

TERMITAS. ASPECTOS BÁSICOS DE SU BIOLOGÍA, DAÑOS Y CONTROL.

M. Sc. José Joaquín Torrens¹, Dr. C. Ramón Liriano González², Ing. Lioannel Lavastida Heredia³.

1. Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. laprosav@sv.minag.gob.cu

2. Universidad de Matanzas, ramon.liriano@umcc.cu

3. GAE S.A.

Resumen.

El presente trabajo tiene el objetivo de describir aspectos básicos de las termitas (orden Isoptera) insectos considerados muy dañinos, pero que también poseen una importante función en la naturaleza, como descomponedores de materia orgánica. A partir de una revisión bibliográfica de diferentes autores, se exponen aspectos relacionados con su origen y distribución, descripción taxonómica, ciclo biológico y descripción morfológica, su clasificación según el tipo de madera que atacan, sistema de alimentación, función en la naturaleza, así como los daños e importancia económica y su control.

Palabras claves: Alimentación; ciclo biológico; daños; termitas.

Introducción

En la actualidad existe un deterioro creciente del medio ambiente, a la vez que se acrecientan los problemas globales que amenazan la propia existencia del hombre. Por otra parte la agricultura mundial, se enfrenta a uno no menos importante la crisis alimentaria, motivada entre otros aspectos por la disminución de tierras cultivables, a la vez que se registran severas afectaciones por plagas a los cultivos y un acelerado crecimiento demográfico mundial, que implicará una mayor escasez de alimentos en los próximos años (Friederich, 2017).

Se estima que para suplir las demandas de alimento de la población en un futuro, las producciones deben aumentar en un 70 % (Nair *et al.*, 2017).

En este contexto la preocupación sobre los efectos de las aplicaciones de fertilizantes y productos químicos para combatir plagas de la agricultura, ha sido creciente en los últimos años.

Las termitas de amplia distribución a nivel mundial, tienen gran importancia en los ambientes naturales como organismos descomponedores y por su acción en la transformación de las propiedades físicas y químicas del suelo y en el proceso de reciclaje de nutrientes (Lavelle *et al.*, 1994). Sin embargo estos insectos constituyen una de las mayores plagas agroforestales en los trópicos y pueden resultar sumamente perjudiciales al destruir elementos constructivos, decorativos o patrimoniales que presentan como componente común la madera u otros elementos celulósicos, de igual forma pueden afectar las plantaciones forestales y cultivos agrícolas con sustanciales pérdidas económicas.

En Cuba y en nuestra provincia es escasa la información sobre termitas, por lo que este trabajo se desarrolló a partir de una revisión bibliográfica de diferentes autores sobre el tema con el fin de contribuir al conocimiento de las personas, estudiantes y profesionales que por su trabajo o interés requieran estudiar y adquirir una formación a mayor profundidad en el tema de las termitas.

Desarrollo

Origen y distribución de las termitas (Coptotermes spp).

La palabra termita deriva del término en latín *termes* que antiguamente fue utilizado para llamar a un pequeño gusano que hacia orificios en la madera.

Coptotermes tiene una amplia distribución, en China se han descrito más de 30 especies de este género (CABI, 2017). La mayoría de las especies de plagas de *Coptotermes* se originaron en Asia (Li *et al.*, 2010).

Presentan una distribución cosmopolita, estando más extendidos en los trópicos y en la mayor parte de las zonas cálidas. Generalmente se encuentran pocas especies fuera de las zonas templadas y en altitudes superiores a los 2000 m (Gaju *et al.*, 2015)

Descripción taxonómica.

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Isóptera

Familia: Rhinotermitidae

Género: *Coptotermes*

Especie: *Coptotermes sp.* Wasmann 1896 (CABI, 2017).

Las termitas básicamente se dividen en dos grupos: las denominadas termitas interiores, representadas por las familias Mastotermitidae, Hodotermitidae, Termopsidae, Kalotermitidae, Serritermitidae y Rhinotermitidae que se caracterizan por la presencia de simbioses flagelados en el intestino y poseer una dieta principalmente a partir de la madera; y las termitas superiores representadas por la familia Termitidae, la cual se caracteriza por la ausencia de simbioses flagelados en el intestino y una dieta más amplia (Martius, 1994).

Las termitas pertenecen al orden Isoptera de la clase Insecta y son organismos sociales que se organizan en colonias, las que incluyen diferentes miembros o castas. En Cuba el orden se compone de tres familias (Kalotermitidae, Rhinotermitidae y Termitidae), 16 géneros y 32 especies (Cabrera y Hernández, 2008).

A su vez, Cabrera y López (2013) al realizar un inventario de las termitas presentes en edificios patrimoniales del centro histórico de La Habana lograron constatar la presencia de tres especies: *Cryptotermes brevis* Walker, 1853; *Coptotermes gestroi* Wasmann, 1896 y *Heterotermes* sp.

En Brasil están presentes cerca de 300 especies integrantes de cuatro de las siete familias del orden Isoptera: Serritermitidae, Rhinotermitidae, Kalotermitidae y Termitidae. La familia Termitidae es la que contiene el mayor número de especies conocidas y de mayor representatividad en Brasil (85 %) (Constantino, 1999; Lima y Costa-Leonardo, 2007).

Ciclo biológico y descripción morfológica.

El ciclo biológico de *Coptotermes* sp., es único entre los insectos, presentan una metamorfosis paurometábola, pero difieren sustancialmente de otros insectos porque presentan polimorfismo. Las formas principales son: huevo, ninfas, soldados, obreras, reproductores alados y reproductores suplementariamente o de remplazo. Resulta interesante de la metamorfosis de *Coptotermes* sp., que tienen la habilidad de que a partir de formas inmaduras pueden originar las castas específicas que demanda la colonia. Una colonia madura puede llegar a tener 60 000 individuos en *Reticulitermes flavipes* y hasta 350 000 en *C. formosanus* (Espinoza, 2003).

La cabeza por lo general es más larga que ancha, de forma oval o periforme en vista dorsal, con los lados convexos. La fontanela alargada, proyectándose cerca del margen frontal de la cabeza del insecto. Las mandíbulas delgadas, alargadas y apicalmente recurvadas; fórmula de las espinas tibiales 3:2:2 (Sermeño *et al.*, 2013).

Los adultos alados realizan un vuelo nupcial, en el que las hembras buscan un sitio para iniciar un nuevo nido; los machos las localizan y se forman parejas que pueden permanecer unidas por mucho tiempo. En el suelo, la hembra forma un nido principal, siempre rodeada

por obreros y soldados. Cada año se forman nuevos enjambres, sin embargo, un nido puede tener termitas por más de diez años (Cibrián, 2013).

La larva es un individuo inmaduro sin ningún signo externo de capullo, ala o morfología de soldado.

La ninfa es un individuo que sucede las etapas larvales y que muestra alas externas (King, 1971).

La obrera presenta mandíbulas iguales a las de los adultos alados (mandíbula izquierda con cuatro dientes y la derecha con dos).

El soldado se distingue por una cabeza generalmente piriforme; tubo frontal corto y ancho. Muy rara vez con ojos facetados, mandíbulas largas y delgadas, en forma de sable, la derecha sin dientes, la izquierda con varios dientecillos anteriores a un diente basal prominente. Antenas con de 13 a 17 artejos.

El adulto alado presenta una cabeza oval o casi circular; fontanela casi no visible. Antenas con de 16 a 21 artejos. Pronoto grande, plano, generalmente más angosto que la cabeza, con el margen anterior ligeramente cóncavo. Alas generalmente cubiertas con numerosas setas; la vena media de las alas anteriores corre libremente desde la base (SEMARNAT, 2010).

Los reproductores suplementarios o de remplazo son potencialmente reproductivos, pero su reproducción se ve inhibida por la feromona liberada por la reina. Son de color oscuro, de a las translúcidas y tamaño variable. Su función es suplir a la reina si la producción de huevos decrece o muere (Espinoza, 2003).

Las termitas se caracterizan por vivir en grupos altamente especializados llamados colonias, dentro de las cuales según Arcila *et al.* (2013) existen castas, es decir, grupos de individuos que tienen formas corporales diferentes y desempeñan labores específicas. Rodríguez y Jiménez (2019) coinciden en tal sentido al afirmar que estos insectos viven en colonias, sus nidos son llamados termiteros o comejenes, en la colonia existe un sistema de organización representado por diferentes castas, como son las obreras, los soldados y los reproductores (reina y machos fértiles).

Las obreras carecen de alas, son sexualmente inmaduras y son ciegas en todas las familias solo con excepción de la familia Hodotermitidae. Así como otros insectos sociales, las obreras juegan un rol importante en el nido. Su principales labores son la excavación y recolección de alimento lo cual las hace en ciertas ocasiones ser consideradas una plaga. Entre otras labores de esta casta se encuentra la construcción y el mantenimiento del nido, cuidado y alimentación de los jóvenes y aquellos que no pueden alimentarse por sí mismos

como es el caso de los soldados y la pareja real. Las obreras también acicalan y cuidan de otras castas (Pearce, 1997).

La morfología externa de las obreras es bastante semejante entre todas las especies, y tanto machos como hembras pueden ser obreras. Sin embargo, en algunas familias se puede observar dimorfismos sexuales y diferenciación entre labores según el sexo al que pertenezca la obrera. Es una casta poco esclerotizada y es por eso que a los isópteros se les conoce como hormigas blancas (Barraza y Urbina, 2012).

Las obreras es la casta más numerosa y amplia de la colonia y, como su nombre indica, entre sus funciones están las de proporcionar comida a los reproductores primarios, a los juveniles, a los soldados, buscar alimento, agrandar los termiteros, etc. Su cuerpo es de color amarillento pálido. Las mandíbulas están esclerotizadas y son parecidas a las de los reproductores. Carecen de ojos, excepto en algunas especies primitivas. Existen machos y hembras pero los órganos reproductores no son funcionales (Gaju *et al.*, 2015).

Los soldados poseen largas cabezas, las cuales son más largas y anchas que las presentadas por las obreras, esto para contener mayor musculatura o una glándula frontal ampliada. El tamaño puede estar ligado al sexo o las diferencias en el desarrollo. Muy a menudo la cabeza de los soldados es de colores entre el amarillo y café y tienen mandíbulas ampliadas de diversas formas y tamaños. Los soldados que tienen fauces ampliadas o mandíbulas reducidas, no pueden alimentarse por sí mismos y tienen que depender de las obreras para esto. Esta casta desempeña el rol de defensa (Pearce, 1997).

Esta casta de acuerdo con Barraza y Urbina (2012) representa la mayor diversidad de formas en cuanto a su morfología externa, de allí que sean los más útiles a nivel de clasificación taxonómica. Los mandibulados poseen fuertes mandíbulas, algunas de ellas con dientes en su margen interno. Dentro de este grupo están todos los Termopsidae, Kalotermitidae y Rhinotermitidae. También se encuentra otro grupo que no poseen mandíbulas, y presentan una cabeza que termina en una prolongación (conocida como nasuto) al final de la cual desemboca una glándula interna (glándula frontal) que produce una sustancia de defensa, la cual es urticante y pegajosa. Este grupo lo integran parte de los Nasutitermitinae (Termitidae). Por otra parte, se encuentran aquellos que poseen glándula frontal, además de mandíbulas, donde están los Termitinae y algunos géneros de Nasutitermitinae (Termitidae). Sin embargo, también existe un grupo que no posee soldados, estos son los Apicotermitinae y sus identificaciones están basadas exclusivamente en la casta de los alados.

Los soldados defienden la colonia con sus mandíbulas o sustancias químicas, mientras que el rey y la reina se encargan de la reproducción (Arcila *et al.*, 2013).

Como su nombre indica, los soldados es la casta que protege a la colonia o termitero de sus enemigos. Se reconocen varios tipos de soldados, pero acorde con Gaju *et al.* (2015) se pueden resumir en dos:

- 1) Los mandibulados con unas mandíbulas muy desarrolladas a veces larguísimas y con formas extrañas.
- 2) Los narigudos con la cabeza prolongada anteriormente en un rostro cónico y con mandíbulas vestigiales.

Además, en algunas especies se pueden observar dos o tres morfologías de soldados, difiriendo no sólo por el tamaño sino también por su estructura. En algunas especies los soldados no tienen las mandíbulas muy desarrolladas, su frente es prominente con una forma más o menos rugosa o aplanada que utilizan para tapar los agujeros abiertos en los termiteros (cabeza frágica).

Determinadas familias presentan una glándula frontal muy desarrollada que ocupa una parte importante del interior de la cabeza o incluso puede extenderse hasta el abdomen. La secreción de esta glándula se vierte por un orificio denominado fontanela que en los soldados narigudos se encuentra en el extremo del rostro (Gaju *et al.*, 2015).

Los soldados encargados de la protección son estériles, sin alas, sin ojos funcionales y varían en longitud desde menos de 0,6 cm (termitas subterráneos) hasta 1,3 cm (especies de madera seca) alcanzando hasta 1,9 cm (especies de madera húmeda). Ellas se distinguen por su cabeza grande de color pardo oscuro y fuertes mandíbulas, especialmente adaptadas para la lucha, pero que no les sirven para horadar la madera o alimentarse (Franco, 2018).

Los reproductores alados son como su nombre lo indica reproductores con alas los cuales producen nuevos reyes y reinas. Los machos pueden ser distinguidos de las hembras por la presencia de estilos en el noveno segmento esternal. Las hembras por el contrario tienen el segmento esternal ampliado y extendido y además no presentan el octavo y noveno segmento (Pearce, 1997).

Barraza y Urbina (2012) manifiestan que reproductores, son todos aquellos individuos alados que se convertirán en los futuros reyes y reinas y que fundaran una nueva colonia. Normalmente, en las primeras etapas de desarrollo, una colonia de termitas está formada por una sola pareja primaria de reproductores sexualmente maduros, que constituyen la pareja real, siendo los únicos antecesores de todos los demás miembros de la colonia. Durante el primer año de su vida reproductiva, la reina pone sólo algunos huevos, pero sus ovarios se agrandan gradualmente, dando por resultado un alargamiento y ensanchamiento de su cuerpo. Como consecuencia, hay un rápido aumento en su capacidad para poner huevos y el número de individuos en la colonia aumenta rápidamente a varios cientos (termitas de madera seca) o muchos miles (termitas subterráneos). La capacidad de las termitas para desarrollar reinas y reyes secundarios hace posible que una colonia establecida continúe su existencia indefinidamente, siempre que el suministro de alimento y humedad sean adecuados y los insectos estén protegidos de hormigas y otros enemigos. De

los huevos puestos por las reinas primarias o suplementarias nacen las ninfas, las que se desarrollan a través de varias etapas de crecimiento a soldados adultos, obreros y alados o reproductores.

Clasificación de las termitas según el tipo de madera que atacan.

Comúnmente las termitas son clasificadas de acuerdo a su hábitat o a la ubicación de sus nidos, así entonces las termitas son frecuentemente divididas en: termitas de la madera seca, termitas de la madera húmeda y termitas subterráneas. Las termitas de la madera seca son siempre encontradas dentro de la madera, sin embargo las termitas de la madera húmeda y subterránea pueden ser encontradas en el suelo.

Termitas de madera seca.

No requieren que exista humedad en la madera, pues esta clase de termitas es capaz de obtener agua a partir de procesos metabólicos en sus propios cuerpos (Artigas, 1994). Suelen ser comunes en distintos tipos de construcciones, generalmente en madera estructural, también pueden atacar muebles, postes, partes muertas de árboles, etc., atacando por lo general madera sin pudrición.

Las termitas de madera seca, pueden sobrevivir en condiciones de muy baja humedad, incluso en maderas en el desierto. Ellas no requieren contacto directo con fuentes de humedad y no realizan conexiones con el suelo. Con el fin de sobrevivir en las condiciones de carencia de agua, las termitas de madera seca desarrollaron almohadillas rectales muy elaboradas que absorben el agua de las fecas antes de expelerlas, estas almohadillas no están presentes en las termitas subterráneas dado que estas acceden a fuentes de agua en el suelo (Ripa *et al.*, 2004).

Infoplaga (2013) señala como termitas de madera seca a *Cryptotermes brevis* y *Neotermes chilensis* de la Familia Kalotermitidae. No suele haber evidencia externa del daño que provocan, aunque interiormente la madera pueda estar pulverizada y sin resistencia mecánica. Un signo de la presencia de estas termitas puede ser la detección de las fecas expulsadas por los insectos desde sus galerías.

Termitas de madera húmeda.

Las termitas de madera húmeda, en general se encuentran en regiones frías y de bosques húmedos, en diferentes zonas del mundo, alimentándose de árboles vivos o muertos. El interior de las galerías está parcialmente cubierto con materia fecal (Edwards y Mill, 1986).

Estas termitas construyen sus nidos en madera con un alto contenido de agua ya que requieren de la humedad para subsistir. Su importancia económica al atacar madera muerta enterrada en el suelo, madera de uso exterior en condiciones de extrema humedad, así como partes muertas de árboles, es algo menor que los otros tipos de termitas (University of California, 1997).

Termitas subterráneas.

Sus nidos los construyen generalmente en el suelo, del cual obtienen la humedad que requieren para subsistir, ya que no son capaces de utilizar la humedad de la madera (Myles, 2000).

Sus colonias las pueden establecer bajo todo tipo de construcciones, atacando tanto madera en contacto con el suelo, así como, separada de éste. Asimismo, las termitas subterráneas suelen evitar la exposición directa al aire, como una forma de disminuir la desecación, por lo que el daño en la madera suele ser interno (Infoplaga, 2013).

Las termitas subterráneas están estrechamente asociadas con el hábitat o entorno del suelo en donde construyen túneles para localizar agua y comida (ej. madera, troncos, y otras materiales que contienen celulosa). Las termitas excavan galerías por todo el largo de su fuente de comida al mismo tiempo que la consumen. Las termitas subterráneas construyen túneles de refugio que las protejan de los efectos deshidratantes o secantes del aire y de enemigos naturales como las hormigas. Las termitas son muy susceptibles a desecación, y por eso dependen de las fuentes de humedad (Suiter *et al.*, 2009).

Las termitas subterráneas buscan la humedad para asegurar el consumo alimenticio, ya que el costo de reubicar suficiente agua cuando la madera y el suelo están secos, parece representar un obstáculo importante para la alimentación (Bal y Gregg 2011; Cornelius y Osbrink, 2011).

Nidos.

Los nidos según González (2012) presentan una gran diversidad; algunas veces presentan una arquitectura compleja, pudiendo llegar a alcanzar tamaños formidables (más que 1,000 m³ en algunos Macrotermes), dentro del grupo de nidos se distinguen tres principales categorías:

➤ *Nidos subterráneos.*

Este termitero está en el subsuelo, a más de 40 m del lugar en el que se detectan sus señales.

Los nidos subterráneos según Pearce (1997) consisten en galerías que se extienden bajo el suelo y forman una red difusa, donde se observan sitios más extendidos que corresponden a la cámara real y el área de cría. Las galerías de estos nidos subterráneos se extienden hacia todas direcciones y a través de estas forrajean madera.

➤ Nidos epígeos o termiteros catedrales.

Son un tipo de nido que sobresale de la superficie del suelo (montículos). Algunas termitas construyen los nidos como columnas que pueden llegar a medir 8 m, pero lo más común es que midan de 3 a 4 m. Están orientadas al norte: la altura y la orientación ayudan a regular la temperatura, con un margen de variación de uno o dos grados. Independientemente de la temperatura que haya fuera, dentro del termitero siempre hay una atmósfera fresca. Están contruidos con una arcilla resultado de una mezcla de saliva, tierra y excrementos.

Eggleton (2011) alega que cuando un nido está cubierto o hecho de tierra y es una estructura protuberante que sale de la superficie, se le denomina montículo. Estos son usualmente contruidos después de que la colonia se ha desarrollado bajo la superficie. La principal función de esta clase de nidos es alojar a grandes colonias de termitas.

➤ Nidos arbóreos.

Contruidos en troncos o en una rama de un árbol, que siempre están unidos al suelo por galerías cubiertas. Sin embargo, hay algunos nidos intermedios. Los nidos epígeos siempre tienen una parte basal subterránea, más o menos importante y a veces preponderante, como en *Hodotermitidae*. Algunos nidos epígeos están contruidos contra un tronco de un árbol y si la base es reducida tienden a hacerse arbóreos.

Pearce (1997) declara que los nidos arbóreos son estructuras ovoides elaboradas de un material comúnmente conocido como "cartón" (mezcla entre madera no digerida o materia fecal, saliva y fragmentos de madera). Este material puede ser de una textura parecida al papel mache y ser frágil o ser de una textura maderable y duro. El interior de un nido arbóreo consiste en capax horizontales de celdas, donde la reina ocupa un compartimento al centro del nido. Estos nidos siempre están conectados al suelo a través de galerías.

Barraza y Urbina (2012) al clasificar los nidos según las diferentes especies de termitas coinciden con lo planteado anteriormente, solo que a la clasificación de nidos subterráneos, epigeos y arbóreos esbozada por González (2012) agregan nidos dentro de la madera y explican que esta condición es básicamente primitiva, y se encuentra en su forma más simple en los *Kalotermitidae* o termitas de madera seca. La población de las especies que presentan este tipo de nido está limitada a unos pocos cientos o miles. En este grupo están algunas de las especies consideradas más dañinas a nivel de muebles y edificaciones de madera (*Cryptotermes*). Existen otros casos, como los de la familia *Rhinotermitidae* en los que una colonia puede ocupar simultáneamente un gran número de piezas de madera y colonizar nuevos o abandonar viejos pedazos, como *Heterotermes* que además pueden tener nidos con miles de individuos.

Sistema de alimentación de las termitas.

Iñiguez y Talavera (2006) plantean que las termitas se alimentan de celulosa pero al no tener las enzimas necesarias para su digestión, en el intestino posterior poseen una serie de protozoos flagelados y bacterias que facilitan las enzimas para digerir la celulosa. Las obreras son las responsables de los daños materiales porque consumen y digieren todo tipo de materiales que contengan celulosa en el suelo y que posteriormente son capaces de regurgitar para distribuir a los demás miembros de la colonia; proceso denominado “trofalaxia”, este proceso también llamado “estomago social”, consiste en transportar el alimento en el estómago y transmitirlo de un individuo a otro a través del contacto boca-boca o ano-boca.

Generalmente las termitas son principalmente insectos xilófagos consumidores de madera y celulosa (Miller, 2010), sin embargo, ha sido demostrado que una gran variedad de materiales orgánicos en diversos grados de descomposición sirve de alimento para estos insectos, incluyendo madera (viva o muerta), gramíneas, plantas herbáceas, hongos, líquenes, humus, nidos de otras especies de termitas, excrementos y carcasas de animales (Lima y Costa-Leonardo, 2007).

Las termitas según Barraza y Urbina (2012) consumen madera en un 60%. Algunas especies consumen carcasas de hormigas, humus, gramíneas y también existen los cultivadores de hongos, aunque estas no están presentes en el Neotrópico.

Suiter *et al.* (2009) afirman que en el caso de las termitas subterráneas la comida consiste en cualquier material conteniendo celulosa. Las termitas se alimentan primariamente de madera en descomposición, y productos derivados de madera, y solo en circunstancias especiales se alimentan de otro tejido de planta vivo o muerto. Sin embargo, en su búsqueda de comida, las termitas pueden excavar túneles devorando una variedad de material no-celuloso.

Las termitas prefieren alimentarse de madera suave de los crecimientos de la primavera, en vez de madera dura y maderas ricas en químicos naturales protectores. Algunas maderas (ej. madera roja, ciprés y junípero) son menos seleccionadas por las termitas, pero ninguna madera es completamente inmune al ataque. En general, las termitas prefieren celulosa fácil de obtener. Por ejemplo, en estudios de laboratorio, ellas prefieren en este orden: fibra de celulosa libre > papel > cartón > bloques de madera suave > bloques de madera dura. En el campo, la preferencia por fuente particular de celulosa es posiblemente determinada por su disponibilidad, tamaño, textura, y demandas nutricionales de la colonia de termitas. Cuando las termitas degradan fibra de madera, ellas tragan las fibras pequeñas, que sufren digestión completa por protozoos, bacterias, y enzimas en el estómago posterior (Suiter *et al.*, 2009).

Función en la naturaleza.

Si bien las termitas son consideradas por el hombre como insectos muy dañinos, ellos poseen una importante función en la naturaleza, principalmente como descomponedores, debido a su actividad detritívora (consumidoras de tejido muerto) (Cabrera y Parra, 1998; Ebeling, 2000). En las zonas tropicales son los principales agentes incorporadores de la materia orgánica al suelo, en reemplazo de las lombrices, las cuales dominan en las zonas templadas (Brady, 1990).

Las termitas en los ambientes naturales tienen gran relevancia como organismos descomponedores y por su acción en la transformación de las propiedades físicas y químicas del suelo y en el proceso de reciclaje de nutrientes (Lavelle *et al.*, 1994).

Las termitas son organismos claves en la dinámica de los bosques tropicales y subtropicales, ya que al ser descomponedores de materia orgánica, contribuyen en el ciclo de nutrientes, el movimiento de partículas minerales y la fijación de nitrógeno y ayudan al mejoramiento de la fertilidad del suelo (Bandeira y Vasconcellos, 2004). Así mismo, las termitas aportan en la mineralización del carbono y son responsables de gran parte de la degradación de celulosa, incorporando estos materiales a los componentes del suelo (Ohkuma, 2003; Jiménez *et al.*, 2006).

En la naturaleza según Suiter *et al.* (2009) las termitas subterráneas son componentes importantes del ecosistema forestal, en donde degradan celulosa muerta en elementos básicos usados por plantas y animales.

Son esenciales para el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del suelo, pues mantienen y mejoran la porosidad del suelo y aumentan la retención de agua (Alves *et al.*, 2011).

Las termitas juegan un rol fundamental en la descomposición de la madera, la regulación de la estructura terrestre, la materia orgánica y los ciclos de nutrientes, las dinámicas acuosas, la erosión de la tierra, el crecimiento vegetal, la restauración de tierras degradadas, la producción de gases de invernadero y la biodiversidad general (Bottinelli *et al.*, 2015; Jouquet *et al.*, 2016; Khan *et al.*, 2018; Govorushko, 2018), incluyendo un importante rol como amortiguadores del cambio climático (Bonachela *et al.*, 2015).

Masciocchi (2019) afirma que las termitas son insectos que poseen un importante papel como descomponedores de la materia orgánica y cita como ejemplo las zonas tropicales donde las termitas son los principales agentes incorporadores de materia orgánica al suelo, aumentando el rendimiento de los cultivos.

Daños e importancia económica.

El daño que causan es extenso, destruyendo o dañando cultivos agrícolas, forestales, represas que utilizan suelo, canales de riego, y especialmente las estructuras de madera, incluyendo patrimonios culturales y artísticos. En algunos países, el monto del daño excede al causado por desastres naturales e incendios. De las cerca de 2 600 especies descritas, sólo alrededor de 150 especies causan daños de importancia a las estructuras y únicamente la mitad de éstas es considerada como plagas graves (Abe *et al.*, 2000).

El daño de *Coptotermes* ocurre con mayor frecuencia en árboles maduros, aunque puede ocurrir en etapas tempranas de crecimiento. Usualmente invaden árboles por el suelo y lo perforan a través de las raíces. Los árboles gravemente dañados son propensos a ser derribados por fuertes vientos. El ataque puede estar por encima del suelo o al nivel del suelo. Un lugar común para el daño de las termitas a los árboles es de unos 23 cm bajo tierra en la horquilla de la raíz principal. En contacto con una raíz, las termitas hacen un túnel a través del él, comen el cambium, albura y luego el tallo. En condiciones secas pueden ser atraídos por la savia de la planta para la humedad. Los árboles se derrumban fácilmente donde las raíces han sido destruidas. En la palma de aceite y el coco, las termitas pueden alimentarse justo debajo de la corteza o bajo las bases de las hojas (CABI, 2017).

Las termitas no solo atacan a las construcciones de madera, a pesar de la percepción generalizada en torno a que estos sistemas constructivos son los únicos afectados. Debido a que el alimento que requieren son productos a base de celulosa, pueden estar presentes al interior de las edificaciones de cualquier materialidad, tales como edificaciones de hormigón, albañilería u otras, deteriorando los lugares en donde las termitas se encuentran presentes y alimentándose del mobiliario, libros, revestimientos, basura, entre otros (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018).

En Cuba, Cruz *et al.* (2004) y Cabrera *et al.* (2009) registraron algunas especies que atacan los interiores de inmuebles, específicamente las piezas de carpintería, los marcos de ventanas y puertas y otros materiales celulósicos, pudiendo ser tratadas por esta razón como plagas urbanas potenciales.

Gallardo *et al.* (2010) afirman que en España causan daños en bosques, jardines y viñedos ya que afectan a los árboles y arbustos construyendo galerías en su interior y, por ello, los debilitan, pudiendo llegar a matarlos o causar una depreciación de la madera.

Hernández *et al.* (2015) identificaron una especie de termita subterránea *Reticulitermes flavipes* Kollar que causan daño a edificios en el área urbana de torreón, Coahuila, México.

Varios autores refieren la susceptibilidad de un gran número de cultivos al ataque de termitas, entre estos se encuentran el eucalipto (Faragalla y Al Qhtani, 2013), árboles frutales (Faragalla y Al Qhtani, 2013; Tomar, 2013), arroz (Agunbiade *et al.*, 2009; Oyetunji *et al.*, 2014), maíz (Faragalla y Al Qhtani, 2013), trigo (Rathour *et al.*, 2014) y cultivos de tubérculos (Tomar, 2013).

En Nicaragua se reportan ocho especies que mayormente afectan a árboles frutales como aguacate, mango, jocote, marañón, coco, cacao y café; estas especies plagas forman parte de las familias Rhinotermitidae (Rodríguez y Jiménez, 2019).

A nivel mundial, 28 especies de termes se consideran invasoras (Evans *et al.*, 2013). Los géneros más dañinos son *Cryptotermes*, *Heterotermes* y *Coptotermes*, en conjunto con 16 especies consideradas invasoras; originarias de Sudamérica, Asia, o Australia, que han sido diseminadas a otros continentes e islas lejos de su lugar de procedencia.

De las especies conocidas en el mundo según Masciocchi (2019) se ha descrito que alrededor de 83 causan daños significativos a las estructuras de madera, tratándose siempre de aquellas especies capaces de alimentarse de madera seca. Por otro lado, las termitas pueden ser importantes plagas de la agricultura, particularmente en países de África y Asia donde pueden afectar hojas, raíces y tejido leñoso de distintos cultivos, causando importantes pérdidas.

Las termitas poseen gran importancia económica, al degradar diversas estructuras de madera y otros materiales. Según Gara *et al.* (1980) y Artigas (1994), las termitas son uno de los principales problemas que afectan a la madera elaborada en todo el mundo.

Existen numerosas especies estrictamente xilófagas, cuya fuente principal de alimento es la celulosa. Estas especies pueden consumir la madera virgen o procesada, por lo que tienen gran significación para el hombre, debido a los severos daños que causan no solo a las edificaciones, sino a plantaciones forestales y cultivos agrícolas con sustanciales pérdidas económicas (Costa, 2002; Milano y Fontes, 2002).

Los termes son responsables de gran cantidad de daños en postes, árboles, cultivos, casas, obras de arte, muebles, etc. La estimación del costo global de los daños es compleja, porque al costo de eliminar las plagas, hay que añadir los costos de rehabilitación de los daños causados. Dos ejemplos de estimación del daño son los aportados por Rust y Su (2012), que indican un costo global de 40 000 millones de dólares en el 2010.

Suiter *et al.* (2009) afirman que las termitas subterráneas son la plaga destructora de madera más importante en la economía de los Estados Unidos, país que gasta anualmente billones de dólares en el control y reparación de daños causados por termitas.

De las 28 especies de termitas invasoras, al menos 6 de ellas han invadido bosques naturales (Evans *et al.*, 2013) y aunque el impacto económico de las mismas no ha sido calculado, se estima que el costo mínimo sería de 70 billones de dólares al año a nivel mundial y la especie responsable de la mayor parte de este gasto sería la termita *Coptotermes formosanus* cuyo daño estimado ascendería a los 30,2 billones de dólares anuales a nivel mundial (Bradshaw *et al.*, 2016).

Control.

Infoplaga (2013) recomienda tres métodos de control: físico, químico y en el nido.

Control físico.

- Mejorar la ventilación: Es muy efectivo ya que disminuye la humedad de la madera, con lo cual aumenta la mortalidad de los insectos que se alimentan de la misma.
- Reemplazo o reparación de la madera dañada: Se realiza con posterioridad a la detección de la infestación. Después del reemplazo de la pieza se debe pintar o barnizar para prevenir la reinfestación.
- Aplicar de manera controlada aire caliente al interior de la construcción infestada: la temperatura óptima para generar mortalidad es alrededor de 50 °C por 30 minutos. Este tratamiento causa la muerte pero no evita la reinfestación, dado que no deja residuos que protejan la madera.

Control químico.

- Fumigación: Método más efectivo de control. La alta toxicidad y el peligro que representa la manipulación y aplicación de estos productos, requiere que sean aplicados por profesionales del área de control de plagas. No provee protección residual a la madera.
- Tratamiento superficial: Mezclas de insecticidas y barnices protectores con prolongado efecto residual.

Control en el nido.

Infoplaga (2013) destaca que cualquier medida de control debe implicar el ataque al nido. Los construidos al interior de la madera, deben ser dejados en comunicación con el exterior y luego utilizar productos tóxicos gasificables. En el caso de los subterráneos, la situación es más compleja y se requiere diferenciar el tipo de control que se desea efectuar:

- Control curativo: Mediante la inundación del subsuelo y, por ende, el nido con los productos tóxicos o que dichos productos sean transportados hasta el interior por los propios individuos.
- Control preventivo: Evaluar el terreno antes de construir, utilizar barreras físicas o químicas que impidan el acceso a la construcción, aplicar técnicas de construcción que consideren el posible ataque de termitas y privilegiar el uso de maderas especialmente tratadas.

CABI (2017) precisa que los patógenos fúngicos *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Antennopsis gayi*, así como varias especies de nematodos, han sido examinados

como medios de control biológico. Sin embargo, sugiere que muestran poca promesa de éxito debido a la estructura social y el comportamiento de las termitas. Aunque los depredadores de termitas pueden eliminar un gran número de individuos, es improbable que estas pérdidas reduzcan la población global de plagas de termitas a niveles económicamente aceptables. De forma similar, es poco probable que los patógenos o parásitos sean eficaces debido al comportamiento de las termitas de aislar a los miembros de la colonia muertos o infectados en cámaras ciegas cerradas en el nido.

Masciocchi (2019) manifiesta que el manejo de termitas puede ser abordado de dos enfoques diferentes: prácticas preventivas y control. Entre las prácticas preventivas sugiere: inspecciones periódicas, instalación de barreras físicas e impregnación de maderas. Respecto a las prácticas de control indica que puede ser un tratamiento local, aplicado a un solo foco de infestación o integral, referido al control simultáneo de todos los focos existentes en un lugar determinado. A su vez, las medidas de control a utilizar dependerán del hábito de la especie.

Conclusiones

Se presenta una revisión sobre las termitas que refleja, en gran medida los conocimientos y experiencias de diversos autores, como contribución a la necesidad de conocer y comprender sobre esta plaga *Coptotermes* spp Wasmann 1896, las que pertenecen al orden Isoptera de la clase Insecta y son organismos sociales que se organizan en colonias. Presentan una metamorfosis paurometábola, pero difieren de otros insectos porque presentan polimorfismo. De acuerdo a su hábitat se clasifican en: termitas de madera seca, de madera húmeda y subterránea. Son principalmente insectos xilófagos consumidores de madera y celulosa, que si bien, causan serios daños en cultivos agrícolas, forestales y especialmente en las estructuras de madera generando una gran pérdida económica, también poseen una importante función en la naturaleza, principalmente como organismos descomponedores y por su acción en la transformación de las propiedades físicas y químicas del suelo y en el proceso de reciclaje de nutrientes.

Referencias bibliográficas

ABE, T.; BIGNELL, D. E. Y HIGASHI, M. Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2000. 466 p.

AGUNBIADE, T. A.; NWILENE, F. E.; ONASANYA, A.; SEMON, M.; TOGOLA, A.; TAMO, M. Y FALOLA, O. Resistance status of upland NERICA rice varieties to termite damage in Northcentral Nigeria. Journal of Applied Sciences, no. 21 vol. 9, 2009, pp. 3864–3869.

ALVES, W. DE F.; MOTA, A. S.; LIMA, R. DE; BELLEZONI, R. Y VASCONCELLOS, A. Termites as bioindicators of habitat quality in the caatinga,

Brazil: Is there agreement between structural habitat variables and the sampled assemblages?. *Neotropical Entomology*, no. 1 vol. 40, 2011, pp. 39-46.

ARCILA, A. M.; ABADÍA, J. C.; ACHURY, R. A.; CARRASCAL, F. F. Y YACOMELO, M. J. Manual para la identificación y manejo de termitas y otros insectos plagas de los cítricos en la región caribe de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Bogotá, Colombia. 2013. 68 p.

ARTIGAS, J. Entomología económica, insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos, y susceptibles de ser introducidos). Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 1994. 1 126 p .

BAL, K. G. Y GREGG, H. Efectos del nivel de humedad en la arena sobre el consumo de alimentos y la distribución de termitas subterráneas de Formosa (Isoptera: Rhinotermitidae) con diferentes proporciones de soldados. *Ciencias Entomológicas*, no. 1 vol. 46, 2011, pp. 1 - 13.

BANDEIRA, A. G. Y VASCONCELLOS, A. Efeitos de perturbações antrópicas sobre as populações de cupins (Isoptera) do Brejo dos Cavalos, Pernambuco. In: Brejos de altitude: história natural, ecologia e conservação (Kátia Cavalcante Pôrto; Jaime J.P. Cabral; Marcelo Tabarelli, org.). Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2004. p.145-152.

BARRAZA, G. Y URBINA, Y. Estudio morfofisiológico de termitas, especie *Nasutitermes corniger* del balneario del corregimiento la Vega, Cesar. Licenciatura en Ciencias Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Educación. Universidad Popular del Cesar, Chile. 2012. 10 p.

BONACHELA, J. A.; PRINGLE, R. M.; SHEFFER, E.; COVERDALE, T. C.; GUYTON, J. A.; CAYLOR, K. K.; LEVIN, S. A. Y TARNITA, C. E. Termite mounds can increase the robustness of dryland ecosystems to climatic change. *Science*, no. 6222 vol. 347, 2015, pp. 651–655.

BOTTINELLI, N.; JOUQUET, P.; PODWOJEWSKI, P.; GRIMALDI, M. Y PENG, X. Why is the influence of soil macrofauna on soil structure only considered by soil ecologists? *Soil and Tillage Research*, vol. 146, 2015, pp. 118–124.

BRADSHAW, C. J. A.; LEROY, B.; BELLARD, C.; ROIZ, D.; ALBERT, C.; FOURNIER, A.; BARBET-MASSIN, M.; SALLES, J. M.; SIMARD, F. Y COURCHAMP, F. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects. *Nature Communications*, vol. 7, 2016, pp. 12 986.

BRADY, N. C. The nature and properties of soils. 10nd. Mc Millian Publishing Company. New York, United States. 1990. 621 p .

CABI (CAB International). Invasive Species Compendium. Wallingford, UK. Coptotermes (termites) 2017 [en línea]. [fecha de consulta: 22 mayo 2020]. Disponible en: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/15279>.

CABRERA, G. Y HERNÁNDEZ, A. Conocimiento actual del orden Isoptera (Insecta) en Cuba. Cocuyo, vol. 17, 2008, pp. 16-25.

CABRERA, G. Y LÓPEZ, M. Aspectos de la taxonomía, distribución y biología de las termitas (Insecta: Isoptera) del centro histórico de La Habana, Cuba. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, no. 53, 2013, pp. 253–258.

CABRERA, G.; TRIGUERO, N. Y CRUZ, H. Actualización sobre las termitas (Insecta: Isoptera) de interés forestal de la colección del Instituto de Investigaciones Forestales. Memorias En: IV Encuentro Internacional por el Desarrollo Forestal Sostenible. DEFORS 2009. La Habana, Cuba (CD). 2009.

CABRERA, P. Y PARRA, P. Defendamos nuestra madera 1998 [en línea]. [fecha de consulta: 17 junio 2020]. Disponible en: <http://www.infor.cl/webinfor/revista/noviembre98/termita3.pdf>

CIBRIÁN, D. Manual para la identificación y manejo de plagas en plantaciones forestales comerciales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 2013. 230 p.

CONSTANTINO, R. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. Papéis Avulsos de Zoologia, no. 25 vol. 40, 1999, pp. 387-448.

CORNELIUS, L. M. Y OSBRINK, L. A. W. Influence of dry soil on the ability of Formosan subterranean termites, *Coptotermes formosanus*, to locate food sources. Journal of Insect Science, no. 1 vol. 11, 2011, pp. 162.

COSTA, A. M. Cupins-Praga. Morfologia, Biologia e Controle. STATI Biblioteca da UNESP. Rio Claro, São Paulo, Brasil. 2002. 128 p.

CRUZ, H.; TRIGUERO, N.; LÓPEZ, R.; BERRIOS, M. C.; VARELA, Y.; FERNÁNDEZ, A.; BETANCOURT, M.; SOSA, C. Y VALLE, M. Lista Anotada de los Termites en Cuba. Fitosanidad, no. 2 vol. 8, 2004, pp. 3 - 8.

EBELING, W. Wood destroying insects and fungi 2000 [en línea]. [fecha de consulta: 19 abril 2020]. Disponible en: <http://insects.ucr.edu/entl33/ebeling/ebel5-1.html>

EDWARDS, R. Y MILL, A. E. Termites in Buildings. Their biology and control. East Grinstead: Rentokil Limited. 1986. 260 p.

EGGLETON, P. An Introduction to termites: biology, taxonomy and functional morphology. In: Bignell, D. E.; Roisin, Y.; Lo, N. (Eds), Bio!ogy of Termites: A Moderns Synthesis. Springer, Dordrecht. 2011. p. 1-26.

ESPINOZA, L. A. Termita subterránea. Universidad Autónoma de Chapingo. Mexico. 2003. p. 10-13.

EVANS, T. A.; FORSCHLER, B. T. Y GRACE, J. K. Biology of Invasive Termites: A Worldwide Review. Annual Review of Entomology, vol. 58, 2013, pp. 455-474.

FARAGALLA, A. R. A. Y AL QHTANI, M. H. The urban termite fauna (Isoptera) of Jeddah city, Western Saudi Arabia. Life Science Journal, no. 4 vol. 10, 2013, pp. 1695-1701.

FRANCO, J. E. Estudio de Sanidad de Maderas. Informe final. Proyecto de Intervención Edificio 301 Facultad de Bellas Artes. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 2018. p. 9 - 14.

FRIEDERICH, T. Modelo agrícola en el marco de la Agenda de Desarrollo del Milenio. Conferencia magistral del representante de la FAO en Cuba. Universidad de Matanzas, Cuba. 2017.

GAJU, M.; BACH DE ROCA, C. Y MOLERO, R. Orden Isoptera. IDE@-SEA, vol. 49, 2015, pp. 1-17.

GALLARDO, P.; CÁRDENAS, A. M. Y GAJU, M. Occurrence of *Reticulitermes grassei* (Isoptera: Rhinotermitidae) on Cork Oaks in the Southern Iberian Peninsula: Identification, description and incidence of the damage. Sociobiology, no. 3 vol. 56, 2010, pp. 675-688.

GARA, R.; CERDA, L. Y DONOSO, M. Manual de entomología forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 1980. 61 p.

GONZÁLEZ, G. Patologías Bióticas de la Madera. De los Bosques Templados de Chile, a la Selva Atlántica de Misiones. Universidad del Bio Bio, Concepción, Chile. 2012. 26 p.

GOVORUSHKO, S. Economic and ecological importance of termites: A global review. Entomological Science, no. 1 vol. 22, 2018, pp. 1 - 15.

HERNÁNDEZ, S.; LÓPEZ, J.; VALDÉS, M. T.; SANCHEZ, F. J.; CUETO, S. M. Y CASTILLO, A. Termitas subterráneas que causan daño a edificios en el área urbana de torreón, Coahuila, México. *Entomología Mexicana*, vol. 2, 2015, pp. 701-705.

INFOPLAGA. Xilófagos. *Boletín Técnico de Anasac Control*. 2013. p. 5-7.

IÑIGUEZ, H. G. Y TALAVERA, Z. E. Diagnóstico de *Coptotermes gestroi* en el Estado de Colima, Transecto Manzanillo-Colima. Comisión Nacional Forestal. México. 2006. p. 1-34.

JIMÉNEZ, J.; DECAENS, T. Y LAVELLE, P. Nutrient spatial variability in biogenic structures of *Nasutitermes* (Termitinae; Isoptera) in a gallery forest of the Colombian “Llanos”. *Soil Biology and Biochemistry*, no. 5 vol. 38, 2006, pp. 1132-1138.

JOUQUET, P.; BOTTINELLI, N.; SHANBHAG, R. R.; BOURGUIGNON, T.; TRAORÉ, S. Y ABBASI, S. A. Termites: the neglected soil engineers of tropical soils. *Soil Science*, no. (3/4) vol. 181, 2016, pp. 157–165.

KHAN, M. A.; AHMAD, W. Y PAUL, B. Ecological impacts of termites. In: *Termites and Sustainable Management* (Khan MA and Ahmad W, Eds.), Dordrecht (NL): Springer. 2018. p. 201–216.

KING Jr, E. G. Biology of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus Shiraki*, with primary emphasis on young colony development. Ph. D. Dissertation, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana. 1971. 190 p.

LAVELLE, P.; DANGERFIELD, M.; FRAGOSO, C.; ESCHENBRENNER, V.; LÓPEZ, D.; PASHANASI, B. Y BRUSSAARD, L. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. En: Woomer, P.L. y M. J. Swift (eds.), *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*, New York. 1994. p. 137-170.

LI, H. F.; SU, N. Y. Y WU, W. J. Solving the hundred-year controversy of *Coptotermes* taxonomy in Taiwan. *American Entomologist*, no. 4 vol. 56, 2010, pp. 222.

LIMA, J. T. Y COSTA-LEONARDO, A. M. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). *Biota Neotropica*, no. 2 vol. 7, 2007, pp. 243-250.

MARTIUS, C. Diversity and ecology of termites in Amazonian forest. *Pedobiologia*, vol. 387, 1994, pp. 407-428.

MASCIOCCHI, M. Termitas. Cuadernillo n° 21. Serie de divulgación sobre insectos de importancia ecológica, económica y sanitaria. Grupo de Ecología de Poblaciones de Insectos. Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche. INTA-CONICET. Río Negro, Argentina. 2019. 18 p.

MILANO, S. Y FONTES, L. R. Cupim y Cidade. Implicações ecológicas e controle. Conquista Artes Gráficas Ltda. São Paulo, Brasil. 2002. 142 p.

MILLER, D. M. Subterranean Termite Biology and Behavior. Virginia Cooperative Extension. 2010. p 444–502.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. Recomendaciones para la prevención y control de ataques de termitas en edificaciones. Serie Estándares Técnicos para Edificaciones Residenciales. 2018. Chile. 99 p.

MYLES, T. Selected North American termites, their distributions, habitats and natural diets, and potential use as decomposers 2000 [en línea]. [fecha de consulta: 17 marzo 2020]. Disponible en: <http://www.utoronto.ca/forest/termite/dec-term.htm>

NAIR, S. S.; GOPALAKRISHNAN, P.; UMESH, S.; AKSHAYA, S. Y ABHILASHA, V. G. Evaluation of Abiotic Stress Induced Physiological and Biochemical Changes in *Trigonella Foenum-Graecum*. Journal of Biotechnology and Biochemistry. no. 1 vol. 3, 2017, pp. 89-97.

OHKUMA, M. Termite symbiotic system: efficient bio-recycling of lignocellulose. Applied microbiology and biotechnology, no. 1 vol. 61, 2003, pp. 1-9.

OYETUNJI, O. E.; PELUOLA, C. O.; NWILENE, F. E. Y TOGOLA, A. Root and Stem Damage Caused by Termite–fungi Interaction on Rice. Journal of Applied Sciences, vol. 14, 2014, pp. 1851 - 1857.

PEARCE, M. J. Termites: Biology and Pest Management. CAB International, UK. 1997. 172 p.

RATHOUR, K. S.; GANGULY, S.; DAS, T. K.; SINGH, P.; KUMAR, A. Y SOMVANSHI, V. S. Biological management of subterranean termites (*Odontotermes obesus*) infesting wheat and pearl millet crops by entomopathogenic nematodes. Indian Journal of Nematology, no. 1 vol. 44, 2014, pp. 97 - 100.

RIPA, R.; LUPPICHINI, P.; KRECEK, J.; LENZ, M. Y CREFFIELD, J. W. Termitas y otros insectos xilófagos en Chile: especies, biología y manejo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. 2004. p. 73 - 105.

RODRÍGUEZ, O. Y JIMÉNEZ, E. Ordenes de insectos de importancia agrícola en Nicaragua. Identificación y Diagnóstico. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 2019. p. 31 - 33.

RUST, M. K. Y SU, N. Y. Managing Social Insects of Urban Importance. Annual Review of Entomology, vol. 57, 2012, pp. 535 – 575.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). Ficha Técnica *Coptotermes* spp. Dirección de Salud Forestal y Conservación de Recursos Genéticos. Coyoacán, México, D.F. 2010.

SERMEÑO, J. M.; PANIAGUA, M. R.; JONES, D.; MENJÍVAR, M. A. Y MONRO, A. Bio-ecología e identificación de los géneros de termitas de las Familias Kalotermitidae y Rhinotermitidae (Blattaria: Isoptera) presentes en El Salvador. 2013. p. 14 - 18.

SUITER, D. R.; JONES, S. C. Y FORSCHLER, B. T. La biología de termitas subterráneas del este de los Estados Unidos. Universidad de Georgia, E.U. 2009. 12 p.

TOMAR, P. S. Characteristics of agro-ecological knowledge of farmers on termites and their devastation in semi-irrigated farming system of central India. Insect Environment, vol. 19, 2013, pp. 142–152.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. Termites. UC Pest Management Guidelines 1997 [en línea]. [fecha de consulta: 19 febrero 2020]. Disponible en: <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/PESTNOTES/pn7415.html>