



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura

*“Estudio Comparativo de la Termitofauna  
en tres ambientes del Nordeste  
de la Provincia de Corrientes, Argentina”.*

Tesis de Doctorado

Lic. Enrique Rafael Laffont

Director de Tesis: Dr. Evoneo Berti Filho

Co- Director de Tesis: Dr. Luiz Roberto Fontes

2009

Dedico este trabajo

A mi padre quien me marcó un camino

A mis hijos Martín, Mariano y Paulina,

quienes me brindan todo su cariño y comprensión

Especialmente a mi esposa, compañera incondicional en esta

ruta

que elegimos con pasión y dedicación.

## **INDICE**

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>i</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>18</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>38</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>
<b>FIGURAS Y TABLAS</b>	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>106</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

### **Institucionales:**

A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste, donde desarrollé la mayor parte de este trabajo.

Al Establecimiento “Las Marías”, en cuyo ámbito realicé los muestreos y las observaciones de campo.

Al Comité Académico la de la Carrera del Doctorado de la UNNE especialidad Biología, por el apoyo brindado.

### **Personales:**

A los Doctores Evoneo Berti Filho y Luiz Roberto Fontes, Director y Codirector de este trabajo, respectivamente, por sus aportes al mejoramiento del mismo.

A la Dra. María Celina Godoy por su permanente acompañamiento y ayuda.

A la Lic. Gladys J. Torales, con quien me inicié en el conocimiento de los isópteros.

Al Lic. Juan Manuel Coronel, por su invaluable apoyo y estímulo.

Al Dr. José Luis Fontana, por su valiosa colaboración en la caracterización de la flora de los ambientes trabajados y sugerencias realizadas.

Al Ingeniero Agrónomo Crispín Venialgo, por las determinaciones de muestras de suelos.

A los Ingenieros Claudio Anselmo, Marcelo Rolón y Nestor Galvalissi, y especialmente al Sr. Roque Espíndola, por las atenciones y aportes realizados durante mi estadía en el Establecimiento “Las Marías”.

## **RESUMEN**

En ecosistemas naturales y alterados, los isópteros se hallan implicados en degradación de compuestos celulósicos y en los procesos de humificación y mineralización, así como en los de mezcla de la materia orgánica con el suelo mineral. Sus ensambles contienen especies con diferentes modos de alimentación y nidificación, cuya heterogeneidad resulta importante para el cumplimiento de tales funciones en los ecosistemas. Al analizar los ensambles de termitas con el fin de determinar los servicios ecológicos que desarrollan, se deben establecer unidades funcionales equivalentes entre ellos, a fin de posibilitar la comparación e interpretación de datos.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los ensambles de isópteros presentes en tres ambientes, con distintos grados de alteración antrópica, del Establecimiento “Las Marías”, situado en cercanías de la localidad de Gobernador Virasoro (Dpto. Santo Tomé), en la región noreste de la Provincia de Corrientes, Argentina. Para ello fueron aplicados métodos estandarizados de muestreo que permitieron un aprovechamiento adecuado de los recursos y la realización de comparaciones posteriores. Asimismo, se pretendió dilucidar el rol ecológico que ejercen las termitas en estos ecosistemas y determinar si podrían resultar necesarias futuras estrategias de manejo de estos insectos principalmente en áreas de pastoreo y forestaciones.

Los ambientes seleccionados para el estudio fueron isletas montes nativos hidrófilos, pastizales y pajonales seminaturales destinados a la cría de ganado situados en áreas agropecuarias y forestaciones de *Eucalyptus* spp. de entre 18 y 25 años de antigüedad, localizados en el subsistema “Tres Capones” del mencionado establecimiento.

El diseño de muestreo correspondió a una modificación del método rápido de

estimación de la diversidad de isópteros desarrollado por Jones y Eggleton (2000) consistente en el trazado de bandas de muestreo de 100 x 2 m, subdivididas en 20 secciones contiguas de 5 x 2 m. El área total muestreada fue de 2.400 m<sup>2</sup> y el esfuerzo total de colecta de 240 horas/hombre. En cada transecta fueron inspeccionados todos los microhábitats susceptibles de ser ocupados por los isópteros, desde los 2 m de altura hasta muestras de suelo tomadas de los primeros 10 cm del suelo. Se registraron asimismo las características de los nidos de termitas detectados. Fuera de las transectas se realizaron colectas testigo en cada ambiente, en un radio aproximado de 150 m de las transectas y en los cultivos vecinos (yerba mate y té).

Se realizó la determinación taxonómica de los ejemplares y se clasificaron las especies en cuatro grupos alimentarios, de acuerdo al grado de humificación del sustrato ingerido, para lo cual se analizaron seis caracteres morfológicos externos y del tubo digestivo en obreras de cada especie.

Los isópteros recolectados en los tres ambientes analizados correspondieron a 16 especies incluidas en 10 géneros de las familias Kalotermitidae y Termitidae, presentando esta última el mayor número de especies y la mayor abundancia relativa. El éxito de captura alcanzado resultó superior al 82% en cada uno de los tres ambientes, con el 90,42% de las secciones positivas a la presencia de termitas. Con excepción de una de las especies, ellas forman parte de la termitofauna previamente conocida para Argentina. Los ensambles comprendieron, en su mayoría, elementos comunes a las provincias biogeográficas Paranaense, Chaqueña y del Espinal. Se evidenció la diversidad del “grupo *Anoplotermes*” de la subfamilia Apicotermitinae, y se reportó la primera cita para Argentina de un nuevo género esta subfamilia. La subfamilia Nasutitermitinae fue la de mayor abundancia relativa.

No se registraron diferencias significativas en los valores de riqueza específica

por ensamble, la cual varió entre 9 y 10 especies con mayor diversidad para montes, valores intermedios para eucaliptales y menores para pastizales. Los números de especies/transecta, especies/sección, encuentros/transecta y muestras/ambiente resultaron similares entre ensambles, pero se diferenciaron en la composición y abundancia de los grupos taxonómicos y alimentarios. Sólo cinco de las especies se hallaron presentes en los tres ambientes.

Se evidenció mayor la similitud entre los ensambles de montes y de eucaliptales, con un 58 % de especies compartidas, que con las comunidades de pastizales.

Todas las especies, con respecto a su abundancia, se ubicaron en las categorías de intermedias o raras, es decir que no se detectaron especies comunes. Entre las especies más abundantes se situaron *N. opacus*, *Anoplotermes* sp. 1, *D. diversimiles* y *N. aquilinus*.

Los cuatro grupos alimentarios reconocidos para isópteros se hallaron representados en este estudio. Del total de especies detectadas en los tres ambientes, el 50% correspondió a las alimentadoras de suelo del grupo IV, pero el grupo alimentario III registró la mayor abundancia relativa. La estructura de los grupos alimentarios y los valores del Grado de Humificación Ponderado (GHP) resultaron diferentes entre los ensambles. En pastizales, la mayor diversidad y abundancia correspondió al grupo IV, en tanto que en eucaliptales y montes, al grupo III.

Dentro de las transectas trazadas pudieron ser localizados nidos de tres especies de isópteros: epigeos de *C. cumulans* y *C. fulviceps*, y arbóreos de *N. aquilinus*.

Se detectaron termitas en 14 de los 15 microhábitats inspeccionados. Los microhábitats preferidos por los isópteros fueron suelo en base de tronco, suelo asociado a la vegetación, interior de ramas caídas y de troncos muertos, así como nidos epigeos. Los niveles de abundancia de especies establecidos de acuerdo a los índices trabajados

guardan relación con la variedad de microhábitats ocupados por los isópteros y con la diversidad de grupos alimentarios presentes en los ensambles. A su vez, cada uno de los ambientes presentó particularidades en referencia a los microhábitats más frecuentemente ocupados. En el 10,35% del total de las muestras se detectaron dos o más especies compartiendo sitios de forrajeo, refugio o nidificaciones (muestras compuestas).

El ensamble de eucaliptales de “Las Marías” mostró riqueza específica similar a las de plantaciones de otras áreas subtropicales de Brasil y Argentina. Siete de las especies son mencionadas por primera vez para eucaliptales de nuestro país. Las termitas de mayor abundancia relativa en estos ambientes (*D. diversimiles*, *N. opacus* y *Anoplotermes* sp. 1) participan en la degradación de material vegetal y en los procesos de mineralización del suelo, desempeñando principalmente funciones benéficas. Sólo en recolecciones complementarias en uno de los predios (E4), se registraron 14 nidos de *N. aquilinus*, especie xilófaga.

En muestreos al azar en cultivos de yerba mate y té, fueron detectadas tres especies de termitas, de las cuales sólo *Rugitermes* sp., mencionada por primera vez para Argentina en este cultivo, es alimentadora de madera.

Los efectos de los procesos de alteración de ecosistemas resultaron poco evidentes en los ensambles de termitas analizados, ya que no se observaron disminuciones drásticas de su diversidad o desequilibrios marcados en su estructura funcional. Es recomendable el monitoreo de las especies que podrían causar potenciales perjuicios, así como la conservación de los parches de bosques y otros ambientes naturales remanentes en el establecimiento, que contribuyen a mantener la diversidad y biomasa de los ensambles de Isoptera, participantes en procesos ecológicos clave como la descomposición del material vegetal y el mantenimiento de la calidad del suelo.



## **ABSTRACT**

In natural and altered ecosystems, isopterans are involved in degradation of cellulosic compounds and processes of humification and mineralization, as well as the mixing of organic matter with mineral soil. Their assemblages contain species with different feeding and nesting habits, whose heterogeneity is important for the performance of such functions in ecosystems. In analyzing the termite assemblages in order to determine the ecological services that develop, functional equivalent units must be established among them, to enable comparison and interpretation of data.

The aim of this study was to characterize the assemblages of Isoptera in three environments with varying degrees of anthropogenic alteration, of the "Establecimiento Las Marías", located near Gobernador Virasoro (Dept. Santo Tomé) in the Northeast of the Province of Corrientes, Argentina. Sampling methods that allowed an appropriate use of resources and subsequent comparisons were applied. It was also intended to elucidate the ecological role exerted by the termites in those ecosystems and determine whether future management strategies of these insects might be necessary, mostly in forested and grazing areas.

The sites selected for the study were islets of native hydrophilic forests or "montes", pastures and grasslands for cattle grazing and forests of *Eucalyptus* spp. between 18 and 25 years old, located in the subsystem "Tres Capones".

The sampling design was a modification of the method of rapid estimation of the Isoptera diversity developed by Jones and Eggleton (2000), consisting in the delimitation of 2 x 100 m transects, subdivided into 20 contiguous sections of 5 x 2 m. The total area sampled was 2400 m<sup>2</sup> and the total collecting effort was 240 hours/man.

In each transect, every microhabitat capable of being occupied by the Isoptera were inspected, from 2 m to soil samples taken from the first 10 cm of soil. The characteristics of the termite nests detected were also recorded. Collections at random were also performed outside the transects in each environment, within a radius of approximately 150 m, as well as in neighboring crops (tea and yerba mate).

The taxonomic determination of samples and the classification of the species into four feeding groups, according to degree of humification of the substrate consumed were made, analyzing six characters (external and from the digestive tract) in workers of each species.

The Isoptera collected in the three environments corresponded to 16 species and 10 genera of the Kalotermitidae and Termitidae families, the latter showing the highest number of species and abundance. The capture success was more than 82% in each of the three environments, with 90.42% of sections positive for the presence of termites. With the exception of one species, they are included in the previously known Argentine termitofauna. The assemblages included, mostly, common elements to the Paranaense, Chaco and Espinal biogeographic provinces. The diversity of the “*Anoplotermes* group” of the subfamily Apicotermatinae was recognized, and the first cite of a new genus from this subfamily in Argentina was reported. The Nasutitermitinae subfamily showed the highest relative abundance.

There were no significant differences in the values of species richness among assemblages, ranging from 9 to 10 species with highest diversity values for “montes”, intermediate for *Eucalyptus* plantations and lower for pastures. The numbers of species/transect, species/section, encounters/transect and samples/ambient were similar among assemblages, but they differed in composition and abundance of taxonomic and feeding groups. Only five species were found in the three environments.

The similarity was higher between the “montes” and *Eucalyptus* plantations assemblages with 58% of shared species, than with the pasture communities.

With respect to their abundance, all species were placed in the categories of rare or intermediate, meaning that there was no species classified as common. Among the most abundant species were *N. opacus*, *Anoplotermes* sp. 1, *D. diversimiles* and *N. aquilinus*.

The four feeding groups recognized for termites were represented in this study. Of all the species detected in the three environments, 50% corresponded to the feeding group IV, but the feeding group III had the highest relative abundance. The structure of the feeding groups and the values of the weighted humification score (HS) were different among the assemblages. In grasslands, the highest diversity and abundance corresponded to the group IV, while in *Eucalyptus* plantations and “montes”, to the group III.

Within the transects, nests of three termite species were found: epigeal of *C. cumulans* and *C. fulviceps*, and arboreal nests of *N. aquilinus*.

Termites were detected in 14 of the 15 microhabitat inspected. Favourite microhabitats of Isoptera were the soil around tree trunks, soil associated to vegetation roots, fallen branches, interior of dead trunks and epigeal nests. The levels of abundance established according to the indices were related to the variety of microhabitats occupied by the termite species and the diversity of feeding groups in the assemblages. In turn, each of the environments presented differences in the microhabitats most frequently occupied. In 10.35% of the samples two or more species were detected sharing the foraging, nesting or shelter sites (composite samples).

The assemblage from *Eucalyptus* plantations in “Las Marías” showed similar species richness to other areas of subtropical plantations in Argentina and Brazil. Seven

of the species were mentioned for the first time for *Eucalyptus* plantations in Argentina. The termites of highest relative abundance in these environments (*D. diversimiles*, and *Anoplotermes* sp. 1 and *N. opacus*) are involved in the degradation of plant material and in soil mineralization processes, playing mainly beneficial functions to these ecosystems. Only in complementary collections in one of the sites (E4), 14 arboreal nests of *N. aquilinus* (xilophagous species) were found.

In random samplings in yerba mate and tea crops, three termite species were detected, but only *Rugitermes* sp., first cited for this crop in Argentina, is a wood-feeder.

The effects of the processes of ecosystem change were barely evident in the termite assemblages analyzed because there were no drastic reductions of their diversity or marked imbalance in its functional structure. The monitoring of species that could cause potential harm is recommended, as well as the conservation of “montes” patches and other natural environments remaining in “Las Marías”, which contribute to the maintenance of the diversity and biomass of Isoptera assemblages, that participate in key ecological processes as the decomposition of plant material and maintenance of soil quality.

# Introducción

## **INTRODUCCIÓN.**

### **Generalidades y rol ecológico de los isópteros.**

El orden Isoptera, ampliamente distribuido en regiones tropicales, subtropicales y templadas, reviste especial importancia desde el punto de vista ecológico y económico. Con más de 2.600 especies actualmente descritas, se halla representado en Argentina, hasta el momento, por 95 especies pertenecientes a las familias Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Termopsidae y Termitidae (Torales *et al.* 2008).

Filogenéticamente, los isópteros constituyen un clado que presenta afinidad con blatoideos y mántidos, formando el linaje de los Dictyoptera, aunque no existe acuerdo entre los especialistas con respecto a la ubicación y relaciones de los tres grupos de insectos (Thorne y Carpenter 1992; Kambhampati 1995, 1996; Inward *et al.* 2007).

Como insectos eusociales, constituyen sociedades que están conformadas por reproductores funcionales e individuos estériles, diferenciándose un sistema de castas donde cada una tiene una morfología particular y una labor bien definida. Cada sociedad construye una nidificación que varía en estructura y localización de acuerdo a la especie, proveyendo a sus integrantes un ambiente con características peculiares de temperatura, humedad y atmósfera interna. Sus colonias son muy numerosas, pudiendo contarse, en algunas especies, varios cientos de miles de individuos (Noirot 1970, Grassé 1986). Se alimentan de sustancias ligno-celulósicas en diferente estado de degradación y suelo rico en materia orgánica, perteneciendo por ello a los niveles tróficos de consumidores primarios y descomponedores (Wood 1978, Noirot 1992).

En los ecosistemas tropicales y subtropicales pueden llegar a constituir uno de

---

los grupos de artrópodos más importantes, con elevados valores de abundancia y de densidad de biomasa viva (Wood y Sands 1978, Eggleton *et al.* 1996, Watt *et al.* 1997) y son considerados además potenciales indicadores de perturbaciones ambientales (Brown 1991).

En cuanto al rol ecológico de los isópteros en los ecosistemas, se hallan implicados en el reciclaje de nutrientes como uno de los principales agentes de degradación de la madera y compuestos celulósicos en general, así como en los procesos posteriores de humificación y mineralización de los materiales residuales y de mezcla de la materia orgánica con el suelo mineral. La acción benéfica de estos insectos en el proceso de conversión de los árboles muertos y restos vegetales en sustancias más simples que se incorporarán al suelo y serán reutilizadas por otras plantas, se cumple tanto en ambientes naturales como en forestaciones, siendo especialmente activos en los ecosistemas de suelos tropicales y subtropicales (Matsumoto y Abe 1979, Nair y Varma 1985, Laffont *et al.* 1998).

La actividad de las termitas subterráneas posee marcada influencia sobre las características y atributos del suelo, ya que promueven una bioperturbación que afecta el reciclaje de nutrientes y las propiedades físicas y químicas del mismo. La función de las termitas ha sido comparada con la de las lombrices de tierra en regiones templadas, ya que contribuyen además a la recuperación de la porosidad, aireación, humedad y materia orgánica del suelo (Wood y Sands 1978, Matsumoto y Abe 1979, Collins 1983, Fontes 1986, Poggiani *et al.* 1996).

Tanto las termitas como las lombrices son consideradas “ingenieros de los ecosistemas de suelo” (Jones *et al.* 1994, Lavelle *et al.* 1997, Lawton 1996). Estos organismos se mueven a través de las diferentes capas del suelo, mezclando materiales

orgánicos y minerales que forman complejos de alta o media persistencia. Actúan como determinantes de la estructura del suelo ya que sus efectos físicos van desde cambios micromorfológicos hasta alteraciones en la evolución y estructura del perfil completo del suelo. A través de estos procesos controlan los materiales residuales que se hallan disponibles para los organismos de otros grupos funcionales, como los transformadores de hojarasca y microorganismos. Así, hay una relación entre la presencia de ingenieros y algunas funciones fundamentales del suelo como la mineralización del carbono, la fijación de nitrógeno y la desnitrificación, entre otros procesos importantes para el crecimiento de plantas (Martius 1994, Stork y Eggleton 1992).

En especies constructoras de montículos, el contenido de carbono orgánico, arcilla y nutrientes así como el pH y las poblaciones microbianas son mayores en el interior de la nidificación, que en el suelo adyacente (Black y Okwakol 1997, Holt 1998, Ohkuma 2003). Por ello, sus montículos constituyen un valioso suplemento nutritivo para los vegetales y sitios con gran diversidad de bacterias y hongos (Holt y Lepage 2000), que son principalmente aprovechados por otros organismos luego de la muerte de las colonias de termitas.

En la selva Amazónica, por ejemplo, las termitas adquieren relevancia en el reciclaje de la materia vegetal en suelos con pocas reservas de nutrientes. En algunas zonas de esta región, el 33% de las especies de termitas detectadas consumen madera viva o muerta aún no atacada por microorganismos y en menores porcentajes madera parcialmente degradada, plantas herbáceas y hojarasca (Mill 1982, Bandeira 1983). En selvas australianas secas (esclerófilas), las termitas consumen el 40 % de toda la madera muerta caída y una gran proporción de hojarasca de hojas (Lee y Butler 1977). Se ha postulado, al menos para ecosistemas africanos, que cuando más seco es el ecosistema, es mayor el consumo relativo de las termitas y mayor la dominancia de las



Macrotermitinae (Deshmukh 1989).

En ecosistemas de sabana, las termitas son un factor importante, aunque no necesariamente predominante, en los procesos de descomposición y reciclaje de materia orgánica. Su relevancia es comparable, en rasgos generales, a la de mamíferos herbívoros y quema de arbustos, siendo atribuibles a estos insectos hasta el 20% de los procesos de mineralización del carbono (Collins 1981, Bignell y Eggleton 2000). Se ha estimado que las termitas podrían consumir hasta el 55 % de la hojarasca superficial, incluyendo el 20-25 % de las hierbas vivas, en sabanas africanas, donde las especies cultivadoras de hongos de la subfamilia Macrotermitinae (Termitidae) consumen 5-6 veces más alimento por unidad de biomasa que otras termitas (Wood y Sands 1978).

Sin embargo, estos efectos sobre las propiedades del suelo revisten importancia sólo mientras las poblaciones y actividades de las termitas no se vean afectadas por un uso intensivo de la tierra (Miklós 1993, 1995; Black y Okwakol 1997; Kaschuk *et al.* 2006). Si las termitas son removidas, accidental o experimentalmente, se ha comprobado que la hidrología de los suelos puede verse alterada. Asimismo, los lotes libres de termitas pueden alcanzar altos niveles de nitrógeno y carbono orgánico y biomasa vegetal y pueden producirse cambios en la fisonomía vegetal (Spears *et al.* 1975, Elkins *et al.* 1986, Veeresh y Belavadi 1986, Kalidas y Veeresh 1990 y Whitford 1991).

Otro importante papel de los isópteros en los ecosistemas es, por la abundante biomasa que constituyen, el de fuentes de alimento para muchos depredadores generalistas (invertebrados y vertebrados) y otros especialistas en el consumo de termitas, principalmente hormigas (Wood y Sand 1978, Traniello y Leuthold 2000).

### **Características de los ensamblajes de termitas.**

Los ensamblajes de termitas constituyen sistemas complejos que contienen especies con diferentes modos de alimentación y nidificación, e importantes roles en distintos procesos ecológicos y donde la heterogeneidad de grupos funcionales, antes que la riqueza específica en sí misma, constituye la clave de unión entre la biodiversidad de termitas y sus funciones en el ecosistema (Lee y Wood 1971, Bignell y Eggleton 2000, Primanda *et al.* 2005).

Entre los factores ambientales y biogeográficos determinantes de la estructura de los ensamblajes de termitas pueden diferenciarse aquellos que tienen su influencia a nivel global y los que actúan a nivel regional o local. A nivel de los patrones globales de diversidad de termitas, los principales factores serían la localización en una determinada región biogeográfica y los gradientes latitudinales y longitudinales. A escalas espaciales menores (regionales y locales) tienen una marcada influencia el tipo de vegetación, la altitud, el clima, las inundaciones, el tipo de suelo y la historia del sitio, indicada principalmente por la perturbación y fragmentación del hábitat y el uso de la tierra (De Souza y Brown 1994; Eggleton *et al.* 1995, 1997; Eggleton 2000; Jones 2000; Gathorne-Hardy *et al.* 2001; Davies *et al.* 2003 a).

La región biogeográfica a la que pertenece el ensamblaje de termitas parece ser uno de los factores que influye más fuertemente en la estructura y riqueza genérica (Wood y Sands 1978). Esto es particularmente válido para la región Neotropical, que cuenta con el más elevado nivel de endemismo genérico, con un dominio de aquellos géneros que habitan bosques y selvas. (Eggleton *et al.* 1994, Eggleton 2000).

Con respecto a la latitud, la riqueza genérica de termitas disminuye a medida que se aleja del ecuador, aunque la disminución de la riqueza parece ser asimétrica, con

---

mayor diversidad genérica en el hemisferio sur (Wood y Sands 1978, Davies *et al.* 2003 a).

Además de estas diferencias latitudinales, también parecen reconocerse diferencias longitudinales entre los bloques de bosques tropicales, con una mayor diversidad en la región Afrotropical (Eggleton 2000, Davies *et al.* 2003 a). Para la región Neotropical, los estudios completos en diferentes ecosistemas aún son muy escasos y puntuales como para establecer afirmaciones al respecto.

Las poblaciones de isópteros parecen ser también afectadas por la estacionalidad, tanto en su abundancia como en su distribución. De acuerdo a los estudios disponibles, se ha propuesto que las termitas serían menos comunes en las capas superficiales del suelo durante condiciones muy secas o muy húmedas, pero los tamaños poblacionales generales podrían también fluctuar estacional e interanualmente. Estas posibles variaciones, así como la utilización de metodologías diferentes entre uno y otro estudio, enfatizan la necesidad de análisis a largo plazo en los ensambles de isópteros, con metodologías acabadamente diseñadas que aseguren la validez y la realización de posibles comparaciones entre los datos (Bandeira 1979 b, Ohiagu 1979, Wood *et al.* 1982, Bandeira y Macambira 1988, Bignell *et al.* 1997, Dibog *et al.* 1999).

A niveles regionales y locales, el tipo de vegetación parece ser uno de los factores que marcan variaciones en los niveles de diversidad de termitas. Así, entre los hábitats con mayor riqueza específica local se hallan las selvas tropicales con canopia cerrada, situadas a latitudes bajas o moderadas, en África y Asia. En estos ambientes, asimismo, se hallan los mayores porcentajes de termitas alimentadoras de suelo, en comparación con otros ambientes de las mismas regiones (Eggleton 2000). Para la región Neotropical, no resulta posible aún establecer patrones bien definidos, ya que los análisis realizados hasta el momento parecen indicar que algunos ambientes abiertos

como el Cerrado brasileiro presentan una riqueza de especies mucho mayor que la de las savanas africanas y albergan una elevada diversidad y densidad de termitas, similar o mayor a la de selvas tropicales de la región (Mathews 1977, Coles y Redford 1982, Domingos *et al.* 1986, Gontijo y Domingos 1991, Constantino 2005).

La altitud parecería producir, al menos en algunos casos, una disminución en la abundancia y biomasa de termitas, tal como ha sido registrado para diversos países de Asia, África, Europa, América Central y del Sur, siendo el límite aproximado de 1900 m en el sudeste asiático. Sin embargo, en el este de África se reportan densas poblaciones de las constructoras de montículos del género *Cubitermes* hasta los 3000 m de altura (Collins 1980, Darlington 1985, Sands 1998, Eggleton 2000, Donovan *et al.* 2002, Bandeira *et al.* 2003).

A nivel regional, las termitas son además fuertemente afectadas por las inundaciones ocasionales o periódicas de sus hábitats (Abe 1979; Collins 1979, 1989; Martius 1994).

También el tipo de suelo resulta un elemento determinante sobre la fauna de isópteros. Algunos suelos parecen suprimir selectivamente a las termitas, como los suelos pobres en sílice y ricos en hierro, magnesio, níquel y cromo sólo de algunas zonas de África, donde se han detectado solamente especies de Macrotermitinae y Nasutitermitinae (Wild 1975, citado en Bignell y Eggleton 2000).

Entre los factores de escala local, la historia del sitio relevado y su nivel de perturbación constituyen factores determinantes de la estructura de los ensambles de termitas, y en particular la mayor o menor influencia antrópica sobre los ecosistemas. Las principales consecuencias de estos procesos, registradas hasta el momento sobre las comunidades de isópteros, se desarrollarán más adelante.

Al analizar los ensambles de termitas con el fin de determinar los servicios ecológicos que desarrollan, se deben establecer unidades funcionales equivalentes entre diferentes ecosistemas, a fin de posibilitar la comparación e interpretación de datos. Para ello deben considerarse dos aspectos fundamentales de la biología de estos insectos, como lo son el tipo de sustrato alimentario consumido y la estrategia de nidificación de cada especie o género.

La variedad de materiales ligno- celulósicos consumidos por las distintas especies es amplia, por lo que resulta necesaria una clasificación en grupos tróficos o alimentarios. Existen en la literatura varias propuestas de división de las especies de isópteros en grupos alimentarios, desde aquellas tradicionales basadas en el sitio de hallazgo, el material de construcción del nido o la coloración del abdomen, hasta otras más recientes que consideran el análisis del contenido intestinal, de algunos caracteres morfológicos, una combinación de ambos tipos de datos, o bien utilizan isótopos radioactivos (Sands 1965; Deligne 1966; Mathews 1977; Boutton *et al.* 1983; Fontes 1987 a y b; Lepage *et al.* 1993; De Souza y Brown 1994; Martius 1994; Eggleton *et al.* 1995, 1997; Sleaford *et al.* 1996; Tayasu *et al.* 1997, 1998; Jones y Eggleton 2000; Donovan *et al.* 2001; Primanda *et al.* 2005). En este trabajo se aplica la clasificación en cuatro grupos alimentarios elaborada por Donovan *et al.* (2001), que reconoce a los siguientes grupos: grupo I (no- Termitidae que consumen madera muerta y hierbas poco humificadas), grupo II (Termitidae que ingieren madera muerta, hierbas, hojarasca, y microepífitos), grupo III (Termitidae que se nutren de las capas superiores del suelo ricas en materia orgánica) y grupo IV (Termitidae consideradas como verdaderas alimentadoras de suelo mineral, con máxima humificación de los materiales ligno-celulósicos).

Con respecto a las estrategias de nidificación, pueden reconocerse grandes variaciones dentro del orden Isoptera, desde galerías más o menos difusas excavadas en la madera o en el suelo hasta conspicuos montículos de varios metros de altura o construcciones situadas sobre la vegetación leñosa.

Los nidos pueden definirse como cualquier centro de colonia, donde pueden hallarse individuos de diferentes castas, principalmente reproductores e inmaduros. Su estructura puede variar desde excavaciones en ramas o árboles secos hasta conspicuas construcciones como montículos que pueden alcanzar los 4-5 m de altura. En épocas de inundaciones y temperaturas extremas, ellos pueden servir como refugios temporarios de sus habitantes y otros animales y, en termitas alimentadoras de suelo, su centro puede actuar como un recurso alimenticio de emergencia (Bignell y Eggleton 2000).

Es posible clasificar a las especies de termitas presentes en un ensamble, a fin de diferenciar grupos de nidificación. De acuerdo a la ubicación y materiales de construcción se han presentado diversas clasificaciones para los nidos de los isópteros (Wood y Sands 1978, Abe 1987, Martius 1994, Eggleton *et al.* 1996, Noirot y Darlington 2000).

### **Caracterizaciones de ensambles de termitas en ambientes naturales.**

Los análisis referidos a ensambles de termitas en ambientes naturales han aumentado rápidamente su número en los últimos años debido al creciente interés en estudios referidos al conocimiento de la biodiversidad y de sus alteraciones en ecosistemas modificados.

Cabe recalcar que la estructura y composición de los ensambles de termitas

varían de una región biogeográfica a otra, por acción de los diversos factores antes mencionados. Sin embargo, han podido identificarse algunas tendencias generales, como los elevados valores de abundancia y biomasa de este grupo de insectos en las selvas lluviosas donde constituyen uno de los principales grupos de descomponedores de la materia orgánica (Abe 1979, 1982; Abe y Matsumoto 1979; Collins 1980; Lepage 1983; Eggleton *et al.* 1996; Basu *et al.* 1996; Davies *et al.* 2003 a).

Entre los mayores valores de riqueza específica de termitas a escala local, se hallan los registrados para selvas tropicales del Congo y Camerún, donde los relevamientos realizados con el método aplicado en este trabajo permitieron detectar totales de cerca de 80 especies por localidad de muestreo. Más del 40% de esta riqueza se halla representado por las alimentadoras de suelo de la subfamilia Apicotermitinae, que constituyen el grupo ecológicamente dominante en estos ambientes, aunque por sus hábitos subterráneos resultan a veces de difícil detección (Eggleton *et al.* 1994, 1995, 1996, 2002 a; Dibog 1999).

Otra tendencia evidenciada en ecosistemas de sabanas y praderas en el norte y nordeste de Brasil, es que presentan menores valores de riqueza específica que las selvas, con un predominio de termitas alimentadoras de pastos y hojarasca, que forrajean sobre la superficie del terreno (Bandeira y Macambira 1988, Bandeira 1989).

La diversidad de comunidades de termitas ha sido relevada, como se mencionó previamente, en selvas tropicales de África mediante la aplicación de métodos estandarizados de muestreo (Dibog 1999; Eggleton *et al.* 1995, 1996, 2002 a y b; Donovan *et al.* 2002).

También para ambientes naturales de distintos países como Malasia (Abe 1978, 1979, 1980; Collins 1979), India (Basu *et al.* 1996), Sabah (Eggleton *et al.* 1997, Jones

2000), Tailandia (Davies 1997, Inoue *et al.* 2006), Sumatra, Java y Krakatoa (Gathorne-Hardy *et al.* 2000, 2001; Jones *et al.* 2003), se han llevado a cabo extensos relevamientos que analizan la diversidad de los ensambles de isópteros.

Se conocen pocos estudios que apliquen este tipo de métodos de muestreo para Australia (Davies *et al.* 2003 a), países del Medio Oriente (Badawi *et al.* 1986) y América.

Para América Central y del Sur, los análisis de las taxocenosis de Isoptera en distintos ambientes son escasos, con excepción de Brasil. Se han relevado, utilizando el protocolo de la transecta, selvas tropicales de Belice, Guyana y la Guayana Francesa (Davies *et al.* 2003 a y b). En Panamá, se llevó a cabo el análisis de la estratificación vertical de un ensamble de termitas en la selva tropical (Roisin *et al.* 2006).

La mayoría de los estudios sudamericanos realizados hasta el momento están referidos a ensambles de termitas de distintos ambientes de Brasil. Entre ellos, merece especial mención el trabajo pionero de Mathews (1977) sobre aspectos sistemáticos, biológicos y ecológicos de termitas del Cerrado y selvas. Para esa misma región, se registran otras contribuciones posteriores (Domingos *et al.* 1986, Gontijo y Domingos 1991, Sena *et al.* 2003, Constantino 2005). Otros estudios comprenden la termitofauna de la selva Amazónica (Bandeira 1979 a, 1991; Mill 1982; Bandeira y Torres 1985; Bandeira y Macambira 1988; Constantino 1992; Martius 1994), del “campo rupestre” (Bandeira y Macambira 1988, Araújo *et al.* 2007), de la Mata Atlántica (Bandeira 1998, Brandão 1998, Silva y Bandeira 1999, Gonçalves *et al.* 2005, Araújo *et al.* 2007, Reis y Canello 2007), de selvas bajas y “campo nativo” (Brandão 1998), de la Caatinga (Martius *et al.* 1999, Melo y Bandeira 2004), de las selvas de restinga (Vasconcellos *et al.* 2005), de selvas semidecíduas de montaña (Galbiati *et al.* 2005) y de praderas del centro del país (Lacher *et al.* 1986).



Para Argentina, existen numerosos estudios acerca de diversos aspectos de la biología, distribución, morfoanatomía y ecología de la fauna de Isoptera (enumerados en Torales *et al.* 2009), llevados a cabo principalmente por el grupo de trabajo de la UNNE. Sin embargo, los análisis de ensambles de termitas en ambientes naturales mediante métodos cuantitativos o semi- cuantitativos sólo han comenzado a llevarse a cabo en la última década, principalmente las regiones biogeográficas Chaqueña, Paranaense y del Espinal (Cabrera 1976). Estos relevamientos abarcan diversos ambientes como bosques xerófilos (“monte fuerte” y “quebrachal”) de las provincias de Chaco y Formosa; selva paranaense de la provincia de Misiones y pastizales, palmares, bosques hidrófilos y subxerófilos de la provincia de Corrientes, ubicados principalmente dentro de áreas protegidas (Laffont *et al.* 2004, Roisin y Leponce 2004, Laffont y Porcel 2007, Torales *et al.* 2007).

#### **Efecto de las alteraciones ambientales sobre las comunidades de termitas.**

El impacto ambiental producido por las perturbaciones antropogénicas afecta fuertemente el funcionamiento de los ecosistemas naturales, debido a modificaciones en la vegetación, propiedades del suelo y comunidades animales. Esto conlleva, en muchas oportunidades una disminución de la biodiversidad, o alteraciones en la estructura de las comunidades.

Particularmente, los organismos descomponedores de los residuos vegetales son considerados susceptibles a ser fuertemente afectados por el proceso de colapso de biomasa resultante de la fragmentación y destrucción de formaciones vegetales originales como bosques y selvas. El rol de las termitas como invertebrados dominantes en muchos suelos tropicales, con una amplia esfera de influencia, los introduce en el

contexto de las discusiones actuales sobre los cambios antropogénicos globales, debidos especialmente a la intensificación del uso de la tierra (Brussaard *et al.* 1997).

Las consecuencias de estas alteraciones pueden ser diversas en cada caso. Así, en ensambles de termitas localizados en la Guayana francesa, los efectos de la fragmentación de la selva lluviosa se manifiestan en alteraciones en los grupos funcionales o tróficos. Sin embargo, en estos ambientes dichos efectos no resultan, al parecer, suficientes como para afectar los valores totales de riqueza específica y el número de encuentros del ensamble (Davies 2002).

En otros casos, las comunidades de termitas de selvas son severamente afectadas cuando el hábitat es perturbado. En tales condiciones, la riqueza, la composición específica, la biomasa o la densidad de isópteros pueden sufrir modificaciones en sitios con diferente grado de alteración (Bandeira 1989, De Souza 1995, Basu *et al.* 1996, Dibog *et al.* 1999, Davies 2002, Jones *et al.* 2003, Bandeira *et al.* 2003, Florencio y Diehl 2006).

Los estudios presentados hasta el momento, sobre ecosistemas abiertos con vegetación predominantemente herbácea, resultantes de la desaparición o reemplazo de las formaciones vegetales leñosas originales, parecerían evidenciar disminuciones en la riqueza de especies y densidad de poblaciones (Holt y Coventry 1988; Bandeira 1989; Basu *et al.* 1996).

La recuperación de los ensambles de termitas luego de perturbaciones del hábitat ha podido constatare analizando las respuestas de la sucesión de las comunidades durante un cierto período. Estos procesos se hallan en relación con distintos factores como el tipo y la extensión de la alteración, la disponibilidad de madera muerta en el suelo del sitio, etc. (Davies *et al.* 1999).

### **Caracterizaciones de ensambles de termitas en forestaciones.**

La implantación de bosques con especies exóticas para el aprovechamiento de madera comercializable provoca cambios radicales en los ambientes por el reemplazo de la vegetación autóctona que conlleva, muchas veces, la desaparición de especies animales y/o el establecimiento de otras en tales sitios. Sin embargo, en el caso de las termitas, Wood (1996) hace notar que las especies que perjudican a los agroecosistemas se hallan presentes siempre en niveles poblacionales sub- económicos en estas áreas y adquieren a veces la categoría de plagas debido a las alteraciones del hábitat, por lo que no se aplica a las mismas el concepto de “especies introducidas”.

En el caso de los bosques implantados de *Eucalyptus*, la presencia de isópteros se menciona como un factor altamente perjudicial en la mayoría de las referencias existentes, tanto en plantaciones jóvenes como en árboles maduros. Así, Wardell (1987), da a conocer para África varios géneros de la familia Termitidae considerados plagas en plantas jóvenes y un género de la familia Rhinotermitidae que provoca daños considerables en árboles maduros. En regiones secas de África e India, Cowie *et al.* (1989) destacan la importancia de tres géneros de Termitidae en plantines con pérdidas del 100% de la producción. Para Etiopía, Cowie y Wood (1989) reportan pérdidas del 90% y en algunos casos superiores a este valor. De igual modo, en Zimbabwe, Mitchell (1989) menciona que la mortalidad debida al ataque de estos insectos en plantaciones jóvenes de eucaliptos puede aproximarse a un 100%.

Para Brasil, existen reportes desde principios del siglo XX en las áreas cultivadas con eucaliptos en el estado de San Pablo, de pérdidas de hasta el 70% de plantines, causadas por termitas (Fonseca 1940, 1949). Trabajos posteriores en este país

ponen en evidencia la importancia de algunos géneros de termitas como plagas de suelo; otros analizan la susceptibilidad de árboles de distintas edades al ataque de isópteros y las posibles medidas de control en forestaciones de eucaliptos (Nogueira y Souza 1987; Berti Filho 1993, 1995; Wilcken y Raetano 1995, 1997; Peres Filho *et al.* 1997; Alves *et al.* 1997; Junqueira y Berti Filho 2000; Moraes *et al.* 2002; Amaral- Castro *et al.* 2004; Valerio *et al.* 2004; entre otros). Sin embargo, existen opiniones encontradas sobre la magnitud de los daños reales, ya que algunos autores consideran que los porcentajes informados podrían estar sobreestimados (Santos *et al.* 1990, Calderón y Constantino 2007).

En Brasil, sólo unos pocos estudios analizan de manera exhaustiva los ensambles de isópteros en plantaciones de *Eucalyptus*, con diferenciación de sus regímenes alimenticios y microhábitats (Dietrich 1989, Junqueira *et al.* 2004, Calderón y Constantino 2007).

En Argentina, un estudio de estas características realizado en el Departamento Ituzaingó de la Provincia de Corrientes, reporta la presencia de diez especies de isópteros en una plantación de *Eucalyptus grandis*, diferenciando las especies que cumplen un importante rol en la descomposición de la masa vegetal muerta, particularmente restos leñosos (Laffont *et al.* 1998).

Los antecedentes mencionados ponen en evidencia que si bien existen numerosos trabajos realizados en relación a la termitofauna de ambientes naturales o alterados, como forestaciones, muy pocos de ellos se refieren a la Argentina. Además, los estudios que llevan a cabo la caracterización de ensambles de termitas son, en algunos casos, incompletos o bien aplican metodologías diferentes, que dificultan las comparaciones.

---

Por ello, la finalidad de este trabajo fue, mediante la aplicación de métodos estandarizados de muestreo que permitan un aprovechamiento adecuado de los recursos y la realización de comparaciones posteriores, caracterizar los ensambles de isópteros presentes en tres ambientes de la región nordeste de la Provincia de Corrientes, con distintos grados de alteración antrópica. Asimismo, dilucidar el rol ecológico que ejercen las termitas en estos ecosistemas y contribuir a determinar si podrían resultar necesarias futuras estrategias de manejo de estos insectos principalmente en áreas de pastoreo y forestaciones.

## **Materiales y Métodos**

## **MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **1- Descripción del Área de Estudio:**

#### **1.1- Localización Geográfica (Figura 1):**

El área de estudio se ubica al sur de la localidad de Gobernador Virasoro, en el Departamento Santo Tomé (28°04' S, 56°03' O), región nordeste de la Provincia de Corrientes (Argentina), con una altura aproximada de 128 m SNM. Está caracterizada por el paisaje ondulado del noreste correntino, prolongación de las formaciones geológicas de la provincia de Misiones.

#### **1.2- Clima:**

El clima de la región es definido como subtropical perhúmedo o mesotermal. La temperatura media anual es de 21,5° C. La temperatura media del mes más frío (julio) es de 16° C y la media del mes más cálido (enero) es de 27° C. Las lluvias son abundantes y frecuentes, superando los 1.500 mm anuales. Las precipitaciones ocurren principalmente en primavera-verano, siendo el invierno la estación con lluvias más escasas. En verano, debido a la elevada evapotranspiración se producen sequías fisiológicas de variable magnitud. Las heladas son posibles en los meses de junio y julio, pudiendo excepcionalmente darse aún en agosto (Bruniard 1997, Anselmo 2001).

En la Figura 1 se muestra el mapa de las isotermas e isohietas de la provincia, en el cual se observa la ubicación de la región de estudios entre las isohietas de 1400 y 1500 mm y las isotermas de 20,5°C y 21°C.

### 1.3- Suelos:

Pertenecen a la unidad cartográfica 38 a/h-f (Escobar *et al.* 1996), con asociación de Kandihumultes típicos (Serie Díaz de Vivar), Kandihumultes ródicos (Serie Arroyo Itáembé) y Distrocreptes líticos (Serie Sosa Cué), todos ellos de componentes arcillosos muy finos. Con una superficie de 228.000 ha, tiene limitantes basadas en la erosión hídrica y en la baja fertilidad. Esta caracterización ha sido realizada en base a muestras obtenidas de los ambientes trabajados, las cuales fueron analizadas por el Ing. Crispín Venialgo Chamorro (Cátedra de Conservación y Manejo de Suelos, Fac. Cs. Agrarias, UNNE).

### 1.4- Caracterización biogeográfica:

Los ambientes muestreados se incluyen en la Provincia Paranaense, específicamente en el Distrito de los Campos Correntinos- Misioneros en el denominado Subdistrito de las planicies subestructurales del NE, caracterizada por “lomadas cupuliformes, valles y planicies subnormales” (Carnevali 1994). Capurro (1985) denomina al ambiente como “Colinas y llanuras onduladas del nordeste”, con colinas bajas de pendiente suave y depresiones someras, y de suelos rojos predominantemente arcillosos.

Siguiendo el esquema propuesto por Eskuche (1984, 1992), la zona puede incluirse en el denominado “Paisaje de los campos con Bosque de *Helietta apiculata* y *Astronium balansae* y Pajonales de *Elyonurus muticus*”.



**2- Características generales del Grupo “Las Marías” (Neiff *et al.* 2001, 2006):**

El Grupo “Las Marías” comprende actualmente una superficie aproximada de 30.000 ha, que se halla ocupada parcialmente por cultivos de té y yerba mate (5.200 ha) y con otras secciones dedicadas a la ganadería (9.300 ha).

Posee en la actualidad aproximadamente 9.800 hectáreas forestadas, de las cuales poco más de 8.300 ha corresponden a *Pinus elliotti* y *P. taeda* y aproximadamente 1.100 ha a *Eucalyptus* spp. Además, comprende 3.140 ha de áreas de reserva, donde se incluyen bosques y esteros.

Considerando el conjunto de predios de “Las Marías”, se reconocen en el mismo tres subsistemas ecológico- productivos: Tres Capones, Yohasá 5 y Tubomet, que se diferencian por sus características estructurales, como tamaño y forma de las parcelas y ecológicas, por la oferta de hábitat y conectividad entre parcelas.

El subsistema Tres Capones comprende el área más antigua del Grupo “Las Marías” e incluye cultivos de yerba mate de baja densidad y de té de densidad media (formas arbustivas), así como el 80% de las áreas nativas que persisten en “Las Marías” (bosques nativos, pastizales, bañados). Cerca del 70% de la superficie de este subsistema se halla constituida como un solo bloque, integrado por los establecimientos “Tres Capones” y “Las Marías”. Las parcelas de este subsistema, dada su antigüedad, son de diseño geométrico y tamaño semejante, sin que existan corredores u otras vías de interconexión de paisajes homólogos o áreas de bosques nativos. Los humedales ocupan escasa superficie en el subsistema, pero constituyen áreas de importancia para el mantenimiento de diversas poblaciones de la fauna silvestre. La ecodiversidad del

establecimiento “Tres Capones” puede considerarse media a baja, con parcelas grandes, correspondiendo la mayor parte del paisaje a áreas de pastizales. “Tres Capones” resulta diferente, por su organización estructural y su contexto, al resto del Grupo “Las Marías” y su situación se asemeja a las condiciones existentes a principios del siglo pasado.

El intenso movimiento de maquinaria y vehículos que se registra en el área por la presencia del establecimiento industrial, domicilios y otras dependencias, tiene, por su ubicación y diseño, baja influencia en los sitios de vegetación natural existente.

El subsistema Yohasá 5 incluye parcelas de cultivos de té y yerba incorporadas en las últimas décadas, con formas y tamaños variables, pero de alta densidad y manejadas con modernos criterios tecnológicos. Comprende alrededor de 15 bloques aislados entre sí, por distancias variables de 1 a 20 km y, a su vez, cada bloque se subdivide en varios campos. El subsistema abarca además algunas forestaciones de *Pinus* y, en menor medida, *Eucalyptus*. Bañados, esteros, pajonales y pastizales ocupan superficies pequeñas en este subsistema. La fauna muestra, en general, baja diversidad y abundancia.

El subsistema Tubomet muestra dominancia de forestaciones de *Pinus* y *Eucalyptus*. Se halla compuesto por un bloque principal que posee plantaciones recientes de yerba y té, cuya forma y tamaño irregular se diferencia claramente de las más antiguas de disposición central. El subsistema se completa con un bloque menor, vecino a la ruta provincial 68. Se reconocen áreas arbustivas secundarias, bajos y bañados. La fauna silvestre, al menos de vertebrados, resulta abundante.

### 3 - Ambientes seleccionados para el Estudio:

Dentro de la clasificación de paisajes realizada por Neiff *et al.* (2001) para los predios del Grupo “Las Marías”, las unidades de paisaje consideradas en este trabajo, para el análisis de su termitofauna, corresponden a:

#### - Isletas o capones de Bosques o Montes nativos higrófilos o hidrófilos:

Las isletas se hallan situadas sobre suelos de pie de loma y/o en laderas, rojos, húmedos y aireados, con alto contenido de materia orgánica y raramente anegables. En general, el tamaño de las parcelas es inferior a 3 ha. Su composición florística incluye especies de la Selva Misionera y de la ribera de los ríos Paraná y Uruguay, caracterizadas por su alta demanda hídrica.

De los dos o tres estratos arbóreos que componían originariamente estos bosques, el más alto se ha perdido en algunos sitios, que muestran una evidente degradación por la extracción de árboles maderables que tuvo lugar a principios del siglo pasado y por el pastoreo del ganado. Se reconocen en estos bosques: un estrato arbóreo alto (hasta 22 m) y un estrato medio (hasta 15m), cerrado. El sotobosque muy ralo permite la visión a distancia, como resultado de la entrada de ganado que utiliza los sitios aislados en medio de pajonales, para descanso en horas de mediodía. El estrato herbáceo es muy pobre debido a presión de pastoreo, pisoteo y defecación del ganado vacuno. La hojarasca se halla presente formando un colchón en sitios con arbustos espinosos, aunque se observa el suelo desnudo en los sitios de descanso del ganado.

En los sitios relevados se ha determinado la presencia de *Tabebuia heptaphylla*, *Patagonula americana*, *Peltophorum dubium* y *Helietta apiculata*, entre las más comunes. Se hallan presentes también algunos ejemplares de *Enterolobium*

*contortisiliquum* y de *Siagrus romanzoffiana*. *Brunfelsia australis*, varias especies de Myrtáceas, *Rollinia emarginata* y ejemplares jóvenes de *Patagonula*, dominan el estrato arbustivo de estos bosques. El estrato herbáceo está integrado por especies no comestibles (*Spatocarpa hastifolia*) y algunas indicadoras del pastoreo como *Elephantopus mollis*, *Olyra ciliatifolia*, además de la presencia en manchones de *Bromelia serra* y muchos ejemplares de *Acacia* en los bordes.

Otras especies vegetales de los bosques de “Las Marías” se citan en Neiff *et al.* (2001).

Los montes analizados en este trabajo fueron cuatro, que se denominaron M1, M2, M3 y M4 (Figs. 3– 10). La situación geográfica de los mismos se presenta en la Fig. 2. y su superficie aproximada y características generales se mencionan en la Tabla 1.

#### - **Áreas Agropecuarias:**

Son sitios destinados a la cría de ganado, en los que el paisaje natural fue parcialmente sustituido. Los pastizales y pajonales seminaturales tienen la fuerte presión del ganado, en ciertos sectores del establecimiento bajo cría intensiva (sitios P1 y P2) o semi-intensiva (P3 y P4). La fisonomía de estos pastizales corresponde a la de formaciones herbáceas bajas, continuas y homogéneas, de pastos blandos, cuyas raíces se hallan concentradas en los primeros 10- 20 cm del suelo. Se observa una dominancia de gramíneas mesófilas que cubren el 65- 80% de la superficie del suelo. Difieren de los pastizales y praderas prístinas en que su composición florística es menos diversa, por las alteraciones y disturbios prolongados a que han sido sometidos estos ambientes. Algunas especies con plantas en roseta (*Plantago myosurus*) o raíces y rizomas más profundos (*Eryngium horridum*, *Solidago chilensis*) aumentan su frecuencia, en relación

directa con las alteraciones del paisaje.

En el presente trabajo fueron seleccionadas cuatro parcelas (P1, P2, P3 y P4). La situación geográfica de las mismas y sus características generales se presentan en la Fig. 2 y Tabla 1.

Estos sitios mostraron características variables, desde pajonales casi homogéneos de *Hypogynium virgatum*, hasta pastizales de *Axonopus compressus* (pasto jesuita), según las transformaciones sufridas por efecto de la presión de pastoreo y pisoteo del ganado.

El pastizal de *Axonopus compressus* y *Paspalum notatum* (P1) (Figs. 11-12) presenta matas dispersas de *Sorghastrum agrostoides* y algunas rosetas de *Eryngium horridum* (vegetación típica de ambientes muy pastoreados). El sitio se halla cerca de una franja de bosque con predominancia de *Enterolobium contortisiliquum* y *Tabebuia heptaphylla*.

Se nota una clara estratificación en este pastizal como consecuencia de la presión de pastoreo y pisoteo ejercido por el ganado bovino y equino que se encuentra en el lugar. La fisonomía muestra un estrato bajo que cubre el 100 % de la superficie del suelo con predominancia de pasto jesuita y un estrato sobresaliente integrado por matas de pasto duro y hierbas no comestibles. El suelo típico de la parcela es el laterítico (suelos rojizos con elevadas concentraciones de óxido de hierro).

El pastizal de *Axonopus compressus* (pasto jesuita) (P2) (Figs. 13- 14), se halla fuertemente pastoreado por ganado vacuno y equino, con elevada densidad de cabezas (comederos dentro de la parcela). El pasto dominante forma un estrato denso y bajo, con no más de 5-8 cm de altura, del que sobresalen unas pocas hierbas no comidas por

el ganado como *Salvia* sp. (aromática), *Eryngium elegans* (espinosa y de sabor amargo) y *Asclepias* (con látex).

El pajonal bajo de *Hypogynium virgatum* con matas de *Axonopus compressus* (P3) (Figs. 15- 16), muestra una transformación hacia el pastizal de pasto jesuita por efecto de la fuerte presión de pastoreo y pisoteo. En este sitio resultó particular la existencia de un micro-relieve con montículos densos separados por canalículos, resultado del pisoteo del ganado durante los períodos húmedos. Además de las gramíneas mencionadas se pueden citar a *Centella asiatica*, *Eryngium elegans*, *Eupatorium subhastatum*, *Senecio grisebachii*, *Eragrostis airoides*, *Rhynchospora marisculus*, *Dichondra microcalyx*, entre las más comunes.

En el pajonal de *Hypogynium virgatum* (P4) (Figs. 17- 18), esta especie cubre casi totalmente la superficie del suelo, en forma de matas bajas comidas por el ganado, sobresaliendo unas pocas inflorescencias de esta gramínea. Junto a esta especie dominante, aparece en el mismo estrato *Andropogon lateralis*, formando matas que destacan del resto, menos comidas, quizás por ser más duras. En el conjunto de especies predominan gramíneas y graminiformes, tales como *Setaria* sp., *Eragrostis airoides*, *Axonopus compressus*, *Rhynchospora tenuis*, *Rhynchospora marisculus*; y unas pocas hierbas, entre las que *Vernonia chamaedrys* y *Centella asiatica* son las más abundantes en ejemplares. La presencia de las ciperáceas mencionadas, indica un ambiente de condiciones más húmedas que el resto de los pajonales y pastizales estudiados.

**Bosques implantados de especies exóticas (específicamente forestaciones de *Eucalyptus* spp.):**

Estas plantaciones de eucaliptos tuvieron como objetivo original actuar de reemplazo de la leña proveniente de montes nativos, que se utilizaba en secaderos de té y yerba, reduciendo la presión sobre esos bosques, permitiendo su conservación y posterior restauración. Luego se incorporaron especies y técnicas que orientaron la producción hacia la industria celulósica y el aserrado (Anselmo 2001). En estas áreas, la vegetación natural ha sido sustituida casi totalmente por una especie arbórea de gran crecimiento. Como labores previas a la plantación de estas especies se realizan tratamientos químicos de control de hormigas y malezas, desmalezado mecánico y subsolado profundo siguiendo las líneas de plantación. En el establecimiento, se ha implementado desde la década del noventa un plan de manejo integrado de plagas en áreas de forestaciones, que reduce al mínimo las aplicaciones de herbicidas, a fin de evitar que afecten a las poblaciones de los depredadores de malezas y a la microbiota del suelo.

Si bien la vegetación nativa que se desarrolla en bosques implantados es frecuentemente de relativamente baja riqueza específica, se evidencian, en el caso de plantaciones de *Eucalyptus*, procesos de colonización de especies nativas de los pastizales y bosques higrófilos vecinos, que interactúan con el bosque implantado. Así, en rodales de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden de 13 a 18 años de edad, en el nordeste de la provincia Corrientes, Tressens y Barrett (1996) detectaron 243 especies vegetales nativas asociadas, pertenecientes a 66 familias y a bioformas tanto herbáceas como arbustivas, trepadoras y leñosas. Para los eucaliptales del Establecimiento “Las Marías”, en general, Neiff *et al.* (2001) presentan un listado de más de 40 especies

nativas.

Las áreas analizadas en este trabajo fueron tres plantaciones de *Eucalyptus grandis*, de aproximadamente 25 años de antigüedad (E1, E2 y E4) y una plantación de *Eucalyptus* sp. (Ensayo INTA) con una antigüedad aproximada de 18 años (E3), localizadas también en el subsistema “Tres Capones” (Figs. 19– 26). La superficie y características de estas áreas se expresan en la Tabla 1 y su situación geográfica en la Fig. 2.

Las plantaciones de *Eucalyptus* aquí analizadas, se hallan rodeadas por pajonales de *Hypogynium virgatum* y de *Elyonurus muticus*, así como por pajonales con *Elyonurus muticus* y *Aristida jubata*.

En estas áreas, los árboles de *Eucalyptus* alcanzan una altura de entre 18 a 25 m, formando un estrato alto perfectamente definido. Por debajo, un segundo estrato arbóreo, contiene algunas especies introducidas de regeneración natural tales como paraíso y tártao.

En las plantaciones donde la entrada del ganado ha sido vedada hace varios años (E1 y E2) y no se realiza limpieza del sotobosque, se observa una maraña de arbustos y trepadoras que dificultan la visión a distancia dentro de la plantación. Un colchón de hojas y cortezas principalmente de *Eucalyptus* forma una capa entre 10 y 20 cm de espesor sobre la superficie del suelo. Entre las plantas predominantes del interior se encuentran *Casearia sylvestris*, *Myrciaria* sp., *Rollinia emarginata*, *Ocotea* sp. y *Trichilia elegans*. Una especie de *Dioscorea* y una *Serjania* son las trepadoras más comunes. Destacan las rosetas del helecho *Pteris* en el estrato herbáceo de la plantación.



Dos de los sitios (E3 y E4) se caracterizan por presentar un sotobosque muy ralo, sin arbustos autóctonos en su interior y con el estrato herbáceo con predominancia de *Axonopus compressus*, el cual cubre en proporción variable, la superficie del suelo. Entre las especies nativas presentes se encuentran *Celtis spinosa*, *Tabernamontana catharinense*, *Casearia sylvestris* y *Enterolobium contortisiliquum*. En lotes con baja influencia del ganado, el suelo se halla cubierto por hojarasca y algunos trozos de corteza desprendidos de los troncos.

La caracterización de la vegetación de los sitios relevados ha sido realizada por el Dr. José Luis Fontana (Cátedra de Ecología, Fac. Cs. Exactas, UNNE), en base a observaciones a campo y muestras obtenidas de estos ambientes,

Cabe destacar que durante el lapso en que realizaron los muestreos no se evidenciaron alteraciones notables en los ambientes trabajados en cuanto al uso de la tierra, con excepción del pastizal 1 (actualmente con cultivo de alfalfa), ya que es la intención del establecimiento mantener las superficies cultivadas del predio, efectuando rotaciones.

### **3 – Técnicas de Muestreo:**

Se realizaron relevamientos a campo para recolección de la fauna de Isoptera en los tres tipos de ambientes seleccionados dentro de los establecimientos del Grupo “Las Marías”, entre los años 2002- 2007, durante las estaciones cálida y fría. Los muestreos fueron diurnos, entre las 9 y las 17 hs.

El diseño de muestreo correspondió a una modificación del método rápido de

estimación de la diversidad de isópteros desarrollado por Jones y Eggleton (2000). Si bien este protocolo fue originalmente diseñado para ambientes tropicales, ha sido demostrado que provee resultados adecuados incluso en bosques subtropicales con baja densidad de especies (Jones *et al.* 2006). Dicho método consistió en el trazado de bandas de muestreo de 100 x 2 m, subdivididas en 20 secciones contiguas de 5 x 2 m.

El protocolo de muestreo aplicado registra densidad de especies ya que todas las transectas se hallan estandarizadas en términos de área y esfuerzo de colecta (Jones *et al.* 2006). Además, provee una medida de la abundancia relativa de termitas, basada en el número de encuentros con cada especie en una transecta (Jones 2000). Un encuentro es definido como el registro de la presencia de una especie en una sección. El número de encuentros por transecta puede entonces ser usado para comparar la abundancia relativa de termitas entre transectas, pero no mide la abundancia absoluta por unidad de área (Jones *et al.* 2003).

En cada uno de los tres tipos de ambientes seleccionados se practicaron cuatro transectas, con una distancia mínima de aproximadamente 500 m entre cada una de ellas, y localizadas a más de 40 m de los bordes de cada ambiente. Dentro de cada sección se practicó una búsqueda exhaustiva de isópteros en todos los microhábitats presentes, empleando 1 hora/hombre de revisión por sección, por parte de un operario experimentado en la tarea. El área total muestreada fue de 2.400 m<sup>2</sup> y el esfuerzo total de colecta de 240 horas/hombre.

Los microhábitats considerados en las revisiones fueron: suelo superficial (s), suelo asociado a las raíces de la vegetación herbácea (sv), suelo alrededor de la base de troncos (sbt), suelo incorporado al interior de troncos degradados (sit), suelo debajo de troncos degradados (sdt), estiércol de ganado bovino y equino (e), hojarasca (h), troncos

muertos (tm), tocones (t), ramas caídas (r), nidos subterráneos (ns), nidos epigeos (ne), nidos arbóreos hasta 2 m. de altura (na), construcciones de cartón de madera (cc) y túneles sobre la vegetación (tv).

En cada sección se practicaron además 5 excavaciones de 12 cm de lado x 10 cm de profundidad, distribuidas al azar, a fin de detectar la presencia de termitas o sus nidificaciones, en el suelo superficial.

Los nidos epigeos, arbóreos y subterráneos detectados dentro de las bandas de muestreo fueron medidos (altura, perímetro y profundidad) y caracterizados en cuanto a forma, color, erosión de la superficie, presencia o ausencia de la especie constructora u otras termitas (inquilinas), etc. En el caso de nidos arbóreos, se consignó además la especie vegetal hospedadora, diámetro del tronco, altura aproximada y condiciones de vitalidad de la misma.

Fuera de las bandas de muestreo se realizaron colectas testigo en cada ambiente, en un radio aproximado de 150 m de las transectas y en los cultivos vecinos (yerba mate y té).

Debido a que la determinación taxonómica de los especímenes recolectados puede ser realizada únicamente bajo microscopio estereoscópico, se tomaron muestras por separado, de cada población de termitas localizada, con pinzas de punta fina o pincel. Los ejemplares fueron depositados en frascos con alcohol 80%, para su traslado al laboratorio.

En cada ambiente fueron tomadas muestras de suelo que se enviaron al laboratorio de la asignatura Conservación y Manejo de Suelos (Fac. de Cs. Agrarias, UNNE) para su caracterización.

#### **4- Identificación del Material Biológico:**

La determinación taxonómica de los ejemplares a nivel genérico se realizó mediante la utilización de las claves taxonómicas y bibliografía indicadas en Torales *et al.* (2005) y por comparación con material de la colección de Isoptera (FACENAC) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE), en la cual fueron depositadas posteriormente las muestras.

Las determinaciones a nivel específico, para los géneros *Rugitermes* y *Nasutitermes*, fueron realizadas por la Lic. Gladys J. Torales (UNNE) y el Lic. Juan Manuel Coronel (UNNE), respectivamente, y para la subfamilia Apicotermatinae por la Dra. Celina Godoy (UNNE).

#### **5- Elementos y Estructura de los ensambles:**

Se elaboraron listas de las especies de isópteros hallados en los ambientes seleccionados y dado que las termitas, como otros animales, dividen el espacio y los recursos orgánicos disponibles en sus hábitats entre las diferentes especies, o grupos de especies, se analizaron los patrones de explotación de nichos, en sentido amplio, en cada ambiente trabajado. Para ello las especies localizadas en las transectas fueron asignadas a diferentes grupos alimentarios, según sus hábitos nutricionales y asimismo, se estableció en cada caso el tipo de nidificación correspondiente.

##### **5.1- Determinación de Grupos Alimentarios:**

Se trabajó con la clave elaborada por Donovan *et al.* (2001), para la clasificación de isópteros en cuatro grupos alimentarios, de acuerdo al grado de humificación del sustrato ingerido. Para ello fueron analizados seis caracteres morfológicos externos y del tubo digestivo en obreras de cada especie: forma del pronoto en vista lateral, desarrollo de las crestas de la placa molar de la mandíbula derecha, sitio de unión de los tubos de Malpighi a la pared intestinal, número de tubos de Malpighi, esclerotización de los pliegues del segundo segmento proctodeal o válvula entérica y presencia o ausencia de espinas y espículas en la pared membranosa de la válvula entérica entre pliegues.

Las obreras de cada especie fueron disecadas bajo microscopio estereoscópico, a fin de extraer la mandíbula derecha y las secciones intestinales correspondientes al segmento mixto y segundo segmento proctodeal. Para la descripción y toma de fotografías de mandíbulas, se seleccionaron aquellos ejemplares en los cuales las estructuras de la placa molar no evidenciaban desgaste.

Las mandíbulas fueron montadas con su borde cortante hacia arriba y deshidratadas mediante serie progresiva de alcoholes. Luego se aplicó el método del punto crítico de desecación y metalización con oro. Las fotografías fueron realizadas con microscopio electrónico de barrido (MEB) Jeol JMS 5800 LV del Servicio de Microscopía Electrónica de la UNNE.

La forma del pronoto fue observada bajo microscopio estereoscópico. Los segmentos correspondientes a la unión de los tubos de Malpighi y las válvulas entéricas fueron montados en glicerina y observados con microscopio binocular.

Según los datos recogidos, las especies fueron asignadas a alguno de los cuatro grupos alimentarios reconocidos: grupo I (no- Termitidae que consumen madera muerta y hierbas poco humificadas), grupo II (Termitidae que ingieren madera muerta, hierbas, hojarasca, y microepífitos), grupo III (Termitidae que se nutren de las capas superiores

del suelo ricas en materia orgánica) y grupo IV (Termitidae consideradas como verdaderas alimentadoras de suelo mineral, con máxima humificación de los materiales ligno- celulósicos).

### **5.2- Tipos de Nidificaciones:**

Se estableció, para cada especie de termita detectada, el tipo de nidificación que posee y el hallazgo o no de tales estructuras dentro de la transecta, en base a las siguientes categorías, frecuentemente usadas en isópteros (Noirot 1970, Eggleton *et al.* 1996, Noirot y Darlington 2000, Sena *et al.* 2003):

- Nidos excavados en la madera, o nidos de una sola pieza, compuestos por un conjunto de cámaras y galerías excavadas en madera muerta o en porciones de árboles vivos, en el cual las colonias encuentran tanto alimento como refugio. Poco evidentes desde el exterior del trozo de madera.
- Nidos Subterráneos o hipogeos (difusos o compactos), en los cuales el centro de la colonia se halla completamente bajo el nivel del suelo, no asociado con montículos. Generalmente poco definidos, aparecen como una red laxa de galerías subterráneas, pero en algunos grupos se reconocen estructuras complejas. Muchas de estas especies, por ejemplo las de la subfamilia Apicotermatinae, son habitantes secundarias de montículos construidos por otras termitas u hormigas.
- Nidos Epígeos (o montículos), con estructuras generalmente bien definidas que sobresalen de la superficie del suelo. Los principales materiales de construcción son: suelo de las capas superiores o más profundas, heces y cartón de madera. Sus características son altamente variables a nivel intraespecífico.

- Nidos Arbóreos, contruidos sobre el tronco o ramas de un árbol, pero casi siempre con túneles cubiertos que lo comunican con el suelo. El material más comúnmente usado es cartón de madera (mezcla de heces y madera macerada con un alto contenido en lignina).

#### **6- Patrones de ocurrencia, dominancia y abundancia de las especies:**

Para cada ambiente fueron determinados los patrones de ocurrencia, dominancia y abundancia de las especies presentes, de acuerdo a las categorías establecidas por Florencio y Diehl (2006):

**Patrón de ocurrencia (PO):** las especies fueron categorizadas en: **rara** (presente en el 1-10 % de las secciones), **esporádica** (presente en el 11-40 % de las secciones), **común** (presente en el 41-70 % de las secciones), **frecuente** (presente en el 71-99 % de las secciones) y **constante** (presente en el 100 % de las secciones). Se aplicó la siguiente fórmula:

$$PO = \frac{\text{Número de secciones en que fue encontrada la especie}}{\text{Número total de secciones evaluadas}} \times 100$$

**Patrón de dominancia (PD):** se clasificaron las especies en: **rara** (1- 10% del total de encuentros), **accesoria** (11- 49% del total de encuentros) y **dominante** (50- 100% del total de encuentros), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$PD = \frac{\text{Número de encuentros de cada especie}}{\text{Número total de encuentros}} \times 100$$

La combinación de ambos patrones fue utilizada como un indicador de la **abundancia** de cada especie, asignándose las siguientes categorías: **común** (aquella

constante y dominante en un ambiente), **intermedia** (aquella rara, esporádica, común o frecuente y accesoria; así como la esporádica, común, frecuente o constante y rara) y **rara** (aquella con categoría de rara en ocurrencia y dominancia).

#### **7- Grado de Humificación Ponderado:**

En base a la clasificación de grupos alimentarios de Donovan *et al.* (2001), se calculó el Grado de Humificación Ponderado (GHP) para cada ensamble de termitas, de acuerdo a la siguiente fórmula (Davies *et al.* 2003):

$$GHP = \frac{[\sum(n_i \times f_i)]}{N}$$

Donde  $n_i$  es el número de especies de termitas en el  $i^{\circ}$  grupo alimentario,  $f_i$  el correspondiente valor del grupo alimentario que varía entre  $f= 1$  para las alimentadoras de madera del grupo I a  $f= 4$  para las alimentadoras de suelo del grupo IV y  $N$  es el número total de especies por transecta.

El GH indica la posición de las especies de termitas a lo largo de un gradiente creciente de humificación de su sustrato alimentario (Donovan *et al.* 2001, Davies *et al.* 2003), y el GHP muestra la posición de cada ensamble de termitas a lo largo de este gradiente.

#### **8- Análisis Estadístico de los Datos:**

La diversidad de especies de termitas dentro de cada transecta y por ambiente muestreado (diversidad  $\alpha$ ) se midió con el índice de riqueza específica (S) y los índices de Margalef y Menhinick. Las curvas de acumulación de especies, con la finalidad de mostrar el éxito de captura en relación al número de transectas realizadas, se realizaron utilizando el estimador no paramétrico Jackknife 1.



Para evaluar las diferencias de riqueza de termitas tanto entre ambientes como entre transectas, así como también el número de encuentros y de muestras por transecta entre ambientes y la abundancia relativa de los grupos taxonómicos entre ensambles, se utilizó el análisis de la varianza no paramétrico de Kruskal- Wallis.

La diversidad  $\beta$  fue medida mediante los índices de similitud de Jaccard, de reemplazo de especies de Whittaker y de Complementariedad (CI), y la diversidad  $\gamma$  aplicando el Índice de Lande (Moreno 2001).

Para comparar los grados de humificación ponderados (GHP) de los tres ambientes se aplicó el análisis de la varianza no paramétrico de Kruskal- Wallis.

La estructura de las comunidades se analizó aplicando el índice de dominancia de Berger- Parker, así como el índice  $J'$  de equitabilidad de Pielou.

Se midió la relación entre la superficie (ha) de las áreas involucradas en los muestreos y el número de especies presentes en ellas con el Coeficiente de Correlación de Pearson.

Los programas utilizados para los análisis de diversidad fueron EstimateS 7.5 (Colwell 2005) y PAST (Paquete de programas de estadística paleontológica para enseñanza y análisis de datos) (Hammer *et al.* 2001).

## Resultados

## RESULTADOS

Los isópteros recolectados en los tres ambientes analizados correspondieron a 16 especies incluidas en 10 géneros de las familias Kalotermitidae y Termitidae (Tabla 2). Entre las Termitidae, tradicionalmente llamadas “termites superiores”, que constituyeron el 87,5% de las especies, se hallaron representadas las subfamilias Nasutitermitinae, Termitinae y Apicotermitinae (Fig. 27).

La subfamilia Apicotermitinae resultó la de mayor riqueza específica ( $S= 8$ ) y dentro de ella, el género *Anoplotermes* registró tres especies. Los géneros *Rugitermes*, *Nasutitermes*, *Aparatermes* y *Grigiotermes* estuvieron representados con dos especies cada uno y los restantes con una sola especie (Tabla 2).

Si bien la subfamilia Apicotermitinae evidenció la mayor riqueza específica, la subfamilia Nasutitermitinae fue la de mayor abundancia relativa, con el 42,91% de los encuentros (124 encuentros), en tanto que Apicotermitinae fue recolectada en el 33,21% de los mismos (96 encuentros) (Tabla 2).

Por ensamble, la riqueza específica ( $S$ ) varió entre 9 y 10 especies, sin que se registren diferencias significativas en el número promedio de especies por transecta entre ensambles (Tabla 3) ( $KW: H(2, N= 12) = 0,0313688$   $p = 0,9844$ ).

Los valores de los índices de diversidad aplicados (Margalef y Menhinick), evidencian mayor diversidad para montes, valores intermedios para eucaliptales y menores para pastizales (Tabla 4).

Los números de especies por transecta, observados y esperados, a través del estimador Jackknife de 1º orden, se presentan en la Tabla 5. A partir de las curvas de

acumulación de especies (Figs. 28, 29 y 30), se verificó que el éxito de captura alcanzado resultó superior al 70% en todos los ambientes.

El tamaño del área de muestreo expresado en hectáreas y la riqueza de especies observada en cada ensamble, no guarda relación con el número de especies encontradas ( $r = -0,21$ ). Lo mismo ocurre al considerar el tamaño del sitio y el número de encuentros por transecta ( $r = 0,23$ ).

Sobre un total de 240 secciones revisadas en los tres ambientes, el 90,42% resultaron positivas a la presencia de termitas. Por ambiente, los porcentajes de secciones positivas al hallazgo de isópteros fueron del 88,75% para eucaliptales, 90% para pastizales y 92,5% para montes.

El número de especies por sección no registró diferencias significativas entre las transectas de los ambientes (Tabla 6).

Durante los relevamientos fueron registrados en total 289 encuentros de termitas, en las doce transectas realizadas. Se contabilizaron en total 90, 93 y 106 en eucaliptales, montes y pastizales, respectivamente (Tabla 2).

No se registraron diferencias significativas en el número de encuentros por transecta entre ambientes [KW: (H 2, N= 12), = 2,634211;  $p = 0,2679$ ]. El número promedio de encuentros por transecta, considerando los tres ambientes, fue de 24,08 (Tabla 2).

Se recolectaron en total 280 muestras de isópteros en los tres ambientes. El número de muestras por transecta no evidenció diferencias significativas entre ambientes (KW: H (2, N= 12)= 0,9037102;  $p = 0,6365$ ), con valores totales de 92, 97 y

91 muestras en pastizales, eucaliptales y montes, respectivamente.

Se reconocieron diferencias en la composición taxonómica de los tres ensambles analizados (Figura 31). La familia Kalotermitidae se registró sólo en eucaliptales y bosques. La subfamilia Apicotermatinae se halló presente en los tres ambientes, al igual que Termitinae y Nasutitermitinae, aunque con mayor número de especies en pastizales. Por su parte Nasutitermitinae registró mayor riqueza en montes y eucaliptales.

Sólo cinco de las especies se hallaron presentes en los tres ambientes (*C. fulviceps*, *N. opacus*, *Anoplotermes* sp.1, *G. bequaerti* y *Grigiotermes* sp. 1), en tanto que nueve fueron localizadas en sólo uno de ellos (Tabla 2).

La abundancia relativa (indicada por el número de encuentros) de los grupos taxonómicos, por el contrario, resultó significativamente diferente en los tres ensambles (Fig. 32). Estas diferencias pudieron comprobarse para Kalotermitidae (KW: H (2, N= 12)= 8,898472; p= 0,0117) y Apicotermatinae (KW: H (2, N= 12)= 7,868328; p= 0,0196), en tanto que para los restantes grupos taxonómicos no se registraron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 7).

La similitud entre ensambles, medida a través del coeficiente de Jaccard (Tabla 8), resultó mayor entre las taxocenosis de montes y de eucaliptales, con un 58 % de especies compartidas. Las comunidades de pastizales, por su parte, mostraron un 64% y 62% de especies complementarias con las de los dos ambientes antes mencionados, respectivamente. El reemplazo de especies entre comunidades, medido a través del índice de Whittaker, concuerda con tales resultados (Tabla 8).

La diversidad  $\gamma$ , medida a través del índice de Lande, resultó igual a 16,13. En este caso, dicho valor está conformado en un 57,90% por la diversidad  $\alpha$  y un 42,10% por la diversidad  $\beta$ .

El análisis de agrupamiento, determinó un patrón consistente con estos resultados, ya que permitió reunir a los ambientes en dos grupos, uno de ellos constituido por eucaliptales y montes, y el otro por pastizales (Fig. 33).

Con respecto a la abundancia de las especies en los diversos ambientes (Tabla 9), todas ellas se ubicaron en las categorías de intermedias o raras, es decir que no se detectaron especies en la categoría de comunes.

De acuerdo a los índices registrados, entre las especies de mayor abundancia pueden mencionarse a *N. opacus*, que se halló presente en los tres ambientes con categoría intermedia en todos ellos y a *Anoplotermes* sp. 1, que mostró abundancia intermedia en dos de los ambientes y resultó rara en el restante.

Entre las especies presentes exclusivamente en los dos ambientes con vegetación leñosa, *D. diversimiles* registró abundancia intermedia en ambos y *N. aquilinus* intermedia en eucaliptales y rara en montes. Las restantes especies, presentes sólo en uno de los ambientes, ocuparon las categorías de intermedias o raras.

En pastizales se evidencia, a través de los índices de dominancia y equitabilidad (Tabla 4), una dominancia baja con mayor uniformidad, en tanto que en montes se aprecia la situación opuesta. Los eucaliptales registran valores intermedios.

Sólo para una de las especies comprendidas en este trabajo (*N. opacus*), se había determinado previamente el grupo alimentario (grupo III), de acuerdo a la clasificación

de Donovan *et al.* (2001) (Godoy *inéd.*). Por otra parte, las dos especies de *Rugitermes*, por pertenecer a la familia Kalotermitidae se incluyeron directamente en el grupo alimentario I (no- Termitidae xilófagas).

Para las restantes 13 especies se realizó la asignación de grupos alimentarios, de acuerdo a los seis caracteres morfológicos utilizados en la clave presentada por los mencionados autores (Tabla 10).

Entre los caracteres considerados, el pronoto en vista lateral resultó plano en las dos especies de Kalotermitidae y en forma de “silla de montar”, con un lóbulo anterior y otro posterior, en las Termitidae.

Con respecto a las crestas de la placa molar de la mandíbula derecha, se reconocieron crestas prominentes en cinco especies: *R. rugosus*, *Rugitermes* sp., *C. fulviceps* (Fig. 34), *N. aquilinus* y *N. brevioculatus* (Fig. 35); crestas con desarrollo moderado en *C. cumulans* y con escaso desarrollo en *D. diversimiles*. En las ocho especies de la subfamilia Apicotermatinae se registró la ausencia de crestas molares (Figs. 36- 43).

Los tubos de Malpighi se hallaron presentes en número de ocho en las dos especies del género *Rugitermes* y de cuatro en las Termitidae. El sitio de unión de los tubos a la pared intestinal se registró anteriormente en el mesenterón en las ocho Apicotermatinae, en tanto que en las siete especies restantes se localizó en el límite entre mesenterón y proctodeo.

La ornamentación interna de la válvula entérica presentó pliegues parcialmente esclerotizados sólo en las dos especies de Apicotermatinae incluidas en el género *Grigiotermes*. No se observaron espinas o escamas entre dichos pliegues en las especies examinadas.

En base a las determinaciones realizadas, pudo establecerse que los cuatro grupos alimentarios reconocidos para isópteros (según Donovan *et al.* 2001) se hallaron representados en este estudio. Al considerar el total de las especies halladas en los tres ambientes, el mayor porcentaje (50%) correspondió a las alimentadoras de suelo del grupo IV (Figura 44), pero el grupo alimentario III registró la mayor abundancia relativa (Tabla 11).

Las termitas de los grupos alimentarios II, III y IV se hallaron formando parte de los ensambles en los tres ambientes analizados (Fig. 45). Por el contrario, las especies del grupo alimentario I, que comprende a las no- Termitidae alimentadoras de madera, se hallaron presentes sólo en los dos ambientes con vegetación leñosa.

La estructura de los grupos alimentarios presentó diferencias significativas entre los ensambles (Figura 45). Así, los valores del Grado de Humificación Ponderado (GH) de cada ensamble de termitas (Tabla 12), considerando el número de especies por grupo, mostraron diferencias significativas entre los ambientes (KW: H (2, N= 12)= 9,71; p =0,0078), con los montes ubicados hacia el extremo menos humificado del gradiente y los pastizales hacia el extremo opuesto.

Las especies incluidas en los tres ensambles analizados realizan nidificaciones de diversos tipos (Tabla 13). Dentro de las transectas trazadas pudieron ser localizados nidos de tres especies de isópteros (*C. cumulans*, *C. fulviceps* y *N. aquilinus*), cuyo número y dimensiones se presentan en la Tabla 14.

La mayor cantidad de nidos (31) se detectó en pastizales, donde se reconocieron montículos de *C. cumulans* y *C. fulviceps*. Sin embargo, las nidificaciones de ambas especies no se detectaron juntas en los pastizales trabajados, ya que los nidos de *C. cumulans* (Fig. 46) se localizaron en P1 y P2, en tanto que los de *C. fulviceps* (Fig. 47)



se ubicaron en P3 y P4.

En pastizales, el mayor porcentaje de nidos de ambas termitas se halló habitado por la especie constructora (63,6 % para *C. cumulans* y 55% para *C. fulviceps*), pero además, tanto los nidos ocupados por las constructoras como los abandonados por ellas se hallaron frecuentemente habitados por otras especies inquilinas, principalmente de la subfamilia Apicotermitinae (Tabla 14).

En montes y eucaliptales, el hallazgo de nidificaciones dentro de las transectas fue muy poco frecuente (uno y tres nidos, respectivamente), tanto para nidos epigeos (*C. fulviceps*) (Fig. 48) como arbóreos (*N. aquilinus*) (Fig 49). En los nidos arbóreos de ambos ambientes no se detectaron especies inquilinas (Tabla 14).

Para el análisis de microhábitats se trabajó con los números de muestras de termitas halladas en cada uno de ellos, y no con el número de encuentros. Esto se debe a que algunas veces se registró más de una muestra por sección de una misma especie, lo cual, según la metodología aplicada debe ser considerado como un solo encuentro, pero que corresponden o indican la presencia de esta especie en más de un microhábitat.

Al considerar los tres ambientes en conjunto (Tabla 15), pudo establecerse que se detectaron termitas en 14 de los 15 microhábitats inspeccionados. Su presencia resultó negativa sólo en el ítem de nidos subterráneos, debido a que este tipo de nidificaciones no fueron registradas en el área de trabajo.

En la Tabla 15 se presenta el número de muestras halladas en cada microhábitat, por ambiente. Los microhábitats preferidos por los isópteros fueron suelo en base de tronco, suelo asociado a la vegetación, interior de ramas caídas y de troncos muertos, así como nidos epigeos.

Al reunir los cinco microhábitats referidos a suelo, quedó en evidencia que el

46,43% de las muestras provinieron de ellos. En tanto que de los microhábitats relacionados a vegetación herbácea y leñosa viva o muerta, se obtuvieron el 34,64% de las muestras. El resto de las termitas fueron coleccionadas de nidos epigeos o arbóreos (12,50%) y de estiércol (6,42%).

Cada uno de los ambientes presentó particularidades en referencia a los microhábitats más frecuentemente ocupados (Tabla 15), así en pastizales, los preferidos resultaron suelo entre raíces de la vegetación (Fig. 50) y nidos epigeos (Fig. 51), en eucaliptales, suelo superficial (Fig. 52) y entre raíces de la vegetación y en montes, troncos muertos (Fig. 53) y ramas caídas (Fig. 54).

En uno de los lotes de *Eucalyptus* sp., tuvo lugar un hallazgo de isópteros en suelo entre raíces de un tocón seco de 0,70 m de altura (Fig. 55). En este microhábitat se coleccionaron obreras de *N. opacus*, dentro de perforaciones superficiales realizadas en el tronco, pocos centímetros por encima del nivel del suelo y en las raíces lignificadas.

Al realizar observaciones en montes y eucaliptales, en los microhábitats correspondientes a nidos arbóreos, construcciones de cartón de madera y túneles sobre la vegetación, pudieron obtenerse 16 muestras de *N. aquilinus* (Tabla 15). De ellas, sólo siete correspondieron a árboles vivos (*E. grandis*), en cinco de los cuales se localizaron túneles sobre tronco y ramas (Figs. 56 y 57) y en los dos restantes, nidos arbóreos (Figs. 58 y 59). En los ejemplares en que se detectaron túneles, al destruir parcialmente estas estructuras para obtener las muestras, no se evidenciaron daños a los tejidos vegetales. Sin embargo, en los dos árboles donde se habían construido nidificaciones, se constató la existencia de galerías excavadas profundamente en el leño (Fig. 60) y galerías superficiales (Fig. 61).

Al realizar la recolección de termitas se detectaron, en algunos casos, dos o más

especies en cada muestra, las cuales se hallaban compartiendo el mismo microhábitat, ya sean sitios de forrajeo de alimento, refugio o nidificaciones. Tales muestras compuestas constituyeron el 10,35% del total y la mayoría de ellas provinieron de pastizales (20), mientras que en montes (6) y eucaliptales (3) el número resultó menor.

En las muestras compuestas, la situación más frecuentemente observada fue la presencia de dos especies, una de las cuales correspondió siempre a la subfamilia Apicotermatinae y la otra a cualquiera de las cuatro subfamilias de Termitidae. Sin embargo, en algunas ocasiones, tres y hasta cuatro especies compartían un mismo microhábitat.

La mayoría de las muestras compuestas se detectaron en suelo superficial, suelo entre raíces de vegetación herbácea, suelo en base de árbol, suelo bajo tronco degradado o estiércol. Sin embargo, en pastizales, las obreras de Apicotermatinae fueron además localizadas, en nueve de las muestras compuestas, como inquilinas en el interior de nidificaciones de otras Termitidae (*C. cumulans*, *C. fulviceps* y montículos abandonados por la especie constructora) (Tabla 14).

Además, en cada predio trabajado se localizaron, mediante recolecciones complementarias fuera de las bandas de muestreo, nidos de diversas especies de termitas. Así, en pastizales, fueron contabilizados nidos de *C. cumulans* (3) (Fig. 62) y de *T. saltans* (2) (Fig. 63).

Resultó llamativo el hallazgo, en uno de los eucaliptales analizados (E4), de 14 nidos arbóreos de *N. aquilinus*. Los nidos observados presentaron dimensiones variables y se hallaron irregularmente distribuidos en todo el lote. Se localizaron sobre troncos y ramas de árboles vivos (Fig. 64) o completamente secos (Fig. 65), ubicados a distintas alturas, desde la base del tronco (Fig. 66) hasta los 7- 8 m de altura (Fig. 67). Tres de los

nidos de mayor tamaño se localizaron en bifurcaciones de ramas primarias de árboles de gran porte (Figs. 68, 69 y 70). También se detectaron nidos en la base de tocones (Fig 71) o en restos de árboles depositados en el suelo (Fig 72).

En muestreos cualitativos realizados al azar en parcelas de cultivos de yerba mate (*Ilex paraguariensis*) y té (*Camellia sinensis*) aledaños a los sitios de las transectas, fueron detectadas tres especies de termitas: *Rugitermes* sp. y *C. cumulans* en cultivos de yerba mate y *G. bequaerti* en cultivos de té.

En el caso de *Rugitermes* sp., estos hallazgos constituyen el primer registro para Argentina de termitas de la familia Kalotermitidae en plantas en producción de yerba mate, comunicado oportunamente (Laffont 2005). La infestación se produjo en un ejemplar vivo de yerba mate de aproximadamente 40 años de edad, en un lote aún sometido a producción y cosechas periódicas.

La colonia de *Rugitermes* sp. se localizó en el extremo terminal de una rama cuaternaria seca (Fig. 73). Externamente, dicha rama se hallaba totalmente descortezada y los daños producidos consistieron en perforaciones, celdas y galerías excavadas en el interior del leño. Al disecarla, se pudo comprobar la presencia de pseudoergates y soldados en las galerías dispuestas siguiendo, en su mayoría, el eje longitudinal de la rama, en tanto que unas pocas estaban ubicadas perpendicularmente a dicho eje. Las galerías cuyas medidas fueron registradas, presentaron una longitud promedio de 3,25 cm, con un rango de variación entre 2,5 cm y 4,1 cm. y su diámetro promedio fue de 2,53 mm variando entre 2 mm y 3,1 mm.

Las celdas ocupadas por los individuos de *Rugitermes* sp. se encontraban recubiertas parcialmente por secreciones proctodeales color marrón oscuro y se detectaron numerosos “pellets” (deyecciones ovales pequeñas características de los

kalotermítidos) ocupando casi totalmente el interior de las galerías (Fig. 74). La vitalidad de las plantas infestadas no mostró diferencias notables con respecto al resto de los integrantes de cada lote.

Los montículos de *C. cumulans* se distribuyeron irregularmente, en bajo número, principalmente a lo largo de las interlíneas de cultivos, en un lote de similares características al anterior (Figs. 75 y 76). Sólo tres de estos nidos se detectaron abarcando parcialmente en su interior el tronco principal de las plantas de yerba. Al destruir parcialmente las nidificaciones y examinar los troncos, pudo verificarse que los daños eran superficiales, consistentes en zonas parcialmente roídas del ritidoma.

En plantaciones de té no se observaron nidificaciones ni daños que pudieran ser atribuidos a termites, sin embargo, al examinar muestras del suelo en contacto con los tallos, se localizaron en dos ocasiones obreras de *G. bequaerti*. Las mismas ocupaban celdas irregulares en el suelo, situadas a 15 cm y 20 cm de profundidad, respectivamente. Las plantas relacionadas a estos encuentros no presentaron daños.

## Discusión

## DISCUSIÓN

### **Composición y estructura de los ensambles de “Las Marías”.**

Las especies detectadas en los ensambles de termitas de “Las Marías”, forman parte de la termitofauna previamente conocida para Argentina, con excepción de una de ellas (Torales *et al.* 2005, 2008).

El número total de géneros registrados en este estudio (10), representa aproximadamente el 60% de la riqueza estimada para latitudes situadas entre los 24 y 30° S, a las que corresponde el Establecimiento “Las Marías”. Ocho de estos géneros son exclusivamente neotropicales, coincidiendo con el nivel de endemismo registrado para esta región, que supera al de otras regiones biogeográficas (Araujo 1977, Fontes 1983, 1998; Constantino 1998; Eggleton 2000).

Como resulta esperable por su mayor número de especies y diversidad de formas de vida, la familia Termitidae comprendió el mayor número de especies y tuvo mayor abundancia relativa que Kalotermitidae. La elevada diversidad y abundancia del “grupo *Anoplotermes*” de la subfamilia Apicotermitinae, considerada una característica particular de la termitofauna neotropical (Mathews 1977, Fontes 1986, 1992; Martius *et al.* 1999, Noirot 2001), se vio reflejada en los resultados de este relevamiento. Dentro de esta subfamilia, el presente trabajo reporta la primera cita para Argentina de un nuevo género de la subfamilia Apicotermitinae, que aguarda descripción por parte del Dr. Ives Roisin (ULB, Bélgica) (Noirot 2001, Roisin com. pers.).

La subfamilia Nasutitermitinae, con la mayor abundancia relativa total en este análisis, es considerado el clado más numeroso y biológicamente diverso entre los isópteros, y dominante en la región Neotropical, con 37 géneros (Fontes 1987 a y b, 1998; Eggleton 2000). Ella incluye, a nivel mundial, todos los regímenes alimentarios

reconocidos y en los ensambles aquí analizados fue el único grupo taxonómico que incluyó especies de dos grupos alimentarios. Ambas características, la diversidad y la amplitud trófica probablemente favorecieron la elevada representatividad de la subfamilia en las comunidades descriptas.

### **Similitudes y diferencias entre los ensambles de pastizales, bosques y eucaliptales.**

Los resultados obtenidos muestran que si bien los índices de diversidad resultaron mayores para montes y los de equitabilidad para pastizales, los valores totales de riqueza específica y los números de especies/transecta y de especies/sección, así como de encuentros/transecta y de muestras/ambiente han resultado similares entre ensambles, desde los relictos de bosque que constituyen los ecosistemas menos perturbados a las forestaciones de *Eucalyptus*, donde la mayor parte de la vegetación original ha sido reemplazada.

A pesar de esta similitud parcial entre ensambles, sus diferencias quedan en evidencia al analizar la estructura de los grupos taxonómicos y alimentarios de cada taxocenosis. Así, la presencia de Kalotermitidae y la menor abundancia relativa de Apicotermitinae, diferencian a los ensambles de eucaliptales y montes, de los de pastizales.

Con respecto a los grupos alimentarios, la mayor diversidad y abundancia relativa de las alimentadoras de suelo del grupo IV en pastizales pone de manifiesto el importante rol ecológico que cumplen las termitas subterráneas especializadas en la ingestión de suelo mineral en los pastizales de “Las Marías”. Este régimen alimentario es considerado como el más derivado dentro de los isópteros, incluye la utilización de



compuestos aromáticos derivados de la lignina presentes en el suelo y permite a las termitas aprovechar estos abundantes recursos, indigeribles para la mayoría de los animales (Noirot 1992). El predominio de especies del grupo IV en los ensambles de pastizales de “Las Marías”, reflejado en el valor más elevado del GHP, resulta una característica diferencial con los de pasturas de Amazonia, donde las termitas xilófagas superan, tanto en número de especies como en densidad, a las alimentadoras de suelo (Bandeira 1989) y con el “campo nativo” del Estado de Espírito Santo, donde no se registran especies con este hábito alimentario (Brandão 1998).

Si bien se ha consignado que las termitas alimentadoras de suelo serían más susceptibles a las alteraciones de hábitats en regiones tropicales (Bandeira 1989, De Souza y Brown 1994, Eggleton *et al.* 1995, Jones 2000, Davies 2002, Bandeira *et al.* 2003, Gillison *et al.* 2003), en el presente estudio, este grupo trófico se halló consistentemente representado en los tres ensambles de “Las Marías”, especialmente en pastizales. Aunque en los ambientes aquí analizados las alteraciones pueden considerarse moderadas, existen datos que indican que algunas Apicotermatinae serían capaces de tolerar fuertes perturbaciones, por ejemplo, en algunos ecosistemas altamente urbanizados como parques y jardines de la ciudad de San Pablo (Brasil), son muy frecuentes en el suelo diversos géneros de Apicotermatinae (*Aparatermes*, *Grigiotermes* y *Anoplotermes*) (Fontes 1995, Milano y Fontes 2002).

La mayor abundancia relativa del grupo alimentario III en eucaliptales y montes, marca el predominio de especies alimentadoras de suelo y de la interfase madera- suelo en estos ambientes, como agentes participantes en la degradación del material vegetal muerto. Contribuyen así a mejorar la fertilidad del suelo, que depende principalmente de los nutrientes derivados de la vegetación en descomposición (Wood y Sands 1978, Bandeira 1998). En estos ambientes, la elevada disponibilidad de madera

muerta en diferentes etapas de degradación es considerada como un factor benéfico que favorece la abundancia de los grupos tróficos I, II y III (Davies 2002). Por tales condiciones, también las cuatro especies que se alimentan casi exclusivamente de madera (*R. rugosus*, *Rugitermes* sp., *N. aquilinus* y *N. brevioculatus*), incluidas en los grupos alimentarios I y II, se hallaron presentes sólo en estos dos ambientes que poseen vegetación leñosa.

### **Comparaciones de la termitofauna de “Las Marías” con otros ensambles de Isoptera.**

Las comparaciones cuantitativas con otros ensambles de termitas resultan difíciles de establecer, ya que los únicos trabajos realizados mediante la aplicación del protocolo estandarizado de Jones y Eggleton (2000) han sido llevados a cabo en su mayoría, como se mencionó anteriormente, en ambientes tropicales de Asia y África. Las diferencias en la composición taxonómica entre esos ensambles y los de Argentina son muy notables, como la presencia de las Macrotermitinae cultivadoras de hongos y de las alimentadoras de suelo del grupo *Cubitermes* (Termitinae) y del grupo *Apicotermes* (Apicotermitinae), que se hallan ausentes en la región Neotropical (Eggleton *et al.* 1995, 1996, 1997, 2002 a y b; Davies 1997; Dibog 1999; Gathorne-Hardy *et al.* 2000, 2001; Jones 2000; Donovan *et al.* 2002; Jones y Eggleton 2002; Jones *et al.* 2003 a).

Para América, los estudios llevados a cabo están localizados en áreas tropicales de mucha menor latitud que la de nuestro país (Davies *et al.* 2003 a y b).

Al considerar los análisis de ensambles realizados en Brasil y otras zonas de

Argentina, queda en evidencia que han sido realizados, en su mayoría con metodologías cuantitativas o semi-cuantitativas diferentes a las aplicadas en este estudio, por lo que las comparaciones que pueden establecerse son fundamentalmente cualitativas, referidas a la composición faunística.

Para Brasil, la riqueza genérica registrada en diferentes ensambles es muy variable, por sus condiciones latitudinales y climáticas, desde sólo tres en selvas de la planicie de inundación del Amazonas hasta 44 géneros en las selvas lluviosas de esa región (Bandeira 1979, 1991; Mill 1982; Bandeira y Torres 1985; Domingos *et al.* 1986; Lacher *et al.* 1986; Bandeira y Macambira 1988; Gontijo y Domingos 1991; Constantino 1992, 2005; Apolinario 1993; Martius 1994; Bandeira *et al.* 1998, 2003; Brandão 1998; Martius *et al.* 1999; Silva y Bandeira 1999; Sena *et al.* 2003; Melo y Bandeira 2004; Galbiati *et al.* 2005; Gonçalves *et al.* 2005; Vasconcellos *et al.* 2005; Araújo *et al.* 2007; Reis y Canello 2007). En la mayoría de estos análisis, los valores de la riqueza genérica y específica resultan mayores a los registrados en el presente relevamiento. Mediante la comparación de esos estudios con la fauna de “Las Marías” pueden reconocerse similitudes en la composición taxonómica. Así, por ejemplo, siete de los géneros presentes en “Las Marías” también se localizan en el Cerrado (Mathews 1977, Domingos *et al.* 1986, Gontijo y Domingos 1991, Sena *et al.* 2003, Constantino 2005), cuatro de ellos en la Caatinga (Martius *et al.* 1999, Melo y Bandeira 2004) y cuatro en la selva de restinga (Vasconcellos *et al.* 2005).

Para ecosistemas naturales de Argentina, los únicos análisis cuantitativos de ensambles de termitas han sido realizados en las provincias de Formosa, Chaco, Misiones y Corrientes.

La termitofauna del Establecimiento “Las Marías” comprende, en su mayoría,

elementos comunes a las provincias biogeográficas Paranaense, Chaqueña y del Espinal, ya que nueve de las especies recolectadas en el presente trabajo, habían sido previamente registradas para esas tres regiones (*Rugitermes* sp., *C. cumulans*, *C. fulviceps*, *D. diversimiles*, *N. aquilinus*, *Anoplotermes* sp. 1, *Anoplotermes* sp. 3, *A. cingulatus* y *Grigiotermes* sp. 1). Además, fueron registradas cuatro especies presentes en las provincias Paranaense y Chaqueña (*R. rugosus*, *N. opacus*, *Anoplotermes* sp. 2 y *G. bequaerti*). En cambio, para *N. brevioculatus* y *Aparatermes* sp., estos son los primeros registros para la provincia Paranaense, ya que habían sido citadas hasta el momento sólo para la provincia Chaqueña (Torales *et al.* 2009). La localización del Establecimiento “Las Marías” en proximidades del ecotono que reúne a estas tres provincias biogeográficas, es probablemente la razón por la cual se hallan presentes tanto especies de amplia distribución en las tres provincias como otras aún no registradas en esta zona.

Con respecto a la termitofauna del “monte fuerte” (selva semidecidual subtropical) del Parque Nacional Pilcomayo (Formosa), donde se registraron 14 géneros, 6 de ellos coinciden con los hallados en “Las Marías” (*Rugitermes*, *Nasutitermes*, *Diversitermes*, *Neocapritermes*, *Aparatermes* y *Anoplotermes*). A diferencia de los ensambles del presente análisis, en el “monte fuerte” resultó mayor el número de especies xilófagas que el de alimentadoras de suelo, con una mayor representación de las familias Kalotermitidae, Rhinotermitidae y de las Termitidae alimentadoras de madera. Sin embargo, los autores indican que el inventario obtenido dista de ser completo y proponen metodologías alternativas de muestreo (Roisin y Leponce 2004).

En lotes parcialmente degradados de esta misma unidad de vegetación (“monte

fuerte”), se analizaron los ensambles de termitas de tres localidades del Chaco Húmedo situadas en las Provincias de Chaco y Formosa. Se reportan 16 géneros y 23 especies de isópteros, de las cuales nueve resultan comunes a las detectadas en “Las Marías” (*D. diversimiles*, *N. aquilinus*, *N. brevioculatus*, *N. opacus*, *Anoplotermes* sp. 1, *Anoplotermes* sp. 3, *A. cingulatus*, *Aparatermes* sp., *Grigiotermes* sp. 1) (Torales *et al.* 2007). Se observan también similitudes en los microhábitats preferidos por las termitas, tales como diferentes ítems de madera muerta y suelo entre raíces de la vegetación, principalmente bromeliáceas. A pesar de estas semejanzas, al considerar los grupos taxonómicos y su riqueza se evidencian diferencias con el presente análisis, ya que la familia Kalotermitidae se halla representada por los géneros *Neotermes* y *Tauritermes*, ausentes en “Las Marías” y está presente *Heterotermes*, de la familia Rhinotermitidae. Asimismo, dentro de Termitidae, las riquezas específicas de Nasutitermitinae y Termitinae superan a la de Apicotermatinae. En ambos estudios realizados en el “monte fuerte” (Roisin y Leponce 2004, Torales *et al.* 2007), a diferencia de los ensambles de “Las Marías”, las especies alimentadoras de madera superaron numéricamente a las alimentadoras de suelo.

Esta última característica podría considerarse como una diferencia en la estructura de las taxocenosis de Isoptera entre los ambientes xerófilos del Chaco Húmedo y los de la provincia Paranaense aquí analizados, a pesar de las especies comunes entre ambos. A fin de comprobar estas apreciaciones resultarían necesarios análisis de ensambles de otras localidades en ambas provincias, que incluyan aspectos cualitativos y cuantitativos de esas comunidades de termitas.

La taxocenosis de Isoptera de “Las Marías” mostró mayores similitudes con las de los Parques Nacionales Mburucuyá e Iguazú, en cada una de las cuales se localizan

seis especies comunes a las del presente estudio (*C. cumulans*, *C. fulviceps*, *N. aquilinus*, *N. opacus*, *Anoplotermes* sp. 2 y *T. saltans* en el PN Mburucuyá y *C. cumulans*, *A. cingulatus*, *D. diversimiles*, *N. opacus*, *R. rugosus* y *Rugitermes* sp. en el PN Iguazú), que con la del Parque Nacional Chaco, con sólo dos especies comunes (*N. aquilinus* y *C. fulviceps*) (Laffont *et al.* 2004).

### **Localización y características ecológicas de las nidificaciones de termitas y sus especies inquilinas.**

Los nidos epigeos de *C. fulviceps* y de *C. cumulans* localizados en pastizales de “Las Marías”, se distribuyeron en distintos predios probablemente debido a diferencias tanto en los requerimientos de cada especie como en las características de los ambientes. Para Brasil, se mencionan como posibles factores determinantes de las especies de termitas presentes en pasturas, al relieve, al estado general de las pasturas, a los tipos y fertilidad de los suelos, etc. (Fernandes *et al.* 1998). En los sitios aquí trabajados, una de las diferencias detectadas entre ambientes, que podría haber influido en la disposición de estas especies es que los pastizales 1 y 2, donde se ubicaron los termiteros de *C. cumulans* correspondieron a zonas de terreno elevado (semiloma), mientras que los pastizales 3 y 4, donde se distribuyeron los nidos de *C. fulviceps*, se hallan en zonas con terrenos bajos inundables.

*C. cumulans*, de abundancia intermedia en pastizales, es una termita constructora de conspicuos montículos, ubicados en nuestro país principalmente en la zona norte de Corrientes y en Misiones (Argentina) (Torales *et al.* 2005). El desarrollo de sus nidos y sus particularidades han sido descriptos en detalle por Grassé (1958) y Fontes (1998). Esta especie ha sido considerada “clave” en el Cerrado brasileiro por su abundancia y los

servicios ecológicos que cumple (Redford 1984), pero también ha sido reportada como perjudicial atacando raíces de *Eucalyptus* en Brasil (Dietrich 1989). En algunas regiones de Brasil, los nidos de *C. cumulans*, junto a los de otras especies constructoras de montículos, proliferan en zonas de pasturas y cultivos debido a las modificaciones del paisaje e intensas alteraciones de selvas y cerrados y pueden ser considerados, en tales casos, indicadores de alteraciones ambientales. Sin embargo, producirían escasas pérdidas económicas, por lo que Fernandes *et al.* (1998) introducen el concepto de “plaga estética”. A diferencia de tales situaciones, en los pastizales de “Las Marías”, el escaso número de nidos de *C. cumulans* no ocasiona perjuicios evidentes y, de acuerdo a lo expresado por personal del establecimiento no se realizan procedimientos de control mecánico o químico en estos predios.

Los nidos de *C. fulviceps*, aunque de menor tamaño que los de la especie anterior, fueron los más numerosos en pastizales de “Las Marías”. Estas nidificaciones, si bien son frecuentes ambientes abiertos de, hasta el momento, ocho provincias argentinas y esporádicamente infestan viviendas (Torales 1995, Torales *et al.* 2005, 2008), no se tiene conocimiento que ocasionen perjuicios económicos en pastizales o que se hayan realizado medidas de manejo de sus poblaciones.

Distintas especies de los géneros neotropicales *Anoplotermes* y *Grigiotermes* son habituales inquilinas en el interior de nidos de *Armitermes*, *Cornitermes*, *Cortaritermes*, *Nasutitermes* y *Termes*, entre otros géneros, así como de distintas especies de Formicidae (Mathews 1977, Bandeira 1989, Torales *et al.* 1997, 2008). Como ya ha sido reportado para Brasil y otras localidades del nordeste argentino, en “Las Marías” se ubican generalmente en celdas de la porción inferior de los nidos, bajo el nivel de la superficie del suelo, recubriendo a menudo las paredes internas o porciones de la

superficie externa del nido con deyecciones de color oscuro (Mathews 1977, Torales 1998 a).

También las otras dos especies de Termitidae, no incluidas en la subfamilia Apicotermitinae, que fueron detectadas como inquilinas (*N. opacus* y *D. diversimiles*), han sido previamente halladas en nidos de otras especies constructoras de montículos en el noreste argentino (Torales *et al.* 1997, Torales 1998 a).

### **Caracterización ecológica de las termitas de mayor abundancia relativa en los ensambles.**

Los niveles de abundancia de especies establecidos de acuerdo a los índices trabajados guardan relación con la variedad de microhábitats ocupados por los isópteros y con la diversidad de grupos alimentarios presentes en los ensambles de “Las Marías”.

Así, las especies más abundantes son las que se localizaron en un mayor número de microhábitats y son capaces de consumir diversos sustratos alimentarios. Esta capacidad de ocupar microhábitats muy diversos, como en el caso de *N. opacus* y *D. diversimiles* (localizadas en 10 microhábitats cada una), y de alimentarse de distintos materiales ligno-celulósicos favorece la dispersión de estas especies de amplia valencia ecológica y les permite convertirse, como se evidenció en este estudio, en las de mayor abundancia en los ensambles.

*N. opacus*, de abundancia intermedia en los tres ensambles, es una especie de amplia distribución que había sido registrada previamente en las selvas mixtas y en los “campos”, así como en plantaciones de *E. grandis* en la provincia biogeográfica Paranaense, y en el “monte fuerte” de la provincia Chaqueña (Distrito Oriental). *N. opacus* es frecuentemente hallada en la interfase madera- suelo, dentro y debajo de



troncos caídos, en nidos de otras Termitidae, entre raíces de árboles vivos, en paredes de adobe, bajo excrementos de ganado y en túneles sobre suelos arenosos. Los sustratos alimentarios mencionados para *N. opacus* por diferentes autores son madera degradada, suelo, detritos vegetales, excrementos de herbívoros, y raíces de árboles vivos de *Eucalyptus* sp. (Mathews 1977; Torales 1998 a; Laffont *et al.* 1998 a; Wilcken y Raetano 1998; Torales *et al.* 1997, 2005, 2009)

*Anoplotermes* sp. 1, presente en ocho microhábitats de los tres ambientes, es una especie de hábitos subterráneos, que realiza nidos difusos e en las capas superficiales del suelo, del cual se alimenta. Si bien ha sido localizada en Corrientes como inquilina de termiteros de otras Termitidae (*C. cumulans*, *C. fulviceps*, *N. coxipoensis* y *T. saltans*) (Torales *et al.* 2005, 2008), en “Las Marías” se halló principalmente asociada a suelo superficial y entre raíces de vegetación, así como a suelo bajo troncos caídos.

Por su parte, *D. diversimiles* fue previamente detectada en las dos provincias biogeográficas antes mencionadas y en la del Espinal, habitando en el suelo entre la vegetación de gramíneas y en madera muerta en el interior de manchones de bosque situados en los “campos” y en las selvas mixtas. Se alimenta de madera en descomposición, hojarasca y forrajea en campo abierto, sobre la superficie del suelo (Mill 1982, Fontes 1987 a, Roisin y Leponce 2004). En “Las Marías”, si bien estuvo presente sólo en dos ambientes, en ambos resultó la especie con mayor abundancia y diversidad de microhábitats ocupados.

**Termitofauna de eucaliptales: comparación del ensamble de “Las Marías” con otros de Brasil y Argentina.**

Considerando el ensamble de Isoptera presente en eucaliptales de “Las Marías”, la riqueza específica registrada resulta similar a las de plantaciones de *E. pilularis* en Anhembi (San Pablo, Brasil) y de *E. grandis* en Villa Olivari (Departamento Ituzaingó, Corrientes), todas ellas en áreas subtropicales. Sin embargo, este valor es menor a la riqueza registrada en forestaciones de *E. urophylla* en el estado de Minas Gerais (Brasil) (Laffont *et al.* 1998, Junqueira *et al.* 2004, Calderón y Constantino 2007).

Dos de las especies registradas en eucaliptales de “Las Marías” (*D. diversimiles* y *N. opacus*) se hallan también presentes en Anhembi y Minas Gerais (Junqueira *et al.* 2004, Calderón y Constantino 2007), en tanto que, excepto *Rugitermes* y *Cortaritermes*, los restantes seis recolectados han sido mencionados como integrantes de la termitofauna de plantaciones de *Eucalyptus* en Brasil (Dietrich 1989, Mill 1992, Berti Filho 1995, Wilcken y Raetano 1998, Junqueira *et al.* 2004, Calderón y Constantino 2007).

De la termitofauna hallada en las plantaciones de *E. grandis* de “Las Marías”, sólo tres especies han sido reportadas previamente en este tipo de ecosistema en la provincia de Corrientes: *C. fulviceps*, *N. aquilinus* y *N. opacus* (Laffont *et al.* 1998). Las restantes siete especies detectadas en “Las Marías” son citadas por primera vez para eucaliptales de nuestro país. Resulta particularmente importante la presencia de cuatro especies de Apicotermatinae, subfamilia que no había sido reportada en la forestación del Departamento Ituzaingó.

Tres de las especies con mayor abundancia relativa en los eucaliptales analizados (*D. diversimiles*, *N. opacus* y *Anoplotermes* sp. 1) pertenecen a los grupos alimentarios III y IV, por lo que participan activamente en la degradación de material vegetal y en los procesos de mineralización del suelo, desempeñando principalmente funciones benéficas en el agroecosistema. Si bien *N. opacus* causa, ocasionalmente,

daños al sistema radicular de plantas jóvenes de *Eucalyptus* en Brasil y de *Pinus caribaea* en Argentina (Berti Filho 1995; Torales 1998 b; Wilcken y Raetano 1998), en los eucaliptales de “Las Marías” no se reconocieron daños causados a árboles vivos adultos.

Entre las especies más frecuentes, sólo *N. aquilinus* tiene alimentación xilófaga y ha sido reportada previamente causando daños significativos a árboles de diversas especies de *Eucalyptus* en la provincia de Corrientes (Torales *et al.* 1988). También causa infestaciones, como especie oportunista, en viviendas urbanas y rurales de Argentina y Brasil (Torales 1998 b, Milano y Fontes 2002). En “Las Marías”, si bien dentro de las transectas el número de ejemplares vivos con infestación fue bajo, el registro en uno de los lotes, por fuera de las bandas de muestreo, de un elevado número de nidos de *N. aquilinus*, permite inferir que la magnitud de la infestación podría ser mayor, al menos en ese predio.

En estudios previos, se estableció que en uno de los lotes forestados con *E. grandis* en Villa Olivari, la infestación con *N. aquilinus* alcanzó al 19% de los árboles vivos, sobre los cuales se reconocieron daños en los tejidos de protección y de sostén. En dicho análisis, la disposición espacial de los ejemplares infestados resultó contagiosa dentro de ese cuadro (Laffont *et al.* 1998). Al parecer, en “Las Marías” se reconoce una situación similar, con la infestación de *N. aquilinus* localizada principalmente en uno de los lotes analizados (E4), donde se registraron 15 de los 18 encuentros de esta especie, además de los 14 nidos arbóreos registrados fuera de las transectas.

Entre los géneros de Apicotermatinae registrados en este estudio en eucaliptales se hallan *Anoplotermes* y *Aparatermes*, los cuales, si bien son alimentadoras de suelo, producen en Brasil daños ocasionales a raíces de plantines de este género, recién instalados en campo (Dietrich 1989, Berti Filho 1995). Sin embargo, en los lotes

analizados de “Las Marías”, por tratarse de árboles completamente desarrollados, no se evidenciaron perjuicios causados por estas especies.

A pesar de no haberse detectado en los eucaliptales, otra de las especies presentes en “Las Marías”, *C. cumulans*, puede ser causante de daños a raíces en ejemplares de hasta un año de edad, en Brasil (Berti Filho 1995, Wilcken y Raetano 1995). Asimismo, si bien *R. rugosus* resultó la especie más frecuente en Villa Olivari, ésta no fue detectada en eucaliptales de “Las Marías” (Laffont *et al.* 1998).

### **Termitas presentes en cultivos de yerba mate y té en “Las Marías”.**

Las recolecciones complementarias en cultivos de yerba mate y té, permitieron la detección de tres especies de isópteros, dos de ellas presentes en otros ambientes. Sólo las del género *Rugitermes* son alimentadoras de madera del grupo I. Este género es frecuentemente hallado en formaciones vegetales leñosas nativas y en forestaciones en la provincia de Corrientes, aunque también existen datos de su presencia en otras ocho provincias argentinas, donde se localiza en madera de árboles vivos y muertos y, ocasionalmente puede infestar material leñoso de viviendas (Torales 1998 a, 2005, 2008; Laffont *et al.* 1998). Dado que el presente es el primer hallazgo de *Rugitermes* sp. en cultivos de yerba mate en Argentina, se enfatiza la necesidad de efectuar monitoreos sistematizados a fin de evaluar el nivel de daño y el posible rol de los lotes más antiguos como reservorios de estos insectos xilófagos.

Los montículos de *C. cumulans* presentes en los cultivos de yerba mate, si bien son poco numerosos, ocasionan interferencia mecánica, al dificultar el acceso de la maquinaria, retrasando el período de cosecha. De acuerdo a lo referido por el personal del establecimiento, a diferencia de los pastizales, en los cultivos se destruye

periódicamente la estructura de los montículos con máquinas trilladoras hasta el nivel del suelo, permaneciendo el sector hipogeo intacto. Al cabo de un tiempo, éste pierde consistencia y se desmorona fácilmente al paso de las máquinas, las cuales quedan hundidas en el terreno. Otro interesante aspecto de la biología de esta especie es que, ante presiones desfavorables como la destrucción de sus montículos, es capaz de construir nidos hipogeos (Milano y Fontes 2002). Por ello, la abundancia real de la especie en estos predios cultivados resulta difícil de estimar.

### **Posibles factores que influyen en la estructura las comunidades de Isoptera de “Las Marías”.**

Las diferencias taxonómicas y de grupos alimentarios entre los ensambles de “Las Marías” parecen ser originadas más por características ambientales que por la influencia de procesos de alteración de ecosistemas. Los efectos de tales procesos resultan poco evidentes en estos ensambles, ya que no se observaron disminuciones drásticas de la diversidad o alteraciones la estructura funcional de los ensambles de termitas, como en otros sitios alterados (Holt y Coventry 1988, Bandeira 1989, De Souza 1995, Basu *et al.* 1996, Dibog *et al.* 1999, Davies 2002, Jones *et al.* 2003 b, Bandeira *et al.* 2003, Florencio y Diehl 2006).

Esta situación podría ser debida a que, tanto los pastizales como los eucaliptales, muestran perturbaciones que pueden considerarse moderadas. En el primer caso, porque si bien los pastizales son de uso intensivo o semi- intensivo y parcialmente modificados, la vegetación original no ha sido reemplazada por pasturas artificiales. En el segundo caso, porque las forestaciones analizadas no son sufren actualmente manejos periódicos sino que son utilizadas sólo como reparo de hacienda o cortinas de viento entre cultivos.

Por otra parte, la diversidad local de la flora y fauna de una determinada unidad de paisaje se halla influenciada, en gran medida, por las condiciones del contexto de paisaje en que se encuentre. Así, cada parcela posee una organización particular y diferentes niveles de resiliencia y de estabilidad general del sistema ecológico y socio-productivo. En el subsistema Tres Capones, si bien la ecodiversidad ha sido considerada media a baja, los límites del predio se relacionan con paisajes muy diferentes, desde áreas periurbanas a montes hidrófilos, determinando un factor de contexto favorable, que facilita el contacto con los paisajes vecinos y podría contribuir al mantenimiento de la diversidad de los ensamblajes de isópteros y otros grupos de la fauna local (Neiff *et al.* 2006).

Los ensamblajes de termitas de “Las Marías”, así como otros que presentan diversidad taxonómica y funcional, contribuyen a preservar o restaurar condiciones deseables del suelo, pero sobre todo, desempeñan un importante rol en la preservación de la resiliencia de los ecosistemas (Davies *et al.* 1999, Bignell y Eggleton 2000).

Desafortunadamente, no se cuentan con estudios previos de la termitofauna de ambientes naturales en esta localidad. Por ello, resultaría de gran interés la realización de análisis similares al presente en formaciones vegetales sin perturbaciones, si resultara posible la localización y acceso a ambientes en esas condiciones, dados los actuales niveles de degradación de esta región biogeográfica (Eskuche 1984, Fontana 1996).

### **Sugerencias metodológicas y posibles medidas de manejo de la termitofauna de “Las Marías”.**

Desde el punto de vista metodológico, pudo comprobarse que el protocolo utilizado permitió capturar la mayor parte de la termitofauna de los predios y resulta

valioso a fin de establecer comparaciones entre ensambles. Sin embargo, si se desean lograr inventarios más completos de la fauna de cada ambiente resultaría conveniente intensificar los muestreos mediante la diversificación de los horarios de recolección, uso de diferentes clases de cebos, toma de muestras de suelo a mayores profundidades, etc.

Con respecto a propuestas de aplicación de técnicas de manejo de la fauna de isópteros en forestaciones y cultivos de “Las Marías”, se estima, en base a los resultados obtenidos, que sólo tres de las especies podrían causar ocasionalmente pérdidas económicas o dificultades en las labores agrícolas: *N. aquilinus* en eucaliptales, *C. cumulans* y *Rugitermes* sp. en cultivos de yerba mate. Por ello, sería conveniente la realización de monitoreos periódicos de las poblaciones de estas termitas, a fin de evaluar su abundancia y dispersión en los predios.

Asimismo, la conservación de los parches de bosques remanentes en el establecimiento contribuiría a mantener la diversidad y biomasa de los ensambles de Isoptera compuestos, en su mayoría, por especies que desempeñan procesos ecológicos clave como la descomposición del material vegetal.

## Conclusiones



## CONCLUSIONES

- Debido a los escasos estudios cuantitativos y comparativos conocidos para ensambles de Isoptera del nordeste argentino, este trabajo representa un aporte novedoso al conocimiento de la diversidad y estructura de estas comunidades.
- Los tres ensambles de Isoptera analizados resultaron similares entre sí en los valores totales riqueza y abundancia de especies, pero se reconocieron diferencias significativas entre los mismos, en cuanto a algunos grupos taxonómicos y alimentarios presentes y su abundancia relativa.
- Los grupos taxonómicos predominantes por su riqueza específica y abundancia relativa fueron las subfamilias Apicotermatinae y Nasutitermitinae, de la familia Termitidae.
- Los cuatro grupos alimentarios reconocidos para termitas se hallaron representados en “Las Marías”, registrándose, en total, mayor número de especies del grupo IV y mayor abundancia relativa del grupo III.
- Las termitas ocuparon distintos microhábitats, relacionados principalmente con el suelo y el material vegetal vivo y muerto, así como también se localizaron en nidos epigeos y arbóreos, en calidad de especies constructoras o inquilinas.

- Se verificó que la termitofauna de “Las Marías” está compuesta por algunas especies de distribución amplia en las tres provincias biogeográficas cercanas, así como de otras restringidas a sólo una o dos de ellas, posiblemente por la localización del establecimiento en la región ecotonal.
  
- En las plantaciones de *Eucalyptus* analizadas, sólo una especie de isópteros (*N. aquilinus*), podría ser considerada potencial causante de daños a árboles vivos por su régimen alimentario xilófago.
  
- En cultivos de yerba mate en producción se detectó, por primera vez para Argentina, la presencia de la termita alimentadora de madera *Rugitermes* sp., que causa infestaciones ocasionales en árboles vivos.
  
- Pese al variable grado de perturbación de los tres ambientes, las comunidades de isópteros no presentaron desequilibrios notables que evidencien alteraciones en su composición y estructura. A esto se suma la notable representación de las termitas alimentadoras de suelo, lo que lleva a concluir que estos ensambles desempeñan efectivamente roles ecológicos importantes y principalmente benéficos para el suelo, en los ambientes analizados del establecimiento “Las Marías”.

## Figuras y Tablas

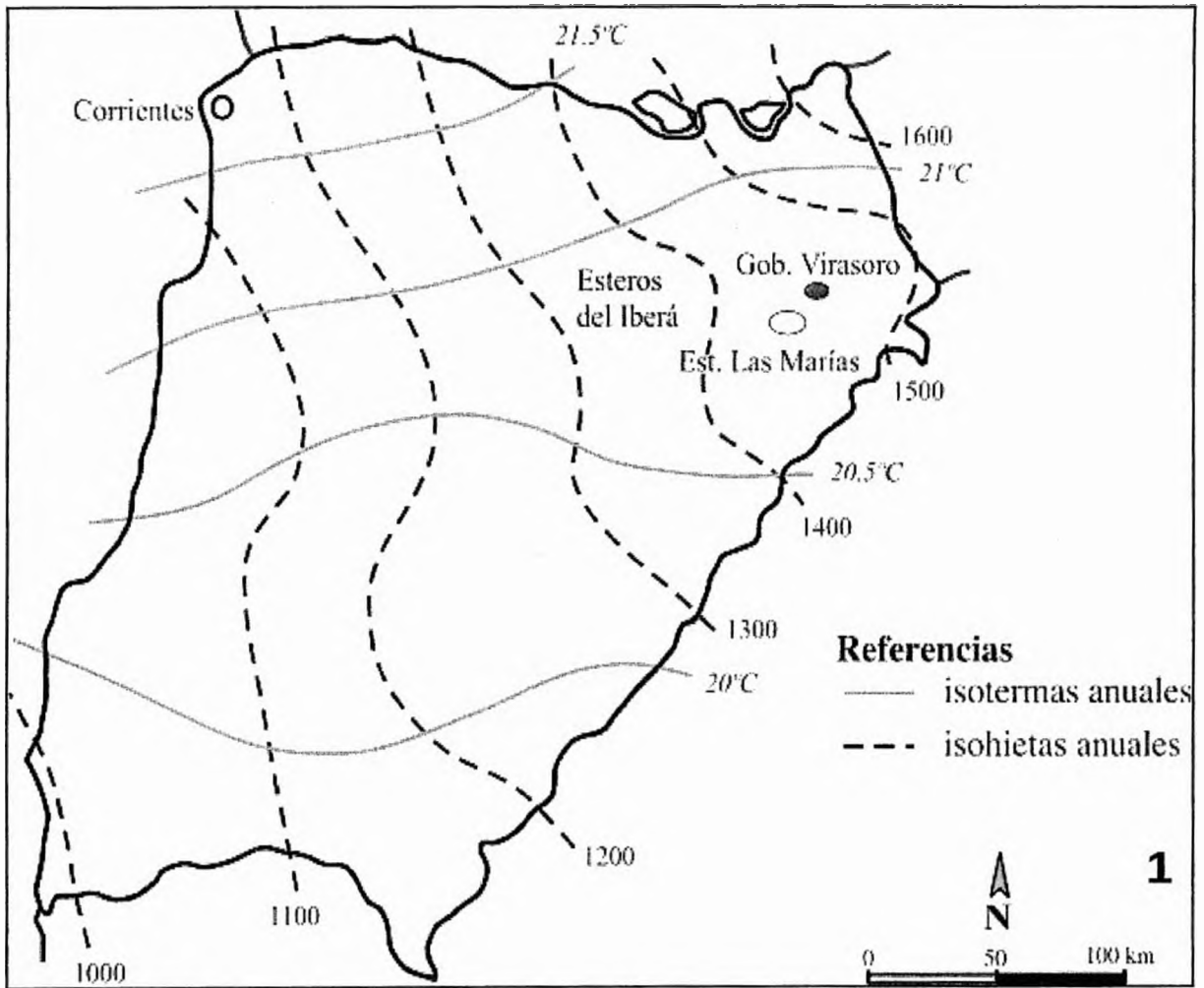


Fig. 1. Provincia de Corrientes: Isotermas e Isohietas anuales. Localización geográfica del Establecimiento "Las Marías" y de la localidad de Gobernador Virasoro.

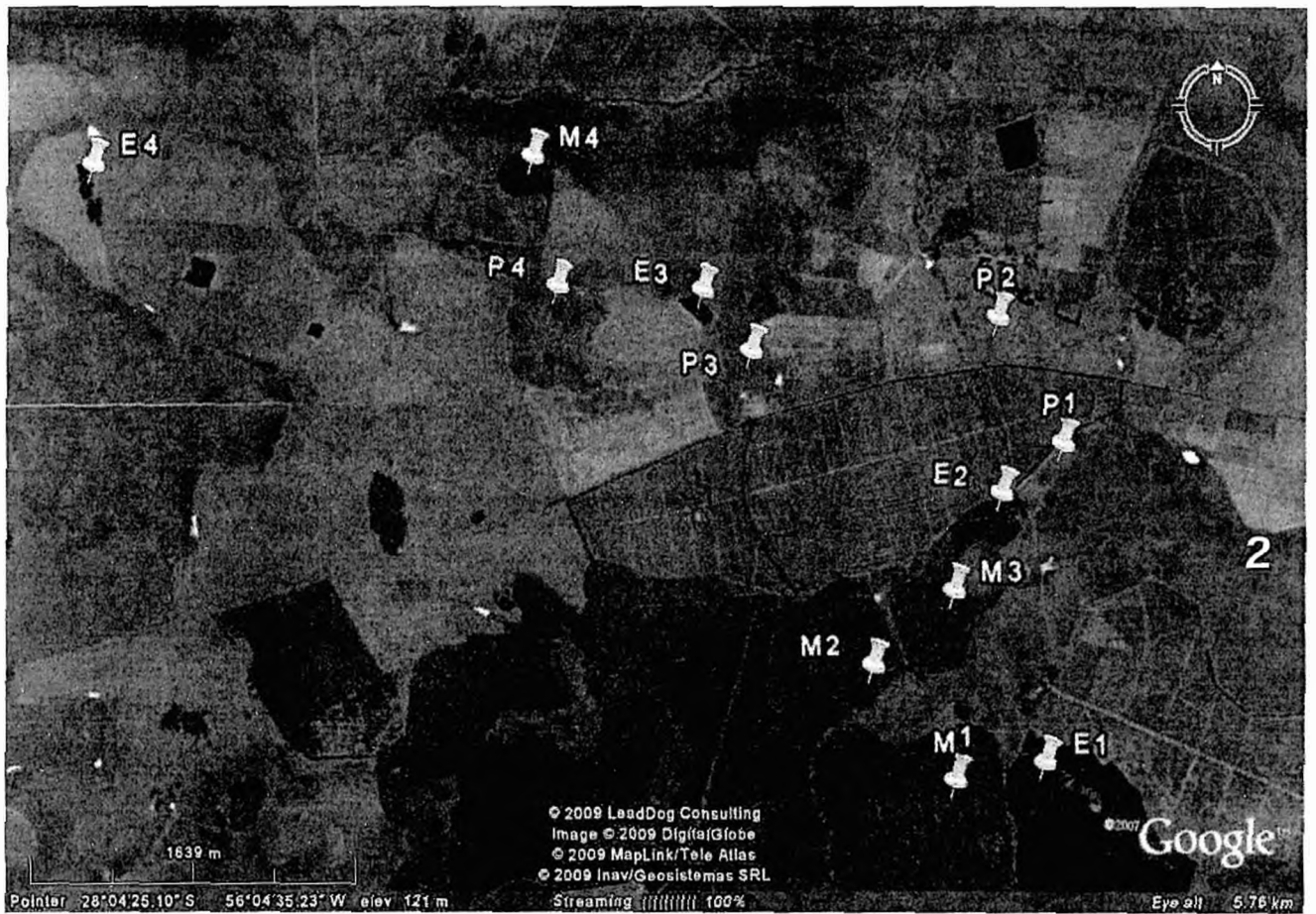
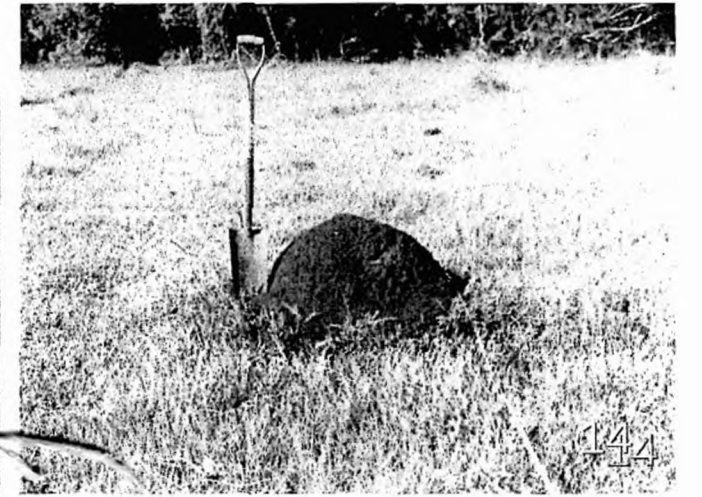


Fig 2. Lote “Tres Capones” del Establecimiento “Las Marías”, con los sitios seleccionados donde se practicaron las transectas. Referencias: P1- P4: pastizales, E1- E4: forestaciones de *Eucalyptus*, M1- M4: montes o bosques naturales.



Figs 3-8: Ambientes relevados en el establecimiento "Las Marías". Aspecto general de los montes y vista del interior de los mismos (sitios donde fueron trazadas las transectas). 3- 4: M1, 5- 6: M2, 7- 8: M3.





Figs. 9-14. Ambientes relevados en el Establecimiento "Las Marías". 9- 10: Aspecto general de M4 y vista del interior del mismo (sitio donde fue trazada la transecta). 11: Aspecto general de P1, 12: nido de *C.cumulans* situado en P1, 13: Aspecto general de P2, 14: nido de *C.cumulans* situado en P2.

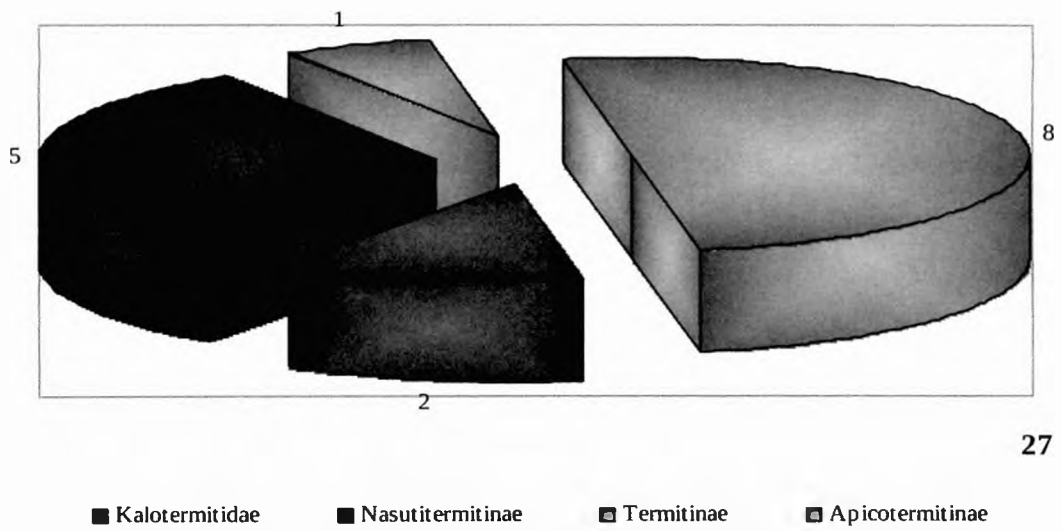


Figs 15– 20. Ambientes relevados en el Establecimiento “Las Marías”. 15: Aspecto general de P3, 16: nido de *C.fulviceps* situado en P3. 17- 18: Aspecto general de P4. 19: Aspecto general de E1, 20: Sitio de muestreo en el interior de E1.

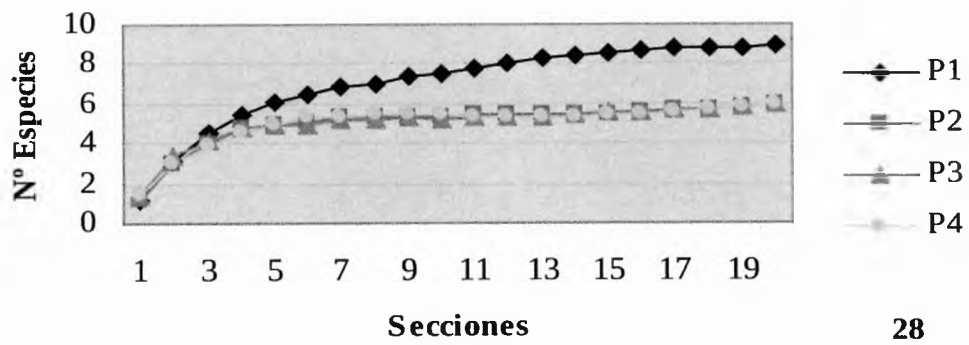




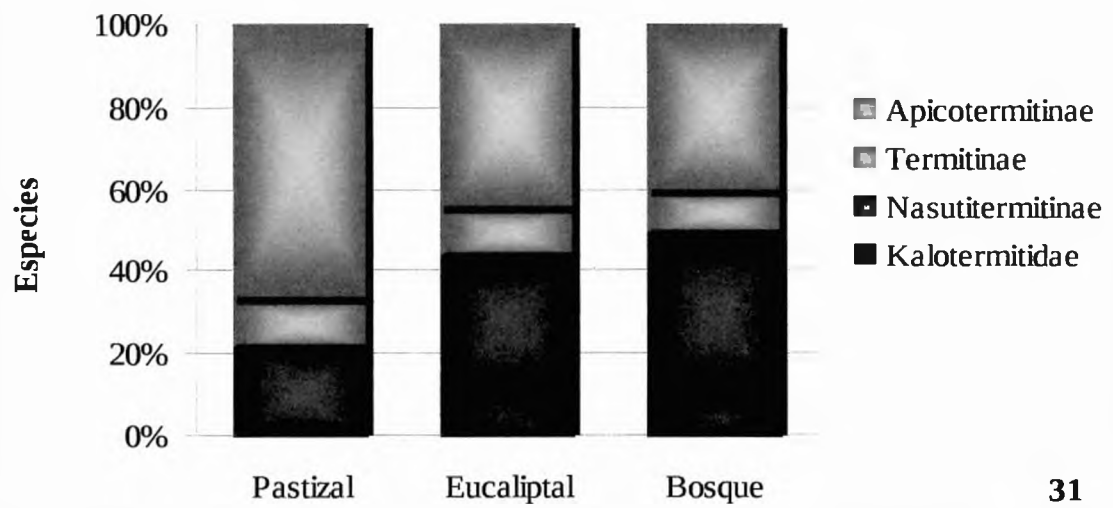
**Figs. 21- 26. Ambientes relevados en el Establecimiento “Las Marías”. 21: Aspecto general de E2, 22: Sitio de muestreo en el interior de E2. 23: Aspecto general de E3, 24: Sitio de muestreo en el interior de E3. 25: Aspecto general de E4, 26: Sitio de muestreo en el interior de E4.**



**Fig. 27.** Grupos taxonómicos de Isoptera y número de especies de cada uno de ellos, presentes en los tres ambientes analizados de “Las Marías”.

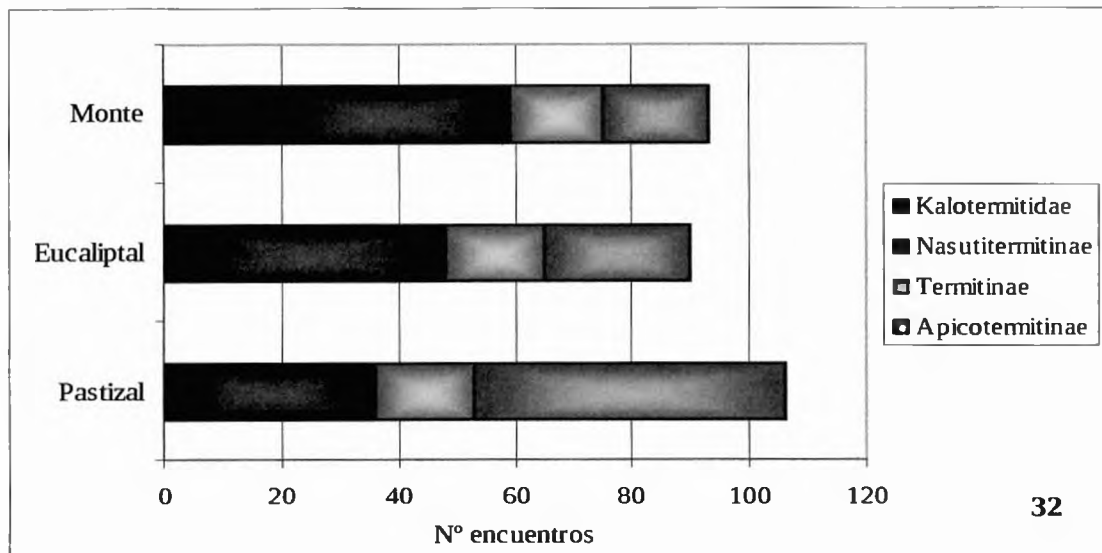


**Fig. 28.** Curvas de acumulación de especies de termitas en pastizales (P1 a P4) del establecimiento “Las Marías”.



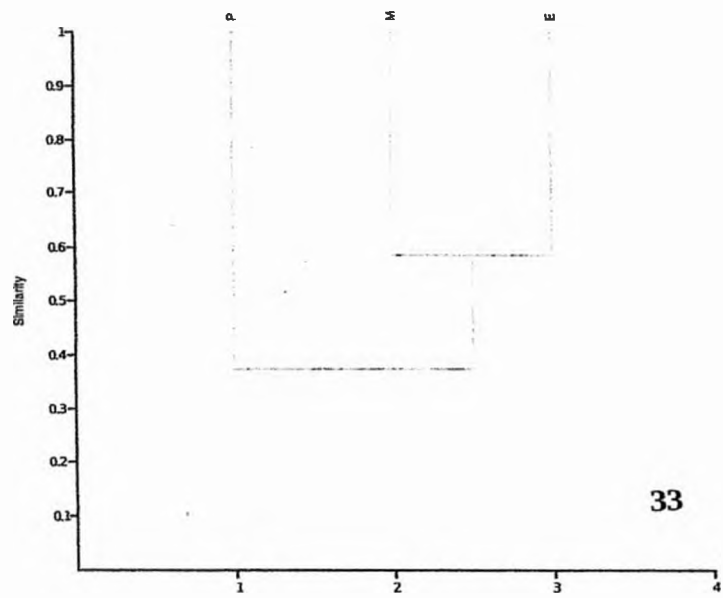
31

**Fig. 31.** Proporciones de grupos taxonómicos de Isoptera en los ensambles de “Las Marías”.

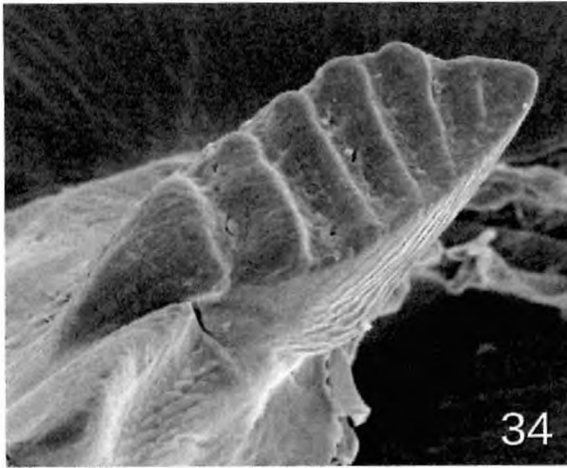


32

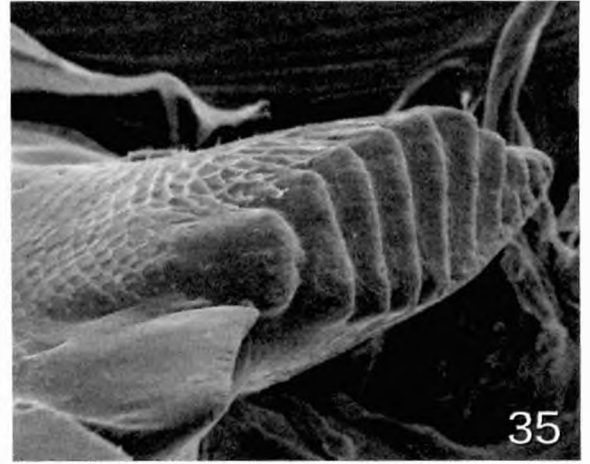
**Fig. 32.** Número de encuentros (abundancia relativa) de los grupos taxonómicos en cada uno de los ambientes analizados.



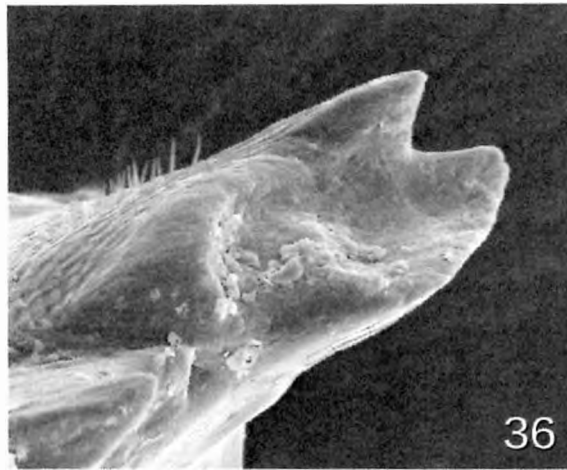
**Fig. 33.** Análisis de agrupamiento (índice de Jaccard) de los ensambles de termitas del establecimiento “Las Marías”. Referencias: P: pastizales, M: montes, E: eucaliptales.



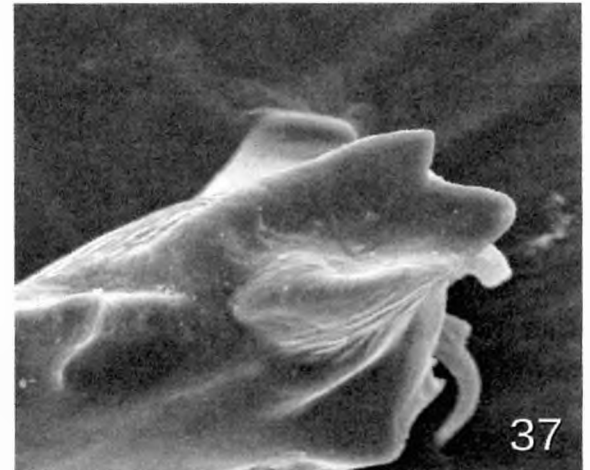
*C. fulviceps*



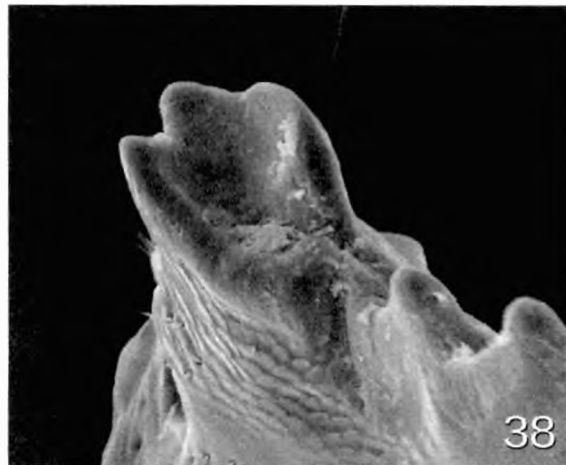
*N. brevioculatus*



*Anoplotermes* sp. 1

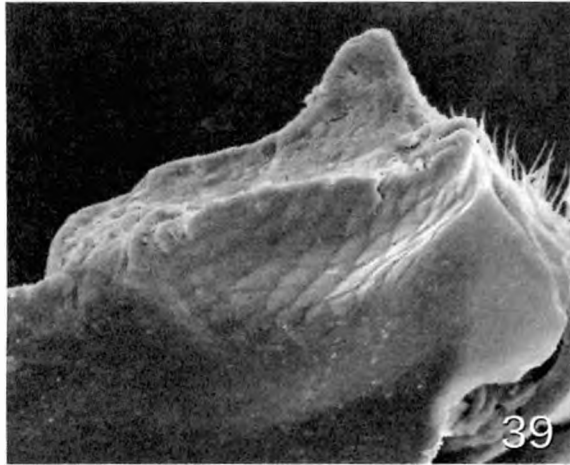


*Anoplotermes* sp. 2

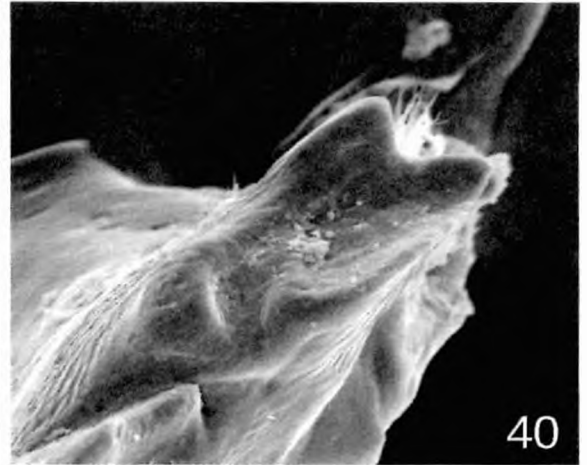


*Anoplotermes* sp. 3

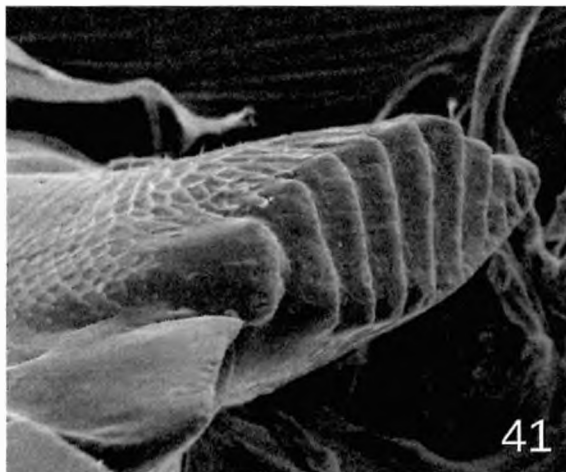
**Figs. 34-38.** Placas molares de la mandíbula derecha de obreras de Termitidae.



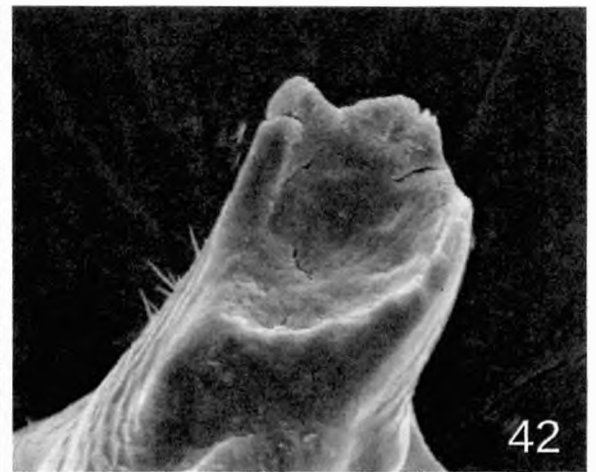
*A. cingulatus*



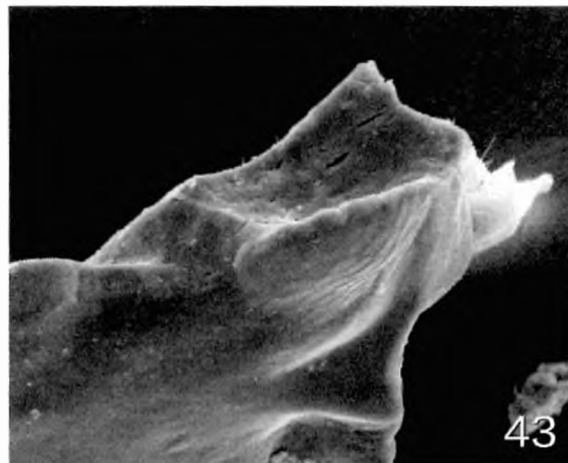
*Aparatermes* sp.



*G. bequaerti*

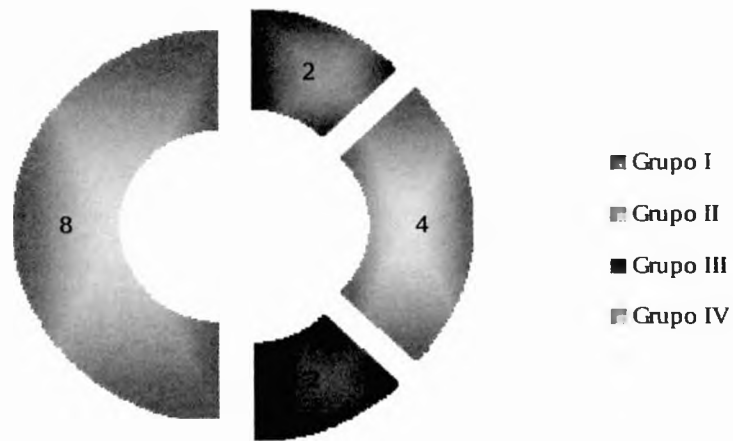


*Grigiotermes* sp. 1



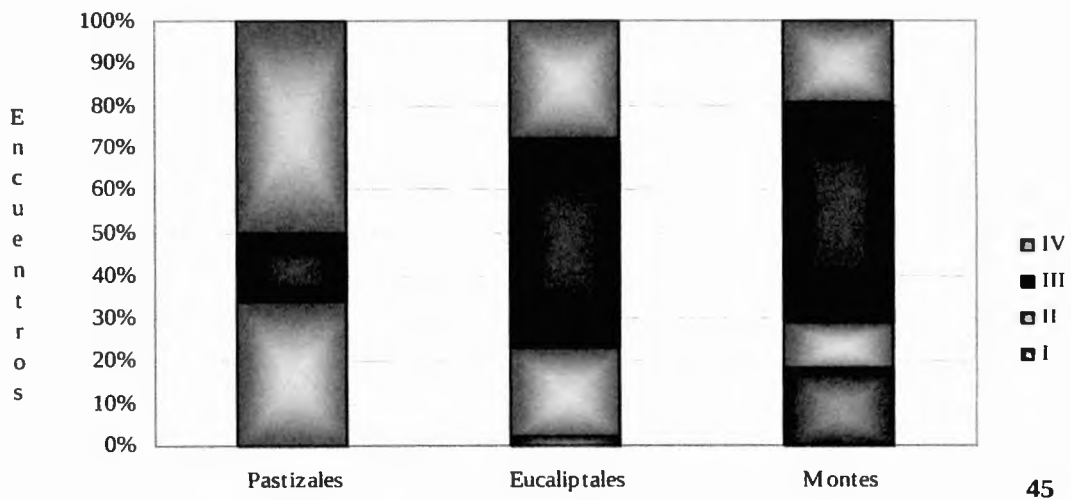
*Apicotermitinae* n. gen.

**Figs. 39-43:** Placas molares de la mandíbula derecha de obreras de Termitidae.



44

**Fig. 44.** Grupos alimentarios de Isoptera y número de especies de cada uno de ellos, presentes en los tres ambientes analizados de “Las Marías”.



45

**Fig. 45.** Abundancia relativa de grupos alimentarios de termitas en los tres ensambles del establecimiento “Las Marías”.





**Fig. 46.** Nido epigeo de *C. cumulans* localizado en pastizal (P1).



**Fig. 47.** Nido epigeo de *C. fulviceps* localizado en pastizal (P3).





**Fig. 48. Nido de *C. fulviceps* ubicado en el el eucaliptal 2 (E2)**



**Fig. 49. Nido de *N. aquilinus* en bifurcación del tronco de *E. grandis* (E4).**



**Figs. 50-55. Microhabitats frecuentes en los ambientes trabajados. En pastizales: entre las raíces de la vegetación (50) y en nidos epigeos (51). En eucaliptales, en suelo superficial (52) y entre raíces de la vegetación (53). En montes : interior de ramas secas caídas (54) y en troncos muertos (55).**



**Fig. 56.** Túneles sobre tronco de *E.grandis*. (E4)



**Fig. 57.** construcciones de cartón de madera y túneles sobre tronco y rama primaria de *E. grandis* (E4)



**Fig 58.** Nido arbóreo de *N.aquilinus* construído sobre tronco de *E. grandis* en línea de transecta (E4)

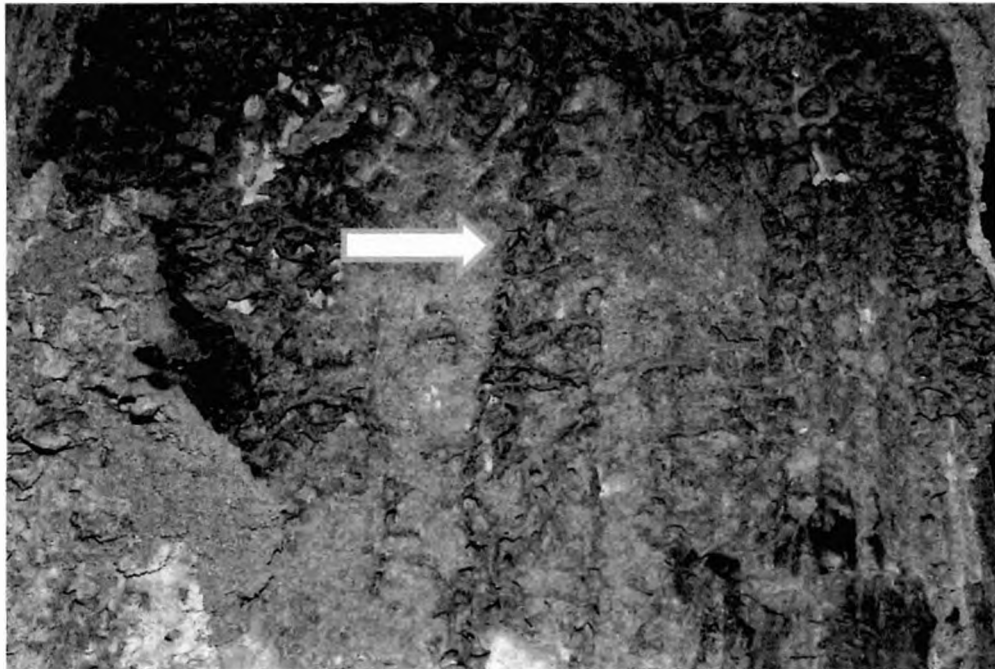


**Fig 59.** Nido arbóreo de *N.aquilinus* construído sobre tronco de *E. grandis* parcialmente seco en línea de transecta (E4)





**Fig. 60.** Galerías excavadas por obreras de *N. aquilinus* sobre tronco de *E. grandis*. Se puede apreciar la profundidad de las excavaciones (Flecha)



**Fig. 61.** Galerías excavadas superficialmente por obreras de *N. aquilinus* sobre tronco de *E. grandis* (Flecha)



**Fig 62.** Nido de *C. cumulans* ubicado en las inmediaciones del área de muestreo correspondiente a P1



**Fig. 63.** Nido de *T. saltans* ubicado en las inmediaciones de la parcela de muestreo correspondiente a P2



**Fig. 64.** Nido de *N. aquilinus* construído sobre tronco de *E. grandis*



**Fig. 65.** Nido de *N. aquilinus* construído sobre tronco de *E. grandis* completamente seco



**Fig. 66.** Nido de *N. aequilinus* construído en base bifurcada de tronco de *E. grandis* parcialmente verde.



**Fig. 67.** Nido de *N. aequilinus* situado a una altura de 8 m en tronco de *Eucalyptus*.

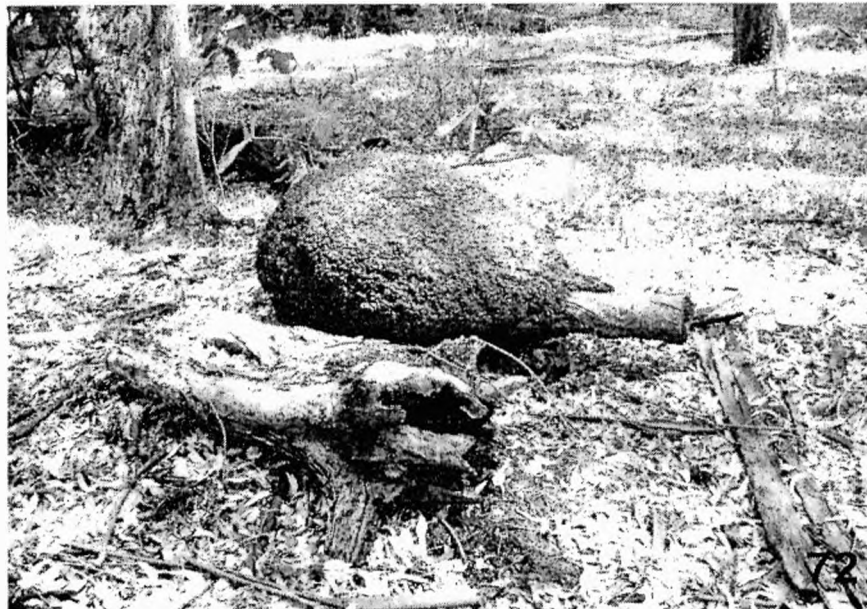




**Figs. 68-70.** Nidos de *N. aquilinus* ubicados en bifurcación de ramas primarias de *E. grandis* (E4)



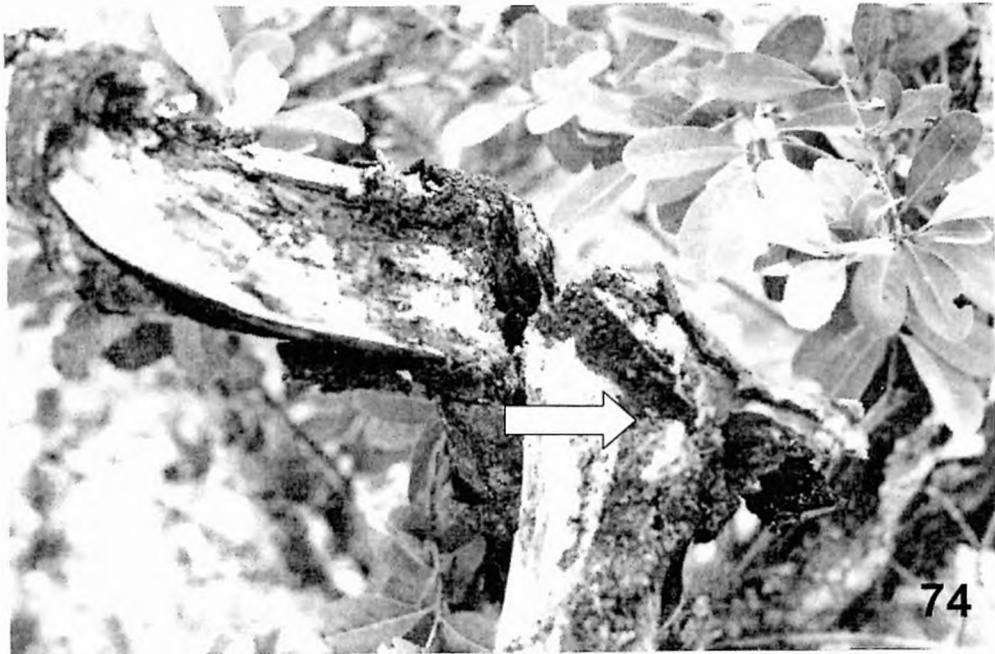
**Fig 71.** Nido de *N. aquilinus* en base de tocón de *E. grandis*



**Fig 72.** Nido de *N. aquilinus* en suelo englobando un trozo de rama de *E. grandis*



**Fig. 73.** Rama seca de planta de yerba mate atacada por *Rugitermes* sp.



**Fig. 74.** Celdas ocupadas por individuos de *Rugitermes* sp. (flecha).



**Fig. 75.** Nido de *C. cumulans* ubicado entre líneas de plantas de yerba mate



**Fig. 76.** Nido de *C. cumulans* ubicado en el margen de una parcela de yerba mate.

**Tabla 1:** Ubicación geográfica y características generales de los ocho sitios relevados en el Lote “Tres Capones” del Establecimiento “Las Marías” (Gobernador Virasoro, Pcia. de Corrientes).

Área	Coordenadas geográficas	Tamaño (ha)	Altura (m SNM)	Características principales
P1	28°04'25,28"S 56°03'21,48"W	7,52	123	Pastoreo intensivo de ganado bovino y equino
P2	28°04'06,73"S 56°03'33,45"W	7,91	125	Pastoreo intensivo de ganado bovino y equino
P3	28°04'11,62"S 56°04'18,61"W	17,11	112	Pastoreo semi- intensivo de ganado bovino
P4	28°04'19,62"S 56°05'03,61"W	42,91	110	Pastoreo semi- intensivo de ganado bovino
E1	28°05'13,07"S 56°03'24,58"W	4,73	132	Reserva forestal y cortina
E2	28°04'31,75"S 56°03'32,62"W	1,80	122	Reserva forestal y cortina
E3	28°04'02,54"S 56°04'27,83"W	1,62	116	Ensayo INTA
E4	28°03'36,00"S 56°05'31,08"W	1,49	116	Reparo de hacienda
M1	28°05'15,38"S 56°03'40,70"W	43,18	130	Parche de monte natural
M2	28°04'58,31"S 56°03'56,05"W	10,95	117	Parche de monte natural
M3	28°04'47,12"S 56°03'41,17"W	16,75	116	Parche de monte natural
M4	28°03'42,44"S 56°04'59,30"W	6,13	110	Parche de monte natural

**Tabla 2:** Especies de termitas detectadas en el Establecimiento “Las Marías”, número de encuentros por especie y por ambiente, riqueza específica (S) por ambiente y número promedio de encuentros por transecta.

	Pastizales	Eucaliptales	Montes	Enc/sp
<b>Kalotermitidae</b>				
<i>Rugitermes rugosus</i>			17	17
<i>Rugitermes</i> sp		2		2
<b>Termitidae</b>				
<b>Nasutitermitinae</b>				
<i>Cornitermes cumulans</i>	11			11
<i>Cortaritermes fulviceps</i>	25	1	2	28
<i>Diversitermes diversimiles</i>		27	32	59
<i>Nasutitermes aquilinus</i>		18	7	25
<i>Nasutitermes brevioculatus</i>			1	1
<b>Termitinae</b>				
<i>Neocapritermes opacus</i>	17	17	16	50
<b>Apicotermitinae</b>				
<i>Anoplotermes</i> sp1	8	15	11	34
<i>Anoplotermes</i> sp2	1			1
<i>Anoplotermes</i> sp3	12			12
<i>Aparatermes cingulatus</i>			1	1
<i>Aparatermes</i> sp		3		3
<i>Grigiotermes bequaerti</i>	19	2	2	23
<i>Grigiotermes</i> sp 1	11	5	4	20
Apicotermitinae n. gen.	2			2
<b>Riqueza (S)</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>16</b>
<b>Encuentros/ ambiente</b>	<b>106</b>	<b>90</b>	<b>93</b>	<b>289</b>
<b>Encuentros/transecta (×)</b>	<b>26,5</b>	<b>22,5</b>	<b>23,25</b>	<b>24,08</b>

**Tabla 3:** Especies de termitas por transecta (promedio y desvío estándar), total y en los tres ambientes analizados.

Ambientes	Transectas	Especies/ transecta	
		Promedio	DS
Pastizales	4	5,50	1
Eucaliptales	4	5,25	1,708
Montes	4	5,50	2,082
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>5,42</b>	<b>1,505</b>

**Tabla 4:** Índices de diversidad, dominancia y equitabilidad, para los tres ambientes analizados.

	Pastizales	Eucaliptales	Montes
<b>Margalef</b>	1,715	1,778	1,986
<b>Menhinick</b>	0,8742	0,9487	1,037
<b>Berger-Parker</b>	0,2358	0,3	0,3441
<b>Equitabilidad J'</b>	0,898	0,8145	0,7929

a

**Tabla 5:** Número observado y estimado de especies por transecta, en las doce bandas de muestreo efectuadas.

	S	Jack 1
<b>E1</b>	6	7,9
<b>E2</b>	7	8,9
<b>E3</b>	5	6,0
<b>E4</b>	3	3
<b>M1</b>	5	5
<b>M2</b>	6	6
<b>M3</b>	4	4
<b>M4</b>	8	10,9
<b>P1</b>	7	9,9
<b>P2</b>	5	6,0
<b>P3</b>	5	6,0
<b>P4</b>	5	6

**Tabla 6:** Análisis de la varianza mediante el test de Kruskal- Wallis, para comparación del número de especies por sección en los tres ambientes.

	<b>N</b>	<b>GI</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
<b>Pastizales</b>	80	3	3,823936	0,2811
<b>Eucaliptales</b>	80	3	2,641635	0,4502
<b>Montes</b>	80	3	3,394641	0,3347

**Tabla 7:** Abundancia relativa total y por ambiente de los grupos taxonómicos detectados.

<b>Número de encuentros por grupo taxonómico</b>				
	<b>Kalotermitidae</b>	<b>Nasutitermitinae</b>	<b>Termitinae</b>	<b>Apicotermitinae</b>
<b>Pastizales</b>	0	36	17	53
<b>Eucaliptales</b>	2	46	17	25
<b>Montes</b>	17	42	16	18
<b>Total</b>	19 (6,57%)	124 (42,91%)	50 (17,30%)	96 (33,21%)



**Tabla 8:** Análisis de la diversidad entre ensamblajes ( $\beta$ ), mediante los índices de Jaccard, Whittaker y de Complementariedad. **Referencias:** P: pastizales, E: eucaliptales, M: montes.

	Jaccard	Whittaker	Complementariedad
M- E	0,58	1,41	0,42
P- E	0,38	1,62	0,62
P- M	0,36	1,64	0,64

**Tabla 9:** Patrones de ocurrencia (PO), dominancia (PD) y categoría de abundancia asignada (C) a las especies en cada ensamblaje.

	P			E			M		
	PO	PD	C	PO	PD	C	PO	PD	C
<b>Kalotermitidae</b>									
<i>Rugitermes rugosus</i>							21,25	18,27	I
<i>Rugitermes</i> sp				2,5	2,22	R			
<b>Termitidae</b>									
<b>Nasutitermitinae</b>									
<i>Cornitermes cumulans</i>	13,75	10,47	I						
<i>Cortaritermes fulviceps</i>	31,25	23,81	I	1,25	1,11	R	2,5	2,15	R
<i>Diversitermes diversimiles</i>				33,75	30	I	40	34,40	I
<i>Nasutitermes aquilinus</i>				22,5	20	I	8,75	7,52	R
<i>Nasutitermes brevioculatus</i>							1,25	1,07	R
<b>Termitinae</b>									
<i>Neocapritermes opacus</i>	21,25	16,19	I	21,25	18,88	I	20	17,20	I
<b>Apicotermitinae</b>									
<i>Anoplotermes</i> sp1	10	7,62	R	18,75	16,66	I	13,75	11,82	I
<i>Anoplotermes</i> sp2	1,25	0,95	R						
<i>Anoplotermes</i> sp3	15	11,43	I						
<i>Aparatermes cingulatus</i>							1,25	1,07	R
<i>Aparatermes</i> sp				3,75	3,33	R			
<i>Grigiotermes bequaerti</i>	23,75	18,09	I	2,5	2,22	R	2,5	2,15	R
<i>Grigiotermes</i> sp 1	13,75	10,47	I	6,25	5,55	R	5	4,30	R
Apicotermitinae n. gro.	1,25	0,95	R						

**Tabla 10:** Asignación de grupos alimentarios. **Referencias:** FP: forma del pronoto, CPM: crestas de la placa molar, TM: tubos de Malpighi, N: número, U: sitio de unión, VE: válvula entérica, E: esclerotización de los pliegues, OP: ornamentaciones entre los pliegues, GA: grupo alimentario asignado, P: plano, SM: “silla de montar”, M-P: límite mesenterón-proctodeo, M: anterior en el mesenterón.

Especies	FP	CPM	TM		VE		GA
			N	U	E	OP	
<i>C. cumulans</i>	SM	Moderadas (5-7)	4	M-P	No	No	II
<i>C. fulviceps</i>	SM	Prominentes (5-6)	4	M-P	No	No	II
<i>D. diversimiles</i>	SM	Poco desarrolladas (6-7)	4	M-P	No	No	III
<i>N. aquilinus</i>	SM	Prominentes (9-11)	4	M-P	No	No	II
<i>N. brevioculatus</i>	SM	Prominentes (9-10)	4	M-P	No	No	II
<i>Anoplotermes</i> sp.1	SM	Ausentes	4	M	No	No	IV
<i>Anoplotermes</i> sp.2	SM	Ausentes	4	M	No	No	IV
<i>Anoplotermes</i> sp.3	SM	Ausentes	4	M	No	No	IV
<i>A. cingulatus</i>	SM	Ausentes	4	M	No	No	IV
<i>Aparatermes</i> sp.	SM	Ausentes	4	M	No	No	IV
<i>G. bequaerti</i>	SM	Ausentes	4	M	Si	No	IV
<i>Grigiotermes</i> sp.1	SM	Ausentes	4	M	Si	No	IV
Apicotermitinae n. gen.	SM	Ausentes	4	M	No	No	IV

**Tabla 11:** Número de encuentros de cada grupo alimentario los tres ambientes analizados y valores totales. **Referencias:** I- IV: grupos alimentarios I a IV.

	<b>Nro de encuentros</b>			
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>Pastizales</b>	0	0	17	53
<b>Eucaliptales</b>	2	19	44	25
<b>Montes</b>	17	10	48	18
<b>Total</b>	19 (6,57%)	65 (22,49%)	109 (37,71%)	96 (33,21%)

**Tabla 12:** Grado de Humificación Ponderado (GPH) para los tres ensambles de termitas analizados (promedio y desvío estándar).

	<b>GHP</b>	
	<b>X</b>	<b>DS</b>
<b>Pastizales</b>	3,442	0,085
<b>Eucaliptales</b>	3,203	0,146
<b>Montes</b>	2,864	0,104

**Tabla 13:** Microhábitats (MH) y tipos de nidificación de las especies de isópteros localizadas. **Referencias:** s: suelo superficial; sv: suelo asociado a la vegetación; sbt: suelo en base de tronco; sit: suelo interior de tronco degradado; sdt: suelo debajo de tronco degradado; e: estiércol; h: hojarasca; tm: tronco muerto; t: tocón; r: rama caída; ns: nido subterráneo; ne: nido epígeo; na: nido arbóreo hasta 2 m. de altura; cc: construcciones de cartón; tv: túneles sobre vegetación.

	MH	TN
<b>Kalotermitidae</b>		
<i>Rugitermes rugosus</i>	r-tm	Nm
<i>Rugitermes</i> sp	t - tm	Nm
<b>Termitidae</b>		
<b>Syntermitinae</b>		
<i>Cornitermes cumulans</i>	s- sv- e- ne	Ne
<b>Nasutitermitinae</b>		
<i>Cortaritermes fulviceps</i>	s- sv- e- h- ne- sbt	Ne
<i>Diversitermes diversimiles</i>	s- sv- h- tm- tv- t- sdt- r- ne- sbt	Ns
<i>Nasutitermes aquilinus</i>	tv- sdt- cc- tm-r- ne- t- na	Na
<i>Nasutitermes brevioculatus</i>	tm	Na
<b>Termitinae</b>		
<i>Neocapritermes opacus</i>	s- sv- e- ne- t- r- sit- tm- sdt- sbt	Ns
<b>Apicotermitinae</b>		
<i>Anoplotermes</i> sp1	e- sv- s- sbt-tm-t-h-sdt	Ns
<i>Anoplotermes</i> sp2	sv	Ns
<i>Anoplotermes</i> sp3	s- ne- sv	Ns
<i>Aparatermes cingulatus</i>	e	Ns
<i>Aparatermes</i> sp	s- sv-tm	Ns
<i>Grigiotermes bequaerti</i>	ne- sv- e- r- sdt	Ns
<i>Grigiotermes</i> sp 1	ne- sv- e- sdt- s- tv	Ns
Apicotermitinae n. gen.	s- sv	Ns

**Tabla 14.** Nidificaciones de termitas localizadas en los ambientes trabajados: tipos, número, dimensiones y especies inquilinas. **Referencias:** T: número total, EC: habitados por la especie constructora, I: habitados por especies inquilinas.

	Tipo de Nido	Nro. de nidos			Altura (m)	Circunferencia (m)	Especies Inquilinas
		T	EC	I			
<b>Pastizales</b>							
<i>C. cumulans</i>	Ne	11	7	8	0,25 (0,15- 0,49)	2,38 (1,70- 3,96 )	<i>Anoplotermes</i> sp. 3 <i>G. bequaerti</i> <i>Grigiotermes</i> sp. 1
<i>C. fulviceps</i>	Ne	20	11	10	0,31 (0,25- 0,40)	1,21 (0,74- 1,63)	<i>G. bequaerti</i> <i>Grigiotermes</i> sp.1 <i>N. opacus</i>
<b>Eucaliptales</b>							
<i>C. fulviceps</i>	Ne	1	1	1	0,21	0,64	<i>D. diversimiles</i>
<i>N. aquilinus</i>	Na	2	2	0	0,95 (0,80- 1,10)	2,68 (2,50- 2,86)	-----
<b>Montes</b>							
<i>N. aquilinus</i>	Na	1	1	0	0,30	1,63	-----

**Tabla 15.** Frecuencia relativa de ocupación de microhábitats. **Referencias:** s: suelo superficial; sv: suelo asociado a la vegetación; sbt: suelo en base de tronco; sit: suelo interior de tronco degradado; sdt: suelo debajo de tronco degradado; e: estiércol; h: hojarasca; tm: tronco muerto; t: tocón; r: rama caída; ns: nido subterráneo; ne: nido epígeo; na: nido arbóreo hasta 2 m. de altura; cc: construcciones de cartón; tv: túneles sobre vegetación; N: número de muestras por ambiente.

	s	sv	sbt	sit	sdt	e	h	tm	t	r	ns	ne	na	cc	tv	N
<b>P</b>	13	36	1	0	0	11	0	0	0	0	0	31	0	0	0	92
<b>E</b>	16	7	16	0	9	2	2	11	9	11	0	1	2	2	9	97
<b>M</b>	5	5	11	1	10	5	5	21	3	22	0	0	1	0	2	91
<b>Total</b>	34	48	28	1	19	18	7	32	12	33	0	32	3	2	11	280

## **Bibliografía**

## BIBLIOGRAFIA

- Abe. T. 1978. The role of termites in the breakdown of dead wood in the forest floor of Pasoh Forest Reserve. *The Malayan Nature Journal* 30 (2), 391-404.
- Abe. T. 1979. Studies on the distribution and ecological role of termites in a lowland rain forest of west malaysia (2). Food and feeding habits of termites in Pasoh Forest Reserve. *Jap.J. Ecol.* 29. 121-135.
- Abe. T. 1980. Studies on the distribution and ecological role of termites in a lowland rain forest of west malaysia (4). The role of termites in the process of wood in Pasoh Forest Reserve. *Rev. Biol. Sol* 17(1), 23-40.
- Abe T. 1982. Ecological role of termites in a tropical rain forest. In: *The Biology of Social Insect* (M.D. Breed, C.D. Michener and H.E. Evans, Eds.) pp. 71-75, Westview Press, Boulder.
- Abe, T. 1987, Evolution of life types in termites. In: S. Kawano, J. Cornell and T. Hidaka, Editors, *Evolution and Coadaptation in Biotic Communities*, University of Tokyo Press, Tokyo, pp. 159–209.
- Abe . T., y Matsumoto, T. 1979. Studies on the distribution and ecological role of termites in a lowland rain forest of west malaysia (3). Distribution and abundance of termites in Pasoh Forest Reserve. *Jap.J. Ecol.* 29. 337-351.
- Alves, A.N.; Wilcken, C.F. y Raetano, C.G., 1997. Controle de cupins subterrâneos (Isoptera) em plantios de eucalipto com imidacloprida e dissulfoton mais triadimenol. *Resumo. P. 253 in XVI Congresso Brasileiro de Entomologia*, Salvador.
- Amaral-Castro, N.R., R. Zanetti, J.C. Moraes, J.C. Zanuncio, G.D. Freitas y M.S. Santos. 2004. Species of soil inhabiting térmites (Insecta,Isoptera) collected in

- Eucalyptus plantations in the state of Mina Gerais, Brasil. *Sociobiology* 44: 717-724.
- Anselmo, C.H. 2001. Certificación Forestal FSC: sus implicancias prácticas, la experiencia de Las Marías. XVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, 25 y 26 octubre 2001. Página web: [www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/biblos/temas/vii\\_aspectos\\_ambientales.htm](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/biblos/temas/vii_aspectos_ambientales.htm).
- Araujo, R.L. 1977. Catálogo dos Isoptera do Novo Mundo. *Acad. Brasil. Cienc.*, 92 pp.
- Araújo, A. P., C. Galbiati y Og DeSouza. 2007. Neotropical termite species (Isoptera) richness declining as resource amount rises: Food or enemy-free space constraints? *Sociobiology* 49 (2): 1-14.
- Attignon, S.E., T. Lachat, B.Sinsin, P. Nagel y R. Peveling. 2005. Termite assemblages in a West-African semi-deciduous forest and teak plantations. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 110: 318-326.
- Badawi, A., H. Al-Kady y A.A. Faragella. 1986. Some factors affecting the distribution and abundance of termites in Saudi Arabia. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 59, 17-19.
- Bandeira, A. G. 1979a Notas sobre a fauna de cupins (Insecta: Isoptera) do Parque Nacional Da Amazonia (Tapajós), Brasil. *Boletim Do Museu Paranaense Emilio Goeldi*. 96. 1-12 .
- Bandeira, A. G. 1979b. Ecologia de cupins (Insecta: Isoptera) da Amazônia Central: efeitos do desmatamento sobre as populações. *Acta Amazonica* 9 (3): 481-499.
- Bandeira A. G. 1983. Estructura ecológica de comunidades de cupins (Insecta, Isoptera) na Zona Bragantina. Estado do Pará. *Doctoral Thesis: CNPq-INPA-FUA*, Manaus.



- Bandeira, A.G. 1989. Análise da termitofauna (Insecta: Isoptera) de floresta primaria e de Pastagem na Amazonia Oriental, Brasil. *Boletim do Museu Emilio Goeldi* (Belem), 5 (2): 225-242.
- Bandeira, A. G. 1991. Termites (Insecta: Isoptera) consumidores de liteira na Ilha de Maracá, Roraima. *Acta Amazónica* 21: 15-23.
- Bandeira, A.G. 1998. Danos causados por cupins na Amazonia Brasileira. En: Fontes, L.R. y E. Berti Filho (Eds.). *Cupins, o desafio do conhecimento*. FEALQ, Piracicaba. pp. 87-98.
- Bandeira A.G. y Torres M.F.P. 1985. Abundancia y distribución de invertebrados do solo em ecossistemas da Amazonia Oriental. O papel ecológico dos cupins. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Sér. Zool.* 2 (1). 13-38.
- Bandeira A.G. y Macambira, M.L.J. 1988. Térmitas de Carajás, Estado do Pará, Brasil. Composição faunística, distribuição e hábito alimentar. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi Sér. Zool.* 4 (2). 175-190.
- Bandeira, A.G.; J.C.D. Pereira; C.S. Miranda y L.G.S. Medeiros. 1998. Composição da fauna de Cupins (Insecta: Isoptera) em áreas de Mata Atlântica em João Pessoa Paraíba, Brasil. *Revista Nordestina de Biología.* 12 (1/2): 9-17.
- Bandeira, A. G.; Vasconcellos, A. ; Silva P.M. y Constantino R. 2003. Effect of Habitat Disturbance on the Termite Fauna in a Highland Humid Forest in the Caatinga Domain, Brasil . *Sociobiology* Vol 42, Nro 1. 117-127.
- Barrett, W.H. y S.G. Tressens ,1996. Estudio de la vegetación native en plantaciones de *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) en el Norte de la Provincia de Corrientes, Argentina. *Bonplandia*, 9 (1-2): 1-18.

- Basu, P. E. Blanchart y M. Lepage. 1996. Termite (Isoptera) community in the Western Ghats, South India: influence of anthropogenic disturbance of natural vegetation. *Eur. J. Soil. Biol.* 32 (3), 113-121
- Berti Filho, E. 1993. Cupins ou térmitas. Manual de pragas em florestas. 3. *Prog.Coop. M. Ins. Em floresta.IPEF/SIF.*
- Berti Filho, E. 1995. Cupins e florestas. En : Berti Filho, E . & L.R. Fontes (eds.). Alguns aspecto atuais da biologia e controle de cupins. *FEALQ, Piracicaba*, pp. 127-140.
- Bignell, D.E. , Eggleton, P., Nunes, L. y Thomas, K. L. 1997. Termites as mediators of carbon fluxes in tropical forest: budgets for carbon dioxide and methane emissions In: *Forests and Insects* (eds, A.D. Watt, N.E. Stork and M.D. Hunter), pp.109-134, Chapman and Hall, London .
- Bignell, D. y P. Eggleton. 2000. Termites in ecosystems (pp. 363- 388). *En*: Abe, T.; D. Bignell y M. Higashi (eds.), *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology.* *Kluwer Academic Publishers*, The Netherlands.
- Black, H.I.J. y Okwakol, M.J.N. 1997. Agricultural intensifications, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropic: The role of termites *Applied Soil Ecology* 6, 37-53.
- Boutton, T.; M. Arshad y L. Tieszen. 1983. Stable isotope analysis of termite food habits in East African grasslands. *Oecologia* 59:1-6.
- Brandão, D. 1998. Patterns of termite (Isoptera) diversity in the Reserva Florestal de Linhares, state of Espiriyu Santo, Brazil. *Revta. Bras. Ent.* 41 (2-4) : 151-153.

- Brown, K.S. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. In *The Conservation of Insects and their habitats* (N.M. Collins and J.A. Thomas Eds.), pp.349-404, Academic Press, London.
- Bruniard, D. 1997. Atlas Geográfico de la Provincia de Corrientes. T1: Medio Natural. *Geografica* 8. Inst. de Geografía, Fac. de Humanidades. UNNE. Resistencia, Chaco.
- Brussaard, L., V. Behan-Pelletier, D. Bignell, V. Brown, W. Didden, P. Folgararait, C. Fregoso, D. Walfreckman, V. Gupia, T. Hattori, D. Hawksworth, C. Klopatek, P. Lavelle, D. Malloch, J. Rusek, B. Soderstrom, J. Tiedge y R. Virginia 1997. Biodiversity and Ecosystem functioning in soil. *Ambio* 26, 563-570.
- Cabrera, A.L. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas. Encicl. Arg. de Agric. y Jardinería*, TII, fasc.1. ACME. Buenos Aires, 85 p.
- Calderón R. A. y R. Constantino. 2007. Systematics, morphology and physiology. A survey of the termite fauna (Isoptera) of an Eucalypt plantation in Central Brasil. *Neotropical Entomology* 36 (3), 391-395.
- Capurro, R. A. y R. Carnevali. 1985. *Regiones Naturales de Corrientes. IDIA* (309-10): 69-76.
- Carnevali, R. 1994. Fitogeografía de la Provincia de Corrientes. *Gob. de la Pcia. de Corrientes e INTA*. 324 p.
- Coles de Negret, H. R. y Redford K.H. 1982. The biology of nine termites species (Isoptera: Termitidae) from the Cerrado of central Brazil. *Psyche* Vol. 89. Nro 1-2 . 81-106.
- Collins, N.M.1979. A comparison of the soil macrofauna of three lowland forest types in Sarawak. *Sarawak Museum Journal*. 27, 267-281.

- Collins, N.M. 1980. The effects of logging on termites (Isoptera) diversity and descomposition processes in lowland dipterocarp forest. In *Tropical Ecology and Development* (J.L.Furtado, Eds.), pp. 113-121. *International Society of Tropical Ecology, Kuala Lumpur*.
- Collins, N.M. 1981. The role of termites in the descomposition of wood and leaf litter in the Southern Guinea savana of Nigeria. *Oecologia*. 51:389-399.
- Collins, N.M. 1983. Termites populations and their role in litter removal in Malaysian rain forest. In : Sutton, S. L. Whitmore, T.C. Chadwick, A. C. (Eds.). *Tropical rain forest ecology and management*. London, Blackwell, p. 311-325.
- Collins, N.M. 1989. Termites. In: *Tropical Ecosystems* (H. Lieth and M.J.A. Wegner, Eds.),pp 455-471, *Elsevier Science Publishers, B.V.,Amsterdam*. °1
- Colwell, R. K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Constantino, R. 1992. Abundance and Diversity of Termites (Insecta: Isoptera) in Two Sites of Primary Rain Forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica* 24(3): 420-430.
- Constantino, R. 1998. Cataloge of the termites of the New World. (Insecta: Isoptera) . *Arquivos de Zoología* (Sao Paulo) 35 (2) : 135-231.
- Constantino, R. 2005. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no biomasa cerrado. 319-333. In: Scariot, A. O; J.C.S. Silva & J. M. Felfili Editors. *Biodiversidade, Ecologia e Conservação do Cerrado*. Ministério do Meio Ambiente Brasília.

- Cowie, R.H. y T.G. Wood. 1989. Damage to crops, forestry and rangeland by fungus-growing termites (Termitidae: Macrotermitinae) in Ethiopia, *Sociobiology* 15, pp. 139–153.
- Cowie R.H.; Logan , J.W.M. y Wood, T.G. 1989. Termites (Isoptera). Damage and control in tropical forestry with special reference to Africa and Indo-Malasian: a review. *Bulletin of Entomological Research* 79: 173-184.
- Darlington, J.P.E.C. 1985. lenticular soil mounds in the Kenya highlands. *Oecologia* 66, 116-121.
- Davies, R.G. 1997. Termites species richness in fire-prone and fire protected dry deciduous dipterocarp forest in Doi Suthep-Pui National Park, northern Thailand. *J. trop Ecol.* 13, 153-160
- Davies, R. G.; Eggleton, P.; Dibog, L.; Lawton, J.H.; Bignell, D.E; Brauman, A; Hartmann, C.; Nunes, L.; Holt, J. y Rouland, C. 1999. Successional response of a tropical forest termite assemblage to experimental habitat perturbation. *Journal of Applied Ecology* 36. 946-962.
- Davies, R. G. 2002. Feeding Group responses of a Neotropical termite assemblage to rain forest fragmentation. *Oecología* 133: 233-242.
- Davies, R. G.; Eggleton, P.; Jones, D. T., Gathorne –Hardy, F.J. y Hernandez, L.M. 2003a. Evolution diversity: analysis and synthesis of local ecological and regional influences on local species richness of termites. *Journal of Biogeography* 30:847-877.
- Davies, R. G.; Hernandez, L.M.; Eggleton, P.; Didham, R.K.; Fagan, L.L. y Winchester N.N. 2003b. Environmental and spatial influences upon species composition of a termite assemblage across neotropical forest islands. *Journal of Tropical Ecology* 19. 509-524.

- De Souza, O.F. y Brown, V.K. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology* 10: 197- 206.
- De Souza, O.F. 1995. Efeitos da Fragmentacao de ecossistemas em comunidades de cupins. En: Berti Filho, E. y Fontes, L.R. (eds.) *Biologia e Controle de Cupins*. FEALQ, Piracicaba, pp. 19 – 27.
- Deligne, J. 1966. Caractères adaptatifs au régime alimentaire dans la mandibule des termites (Insectes, Isoptères). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 263: 1323- 1325.
- Deshmukh, I. 1989. How important are termites in the production ecology of African savannas ?. *Sociobiology* 15, 155-168.
- Dibog, L. 1999 Biodiversity and ecology of termites (Isoptera) in a humid tropical forest, southern Cameroon, Ph.D. *Dissertation Imperial College Silwood Park, Ascot*.
- Dibog, L.; Eggleton, P.; Norgrove, L.; Bignell, D. E. y Hauser, S. 1999. Impact of canopy cover on soil termite assemblages in an agrisilvicultural system in southern Cameroon. *Bulletin of Entomological Research* 89: 125-132.
- Dietrich C.R.R. de C. 1989. Ocorrência de cupins (Insecta: Isoptera) em reflorestamento de *Eucalyptus* spp. *Tese de Mestrado*, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP Piracicaba, 68 pp.
- Domingos, D.J., T.M. Cavenaghi, T.A. Gontijo, M.A. Drumond y R.C.F.Carvalho 1986. Composição em espécies, densidade e aspectos biológicos da fauna de térmitas de cerrado em Sete Lagoas-MG. *Ciencia e Cultura* 38 (1): 199-207.
- Donovan, S., P. Eggleton y D. Bignell. 2001. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. *Ecological Entomology* 26: 356- 366.

- Donovan, S.; P. Eggleton y A. Martin. 2002. Species composition of termites of the Nyika plateau forest, northern Malawi, over an altitudinal gradient. *Afr. J. Ecol.* 40, 379-385.
- Eggleton, P. 2000. Global patterns of termite diversity (pp. 25- 52). En: Abe, T.; D. Bignell y M. Higashi (eds.), *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Eggleton, P.; P. Williams y K. Gaston. 1994. Explaining termite global richness: productivity or history? *Biodiversity and Conservation* 3: 318- 330.
- Eggleton, P.; D. Bignell; W. Sands; B. Waite; T. Wood y J. Lawton. 1995. The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology* 11: 85-98.
- Eggleton, P.; D. Bignell; W. Sands; N. Mawdsley; J. Lawton; T. Wood y N. Bignell. 1996. The diversity, abundance and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 351:51-68.
- Eggleton, P.; R. Homathevi; D. Jeeva ; D. Jones ; R. Davies y M. Maryati. 1997. The species richness and composition of termites (Isoptera) in primary and regenerating lowland dipterocarp forest in Sabah, east Malaysia. *Ecotropica* 3: 119- 128.
- Eggleton, P.; Bignell, D.E., Hauser, S., Dibog, L., Norgrove, L. y Madong, B. 2002a. Termite diversity across an anthropogenic disturbance gradient in the humid forest zone of west Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 90, 189.
- Eggleton, P. Davies, R.G., Connetable, S., Bignell, D.E. y Rouland, C. 2002b. The

- termites of the Mayombe Forest Reserve, Congo (Brazaville): transect sampling reveal and extremely high diversity of ground-nesting soil feeders. *Journal of Natural History*, 36, 1239-1246.
- Elkins, N. Z. 1986. The influence of subterranean termites on the hidrological Characteristic of a Chihuahuan desert ecosystem. *Oecología* 68. 521-528.
- Escobar, E.H.; H.D. Ligier; R. Melgar; H. Matteio; y O. Vallejos. 1996. Mapa de suelos de la Provinciae Corrientes 1:500.000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Corrientes. *Subsecretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Provincia de Corrientes*. Argentina. 432pp.
- Eskuche, U. G. 1984. Vegetationsgebiete von Nord - und Mittelargentinien. *Phytocoenologia* 12 (2-3): 185-199.
- Eskuche, U.G. 1992. Sinopsis cenosistemática preliminar de los pajonales mesófilos seminaturales del NE Argentino, incluyendo pajonales pampeanos y puntanos. *Phytocoenologica* 21 (3) : 237-312.
- Fernandes, M. P., C. Czapak y V.R.S. Veloso. 1998. Cupins de montículos em pastagens: prejuízo real ou praga estética ?. En: Fontes, L.R. y Berti Filho, E. (eds.), *Cupins o desafio do conhecimento*. FEALQ, Piracicaba, pp 187-210.
- Florencio D. F. y E. Diehl. 2006. Termitofauna (Insecta, Isoptera) em Remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual em São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 50 (4) : 505-511.
- Fonseca , J.P. 1940. Ataques de cupins a plantações de eucalipto. *Biologico.*, São Paulo, 6 (8): 222-223.
- Fonseca , J.P. 1949. Experiências de combate químico a cupins subterrâneos no horto florestal de Guarani. *Arquivos do Instituto Biológico São Paulo.*, 19 (57): 57-84.



- Fontana, J.L. 1996. Los pajonales mesófilos seminaturales de Misiones (Argentina).  
*Phytocoenologia* 26 (2): 179-271.
- Fontes, L.R. 1983. Acréscimos e correções ao “Catalogo dos Isoptera do Novo mundo”.  
*Revista Brasileira de Entomologia* 27(2) : 137-145.
- Fontes, L.R. 1986. Two new genera of soldierless Apicotermittinae from the Neotropical Region (Isoptera, Termitidae). *Sociobiology*, v.2, p.285-297.
- Fontes, L.R. 1987a. Morphology of the alate and worker mandibles of the soil- feeding nasute termites (Isoptera, Termitidae, Nasutitermittinae) from the Neotropical Region. *Revista Brasileira de Zoologia* 3: 503- 532.
- Fontes, L.R. 1987b. Cupins Neotropicais da subfamilia Nasutitermittinae (Isoptera, Termitidae). Morfologia do soldado e das mandibulas do alado e operario, Anatomia do tubo digestivo do operario e Filogenia dos generos. *Tese de Doutorado*, Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo, Brasil. 141 pp.
- Fontes, L.R. 1992. Key to the genera of New World Apicotermittinae (Isoptera: Termitidae) (pp. 242- 248). *En: Quintero, D. y A. Aiello (eds.), Insects of Panama and Mesoamerica. Selected studies.* Oxford University Press.
- Fontes, L. R. 1995. Sistemática geral de cupins. In: Evoneo Berti Filho; Luiz Roberto Fontes. (Org.). *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins.* Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, v. , p. 11-17.
- Fontes, L. R. 1995. Cupins em áreas urbanas. In: Evoneo Berti Filho; Luiz Roberto Fontes. (Org.). *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins.* Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, v. , p. 57-75.
- Fontes, L.R. 1998. Novos aditamentos ao “Catalogo dos Isoptera do Novo Mundo”, e uma filogenia para os gêneros neotropicais de Nasutitermittinae. *En: Fontes,*

- L.R. y Berti Filho, E. (eds.), *Cupins o desafio do conhecimento*. FEALQ, Piracicaba, pp 309-412.
- Galbiati, C., O. DeSouza y J. H. Schoederer. 2005. Diversity patterns in Termite Communities : Species-Area Relationship, Alpha and Beta Diversity (Isoptera: Termitidae). *Sociobiology* Vol. 45, Nro. 3, 1-12.
- Gathorne-Hardy F.J., Jones, D.T. y Mawdsley, N.A. 2000. The recolonization of the Krakatau island by termites (Isoptera) and their biogeographical origins. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71, 251-267.
- Gathorne-Hardy, F.Syaukani y Eggleton, P. 2001. The effects of altitude and rainfall on the composition of the termites (Isoptera) of the Leuser Ecosystem (Sumatra, Indonesia). *J. Trop. Ecol.* 17: 379-393.
- Gillison, A. N. ; D. T. Jones; F. Susilo y D. Bignell. 2003. Vegetation indicates diversity of soil macroinvertebrates: a case study with termites along a land-use intensification gradient in lowland Sumatra. *Org. Divers. Evol.* 3: 111 – 126.
- Gonçalves, T.T.,DeSouza,O.Reis y Riveiro, S.P. 2005. Effect of tree size and growth form on the presence and activity of arboreal termites (Insecta,Isoptera) in the Atlantic rain forest. *Sociobiology.* 46: 421-431.
- Gontijo, T.A. y D.J. Domingos. 1991. Guil distribution of some termites from cerrado vegetation in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 7: 523-529.
- Grassé, P. P. 1958. Sur le nid et la biologie de *Cornitermes cumulans* (Kollar), termite Brésilien. *Insectes sociaux* 5(2): 189-199.
- Grassé ,P. P.1986 *Termitologia*. Tome III. Comportement, Socialité, Ecologie, Evolution, Systematique. 715 pp. Paris, Masson.

- Hammer, O. , Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics SoftwarePackage for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1): [http://palaeoelectronicaorg/2001\\_1/past/issue1\\_01.html](http://palaeoelectronicaorg/2001_1/past/issue1_01.html)
- Holt, J.A. 1998. Microbial activity in the mounds of some Australian termites. *Applied Soil Ecology* 9, 183-187.
- Holt, J.A. y R.J. Coventry. 1988. The effects of tree clearing and pasture establishment on a population of mound- building termites (Isoptera) in North Queensland. *Australian Journal of Ecology* 13: 321- 325.
- Holt, J.A. y M. Lepage. 2000. Termites and soil properties (pp. 389 – 408). *En: Abe, T.; D. Bignell y M. Higashi (eds.), Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.*
- Inoue, T.; Y. Takematsu; A. Yamada; Y. Hongoh; T. Johjima; S. Moriya; Y. Sornnuwat; C. Vongkaluang; M. Ohkuma y T. Kudo. 2006. Diversity and abundance of termites along an altitudinal gradient in Khao Kitchagoot National Park, Thailand. *Journal of Tropical Ecology* 22 (5): 609- 612.
- Inward, D., E.G. Beccaioni y P. Eggleton. 2007. Death of an order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirm that termites are eusocial cockroaches. *Biology Letters*. 3, 331-335.
- Jones, C.G., Lawton, J.H. y Shachak, M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*.69, 373-386.
- Jones, D.T. 2000. Termite assemblages in two distinct montane forest types at 1000 m elevation in Maliau Basin, Sabah. *Journal of Tropical Ecology* 16: 271 – 286.
- Jones, D.T. y P. Eggleton. 2000. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *J. Appl. Ecol.* 37: 191- 203.

- Jones, D.T.; Davies, R.G. y P. Eggleton. 2006. Sampling termites in forest habitats: A reply to Roisin and Leponce. *Austral Ecology*. Volume 31 Issue 4 , Pages 429 – 548.
- Jones, D.T; Susilo, F.X. ; Bignell, D.E. ; Suryo, H., Gillison, A.N. y Eggleton, P. 2003. Termite assemblage collapse along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Ecology* 40. 380-391.
- Junqueira, L.K. y Berti Filho, E. 2000. Termites (Insecta: Isoptera) in planting of *Eucaliptus* spp. (Myrtaceae) in Anhembi, State of São Paulo, Brazil. *Acta Biologica Leopoldensia*, 22: 205-211.
- Junqueira, L.K., E. Diehl, D.F. Florencio y E. Berti Filho . 2004. Seasonal species richness of termite in an *Eucalyptus* plantations in Anhembi, State of São Paulo, Brazil. *Acta Biologica Leopoldensia*, 26: 241-248..
- Kalidas, P. y Veeresh, G. K. 1990. Effect of termite foraging on soil fertility. In : *Social Insects and the Environment* (G.K. Veeresh, B. Malik and C.A. Viraktamath, Eds.),pp. 608-609, IUSSILIBH, New Delhi.
- Kambhampati, S. 1995. A phylogeny of cockroaches and related insect based on DNA sequence of mitochondrial ribosomal RNA genes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92, 2017-2020.
- Kambhampati, S.; K.M. Kjer y B.L. Thorne. 1996. Phylogenetic relationship among termite families based on DNA sequence of mitochondrial 16S rRNA gene. *Insect Molecular Biology* 5: 229- 238.
- Kaschuk, G ; J.C. Pires Santos ; J.A. Almeida ; D.C. Sinhorati y J.C. F. Berton-Junior. 2006. Termite activity in relation to natural grassland soil attributes. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)* v. 63, n. 6 p 583-588.

- Lacher, T.E., I. Egler, Cleber, J.R.A. y M.A. Marces. 1986. Termite community composition and mound characteristic in two grassland formations in central Brazil. *Biotropica* 18 (4): 356-359.
- Laffont, E.R.; Torales, G.J.; Arbino, M.O; Godoy, M.C.; Porcel, E. y Coronel, J.M. 1998. Termites asociadas a *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en el Noreste de la Provincia de Corrientes (Argentina). *Revista de Agricultura* 73 (2): 201 – 214.
- Laffont, E.R.; Torales, G.J.; Coronel, J.M., Arbino, M.O y Godoy, M.C. 2004. Termite (Insecta, Isoptera) Fauna from National Parks of the Northeast Region of Argentina. *Scientia Agricola* (61): 665-670.
- Laffont, E.R y E. Porcel. 2007. "Diversidad de termitas (Isoptera) en pastizales del noreste de la provincia de Corrientes, Argentina. *Revista Colombiana de Entomología* 33 (1) : 82-85.
- Lavelle, P. ; D. Bignell y M. Lepage. 1997. Soil function in a changing world : the role of invertebrates as ecosystem engineers. *European Journal of Soil Biology* 33: 159- 193.
- Lawton, J.H.; D.E. Bignell; G.F. Bloemers; P. Eggleton y M.E. Hodda. 1996. Carbon flux and diversity of nematodes and termites in Cameroon forest soils. *Biodiversity and Conservation* 5: 261 – 273.
- Lee , K.E. y Wood, T.J. 1971. Termites and soils. *Academic Press* , England, 251 p.
- Lee, K.E. y Butler, J.H.A. (1977) Termites, soil organic matter decomposition and nutrient cycling. *Ecological Bulletin (Stockholm)* 25, 544–548.
- Lepage, M. 1983. Structure et dynamique des peuplements de termites tropicaux. *Acta Oecologica* 4 (1): 65-87.

- Lepage, M.; L. Abbadie y A. Mariotti. 1993. Food habits of sympatric termite species (Isoptera, Macrotermitinae) as determined by stable carbon isotope analysis in a Guinean savanna (Lamto, Côte d'Ivoire). *Journal of Tropical Ecology* 9:303– 311.
- Martius C.; Tabosa, W.A.F.; Bandeira A. G. y W. Amelung. 1999. Richness of Termite Genera in a Semi-Arid Region (Sertão) in NE Brazil (Isoptera). *Sociobiology* 33 (3): 357-365.
- Martius, C. 1994. Diversity and ecology of termites in Amazonian forest. *Pedobiologia* 38 (5): 407-428.
- Mathews, A.G. 1977. Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil. *Academia Brasileira de Ciencias*. Rio de Janeiro.
- Matsumoto, T. y Abe, T.. 1979. The role of termites in an equatorial rain forest ecosystem. The role of termites in the decomposition of leaf litter on the forest floor. *Oecologia* 38: 261-274.
- Melo, S. A. C. y Bandeira A.G. 2004. A Qualitative and Quantitative Survey of Termites (Isoptera) in an Open Shrubby Caatinga in Northeast Brazil. *Sociobiology* 44, (3): 707-716.
- Miklós, A.W. 1993. Biodinâmica da paisagem: organização e funcionamento biopedológico. *Boletim do Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural*, v.11, p.9-16, Mill, A.E. 1982. Populações de termites (Insecta:Isoptera) em quatro habitats no baixo rio Negro. *Acta Amazônica*, 12: 53-60
- Miklós, A.W. 1995. Conceito ecológico do solo: o papel da biodiversidade na organização e dinâmica da cobertura pedológica. *Curso de Agricultura Ecológica*, 1, Campinas, Anais. Campinas: CTAE/SAA.

- Milano, S. y L. R. Fontes. 2002. *Cupim e Cidade*. Implicações ecológicas e controle. (Milano S. & L.R. Fontes, eds.) São Paulo . Brasil. 141 p.
- Mill, A.E. 1992. Termites as Agricultural pests in Amazonia, Brazil. *Outlook and Agriculture*, 21 (1): 41–46.
- Mitchell, M.R. 1989. Susceptibility to termite attack of various tree species planted in Zimbabwe. In: Roland, D.J. (ed.) *Trees for the Tropics*. Australian Centre for International Agricultural Research. *Mongraph* 10, pp. 215-226.
- Moraes, J.C., R./ Zanetti, N.R. Amaral-Castro, J.C. Zanuncio y H.B. Andrade. 2002. Effect of *Eucalyptus* species and soil type on infestation levels of heartwood termites (Insecta: Isoptera) in reforested areas in Brazil. *Sociobiology* 39: 145-153.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Nair, K.S.S. y Varma, R.V. 1985. Some ecological aspects of the termite problem in young eucalypt plantation in Kerala, India. *Forest Ecology and management* 12: 287-303.
- Neiff, J.J. 2001. UNNE-GLM (Universidad Nacional del Nordeste-Grupo Las Marías). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Tomos 1 y 2. 5 capítulos.
- Neiff, J.J.,S.L. Casco y M. Rolón. 2006. Transformaciones del paisaje e impactos sobre la biodiversidad: Ensayando índices de ecodiversidad. (pp.287-295). En: Mateucci,S.D. (Ed.) *Panorama de la Ecología de Paisajes en Argentina y Países Sudamericanos*. Ed. INTA, Bs. As. 490 p.
- Nogueira, S.B. y Souza, J.A. 1987. Cupins do cerne, *Coptotermes testaceus*,(Isoptera: Rhinotermitidae), uma praga seria para eucaliptos nos cerrados. *Brasil Florestal* 61: 27-29.

- Noirot, C. 1970. The nest of termites. En: Krishna, K. y F.M. Weesner (eds.). *Biology of termites*, Academic, Press, Nueva York y Londres, pp.73-120.
- Noirot, C. y J.P.E.C. Darlington. 2000. Termite nests: architecture, regulation and defense. Pp. 121-139. In: Abe, T., D.E. Bignell & M. Higashi (Eds). *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*. Kluwer Academic Publishers.
- Noirot, C. 1992. From wood- to humus- feeding: an important trend in termite evolution (pp. 107- 119). En: Billen, J. (ed.), *Biology and Evolution of Social Insects*. Leuven University Press, Leuven (Belgium).
- Noirot, C. 2001. The gut of termites (Isoptera). Comparative anatomy, systematics, phylogeny. II- Higher termites(Termitidae). *Annales de la Société Entomologique de France* 37 (4): 431- 471.
- Ohiagu, C.E. 1979. Nest and soil populations of *Trinervitermes* spp with particular reference to *T. geminatus* (Wasmann) (Isoptera) in Souther Guinea Savanna near Mokwa, Nigeria. *Oecologia*, Berlin, 40: 167-178.
- Ohkuma, M. 2003. Termite symbiotic systems: efficient biorecycling of lignocellulosae *Appl. M Microbiol. Biotechnol.* 61: 1-9.
- Peres Filho, O; A. Dorval y G.L. Moreira.1997. Avaliação de insecticidas e substancias alternativas no controle do cupim-monte *Cornitermes cumulans* (Kollar1832); (Isoptera, Termitidae). In: *resumo 16° Congresso Brasileiro de Entomologia*. Salvador-Bahia. Brazil.
- Poggiani, F., R. de Oliveira y G. da Cunha. 1996. *Práticas de ecología florestal*. Documentos Florestais 16: 1-44.
- Primanda, A.; P. Eggleton y N. MacLeod. 2005. Worker mandible shape and feeding groups in termites. *Seminar Nasional MIPA 2005*, S3B- 33. FMIPA Universitas Indonesia Depok.




- Redford, K.H. 1984. The termitaria of Cornitermes cumulans (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica* 16(2): 112-119.
- Reis, Y.T. y Cancellato, E.M. 2007. Riqueza de cupins (Insecta, Isoptera) em áreas de Mata Atlântica primária e secundária do sudeste da Bahia. *Iheringia. Ser. Zool. Porto Alegre*, 97 (3) : 229-234.
- Roisin, Y. y Leponce, M. 2004. Characterizing termite assemblages in fragmented forest: A test case in the Argentinian Chaco. *Austral Ecology* 29, 637-646.
- Roisin, Y., A. Dejean, B. Corbara, J. Orivel, M. Samaniego y M. Leponce. 2006. Vertical stratification of the termite assemblage in a neotropical rainforest. *Oecologia*. 149: 301-311
- Sands, W. 1965. A revision of the termite subfamily Nasutitermitinae (Isoptera, Termitidae) from the Ethiopian Region. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology Supplement* 4, 172 pp.
- Sands, W.A. 1998. The Identification of Worker Castes of Termite Genera from Soils of Africa and the Middle East. *CAB International*, Oxford, UK.
- Santos, G.P., Zanuncio J., Anjos N. y Zanuncio, T.V. 1990. Danos em povoamentos de *Eucalyptus grandis* pelo cupim do cerne *Coptotermes testaceus* Linné, 1785 (Isoptera: Rhinotermitidae). *Revista Arvore, Viçosa*, 14 (2): 155-163.
- Sena J. M.; Vasconcellos, A. Gusmão, A. y Bandeira, A.G. 2003. Assemblage of Termites in a Fragmento f Cerrado on the Coast of Paraíba State, Northeast Brazil (Isoptera) *Sociobiology* Vol. 42, Nro 3. 753-760.
- Silva, E.G. y Bandeira, A.G. 1999. Abundancia y distribución vertical de cupins (Insecta, Isoptera) em solo de Mata Atlântica, João Pessoa, Paraíba. *Revista Nordestina de Biologia* 13 (1/2): 13-36.-

- Sleaford, F.; D. Bignell y P. Eggleton. 1996. A pilot analysis of gut contents in termites from the Mbalmayo Forest Reserve, Cameroon. *Ecological Entomology* 21: 279- 288.
- Spears, B.M., Ueckert, D.N. y Whigham, T.L. 1975. Desert termite control in a shortgrass prairie: effects on soil physical properties. *Environmental Entomology* 4, 899-904.
- Stork, N.E. y Eggleton, P. 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. *American Journal of Alternative Agriculture* 7, 23-32.
- Tayasu, I.; T. Abe; P. Eggleton y D. Bignell. 1997. Nitrogen and carbon isotope ratios in termites: an indicator of trophic habit along the gradient from wood-feeding to soil-feeding. *Ecological Entomology* 22 (3): 343–351.
- Tayasu, I.; T. Inoue; L.R. Miller; A. Sugimoto; S. Takeichi y T. Abe. 1998. Confirmation of soil-feeding termites (Isoptera; Termitidae; Termitinae) in Australia using stable isotope ratios. *Functional Ecology* 12 (4): 536– 542.
- Thorne, B.L. y Carpenter, J.M. 1992. Phylogeny of the Dictyoptera. *Systematic Entomology* 17, 253-268.
- Torales, G.J. 1995. Termites (Isoptera) que causan infestación en Argentina. En: Berti Filho, E. y Fontes, L.R (Eds.) *Alguns Aspectos Atuais da Biologia e Controle de Cupins*, FEALQ, Piracicaba, SP, Brasil, pp 157 – 160.
- Torales, G.J.; E. R. Laffont; M.O. Arbino y M.C. Godoy. 1997. Primera lista faunística de los isópteros de la Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 56 (1- 4): 47- 53.
- Torales, G.J. 1998a. Isoptera En: *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos, una Perspectiva Biotaxonomica*. Coscarón, S. y J.J. Morrone (Directores). Ediciones Sur, La Plata, Argentina. pp. 48-66

- Torales, G.J. 1998b. Rol de los isopteros en la Argentina. En: L.R. Fontes y E. Berti Filho (eds.) *Cupins: O Desafio do Conhecimento*. FEALQ, SP. Brasil. pp. 413-435.
- Torales, G.J. ;C. A. Venialgo; E.R. Laffont; M.M. Martegani; A.C. Armua; M.O.Arbino; E.B. Oscherov y M.C. Godoy. 1988: Contribución al Conocimiento de las Termitas de Argentina (Pcia, de Corrientes). Termitas que infestan árboles de importancia económica. *Actas del IV Congreso Forestal Argentino, Santiago del Estero, Argentina, 3: 733 - 735.*
- Torales, G.J., E. R. Laffont, M.C. Godoy, J.M. Coronel y M.O. Arbino. 2005 . Update on taxonomy and distribution of Isoptera from Argentina. *Sociobiology* 45(3):853-886.
- Torales, G.J.; J. M. Coronel, E. R. Laffont, M.C. Godoy y J. L. Fontana. 2007. Termite (Insecta, isoptera) faunal composition in natural forest of the Humid Chaco (Argentina). *Sociobiology* 50 (2): 419-433.
- Torales, G.J., J. M. Coronel; M. C. Godoy, E .R. Laffont y V. Romero. 2008. Additions to the taxonomy and distributions of Isoptera from Argentina. *Sociobiology* 51 (1) : 31-47.
- Torales, G.J.; J. M. Coronel, E. R. Laffont, J. L. Fontana. y M.C. Godoy. 2009. Termite Associations (Insecta, Isoptera) in Natural or Semi-Natural plant Communities in Argentina. *Sociobiology* Vol. 53, No. 3 (En prensa).
- Traniello, J. F. A. y R. H. Leuthold. 2000. Behavior and ecology of foraging in termites. In: *Termites: evolution, sociality, symbioses and ecology*. *Kluwer Academic Publishers, Netherlands*

- Valério, J.R., N. Macedo, C.F. Wilken y R. Constantino. 2004. Cupins em pastagens, cana-de-açúcar e plantações florestais, p.409-456. In J.R. Salvadori, C. J. Ávila & M.T.B. Da Silva (eds.). *Pragas de solo no Brasil, Embrapa*, Passo Fundo, Brasil, 541 p.
- Vasconcellos, A.; Melo, A.C.S.; Vasconcellos, S.E. de M. y Bandeira, A. G. 2005. Cupins de duas florestas de restinga do nordeste brasileiro. *Iheringia. Ser. Zool.* Porto Alegre, 95 (2) : 127-131.
- Veeresh, G.K. y Belavadi, V.V. 1986. Influence of termite foraging on the fertility status of the soil. *Journal of Soil Biology and Ecology* 6, 53-66
- Wardell, D.A. 1987. Control of termites in nurseries and young plantation in Africa: established practices and alternative courses of action. *Commonwealth Forest Review* 66 (1) 77-89.
- Watt, A.D., Stork, N.E., Eggleton, P., Srivastava, D., Bolton, B., Larsen, T.B., Martin, J.D. y Bignell, D.E., 1997. Impact of forest loss and regeneration on insect abundance and diversity. In: Watt, A.D., Stork, N.E., Hunter, M.D. (Eds.), *Forests and Insects*. Chapman & Hall, London.
- Whitford, W.G., Ludwig, J.A. y Noble, J.C. 1991. The importance of subterranean termites in semi-arid ecosystems in southeastern Australia. *Journal of Arid Environments* 22: 87-92
- Wilcken, C.F. y C.G. Raetano.1995. Controle de cupins em florestas. En: Berti Filho, E. & L.R. Fontes (eds). *Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins. FEALQ*, Piracicaba, pp.141-154.

- Wilcken, C. F. y Raetano, C. G. 1997 Eficiência da bifentrina no controle de cupins subterrâneos (Isoptera: Termitidae) em plantios de eucalipto. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, Salvador, BA. *Resumos*. Salvador, BA. p. 255.
- Wilcken, C. F. y Raetano, C. G. . 1998. Atualidades no controle de cupins em florestas de eucalipto. In: Fontes, L. R. ; Berti Filho, E. (Org.). *Cupins. O desafio do conhecimento*. 1 ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz - FEALQ, p. 173-185.
- Wild, H. 1975. Termites and the serpentines of the Great Dyke of Rhodesia. *Transactions of the Rhodesia scientific Association* 57, 1-11.
- Wood, T.G. 1978. Food and feeding habits of termites (pp.55- 80). En: Brian, M. (ed.), *Production ecology of ants and termites*. Cambridge University Press, New York & London.
- Wood, T.G. 1996. The Agricultural importance of termites in the tropics. *Agricultural Zoology Reviews* 7, 117-155
- Wood, T. G., R. A. Johnson, S. Bacchus, M. O. Shittu, y J. M. Anderson. 1982. Abundance and distribution of termites (Isoptera) in a Riparian Forest in the Southern Guinea Savanna Vegetation Zone of Nigeria. *Biotropica* 14:25–39.
- 
- Wood, T.G. y W.A. Sand.1978. The role of termites in ecosystem. En : Brian, M. (ed.), *Production ecology of ants and termites*, Cambridge University Press, Londres y Nueva York, pp. 245-292.