

**DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DE LA DIVERSIDAD DE HORMIGAS
(HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EN ÉPOCA DE LLUVIAS EN
FORMACIONES DE MANGLAR EN LA BAHÍA DE NEGUANJE, PARQUE
NACIONAL NATURAL TAYRONA. SANTA MARTA – COLOMBIA**

**PRELIMINARY DESCRIPTION OF ANT DIVERSITY (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)
DURING RAINY SEASON IN NENGUANGE BAY MANGROVE FORMATION, TAYRONA
NATIONAL NATURAL PARK. SANTA MARTA – COLOMBIA**

Michelle Pinto-Mendez, Laura Larios-Padilla, Andrea Echeverry-Alcendra y Rocío García-Urueña

RESUMEN

Las hormigas (Formicidae) son uno de los grupos menos estudiados en los bosques de manglar de la costa Colombiana. Para ampliar la información existente acerca de las hormigas asociadas a este ecosistema, se evaluó su riqueza y abundancia mediante captura manual y conteo directo en tres especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicenia germinans*) de la bahía de Neguanje (Playa pescadores) en el Parque Nacional Tayrona (PNNT). El estudio se realizó durante los periodos de lluvia de 2007 y 2008. Se encontraron nueve especies asociadas al bosque de manglar, ocho asociadas a *Rhizophora mangle*, cinco a *Laguncularia racemosa* y siete a *Avicenia germinans*. Con excepción de *Rhizophora mangle* en todas las especies se encontró una mayor riqueza de hormigas en el periodo lluvioso de 2007. La abundancia de las especies medida como número de individuos en general fue mayor en el periodo lluvioso de 2008, especialmente en *Avicennia germinans* y menor durante el 2007, particularmente en *Laguncularia racemosa*. Tanto la riqueza como la abundancia de la mimercofauna fueron significativamente diferentes entre los periodos lluviosos y entre las especies de mangle.

PALABRAS CLAVE: Bahía de Neguanje, Bosque de manglar, Formicidae

ABSTRACT

Ants (Formicidae) are one of the least studied groups in mangrove forest of Colombian coast. To improve the current knowledge about ants species closed to this mangrove ecosystem, we evaluated abundance and richness of ants in three mangrove species (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* and *Avicenia germinans*) located in Neguanje bay, at National Natural Tayrona Park (PNNT). This research was carried out during the rainy seasons of 2007 and 2008. We found nine species of ants associated to mangrove forest, eight linked to *Rhizophora mangle*, five to *Laguncularia racemosa* and seven to *Avicenia germinans*. Richness was higher in rainy season of 2007 for all mangrove species, with exception for *Rhizophora mangle*. In general, abundance of ants (number of individuals) was higher in rainy season of 2008, especially for *Avicennia germinans* and lower in rainy season of 2007, particularly for *Laguncularia racemosa*. Both, richness and abundance of ants were significantly different between rainy seasons and between mangrove species.

KEY WORDS: Formicidae, Mangrove forest, Neguanje Bay

INTRODUCCIÓN

Debido a su ubicación neotropical, Colombia posee una alta diversidad de hormigas, con un registro de alrededor de 1000 especies (Fernández, 2003 y Fernández y Sendoya, 2004). Esta gran riqueza y el posible alto

grado de endemismos, hacen del país un sitio óptimo para el estudio de la diversidad y la ecología de estos organismos (Majer, 1983; Roth et al., 1994). En las últimas décadas, muchos esfuerzos se han enfocado en evaluar la región andina y la Amazonía (IAvH, 1998); y recientemente se han adelantado estudios en ambientes

Dirrección de los autores:

Programa de Biología, Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. m12p25m@gmail.com, garciarociop@yahoo.com (M.P-M., L.L-P., R.G-U). Fundación Botánica y Zoológica de Barranquilla, a.echeverry@zoobaq.org (A.E-A).



como el bosque seco, sabanas, y formaciones vegetales sub-xerofíticas entre otras, las cuales albergan una fauna de hormigas con especies aún no registradas (Ramírez et al., 2001; Domínguez et al., 2008; Díaz et al., 2009).

Los bosques de manglar son ecosistemas ubicados entre el límite continental y el marino, compuestos por árboles que soportan la inundación por mareas y la desembocadura de ríos y las especies que lo componen poseen características comunes como son: 1) marcada tolerancia al agua salada y salobre (sin ser plantas halófilas obligadas), 2) adaptaciones para ocupar estratos inestables, 3) estructuras especializadas para intercambiar gases en sustratos anaeróbicos, y 4) embriones flotantes que se dispersan al ser transportados por el agua (Villalba, 2005). Para el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) están reportadas cuatro especies de mangle, *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro o salado), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco, amarillo o bobo) y *Conocarpus erectus* (mangle botón). Éstas se encuentran distribuidas en pequeñas formaciones aisladas de manglares de borde en las bahías de Chengue, Cinto y Neguanje (Rodríguez-Ramírez et al., 2004).

Los organismos que viven en los manglares ocupan una gran variedad de hábitats, los cuales pueden variar desde los lodos, canales, hojas, raíces y el dosel, así mismo están grandemente influenciados en su comportamiento y actividad por los ciclos de marea y son diversas las adaptaciones en su estructura y comportamiento, por lo que todas las interacciones son parte de la dinámica de los manglares que forman parte de importantes procesos ecológicos (Field, 1995). Así, a pesar que la fauna asociada ha sido ampliamente estudiada, son pocos los trabajos adelantados para las Hormigas (Cortés-López y Aguiar-Dos-Santos, 1996) y para la zona del PNNT no cuenta con registros de las especies asociadas a esta formación vegetal. De acuerdo a lo anterior, para ampliar el conocimiento que se tiene sobre los hábitats en que encuentran las hormigas, se adelantó este estudio con el propósito de describir las hormigas asociadas a las especies de mangle *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*

presentes en el PNNT. El estudio coincidió con el periodo de lluvia mayor en el segundo semestre de 2007 y lluvia menor en el primer semestre de 2008.

Área de estudio

Este trabajo se realizó en la bahía de Neguanje, la cual se encuentra ubicada al noreste de la ciudad de Santa Marta dentro del PNNT, a los 11° 19'00" y 11° 20'30" Norte, y 74° 04'36" y 74° 06'30" Oeste (Figura 1). Su extensión aproximada es de 6,25 km², incluidos en un área abierta donde se alternan litorales rocosos con playas arenosas calcáreas (excepto por algunas ubicaciones al oriente y al sur que contienen gran proporción de materiales orogénicos) (Ramírez, 1987). La temperatura media del agua es de 20-25°C durante la época seca (diciembre-abril) y más cálida entre 27-29°C durante la época de lluvias (mayo-noviembre) (Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003). En el ambiente la temperatura es de 28°C y la precipitación media mensual de 578 mm (Márquez, 1982). En la zona se reportan dos periodos climáticos, una época seca entre diciembre-abril y junio-agosto (veranillo de San Juan) y una época lluviosa en los periodos mayo-junio y septiembre-noviembre. La vegetación está compuesta por relictos de bosque seco tropical y bosque de manglar. Este último compuesto por las cuatro especies de mangle reportadas para el parque (Rodríguez-Ramírez et al., 2004). Adicional a las formaciones de manglar se presentan extensas praderas marinas de *Thalassia testudinum* (INVEMAR, 2005).

METODOLOGÍA

Colección de datos en campo y laboratorio

Durante los meses de noviembre de 2007 (periodo lluvioso I) y de mayo de 2008 (periodo lluvioso II) entre las 09:00 y las 13:00 horas, se realizaron inspecciones visuales, captura de morfoespecies y conteo de individuos asociados al manglar. A lo largo de los 120 m de manglar de la especie de *Rizophora mangle* (Werding, 1976) y en la parte interna costera correspondiente a *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* se escogieron al azar 10 árboles distribuidos en la línea de costa.



La colecta de ejemplares se realizó mediante captura directa (Sarmiento, 2003). Para paralizar a los individuos y facilitar su captura se empleó un pincel (de cerdas suaves) impregnado en alcohol al 70%. Se utilizaron pinzas metálicas para la manipulación de ejemplares ubicados en sitios de difícil acceso. Todos los organismos fueron depositados en viales plásticos con alcohol al

70% para su posterior determinación taxonómica, la cual fue realizada en el Laboratorio de Biología de la Universidad del Magdalena. La identificación se realizó a nivel subfamilia, género y cuando fue posible especie. Se realizó la observación al estereoscopio de cada uno de los ejemplares y se utilizaron las claves propuestas por Fernández (2003).

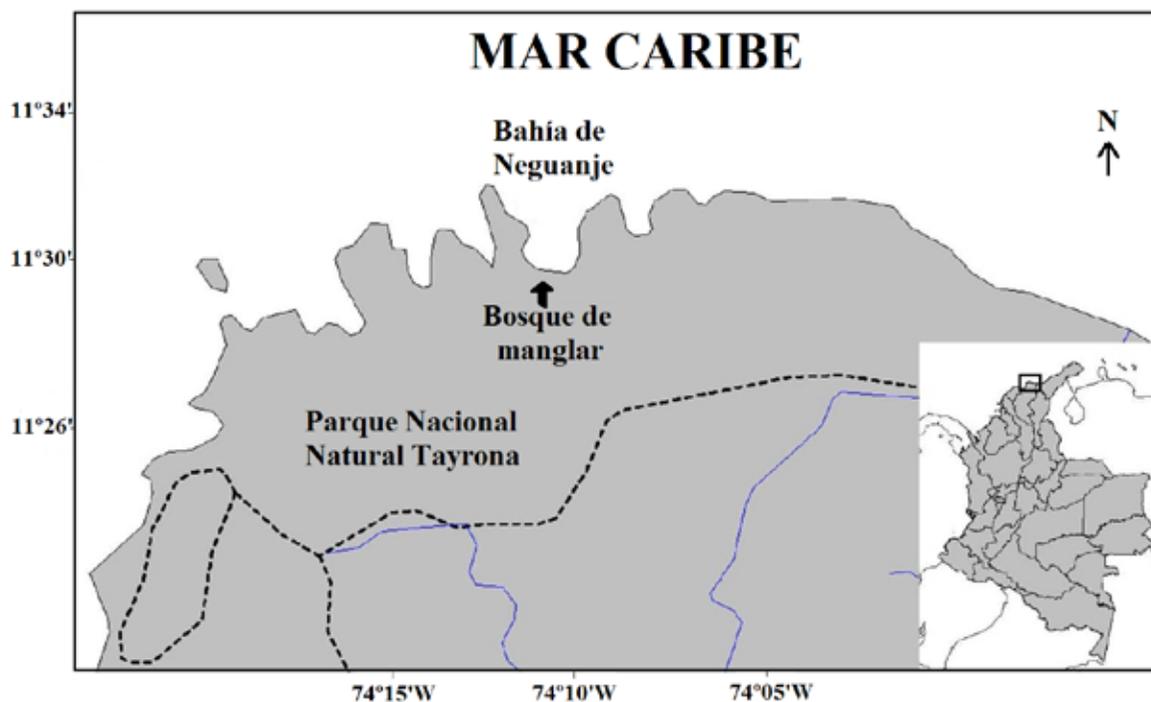


Figura 1. Ubicación del sitio de muestreo. Playa Pescador, Parque Nacional Natural Tayrona.

Análisis de datos

Previo a cualquier tratamiento estadístico los datos fueron sometidos a un análisis exploratorio para ver si cumplían con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Esto se realizó mediante el test de aleatoriedad de Box-Pierce, bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) y el test de Levene. El registro y organización de la información, así como el diseño de gráficos se realizaron con el programa Microsoft Office Excel, los análisis estadísticos se corrieron en el programa STATGRAPHICS Centurión.

Siguiendo la metodología de Sarmiento (2003) se elaboraron matrices de presencia/ausencia para los datos de riqueza y matrices de abundancia por año y por especie de mangle. Posteriormente, en cada especie de manglar se estimó la riqueza específica (S) de hormigas como el número total de especies capturadas y la abundancia se expresó como el número total de individuos registrados (N) por especie de mangle. La diversidad de especies se calculó utilizando el índice de Shannon-Wiener (H'), el cual se basa principalmente en el concepto de equidad, reflejando al mismo tiempo la riqueza (Magurran, 2004). La equidad de especies se evaluó utilizando el índice de Pielou (J').

Finalmente, se hizo una comparación espacial y temporal para determinar si existían diferencias significativas en los valores de riqueza específica y abundancia de hormigas entre las especies de mangle y entre los dos periodos lluviosos. Para esto se realizó un análisis de varianza bifactorial (factores: especie de mangle y año) con los valores de riqueza y abundancia obtenidos usando como replicas los árboles de mangle.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción general de la riqueza y abundancia de Hormigas

En total se colectaron 1.832 individuos pertenecientes a tres subfamilias, ocho géneros y nueve especies. *Rhizophora mangle* presentó ocho especies asociadas, *Avicennia germinans* con siete especies y *Laguncularia racemosa* solo cinco (Tabla 1). Con excepción de *Rhizophora mangle* en todas las especies de manglar se encontró una mayor riqueza de hormigas en el periodo lluvioso II. Las especies *Dorimyrmex bicolor* y *Paratrechina longicornis* sólo estuvieron asociadas al manglar durante el periodo lluvioso II, en tanto que *Dolichoderinae* sp. y *Solenopsis* sp. sólo se registraron durante el periodo lluvioso I (Tabla 2).

Tabla 1. Especies de hormigas encontradas en las tres especies de manglar en Playa Pescador, Parque Nacional Natural Tayrona.

<i>Rhizophora mangle</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Avicennia germinans</i>
<i>Camponotus planatus</i>	<i>Camponotus planatus</i>	<i>Camponotus planatus</i>
<i>Camponotus</i> sp2	<i>Camponotus</i> sp2	<i>Camponotus</i> sp2
<i>Cephalotes basalis</i>	<i>Cephalotes basalis</i>	<i>Cephalotes basalis</i>
<i>Dolichoderinae</i> sp	<i>Crematogaster</i> sp	<i>Crematogaster</i> sp
<i>Dorimyrmex bicolor</i>	<i>Paratrechina longicornis</i>	<i>Dorimyrmex bicolor</i>
<i>Solenopsis</i> sp		<i>Paratrechina longicornis</i>
<i>Paratrechina longicornis</i>		<i>Solenopsis</i> sp
<i>Pseudomyrmex boopis</i>		

Tabla 2. Índices de diversidad alfa para las especies de mangle y para cada período de lluvia. R: *Rhizophora mangle*, L: *Laguncularia racemosa* y A: *Avicennia germinans*. S: número de especies, N: número total de individuos, H': Shannon-Wiener y J': Pielou.

Índices	Época lluviosa I			Época lluviosa II		
	R	L	A	R	L	A
S	6	4	5	6	5	6
N	604	252	646	101	90	150
H'	1,225	1,416	1,216	1,304	1,656	1,508
J'	0,473	0,708	0,523	0,504	0,713	0,583

El número total de especies de hormigas colectadas en el bosque de mangle del PNNT sector Neguanje, puede considerarse bajo en comparación con otros sistemas vegetales como las formaciones vegetales subxerofíticas (Ramírez-García, 2007) y bosques secos (Chacón et al., 1996). Así mismo, representa sólo una cuarta parte de la riqueza de especies de hormigas registradas en el PNNT sector Neguanje (IAvH, 1998). Esto podría deberse a que en este estudio sólo se tuvo en cuenta un tipo de hábitat (los mangles). Autores como Chacón et al. (1996) afirman que a mayor complejidad del hábitat, mayor cantidad de sustratos aprovechables por las hormigas y menor competencia entre especies, lo que genera una mayor riqueza. De acuerdo a esto, el número de especies asociadas al bosque de manglar podría aumentar considerando otros sustratos como los subterráneos, troncos caídos, hojarasca, etc. y/o implementando otros métodos de muestreo como trampas Malaise, de luz y de caída.

La abundancia de las especies, medida como número de individuos en general fue mayor durante el periodo lluvioso I, especialmente en *A. germinans* y menor durante el periodo lluvioso II, particularmente en *L. racemosa* (Tabla 2). Durante ambos periodos de estudio dominaron numéricamente especies como *Cephalotes basalis*, *Camponotus planatus* y *Camponotus* sp2. Esto podría atribuirse al carácter cosmopolita del género *Camponotus*, el cual les permite colonizar varios tipos de ecosistemas, en preferencia los ecosistemas áridos (Roces y Núñez, 1995). Dado que estas fueron las especies más comúnmente observadas en actividad de forrajeo, se les podría considerar como especies



dominantes, aunque es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo a otras épocas climáticas y diferentes hábitats, lo cual permita ampliar y establecer la dinámica de las hormigas.

Aunque las abundancias de *Crematogaster* sp. superaron las de *Camponotus planatus* y *Cephalotes basal*, esta última especie no se registró en *R. mangle* (Tabla 1). La presencia de *Crematogaster* sp. forrajeando sobre *A. germinans* fue congruente con el reporte hecho por Cupul-Magaña (2004) en su estudio de mirmecofauna mexicana. Otra especie que presentó altas abundancias fue *Paratrechina longicornis*, sin embargo, solo se encontró asociada al mangle en el periodo lluvioso II. Por el contrario, *Pseudomyrmex boopsis*, registró la abundancia más baja en ambas épocas climáticas, estando sólo asociada a *R. mangle*.

La mayor diversidad se presentó en *L. racemosa* en la época lluviosa II, mientras que la menor se presentó en *A. germinans* en la época lluviosa I. El mayor valor del índice de equidad se registró en *L. racemosa* en la época lluviosa II y el más bajo en *R. mangle* en la época lluviosa I (Tabla 2). Los mayores valores de diversidad en general se presentaron en el periodo lluvioso II y los menores en el periodo lluvioso I.

Tanto los índices como los valores de riqueza específica y abundancia difirieron entre las especies de mangles y los periodos lluviosos. Es importante destacar que aunque *L. racemosa* presentó el menor número de especies durante las dos épocas climáticas, también presentó la diversidad más alta, esto se debe a que estos índices se ven influenciados por la elevada abundancia numérica de una especie de hormiga en particular. Sin embargo, en *L. racemosa* no se halló una riqueza específica más alta que en las otras especies de mangle, tal como lo indica el alto valor del índice de equitabilidad.

Análisis comparativo de la riqueza y la abundancia de hormigas

En este estudio se encontraron variaciones significativas en la composición de la mirmecofauna asociada a las tres especies de manglar durante dos periodos lluviosos. La mayor riqueza las presentaron *R. mangle* y *A.*

germinans en el período lluvioso II, mientras que la menor se registró en *L. racemosa* en el periodo lluvioso I. Las variaciones en la riqueza fueron significativas tanto entre las especies ($P = 0,0078$), como entre los dos períodos ($P = 0,0145$).

La abundancia de hormigas resultó significativamente mayor en *A. germinans* en el periodo lluvioso I y menor en *L. racemosa* en el periodo lluvioso II. Estas diferencias fueron significativas tanto entre las diferentes especies de mangle ($P = 0,0208$), como entre los periodos lluviosos ($P = 0,00$). En ninguno de los casos se encontró interacción entre los factores.

La diferencia en la riqueza y abundancia de las hormigas entre las especies de mangle podría asociarse a la tolerancia de éstas con la salinidad. Por ejemplo, a pesar de sus altas abundancias, *Camponotus* sp2 y *Camponotus planatus* describieron bajas abundancias en *A. germinans*, especie de manglar dominante sobre suelos que poseen altas concentraciones de sal (Cintron y Schaeffer-Novelli, 1983), lo cual podría representar una baja preferencia por parte de las especies de *Camponotus*. Lo anterior se corrobora al observar que las mayores abundancias de hormigas se presentaron sobre *R. mangle*, especie con menor tolerancia a la salinidad y por tanto con menor deposición de sal sobre sus hojas (Cintron y Schaeffer-Novelli, 1983). Igualmente, *Pseudomyrmex boopsis* se encontró asociada únicamente a *Rhizophora mangle*, lo que al igual que en *Camponotus* podría deberse a una baja tolerancia a la salinidad.

En cuanto a las variaciones temporales, se sabe que los artrópodos en general responden rápidamente a los cambios ambientales (Guerrero, 2004). De lo anterior se deduce que las variaciones de la temperatura ambiental pueden afectar considerablemente la riqueza de especies. Así mismo, autores como Levings (1983) y (Guerrero com. pers) demostraron que en sistemas tropicales tanto la riqueza como la abundancia de hormigas aumenta con el aumento de la precipitación. En este, el periodo lluvioso II (mayo) correspondió al comienzo de las lluvias, además este período es considerado como una época de precipitaciones bajas para la región, en tanto que el periodo lluvioso I (noviembre), corresponde al periodo de máxima precipitación, lo que explicaría la



mayor abundancia de hormigas. La riqueza fue igual en los dos periodos para todo el bosque de mangle (en total se encontraron ocho especies en cada periodo), sin embargo, por especie de mangle, la riqueza fue mayor en el periodo lluvioso II, esto podría deberse a que algunas especies de mangles (*Rhizophora mangle*) estaban florecidas, lo que potencialmente atraería a insectos forrajeros como las hormigas. Aunque los resultados de este estudio son un aporte importante, es necesario realizar otros trabajos, en donde se incremente el periodo de muestreo en época lluviosa, se tengan en cuenta periodos climáticos secos y se implementen otras metodologías, que permitan dilucidar inequívocamente la dinámica de la mimercofauna asociada a los bosques de manglar. También se recomienda replicar este tipo de estudios en otras formaciones de mangle dentro de las bahías que conforman el PNNT.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se desarrolló en el marco de la asignatura de Ecología II del Programa de Biología y fue posible gracias al convenio de investigación entre la Universidad del Magdalena y el Parque Nacional Natural Tayrona. Deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento a los biólogos Damián Ramírez por la asesoría en el diseño metodológico y a Roberto Guerrero por su apoyo en la identificación de las especies de hormigas colectadas.

BIBLIOGRAFÍA

Chacón De Ulloa, P., M.L. Baena, J. Bustos, R.C. Aldana, J.A. Aldana y M.A. Gamboa. 1996. Fauna de hormigas del departamento del Valle del Cauca. En: *Insectos de Colombia. Estudios escogidos*. Andrade, G. Amat-García, G. y Fernández, F. (Eds.). Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 10. Coedición con el Centro Editorial Javeriano. Santafé de Bogotá, Colombia.: 413-451.

Cintron, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. UNESCO, Montevideo, 109p.

Cortés-López, B. y R. Aguiar-Dos-Santos. 1996. Aspects of the ecology of ants (Hymenoptera: Formicidae) on the mangrove vegetation of Rio Ratones, Santa Catarina Island, SC, Brasil. *Boletín de Entomología Venezolana*, 11(2):123-133.

Cupul-Magaña, F. 2004. Mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) común del estero "El Salado" y Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Dugesiana*. 11(1):13-20.

Díaz, J.A., C.E. Molano y J.C. Gaviria. 2009. Diversidad generica de hormigas (hymenoptera: formicidae) en ambientes de bosque seco de los Montes de Maria, Sucre, Colombia. *Revista. Colombiana de Ciencias Animales* 1(2): 279-285

Domínguez-Haydar, Y., L. Fontalvo Rodríguez y L. C. Gutiérrez Moreno. 2008. Composición y distribución espacio-temporal de las hormigas cazadoras (Formicidae: grupos Ponerioide y Ectatomminoide) en tres fragmentos de bosque seco tropical del departamento del Atlántico, Colombia. Pp: 497-511. En: Jiménez, E., F. Fernández, T. M. Arias y F. H. Lozano-Zambrano (eds.). *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.

Fernández, F. (Ed). 2003. Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 398 pp.

Fernández, F y S. Sendoya. 2004. List of Neotropical Ants (Himenóptera: Formicidae). *Revista Biota Colombiana*. 5(1): 3-93.

Field, C.D. 1995. Journey amongst Mangroves. International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan. 140p.

Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAVH) 1998. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad 1997-Colombia. Santafé de Bogotá: Instituto Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente Tomo 1.

INVEMAR. 2005. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros de Colombia. Serie de publicaciones periódicas No 8. Santa Marta, 360p.

Guerrero, R. 2004. Distribución altitudinal de las hormigas en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Tesis biólogo. Universidad el Magdalena.

Levings, S. 1983. Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous Tropical Forest: some causes of patchy species distributions. *Ecol. Monogr.* 53: 435-455.

Magurran, A. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing company. Princeton University, Nueva Jersey, 179 p.



- Majer, J.D. 1983. Ants: bio-indicators of mine-site rehabilitation, land use, and land conservation. *Environ. Manage.* 7: 375-383.
- Márquez, G. 1982. Los sistemas ecológicos marinos del sector adyacente a Santa Marta, Caribe colombiano I: generalidades. *Ecología Tropical* 2(1): 5-18
- Ramírez, T. 1987. Características hidroquímicas y composición química de los sedimentos de la bahía de Nenguanje, Caribe Colombiano. *Anales del Instituto de Investigaciones Marítimas de Punta Betín*, 17:15-26.
- Ramírez, M., P. Chacón de Ulloa, I. Armbrrecht y Z. Calle. 2001. Contribución al conocimiento de las interacciones entre plantas, hormigas y homópteros en bosques secos de Colombia. *Caldasia*. 23: 523-536.
- Ramírez-García, D. 2007. Diversidad de hormigas en las formaciones vegetales subxerofíticas de Santa Marta (Colombia). Tesis biólogo. Universidad del Magdalena.
- Roces, F. y J.A. Núñez. 1995. Thermal sensitivity during brood care in workers of two *Camponotus* and species: circadian variation and its ecological correlates. *J. Insect Physiol.* 41(8): 659-669.
- Rodríguez-Ramírez, A. y J. Garzón-Ferreira. 2003. Monitoreo de arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares en la bahía de Chengue (Caribe Colombiano): 1993-1999. INVEVAR, Serie de publicaciones especiales No.8, Santa Marta. 170p.
- Rodríguez-Ramírez, A., J. Nivia-Ruíz y J. Garzón-Ferreira. 2004. Características estructurales y funcionales del manglar de *Avicennia germinans* en la bahía de Chengue (Caribe Colombiano), *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 33:223-244.
- Roth, D., I. Perfecto y B. Rathcke. 1994. The effects of management systems on ground foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecol. Appl.* 4: 423-436.
- Sarmiento, C. 2003. Metodologías de captura y estudio de las hormigas. En: Fernández, F. (Ed). *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*, pp. 201-209. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Villalba, J. 2005. Los manglares en el mundo y en Colombia: Estudio descriptivo básico. Sociedad Geográfica de Colombia, Academia de Ciencias Geográficas. Disponible en: <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/Manglares.pdf>.
- Werding, B. (Editor). 1976. Informe final sobre el estudio ecológico en la Bahía de Nenguanje Parque Nacional Tayrona, Instituto de Investigaciones Marinas "Punta de Betín", Santa Marta, 63 p.

Fecha de Recepción: 13/01/2011
Fecha de Aceptación: 23/06/2011

