitidae* y *Termopsidae*), b) endogeos, que viven en el suelo y se alimentan de la materia orgánica y de raíces muertas; lo conforman termitas húmívoras (*Termitidae*, en parte), y c) anécicos, que se alimentan de mantillo pero viven en el suelo, siendo su efecto principal el transporte de mantillo hacia los otros sistemas, y en las características físicas del suelo

(infiltración y aireación); incluye a la mayoría de los termes (Rhinotermitidae y Termitidae).

Los termes pertenecen a un grupo de insectos relativamente poco diverso, con cerca de 2750 especies descritas principalmente de las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Canello & Myles 2000). La región Neotropical se considera la segunda en diversidad de especies, solo superada por la región Etiópica. Para el nuevo mundo se han encontrado 540 especies de las cuales se menciona para México 51 especies (Constantino 1998) y más recientemente 63 especies (Canello & Myles 2000); estos últimos autores, sin embargo, estiman que el número real de especies puede oscilar entre 110 y 150 especies. En el Anexo 1 se presenta la lista de especies de México (basada en Canello & Myles 2000). El Cuadro 1 y la Figura 1 ilustran la distribución de especies por familias y por estados para el país.

En nuestro país no existen estudios detallados sobre los termes de la mayor parte de sus regiones, y aún se desconoce la mayoría de sus patrones de distribución y el papel funcional que juegan dentro de los ecosistemas está poco estudiado. La familia Termitidae es la más diversa en nuestro país, lo que coincide con el patrón de abundancia en los trópicos del mundo. De acuerdo con Canello & Myles (2000) la familia Kalotermitidae se constituye en un grupo importante, además de que nuestro país representa el centro de diversidad en el nuevo mundo. De los cuatro géneros de Rhinotermitidae conocidos para Norteamérica, tres se registran para México (Cuadro 1).

Cuadro 1

Número total de géneros y especies por familia (Canello & Myles 2000 con adiciones de Méndez *et al.* a, b).

FAMILIA	NO. DE GÉNEROS Y ESPECIES
TERMOPSIDAE	3
KALOTERMITIDAE	22
RHINOTERMITIDAE	20
TERMITIDAE	32

En la figura 1 se aprecia la distribución por estados de las especies conocidas en nuestro país. Los estados de Jalisco, Colima, Nayarit, Veracruz y Guerrero sobresalen por la mayor abundancia de especies, coincidiendo con los estudios faunísticos realizados por Ligth (1924), Nickle & Collins (1988) y Méndez *et al.* (en prensa). No se tienen registros de termes en los estados de Durango, Morelos y Queretaro.

Recientemente, y tomando en cuenta datos sobre la tectónica de placas y las diferencias notables entre las faunas de América del Norte y del Sur se ha expuesto un nuevo punto de vista biogeográfico, el cual se fundamenta en las afinidades de la fauna mexicana con otras regiones. Bajo esta perspectiva se considera a nuestro país dentro de la región Neártica, cuyo límite meridional según argumentos geológicos se sitúa entre Nicaragua y Costa Rica, considerándosele como el centro de biodiversidad Neártica (Canello & Myles 2000).

ABUNDANCIA EN REGIONES Y AMBIENTES DE MÉXICO

La importancia de las termitas en los agrosistemas es cada día más notoria; estudios recientes señalan su impacto en sorgo y pasto en el Sur de Sinaloa (Damián 1998) y en caña de azúcar en Veracruz (Lozano 1999, Rodríguez 1999, Martínez 1999). También se mencionan distintas especies causando problemas en plantaciones forestales de maderas preciosas y árboles destinados a la producción de celulosa, particularmente en el Sur de México (Cibrián *et al.* 1995, Izquierdo *et al.* 1999).

Como un estudio de caso tenemos el proyecto en el Sur de Sinaloa sobre desarrollo sostenible de los agroecosistemas. Observaciones preliminares llevadas a cabo en 1999 permitieron constatar una baja incidencia de termes en lotes experimentales y comerciales con leguminosas observándose, en contraste, una incidencia más alta en monocultivo con gramíneas. Por otro lado, se registró también que las heces fecales del ganado son degradadas rápidamente por las termitas, lo que se traduce en una incorporación más rápida de la materia orgánica del suelo. Adicionalmente se encontró que los termes subterráneos fueron más abundantes en los sistemas de producción de forraje, siendo localizados también en las áreas aledañas a los cultivos (en troncos de árboles muertos de la vegetación nativa menos perturbada), en donde fue posible encontrar colonias muy numerosas en sus diferentes estados de desarrollo. Solamente se encontraron problemas de plagas con las formas aladas (reproductores) de *Heterotermes convexinotatus* Snyder, las que atacaron preferentemente los residuos de las cosechas anteriores.

En el mismo estado y en sistemas de producción de forraje (asociación de sorgo y *Mucuna* con labranza mínima), se ha observado una incidencia de termes (sólo en sorgo) cercana al 25 por ciento. En lotes experimentales con leguminosas y sorgo de la variedad "Costeño 201" al voleo en monocultivo (sistema de producción de forraje tradicional), se observaron muchos daños por los termes subterráneos *Gnathamitermes perplexus* (Banks) y *H. convexinotatus*. El sorgo millón al voleo, al ser poco palatable al ganado y a los termes, presentó muy pocos ataques; del mismo modo en el sorgo intercalado con *Dolichus* sp., se observó poco ataque de *G. perplexus*. Damián (1998), sin embargo, cita que los termes pueden consumir de 90 a 100% de los residuos de cosecha de sorgo, evitando con ello que los residuos permanezcan sobre los terrenos durante la época de secas, cuando los fuertes vientos originan erosión eólica. En la misma región, en praderas de pasto llanero (*Andropogon gayanus*) situadas en áreas con alta humedad no se presentaron ataques de termes, pero las praderas localizadas en terrenos bajos y secos fueron atacadas por *G. perplexus*, mientras que en las praderas del zacate bermuda (*Cynodon dactylon*), los estolones fueron atacados por esta especie. Damián (1998) opina que las termitas pueden afectar el brote de estolones hasta en un 70 por ciento, al alimentarse de los rizomas en el momento de la siembra. En monocultivo de maíz, se observaron residuos de cosecha con muchos ataques de termes tanto de *H. convexinotatus*, como de *G. perplexus*. En resumen, en estos estudios se puede decir que los termes tuvieron dos impactos; el positivo fue la rápida incorporación de los residuos de la cosecha y el negativo la muerte de pastos.

Otros casos en donde se ha documentado el efecto nocivo de estos organismos provienen de estudios en los estados de Veracruz y Tabasco. En 1998 en Córdoba, Veracruz se observaron poblaciones altas de *Amitermes*

beaumonti Ligth y *Hetrotermes* sp., que afectaron poco mas de 2,500 ha de caña de azúcar (Lozano 1999), repercutiendo los daños en la cantidad y calidad del azúcar producida.

En Balancán, Tabasco, plantaciones de *Eucalyptus* spp, han sido invadidas por el termes subterráneo *Coptotermes crassus* Snyder (Izquierdo *et al.* 1999), especie que se establece en la parte central de los tallos de los árboles jóvenes (de unos cuantos centímetros de diámetro) y que con el tiempo causan grandes oquedades en los troncos con las consecuentes fuertes perdidas económicas de madera; Cibrián *et al.* (1995) denominan a este daño “síndrome de tronco hueco”.

MANEJO DE LOS TERMES EN MÉXICO

Actualmente las diferentes compañías de agroquímicos en México realizan trabajos de investigación sobre el control químico de los termes en ambientes agrícolas y urbanos. En el Sur de Sinaloa, Damián (1998) investigó el control químico de *H. convexinotatus*, encontrando que en pasto los mejores tratamientos ($p = 0.05$) fueron: clorpirifós 480 C. E. (17.5 ml/3 l de agua), clorpirifós 2% G 20 y 40 kg/ha y carbofurán 5 % G en dosis de 30 y 40 kg/ha. En esquilmos de sorgo el mejor tratamiento fue permetrina en dosis de 10 ml/3 l de agua.

En diferentes partes del mundo, el control de termes tiende, por un lado, a usar productos poco contaminantes y de rápida degradación, y por el otro a utilizar métodos alternativos. Tal es el caso de los cebos (alimentos a base de celulosa) que son colocados en recipientes e introducidos en el suelo, en sitios estratégicos, y a los cuales se les adiciona un producto toxico. Al llegar los termes a estos recipientes consumen el veneno y lo llevan consigo al interior de los termiteros, en donde causarán una gran mortandad. El producto aplicado a los cebos puede ser un tóxico de lenta acción, como el bórax o el ácido bórico; un regulador de crecimiento como el fenoxicarb, hexaflumuron, metopreno y lufenuron; o un entomopatógeno como *Metarhizium anisopliae* o *Beauveria bassiana* (Su & Scheffrahn 1988, 1991; Zoberi 1995, Grace 1995, Delate *et al.* 1995, Milner & Staples 1996). Otro procedimiento muy efectivo para evitar el ataque de termes subterráneos es el uso de barreras de arena en los árboles y construcciones, que de modo mecánico evitan la entrada de termitas. Este método esta siendo aplicado en forma comercial en Hawaii y otros estados de Estados Unidos y en Canadá está siendo experimentado en la Universidad de Toronto con mucho éxito (Ebeling, 1997). Los metabolitos secundarios de plantas también se han utilizado como repelentes de los termes; por ejemplo el aceite de la semilla del Nim (*Azadirachta indica*), los extractos de la corteza de los encinos (*Quercus* spp) y los extractos de madera de machiche (*Lonchocarpus castilloi*) se han probado con éxito contra termitas mexicanas (Reyes *et al.* 1995, Arcos 1999, Solís 1999). En otro estudio también se ha demostrado la resistencia de maderas mexicanas al ataque de los termes (Pérez *et al.* 1985).

PERSPECTIVAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

El escaso conocimiento sobre la fauna mexicana de termes, requiere más estudios y exploraciones que permitan la acumulación de material

biológico de referencia para poder completar el catálogo de los Isoptera de México publicado recientemente (Canello & Myles 2000).

Aunque se conoce detalladamente el papel funcional de los termites en ecosistemas naturales y manejados por el hombre en muchas partes del planeta (Black & Okwakol 1997), es necesario realizar este tipo de estudios en nuestro país dada su importancia económica para el manejo ecológico de las poblaciones plaga.

Sobre el manejo de los termites, es conveniente continuar con los trabajos sobre los diferentes procedimientos alternativos al uso de productos químicos que sean no contaminantes y eficientes, tales como el uso de cebos en combinación con insecticidas poco tóxicos, la utilización de los reguladores de crecimiento y entomopatógenos, así como el uso de metabolitos secundarios de plantas con propiedades deterrentes.

CONCLUSIONES

Los estudios sobre inventarios de Isoptera en México son escasos. Con excepción de Jalisco, Colima, Chiapas, Tabasco y Quintana Roo, en la mayoría de los estados del país estos organismos han sido poco estudiados.

La familia Termitidae es la más diversa en México, patrón que coincide con otras regiones tropicales del mundo, siguiéndole en importancia las familias Kalotermitidae, Rhinotermitidae y Termopsidae.

Los patrones de diversidad y abundancia de los termites en nuestro país no se conocen con precisión. En general, las especies de madera seca del complejo *Incisitermes-Marginitermes* y de la subfamilia Amitermitinae son los grupos dominantes y diversificados en los ecosistemas áridos; en contraste las especies tropicales de *Heterotermes*, *Coptotermes* y *Nasutitermes* dominan en los ambientes húmedos.

Las especies de termites participan de manera importante en los procesos de descomposición en ecosistemas naturales y manejados; por otro lado se han registrado casos de mortalidad de plantas afectando algunos cultivos y plantaciones en México.

El control de especies de termites se ha realizado fundamentalmente con productos químicos; en años más recientes, sin embargo, se ha explorado el uso de entomopatógenos, área de investigación que ofrece un buen campo de desarrollo.

Para comprender el papel funcional de los termites en los ecosistemas naturales deben realizarse estudios que permitan determinar su biomasa y su intervención en las cadenas tróficas, así como su participación en los procesos de reciclaje de nutrientes y en los ciclos biogeoquímicos.

LITERATURA CITADA

- Abe, T.** 1991. Ecological factors associated with the evolution of worker and soldier castes in termites. *Ann Entomol.* 9: 101-107.
- Arcos R. J.** 1999. Efecto del aceite de nim, *Azadirachta indica* A. juss., sobre la termita de madera seca *Incisitermes marginipennis* (Latreille) (Isoptera: Kalotermitidae). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. (No publicado)

- Black, H. I. J. & Okwakol, M. J. N.** 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in tropics: the role of termites. *Applied Soil Ecology* 6:37-53.
- Bodine, M. C. & Ueckert, D. N.** 1975. Effect of desert termites on herbage and litter in a shortgrass ecosystem in West Texas. *J. Range Man.*, 28: 353-358.
- Brown, G., C. Fragoso, I. Barois, P. Rojas, J. C. Patrón, J. Bueno, A. G. Moreno, P. Lavelle & V. Ordaz.** 2001. Diversidad y Rol Funcional de la Macrofauna Edáfica en los Ecosistemas Tropicales Mexicanos. *Acta Zool. Mex.* (n.s.). Número especial 1:79-110
- Cancello, E. & T. G. Myles.** 2000. ISÓPTERA. Pp. 295-315. En: J. Llorente, B., E. González S., y N. Papavero (eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento. Volumen 2.
- Cibrián, T. D., J. T. Méndez, M., R. Campos, B., H. O. Yates III & J. E. Flores L.** 1995. Insectos Forestales de México/ Forest Insects of Mexico. Universidad Autónoma Chapingo – Comisión Forestal de América del Norte. Publicación No. 6, 453 p.
- Constantino, R.** 1998. Catalog of the living termites of the New World (Insecta: Isoptera). *Arq. Zool.* 35 (2):135-231. *Revista?*
- Damián, G. J.** 1998. Identificación y control químico de termitas (Isoptera) en pastos y esquilmos de sorgo forrajero en el Sur de Sinaloa. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 109 p.
- Delate, K. M., J. K. Grace & Ch. M. Tome.** 1995. Potential use of pathogenic in baits to control the formosan subterranean termite (Isopt., Rhinotermitidae). *J. Applied Entomology.* 119 (6): 429-433.
- Ebeling, W.** 1997. Beginning of Structural IPM. *The IPM Practitioner.* 19(7):1-8.
- Grace, J. K.** 1995. Microbial termite control. *Proceedings of Hawaii Agriculture: Positioning for growth.* Univ. of Hawaii.
- Hadlington, P.** 1987. Australian termites and other common timber pest. UNSW Press. 126 p.
- Haverty, M.I. & W.L. Nutting.** 1974. Natural wood-consumption rates and survival of a dry-wood and a subterranean termite at constant temperatures. *Ann. Ent. soc. Amer.*, 67: 153-157.
- Izquierdo, C.I., J. Soberano, M., F. Carabeo, A. & F. Gilli, M.** 1999. Hospederos nativos de la termita subterránea *Coptotermes crassus* (Isoptera:Rhinotermitidae) en Balancán, Tabasco. *Memorias del X Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal.* Octubre de 1999. P. 6.
- Lavelle, P.** 1984. The soil system in the humid tropics. *Biol. Int.* 9:2-17.
- Lavelle, P., E. Blanchart, A. Martin, A. V. Spain & S. Martin.** 1992. Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. In: Lal, R. y Sánchez, P. (eds.) *Myths and Science os Soils of the Tropics.* Special Publication No. 29. Washington DC, USA: Soil Science Society of America.
- Lavelle, P. & B. Kohlmann.** 1984. Etude quantitative de la macrofaune du sol dans une forêt tropicale mexicaine (Bonampak, Chiapas). *Pedobiologia* 27:377-393.
- Lavelle, P. M. Maury & V. Serrano.** 1981. Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la región de Laguna Verde, Veracruz. *Epoca de llluvias.* En: P.

- Reyes-Castillo (ed.): Estudios ecológicos en el trópico mexicano. Ins. Ecol. Publ. 6:65-100.
- Lee, K. E. & T. G. Wood.** 1971. Termites and soils. Academic Press. 251 p.
- Light, S. F.** 1933. Termites of western Mexico. Univ. of Calif. Publications in Entomol. Vol 6, No. 5, pp 79-164.
- Lozano, L. F.** 1999. Introducción. Cap. I. En: Rodríguez, L. D. A. y G. H. Rosas S. (eds.) 1999. Memoria del curso de capacitación sobre termitas del suelo en caña de azúcar. Colegio de Postgraduados. Campus Córdoba, Ver. 23 de abril de 1999. Mackay, W. P., J. C. Zak, S. Silva & W. G. Whitford. 1987. *Gnathamitermes tubiformans* (Isoptera: Termitidae). Especie clave en el desierto chihuahuense. Folia Entomol. Méx. 73: 29-46.
- Martínez, V. M.** 1999. Detección, evaluación, prevención y combate de las termitas del suelo en caña de azúcar. Cap. III. En: Rodríguez, L. D. A. y G. H. Rosas S. (eds.) 1999. Memoria del curso de capacitación sobre termitas del suelo en caña de azúcar. Colegio de Postgraduados. Campus Córdoba, Ver. 23 de abril de 1999.
- Matsumoto, E., H. Ikeda & S. Shindo.** 1991. Hydro-geomorphological role of termites in central Tanzania. Transactions Japanese Geomorphological Union. 12 (3): 219-234.
- Méndez, M. J. T., D. Cibrián, T., R. Campos-Bolaños a.** Termitas del sureste de México. Revista Chapingo. Serie: Ciencias Forestales (en prensa).
- Méndez, M. J. T., Equihua, M. A., J. Romero, N. H. González, H., C. Rodríhuez & D. Alvarado, R. b.** Identificación de géneros de la familia Rhinotermitidae (Isoptera) de México con base en la estructura del proventrículo. Agrociencia (en prensa).
- Solís, C. L.** 1999. Efecto insecticida de los extractos de corteza de *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl. y *Quercus obtusata* Humb. & Bonpl. Sobre *Incisitermes marginipennis* (Latreille) (Isoptera: Kalotermitidae). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 80 p. (No publicado).
- Su, N. Y. & R. H. Scheffrahn.** 1988. Toxicity and lethal time of N-ethyl perflourooctane sulfuramide against two subterranean termite species (Isoptera: Rhinotermitidae). Florida Entomologist. 71: 73-78.
- _____. 1991. Laboratory evaluation of disodium octoborate tetrahydrate (TIM-BOR) as a wood preservative or a bait-toxicant against the Formosan and eastern subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). pp. 1-12. In Document no. IRG/WP/1513. International Research group on Wood Preservation. Stockolm, Sweden.
- Spears, B. M., D. N. Ueckert & T. L. Whigham.** 1975. Desert termite control in shortgrass prairie: Effect on soil physical properties. Environmental Entomology. Vol 4 (6): 899-904.
- Staley, J. T. & G. H. Orians.** 1992. Evolution of the biosphere. In: Butcher, S. S., R. J. Charlson, Orians, G. H., and G. V. Wolfe (eds.) Global Biogeochemical Cycles. Academic Press Ltd. London pp 21-54.
- Stork, N.E. & P. Eggleton.** 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. American Journal of Alternative Agriculture. 7: 1-2, 38-47 p.
- Tamura, T.** 1991. Termite's role in changing the surface of tropical lands. Transactions Japanese Geomorphological Union. 12(3): 203-218.

Zoberi, M. H. 1995. *Metarhizium anisopliae*, a fungal pathogen of *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Mycologia*, 87(3): 354-359.

Recibido: 30 de septiembre 2000

Aceptado: 11 de enero 2001

Anexo 1

Lista de termes reportados de México con distribución conocida (Canello & Myles 2000 con adiciones de Méndez *et al.* en prensa a, b).

TERMOPSISIDAE

1. *Zootermopsis angusticollis* (Hagen), Isla Guadalupe, Isla Santa Margarita, Baja California. Sur
2. *Zootermopsis laticeps* (Banks), Sonora, Chihuahua.
3. *Zootermopsis nevadensis* (Hagen) San Pedro Mártir, Baja Calif. Norte

KALOTERMITIDAE

4. *Calcaritermes colei* Krishna, San Luis Potosí.
5. *Calcaritermes parvnotus* Light, Colima y Jalisco.
6. *Calcaritermes longicollis* (Banks), Jalisco y Sinaloa.
7. *Cryptotermes abruptus* Scheffrahn & Krecek, Quintana Roo.
8. *Cryptotermes brevis* (Walker), Colima, Guerrero, Oaxaca y Veracruz.
9. *Cryptotermes fatulus* (Light), Nayarit
10. *Glyptotermes seeversi* Krishna, Veracruz
11. *Incisitermes emersoni* (Light), Colima y Jalisco.
12. *Incisitermes marginipennis* (Latreille), Chiapas, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Tlaxcala.
13. *Incisitermes minor* (Hagen), Sonora, Baja Calif. Norte
14. *Incisitermes nigrinus* (Snyder), Colima y Jalisco.
15. *Incisitermes perparvus* (Light), Nayarit.
16. *Incisitermes platycephalus* (Light), Chiapas, Colima, Jalisco y Oaxaca.
17. *Incisitermes schwarzi* (Banks), Yucatán y Quintana Roo
18. *Incisitermes seeversi* (Snyder & Emerson), Nayarit.
19. *Incisitermes snyderi* (Light), Tabasco
20. *Marginitermes hubbardi* (Banks), Colima, Jalisco, Sonora y Sinaloa.
21. *Marginitermes cactiphagus* Myles, Baja California Sur
22. *Neotermes jouteli* (Snyder), (??) Colima, Jalisco, Veracruz y Sinaloa.
23. *Neotermes larseni* (Light), (??) Jalisco (?)
24. *Paraneotermes simplicicornis* Banks, Baja California Sur y Sinaloa.
25. *Pterotermes occidentis* (Walker), Baja California Sur y Sonora.

RHINOTERMITIDAE

26. *Coptotermes crassus* Snyder, Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Tabasco, Veracruz y Quintana Roo.
27. *Coptotermes* n. sp. 1, Chiapas y Michoacán.
28. *Coptotermes* n. sp. 2, Chiapas, Campeche y Quintana Roo.
29. *Coptotermes* n. sp. 3, Veracruz
30. *Coptotermes* n. sp. 4, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Veracruz, Tabasco y Quintana Roo.
31. *Heterotermes aureus* Snyder, Baja California Norte, Sonora y Nayarit.
32. *Heterotermes maculatus* Light, Aguascalientes, Guanajuato y Jalisco.

33. *Heterotermes convexinotatus* (Snyder), Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima.
34. *Reticulitermes flavipes* (Kollar), Nuevo León.
35. *Reticulitermes hesperus* Banks, Baja California Norte, Chihuahua
36. *Reticulitermes tibialis* Banks, Tamaulipas.
37. *Reticulitermes* n. sp. 1, Distrito Federal.
38. *Reticulitermes* n. sp. 2, Distrito Federal, Guanajuato, Puebla y Zacatecas.
39. *Reticulitermes* n. sp. 3, Veracruz y Tamaulipas.
40. *Reticulitermes* n. sp. 4, Aguascalientes, Guanajuato y San Luis Potosí.
41. *Reticulitermes* n. sp. 5, Hidalgo.
42. *Reticulitermes* n. sp. 6, Chiapas.
43. *Reticulitermes* n. sp. 7, Distrito Federal.
44. *Reticulitermes* n. sp. 8, Chihuahua y Coahuila.
45. *Reticulitermes* n. sp. 9, Tamaulipas.
46. *Reticulitermes* n. sp. 10, Veracruz.

TERMITIDAE

Termitinae

47. *Amitermes beaumonti* Banks, Campeche, Chiapas, Tabasco, Veracruz, Yucatán
48. *Amitermes cryptodon* Light, Colima, Guerrero, Jalisco y Yucatán
49. *Amitermes ensifer* Light, Colima y Jalisco.
50. *Amitermes wheeleri* (Desneux), Colima, Jalisco y Sinaloa
51. *Amitermes* sp. 1, Colima y Jalisco.
52. *Amitermes* sp. 2, Colima y Jalisco.
53. *Gnathamitermes grandis* (Light), Jalisco, Nayarit
54. *Gnathamitermes nigriceps* (Light), Colima, Guerrero, Puebla
55. *Gnathamitermes perplexus* (Banks), Jalisco y Sinaloa
56. *Gnathamitermes tubiformans* (Buckley), Coahuila, Jalisco, Nuevo León y Tamaulipas.
57. *Gnathamitermes* n. sp. 1, Jalisco.
58. *Microcerotermes bouvieri* (Desneux), (??) Guerrero
59. *Microcerotermes gracilis* Light, Colima y Jalisco.
60. *Microcerotermes septentrionalis* Light, Colima, Jalisco y Oaxaca.
61. *Hoplotermes amplus* Light, Colima, Jalisco y Sonora
62. *Termes hispaniolae* (Banks), (??) Colima (?)
63. *Termes panamaensis* (Snyder), (??) Colima y Jalisco.
64. *Termes melindae* Harris; Chiapas, Quintana Roo.

Apicotermatinae

65. *Anoplotermes fumosus* (Hagen), Jalisco, Sinaloa, Veracruz.
66. *Anoplotermes* sp., Nayarit.
67. *Anoplotermes* sp., Jalisco.

Nasutitermitinae

68. *Cahuallitermes aduncus* Constantino, Chiapas.
69. *Cahuallitermes intermedius* (Snyder), Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco.
70. *Nasutitermes colimae* Light, Colima.
71. *Nasutitermes corniger* (Motschulsky), Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco.
72. *Nasutitermes ephratae* (Holmgren), Chiapas, Quintana Roo, Veracruz.
73. *Nasutitermes mexicanus* Light, Colima, Jalisco, Oaxaca, Tabasco, Quintana Roo.
74. *Nasutitermes nigriceps* (Haldeman), Campeche, Colima, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Veracruz.
75. *Nasutitermes pictus* Light, Colima.

76. *Tenuirostritermes briciae* (Snyder), Chiapas, Jalisco (?), Nayarit (?), Veracruz (?).
77. *Tenuirostritermes cinereus* (Buckley), Veracruz, Tamaulipas.
78. *Tenuirostritermes incisus* (Snyder), Campeche, Guerrero (?).
79. *Tenuirostritermes tenuirostris* (Desneux), Colima, Jalisco; Veracruz (?).

(??) Las especies indicadas presentan una distribución fuera de rango por lo que su presencia en México es cuestionable (Canello & Myles 2000).

(?) La distribución indicada puede ser cuestionable (Canello & Myles 2000).