

## NUEVA TÉCNICA DE CAPTURA PARA EVALUAR LA ESTRATIFICACIÓN VERTICAL DE HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EN EL BOSQUE SECO TROPICAL, COLOMBIA

Richar Manuel Simanca Fontalvo<sup>1</sup> & Neis José Martínez Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Semillero Investigación Insectos (NEOPTERA) del Caribe colombiano. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Ciudadela Universitaria, Km 7- Vía Puerto Colombia. Barranquilla, Colombia  
– rsimancafontalvo@gmail.com

<sup>2</sup> Grupo Biodiversidad del Caribe colombiano. Docente Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Ciudadela Universitaria, Km 7- Vía Puerto Colombia. Barranquilla, Colombia – neisjosemartinez@yahoo.es

**Resumen:** Se evaluó una nueva técnica de captura para determinar la estratificación vertical de la mirmecofauna en un fragmento de bosque seco tropical en la reserva Luriza (Atlántico, Colombia). Se realizaron siete muestreos desde abril hasta julio de 2009. En un transecto lineal, se marcaron 10 puntos distanciados 50 m cada uno, en los que se instalaron tres trampas Cornell (TC) modificadas, cebadas con calamar y mezcla de esencia de vainilla con panela en tres estratos vegetativos (suelo, arbustivo y dosel). Se recolectaron 38 morfoespecies, pertenecientes a 21 géneros, 23% de los géneros reportados para Colombia. La mayor riqueza (30) se presentó en el suelo y la menor (20) en dosel. Por otro lado, el dosel y suelo presentaron la mayor (0,936) tasa de complementariedad; demostrándose la mayor tasa de recambio entre estos estratos. El ANOSIM ( $R=0,375$ ;  $p=0,01$ ) demostró que existe un patrón de estratificación de la mirmecofauna en la reserva. Las hormigas que dominaron en dosel se caracterizan por pertenecer al gremio de arbóreas de reclutamiento masivo y en suelo las omnívoras y generalistas.

**Palabras clave:** Hymenoptera, Formicidae, *Crematogaster*, gremios de hormigas, dosel, estratos, trampas Cornell, riqueza.

**Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a fragment of tropical dry forest in the Luriza nature reserve, Atlántico, Colombia**

**Abstract:** A new technique of capture was evaluated to determine the vertical stratification of the ant fauna in a fragment of dry tropical forest in the Luriza nature reserve (Atlántico, Colombia). Seven sampling sessions were carried out from April until July, 2009. In a linear transect, 10 points, 50 m apart, were marked, and at each one three modified Cornell traps Cornell (TC) were set up, baited with squid and macerated fruit, in three vegetative layers (forest floor, understory and canopy). A total of 38 morphospecies were collected, belonging to 21 genera, 23% of the genera reported for Colombia. The forest floor proved to be the most diverse layer (30), and the understory was the least diverse (20). On the other hand, the canopy and the forest floor presented the highest rate of complementarity (0,936). The ANOSIM ( $R=0,375$ ;  $p=0,01$ ) showed that there is a stratification pattern of the ant fauna in the reserve. The dominant canopy ants belonged to the arboreal massive recruitment guild, while the dominant group at the forest floor consisted of omnivorous generalist ants.

**Key words:** Hymenoptera, Formicidae, *Crematogaster*, ant guilds, canopy, strata, Cornell traps, richness.

### Introducción

Las hormigas son un taxón abundante en el suelo y otros estratos de la vegetación (Hölldobler & Wilson, 1990); lo que las convierte en un buen modelo biológico para estudios de estratificación vertical (Brühl *et al.*, 1998) y estimación del efecto antropogénico en bosques tropicales (Floren *et al.*, 2001; Schonberg *et al.*, 2004). Trabajos realizados sobre hormigas en el dosel de un bosque primario lluvioso en Sabah, Borneo (Brühl *et al.* 1998) y en un área de Cerrado en Goiás, Brasil (Campos *et al.*, 2008); donde se capturaron en el dosel el 25,4% y 40,8% de las especies de hormigas del área, demostrándose que la mirmecofauna que alberga este estrato en comparación a otros, como suelo y vegetación baja es bastante representativo.

En el neotrópico, los estudios sobre estratificación vertical de hormigas son escasos. Se destacan los realizados por Longino & Nadkarni (1990); Yanoviak & Kaspari (2000), Gove & Majer (2006); Navarro *et al.* (2007); Jaffé *et al.* (2007), Campos *et al.* (2008); Dantas (2009), donde se encontró que las comunidades de hormigas del estrato suelo y de dosel difieren. Estos mismos resultados, es posible que se presenten en el bosque seco tropical (Bs-T) del Caribe colom-

biano, debido a que posee una altura de dosel que oscila entre 10 y 25m y en algunos lugares presenta hasta cuatro estratos vegetativos incluyendo el herbáceo (IAvH, 1998).

Sin embargo, la mayoría de estudios de comunidades de hormigas en Bs-T en el país sólo llegan hasta el sotobosque y arbustivo; dejando a un lado el estrato de dosel. Lo anterior, se debe a que las técnicas sugeridas para muestreos de artrópodos y hormigas en estratos superiores (Basset *et al.*, 2003) son de elevados costos (plataformas o grúas de dosel), agresivas con el entorno (fumigación con insecticida). Además, son poco efectivos para la estimación de la riqueza de hormigas (Dejean *et al.*, 2003), debido a que no permiten realizar replicas en el tiempo y es poco selectivo. Por otro lado, la exclusión de los estratos superiores en los bosque tropicales, ha permitido que sea uno de los menos conocidos y más interesantes en términos de riqueza de hormigas (Sarmiento, 2003).

Teniendo en cuenta lo anterior, se evaluó una nueva técnica de captura (Trampas Cornell= TC) que permitirá tener una primera aproximación sobre la estratificación vertical de hormigas en un fragmento de Bs-T en el departamento de Atlántico, Colombia.



Fig. 1. Localización de la reserva Luriza, Atlántico, Colombia.

## Materiales y metodos

### Área de estudio

La reserva Luriza (fig. 1) está localizada a 9 Km de la cabecera municipal de Usiacurí, Atlántico. Su ubicación geográfica es  $10^{\circ} 45' 278''$  N y  $75^{\circ} 01' 590''$  O. Presenta una altitud de 137 m y hace parte del distrito Montes de María y Piojó, que pertenece a la región biogeográfica del cinturón árido pericaribeño (Espinal & Montenegro, 1977; Hernández *et al.*, 1992).

El área de estudio se encuentra en la zona de vida de Bosque Seco Tropical (Bs-T) según Holdridge (1967). Tiene una extensión de 41,4 Ha, donde se presentan fragmentos de bosque seco secundario. Presenta precipitación anual entre 600 y 700 mm y una temperatura promedio anual de  $26^{\circ}\text{C}$  a  $28^{\circ}\text{C}$ , con una humedad relativa que oscila entre 60 y 90% (IDEAM). En la zona se observó un déficit hídrico importante, lo que produce un cambio sorprendente entre los eventos climáticos más conspicuos (sequía y lluvia). Su relieve es ondulado y hace parte de los ecosistemas de serranía con pendientes entre 12 y 25%, con un grado de erosión moderado. La vegetación es la típica de Bs-T, descrita por el IAvH (1998) presentándose los tres estratos vegetativos de dosel, arbustos y sotobosque. En el área se destaca la presencia de algunos helechos y musgos, así como plantas de los géneros *Ceiba* Mill, *Pseudobombax* Dugand, *Tabebuia* Gomez, *Philodendron* Schott, *Anthurium* Schott, *Acrocomia* Mart, *Aristolochia* L. y las especies *Spondias mombin* L., *Crescentia cujete* L., *Pseudobombax septenatum* (Jacq.) Dugand, *Anacardium excelsum* L., *Bromelia* (L.) Adans., *Parinari pachyphylla* Rusby, *Justia bracteosa* (Mildbr.) Leonard, *Malva-viscus aboreus* Dill. ex Cav, *Myrmecodendron costarricense* Britt. & Rose, *Petiveria alliaceae* L., *Cordia alba* (Jacq.)

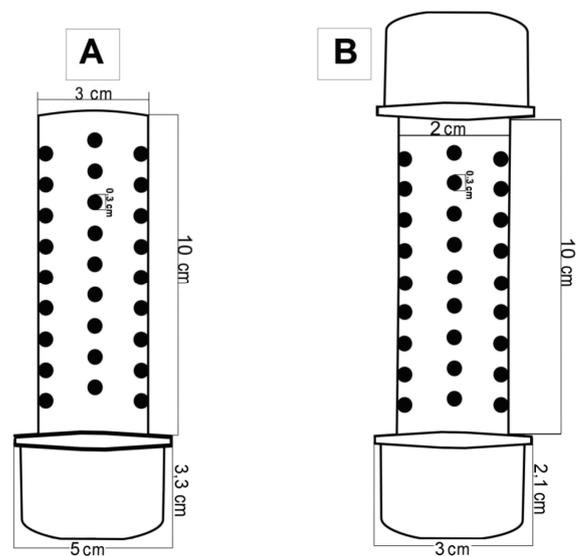


Fig. 2. Trampas Cornell modificada (TC) utilizadas para el muestreo de hormigas en la reserva natural Luriza. A. TC de dosel. B. TC de suelo y arbustos.

Roem. & Schult, *Mangifera indica* L., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Pereskia quisqueyana* (Ekman) Alain, *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Hura crepitans* L., *Pachira* Aubl.

Este territorio presenta un alto potencial de servicios ambiental como la explotación ecoturística. Sin embargo, la reserva ha sufrido una reducción en su cobertura boscosa; debido a las actividades antrópicas tales como la tala, extracción selectiva de madera, quema e introducción de ganado y la creación de zonas abiertas para la siembra de cultivos.

### Diseño y métodos de captura

Los muestreos se realizaron desde abril hasta julio de 2009, para un total de siete muestreos. En el fragmento de bosque, se ubicó un transecto de 450 m, donde se marcaron 10 puntos distanciados 50 m. En cada uno, se colocaron tres Trampas Cornell (TC) modificadas, las cuales consisten en un tubo de PVC de 15 cm de largo por 7,0 cm de diámetro, con orificios a los lados de 0,5 cm y tapados en ambos extremos (fig. 2A). Una de las trampas fue colocada en el suelo; la segunda en un arbusto a una altura de 2 m; y la tercera en el dosel. A esta última sólo se le colocó un tapón en uno de los extremos, con el fin de evitar la salida del atrayente. En el otro extremo, se le colocó un alambre en forma de U invertida; con el fin de amarrar la cuerda para subir la TC al dosel. También se le acondicionó una cuerda para sujetar un pedazo de madera, con el fin de brindar estabilidad a la trampa y facilidad para bajarla rápidamente y de esta forma no permitir el escape de las hormigas, (fig. 2B). En cinco puntos, las TC fueron cebadas con calamar y las restantes con una mezcla de esencia de vainilla con panela. Los atrayentes se colocaron de forma alternada entre los puntos. Las TC fueron colocadas a las 9:00 am y revisadas al cabo de una (10:00 am) y tres horas (12:00 pm) después de su colocación. La altura de los árboles donde se colocaron las TC de dosel osciló entre 10 a 17,0 m; con una cobertura arbórea promedio de 10,2 m y DAP entre 50 y 75 cm.

Los especímenes se preservaron en alcohol al 70% y posteriormente etiquetados, teniendo en cuenta el lugar, fecha, método de captura y cebo. Luego se procedió a la

**Tabla I. Resumen del contenido taxonómico de la mirmecofauna en los tres estratos muestreados en la reserva Luriza.** Gén= Género; Mor = Morfoespecie; Obr = Obrera.

Subfamilia	Suelo			Arbustivo			Dosel		
	Gén.	Mor.	Obr.	Gén.	Mor.	Obr.	Gén.	Mor.	Obr.
Dolichoderinae	2	4	37	2	2	26	1	4	187
Ecitoninae	-	1	16	1	-	-	-	-	-
Ectatomminae	1	1	28	1	2	21	1	1	2
Formicinae	1	4	43	2	3	39	1	3	54
Myrmicinae	4	17	320	11	14	568	9	9	212
Ponerinae	1	-	-	-	2	3	2	2	4
Pseudomyrmecinae	1	3	8	1	2	12	1	1	6
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>452</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>669</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>465</b>

identificación utilizando las claves de Watkins (1982), Fernández & Palacio (1997), Andrade & Urbani (1999), Fernández (2003a); Longino (2003), Jaffe (2004), Jiménez *et al.* (2007) hasta el nivel de género o especie y asignando como morfoespecies aquellos especímenes que no pudieron ser plenamente identificados. Adicionalmente, se agruparon las especies en los gremios propuestos por Silvestre *et al.* (2003). Los especímenes reposan en la colección entomológica del museo de la Universidad del Atlántico.

### Análisis de datos

Se determinó la riqueza de hormigas, como el número de especies en los tres estratos vegetales. Con una matriz de presencia-ausencia, se realizó la curva de acumulación entre los tres estratos (suelo, arbustivo y dosel), descrito en Villareal *et al.* (2004); para determinar la eficacia de las TC y comparar la riqueza, con el programa EstimateS 8.2 (Colwell, 2009). Para determinar el recambio de especies entre estratos, se utilizó el índice de complementariedad propuesto por Colwell y Coddington (1994). Los datos de abundancia se ordenaron con base en el índice de similaridad de Bray-Curtis, transformando las abundancias a logaritmo  $\ln(x+1)$  para contrarrestar el peso de las especies más dominantes, pero sin disminuir su importancia (Clarke & Warwick, 2001). La matriz de similaridad obtenida, se utilizó para determinar diferencias en la composición de hormigas entre los tres estratos con la prueba de ANOSIM con diseño a una vía (Clarke & Warwick, 2001). Para identificar las especies que caracterizaron o tipificaron los estratos a través de su abundancia, se utilizó la rutina SIMPER. Se tuvieron en cuenta las especies que aportaron más del 10% de la abundancia total. Los análisis se realizaron con el programa PRIMER 6.0 (Clarke y Warwick, 2001).

### Resultados y discusión

Se capturaron 38 morfoespecies, pertenecientes a 21 géneros y 7 subfamilias. Las subfamilias Myrmicinae (21) y Formicinae (6) presentaron la mayor riqueza (Tabla I). Resultados similares fueron obtenidos por Navarro *et al.* (2007) y Lozano-Zambrano *et al.* (2009) en fragmentos de Bs-T y Bosque Premontano en Colombia. La alta riqueza y dominancia de Myrmicinae se debe a que esta subfamilia está adaptada a diversos hábitats (Fowler *et al.*, 1991); por lo que acapara la gran mayoría de especies de hormigas registradas en el mundo (Bolton, 1994). Aunque el fragmento de Bs-T de Luriza se encuentra sometido a una alta intervención antrópica; este presentó el 23% de los géneros reportados para Colombia (Fernández, 2000). Esto reafirma la importancia ecológica que aun tienen los remanentes de Bs-T en el departamento del Atlántico y la necesidad de mantener estos remanentes de

bosque en los planes de manejo y conservación de la fauna y flora nativa.

En la reserva de Luriza, se capturaron en el dosel 10 géneros de hormigas con las trampas TC. Este valor es muy parecido al reportado en el dosel de la reserva natural de bosque lluvioso de Monteverde (Costa Rica) por Longino & Nadkarni (1990) con 11 y Schonberg *et al.* (2004) con 13 géneros respectivamente. Sin embargo, estos autores utilizaron un mayor número de técnicas (rapeo y "Fogging") y el área de muestreo cuenta con una mayor extensión (10,500 ha) donde existen bosques primarios y secundarios y zonas de pastizales. Estos resultados cobran importancia, si se tiene en cuenta que el dosel de los bosques lluviosos poseen una mayor diversidad tanto de géneros como de especies de hormigas que el dosel de otros bosques tropicales (Brühl *et al.*, 1998; Floren *et al.*, 2001, 2002; Schulz & Wagner, 2002; Watanasit *et al.*, 2005; Navarro *et al.*, 2007; Yanoviak *et al.*, 2007; Campos *et al.*, 2008). Lo anterior indica que las TC parecen muy adecuadas y sería muy conveniente efectuar trabajos posteriores de confirmación en estudios de la mirmecofauna en los bosques tropicales.

El género *Camponotus* Mayr fue el más diverso en la reserva, con cinco morfoespecies (Tabla I). Lo anterior se debe a su gran diversidad en el Neotrópico; donde se han registrado cerca de 1000 especies, subespecies y variedades de este género (Fernández, 2003b). Además, estas hormigas se consideran como omnívoras que construyen sus nidos en el suelo o en la base o copas de árboles (Fernández, 2003b). A nivel de estratos, los géneros más diversos fueron *Crematogaster* Lund (4) en el dosel y arbustivo y *Camponotus* (3), *Crematogaster* (3) y *Pseudomyrmex* Lund (3) en el suelo.

El estrato suelo presentó la mayor riqueza (30) seguido por el arbustivo (25) y el dosel con 20 morfoespecies respectivamente. La alta riqueza en el estrato de suelo puede ser explicada por la gran multitud de microhábitats y la posible historia evolutiva de las hormigas (Brühl *et al.*, 1998). El número de morfoespecies de hormigas capturadas en el suelo fue mayor que el reportado por Jaffe *et al.*, (2007) en bosque lluvioso en el sureste de Venezuela con trampas cebadas con atún, miel y néctar natural. Esto demuestra que la TC es eficaz para capturar hormigas en este estrato. La baja riqueza de hormigas en el dosel del bosque seco; se debe a las condiciones adversas que se encuentran en este estrato; tales como las fluctuaciones en niveles de humedad, velocidad del viento, temperatura del aire, cantidad de luz y evapotranspiración (Brühl *et al.*, 1998; Basset *et al.*, 2003). Estos factores cambian dependiendo de la época, debido a que en el bosque seco existen temporadas secas y de lluvias que alteran la fenología de la vegetación y por lo tanto los sitios de nidificación y la disponibilidad de recursos para las hormigas (Coley & Barone, 1996; Meinzer *et al.*, 1999; Rico-Gray & Oliveira, 2007).

**Tabla II. Índice de complementariedad (Colwell y Coddington, 1994) en los tres estratos verticales (suelo, arbustivo y dosel) en la reserva Luriza.** Entre paréntesis, el número de especies compartidas.

	Estratos vegetales			
	Riqueza	Suelo	Arbustivo	Dosel
<b>Estrato</b>		30	25	20
<b>Suelo</b>	-	(7)	(3)	
<b>Arbustivo</b>	0,766	-	(3)	
<b>Dosel</b>	0,936	0,928	-	

**Tabla III. Porcentajes de similaridad (SIMPER) de especies de hormigas que caracterizan a cada uno de los tres estratos verticales (suelo, arbustivo y dosel) en la Reserva Luriza, Atlántico.**

Morfoespecies	Dosel	Arbustivo	Suelo
<i>Cephalotes atratus</i>	41,28		
<i>Camponotus</i> sp.7	25,32	10,1	
<i>Crematogaster distans</i>	16,73		
<i>Crematogaster arcuata</i>		42,02	25,88
<i>Pogonomyrmex mayri</i>			23,2
<i>Ectatomma ruidum</i>			14,37
<b>Similaridad promedio</b>	<b>25,77</b>	<b>20,80</b>	<b>27,04</b>

Por otro lado, los cambios en la fenología de bosque, afectan la cantidad de nectarios, la producción de metabolitos secundarios y la tasa de herbivoría (Coley & Barone 1996); lo que pueden estar incidiendo en la riqueza de hormigas en el dosel. El número de hormigas capturadas en este estrato coincide con el reportado por Jaffe *et al.* (2007) en bosque tropical lluvioso en el sureste de Venezuela.

Son muy pocas las hormigas que forrajean o utilizan las hojas directamente como fuente principal de energía; debido a que muchos de los brotes de hojas de las plantas están adaptados a la desecación y la herbivoría (Yves Basset *et al.*, 2003). Debido a esto, muchas hormigas de este estrato obtienen la mayor parte de su energía de la trofobiosis con algunos "homópteros" (Dejean *et al.*, 2003), néctar extrafloral, miel, exudados y secreciones de larvas de lepidópteros (Pierce *et al.*, 2002; Rico-Gray & Oliveira, 2007). Otras lo hacen bajando a estratos inferiores en busca de fuentes de alimento, principalmente nitrógeno (N), ya que las concentraciones de este nutriente son bajas en el dosel, encontrándose en proporciones de 1:40 con respecto al carbono (Yanoviak & Kaspari, 2000). Por otro lado, hormigas del dosel como las del género *Camponotus*, *Azteca* Smith, *Crematogaster* Lund y *Tapinoma* Foerster, tienen poblaciones con muchas obreras muy activas y agresivas (Yanoviak & Kaspari, 2000) que son evitadas por otras especies de hormigas y de esta forma son las más dominantes en este estrato.

El índice de complementariedad presentó valores altos de recambio (Tabla II); siendo entre los estratos suelo y dosel (0.936), donde se presentó el menor número de especies compartidas (3). Esto indica que la composición de hormigas en los tres estratos es poco similar y particular en cada uno; demostrando que la mirmecofauna en el bosque seco presenta una distribución vertical, que les permite colonizar una diversidad de nichos disminuyendo la competencia interespecíficas y aumentando el número de especies que puedan coexistir en un mismo lugar (Tobin, 1997).

La prueba ANOSIM demostró que la estructura de la comunidad de hormigas es distinta entre los estratos vegetales

(Estadístico  $R=0,375$ ;  $p=0,01$ ). La mirmecofauna de los estratos suelo y arbustivos no presentaron diferencias significativas (Estadístico  $R=0,216$ ;  $p=0,057$ ). El estrato dosel con suelo (Estadístico  $R=0,516$ ;  $p=0,03$ ) y arbustivo (Estadístico  $R=0,425$ ;  $p=0,01$ ) presentaron diferencias, demostrando que la fauna de hormigas en el dosel forman un conjunto por separado de las que están en el estrato suelo- arbustivo. Estos resultados pueden estar relacionados con la capacidad que tienen algunos grupos de hormigas en construir sus nidos y forrajear en la copa de los árboles o en suelo o cerca de este (Campos *et al.*, 2008). La similaridad en la composición de la mirmecofauna entre el estrato suelo y arbustivo, se debe a la poca diferencia en altura entre estos dos sustratos en el Bs-T, permitiendo que las hormigas de suelo suban al arbustivo en busca de alimento y viceversa. Además, las especies de hormigas más frecuentes fueron registradas tanto en el suelo como en los arbustos, lo que posiblemente esté explicando que la composición de la fauna de hormigas en los dos estratos no presente diferencias. Estos resultados no concuerdan con los reportados por Campos *et al.* (2008) en el Cerrado brasileiro, donde la mayor similaridad fue entre arbustivo y dosel. La técnica de captura y la poca diferencia en altura entre los dos estratos pueden ser las causas de estas diferencias.

La disimilaridad entre los estratos se debe a que ciertas morfoespecies tipifican los distintos estratos (Tabla II). El estrato suelo fue caracterizado por *Crematogaster arcuata* Forel, *Ectatomma ruidum* Roger y *Pogonomyrmex mayri* Forel (Tabla III). Este grupo de hormigas se caracterizan por ser omnívoras (fig. 4); cuyas fuentes de alimento son principalmente otros artrópodos y sustancias azucaradas dependiendo de la estación del año (Kugler & Hincapie, 1983; Longino, 1990; Arias-Penna, 2007). Además, *E. ruidum* ha sido descrita como una especie cuya abundancia aumenta hacia lugares intervenidos; tal como se observó en la zona de estudio, debido a su tolerancia y adaptabilidad a condiciones adversas, tales como cambios bruscos de temperatura (Arcila *et al.*, 2007; Domínguez *et al.*, 2007; Santamaría *et al.*, 2009). La hormiga *C. arcuata* (abundante en dosel) y *Camponotus* sp.7 (abundante en suelo), caracterizaron el estrato arbustivo (Tabla III); lo que demuestra que la mirmecofauna de este estrato se compone de hormigas del dosel y suelo, convirtiéndolo en un punto donde confluyen las hormigas de estos dos estratos.

*Cephalotes atratus* Smith, *Camponotus* sp.7 y *C. distans* y los gremios de camponotinas y arbóreas dominantes fueron las hormigas que caracterizaron el estrato de dosel (Tabla III y fig. 3). Estas hormigas poseen adaptaciones evolutivas, tales como nidos de cartón y alimentación en gran medida a base de nectarios florales y sustancias azucaradas de hemípteros fitófagos que les permiten colonizar el dosel de los bosques (Brühl *et al.*, 1998). Adicionalmente a esto, las especies de la tribu Cephalotini y algunas Pseudomyrmecina presentan una serie de estrategias de descenso, paracaidismo o deslizamiento; con el fin de capturar artrópodos u otras hormigas que les proporcionen aminoácidos que son escasos en el dosel (Yanoviak *et al.*, 2005). Igual composición de la mirmecofauna de dosel se observó en bosque lluviosos de Malasia (Floren *et al.*, 2001; 2002), Tailandia (Watanasit *et al.*, 2005) y en Cacaotales del Brasil (Majer *et al.*, 1994; 1999). La baja abundancia de pseudomyrmecinas y cephalotinas en el dosel (fig. 3); se debe a que estas hormigas evitan

interacciones agresivas con otras especies, consiguiendo obtener el recurso antes de la llegada de alguna otra especie (Silvestre *et al.*, 2003). La alta abundancia de hormigas de reclutamiento masivo y agresivas como *Azteca* spp. y *Crematogaster* spp.; se debe a la capacidad que tienen de colonizar las fuentes de alimento; lo que las hace más frecuente cuando se colocan trampas con atrayentes, como el calamar o sustancias azucaradas.

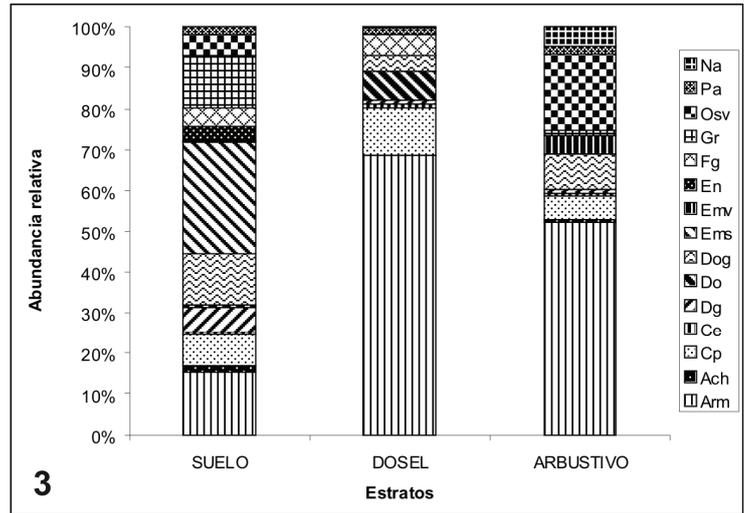
Por otro lado, se reporta la presencia de *Solenopsis invicta* Büren (hormiga de fuego) en el área. Esta especie introducida ha demostrado correlación negativa con varios taxa de animales (Wojcik *et al.*, 2001) y otras especies de hormigas; debido a que domina las fuentes de alimentos, a tal punto de que excluyen y compiten con otras hormigas (Hölldober & Wilson, 1990, Silvestre *et al.*, 2003; Achurry *et al.*, 2008). Lo anterior puede estar explicando la baja riqueza de hormigas y como un taxón indicador del grado de alteración en la reserva.

Las curvas de acumulación de especies en el suelo y arbusto (fig. 4) no se estabiliza con el muestreo realizado, lo que implica que deben aparecer más especies en futuros estudios, al ampliar el tamaño de la muestra. Además, la disponibilidad de recursos, microhábitats y sitios de anidamientos en el suelo del Bs-T es mayor; por lo cual se espera capturar más especies en este estrato. También es posible que el número de las interacciones hormiga-planta en un bosque deciduo podrían cambiar en el año; por la estacionalidad de recursos y microhábitats disponibles, esperándose encontrar más especies de hormigas en arbustos y suelo en el área de estudio (Rico-Gray & Oliveira, 2007).

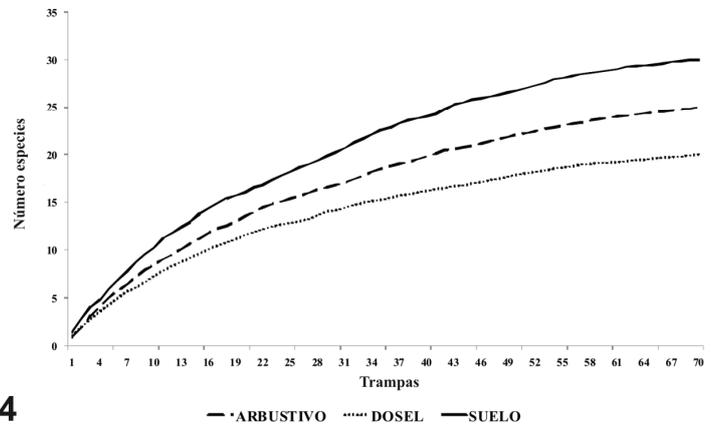
Finalmente, pese al alto grado de fragmentación del bosque natural en la reserva, con la técnica utilizada se capturó una gran proporción de géneros y morfoespecies de hormigas; por lo cual es indispensable implementar las TC al lado de las otras técnicas de captura de hormigas en la monitorización y estudios ecológicos de este grupo de insectos en el Neotrópico. También, se hace necesario incluir este fragmento en una figura apropiada de protección (área protegida), como un ejercicio para iniciar el proceso de protección de los pocos relictos de bosque seco que aún quedan en el departamento del Atlántico.

### Agradecimiento

A la comunidad de Luriza por facilitar la estancia en este lugar, durante la realización del trabajo de campo. Al señor Manuel y Doris Amaranto y demás familiares por acogernos en su hogar y colaborar con la alimentación. A Jaime Padilla, por el transporte al área de estudio. También a la ONG Usiacurí Verde por permitir realizar el trabajo en la reserva. A las estudiantes Sirly Morales y Patricia Méndez por colaborar en el trabajo de campo. A los miembros del semillero de investigación NEOPTERA del programa de Biología, por su colaboración en el trabajo de campo y la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad del Atlántico por facilitar los permisos y las instalaciones del laboratorio de Zoología para el procesamiento e identificación de las muestras.



3



4

**Fig. 3.** Gremios funcionales en los tres estratos verticales (suelo, tronco y dosel) en la Reserva Luriza, Atlántico, Colombia. Abreviaturas: Atinas crípticas cultivadoras de hongos (Ach), Arbóreas de reclutamiento masivo (Arm), Camponotíneas patrulleras (Cp), Cefalotinas (Ce), Depredadoras grandes (Dg), Dominantes omnívoros de suelo (Do), Dolicoderina grande (Dog), Especialistas mínimas de suelo (Ems), Especialistas mínimas de vegetación (Emv), Especies nómadas (En), Forrajeras generalistas (Fg), Granívoras (Gr), No agrupadas (Na), Oportunistas suelo y vegetación (Osv) y Pseudomirmecinas ágiles (Pa).

**Fig. 4.** Número acumulativo de especies recolectadas en tres estratos verticales (suelo, arbustivo y dosel) en la Reserva Luriza, Atlántico, Colombia.

## Bibliografía

- ACHURY, R., P. CHACÓN DE ULLOA & A. ARCILA 2008. Composición de hormigas e interacciones competitivas con *Wasmannia auropunctata* en fragmentos de Bosque seco Tropical. *Revista Colombiana de Entomología*, **34**(2): 209-216.
- ANDRADE, M. L. & C. BARONI URBANI 1999. Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present (Hymenoptera, Formicidae). *Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde Serie B (Geologie und Palaontologie)*, **271**: 1-889.
- ARCILA-CARDONA, A., A. M. OSORIO, C. BERMÚDEZ & P. CHACÓN DE ULLOA 2007. Diversidad de hormigas cazadoras asociadas a los elementos del paisaje del bosque seco. Pp. 531-552. En: Jiménez, E., F. Fernández, T.M. Arias & F. Lozano-Zambrano (eds.). 2007. *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 622 pp.
- ARIAS-PENNA, T. M. 2007. Subfamilia Ectatomminae. P.p 64. En: Jiménez, E., F. Fernández, T.M. Arias & F. Lozano-Zambrano (eds.). 2007. *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 622 pp.
- ARIAS-PENNA, T. M. 2007. Subfamilia Ectatomminae. P.p 64. En: Jiménez, E., F. Fernández, T.M. Arias & F. Lozano-Zambrano (eds.). 2007. *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 622 pp.
- BASSET, Y., V. HORLYCK & S. J. WRIGHT 2003. *Studying Forest Canopies from Above: The International Canopy Crane Network*. Smithsonian Tropical Research Institute and UNEP, Ciudad de Panamá. 196 pp.
- BOLTON, B. 1994. *Identification guide to the ant genera of the world*. Cambridge, Harvard University Press, Boston. 222 pp.
- BRÜHL C. A., G. GUNIK & K. E. LINSENMAIR 1998. Stratification of Ants (Hymenoptera, Formicidae) in a Primary Rain Forest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology*, **14**(3):285-297.
- CAMPOS, R., C. LOPES, W. MAGALHÃES & H. VASCONCELOS 2008. Estratificação vertical de formigas em Cerrado *strictu sensu* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Brasil. Iheringia Série Zoológica*, **98**(3): 311-316.
- CLARKE K. R. & R. M. WARWICK 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress Series*, **216**: 265-278.
- COLEY, P. D. & J.A. BARONE 1996. Herbivory and plant defenses in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematic*, **27**: 305-335.
- COLWELL, R. & J. CODDINGTON 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*, **345**: 101-118.
- COLWELL, R. 2009. *EstimateS: Version 8.2*. Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Software and User's Guide). Disponible desde internet en: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>> [con acceso el 13/03/2010].
- DANTAS, K. S. Q. 2009. Estratificacio vertical de formigas e sua distribuicao em diferentes habitats adjacentes na apa do rio Pandeiros, norte de Minas Gerais. En: *Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil*, São Lourenço, pp. 1-3.
- DAVIDSON, D. W. 1997. The role of resource imbalances in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. *Biological Journal of the Linnean Society*, **61**: 153-181.
- DEJEAN, A., B. CORBARA, F. FERNÁNDEZ & J. H. C. DELABIE 2003. Mosaicos de hormigas arbóreas en bosques y plantaciones tropicales. Pp. 149-158. En: Fernández, F. (ed.). 2003. *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 389 pp.
- DOMÍNGUEZ, Y., L. FONTALVO & L. C. GUTIÉRREZ 2007. Composición y distribución espacio-temporal de las hormigas cazadoras (Formicidae: grupos Poneroides y Ectatomminoides) en tres fragmentos de bosque seco tropical del departamento del Atlántico, Colombia. Pp.497-512. En: Jiménez, E., F. Fernández, T.M. Arias & F. Lozano-Zambrano (eds.). 2007. *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 622 pp.
- DEZ, T.M. Arias & F. Lozano-Zambrano (eds.). 2007. *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 622 pp.
- ESPINAL, L. S. & E. MONTENEGRO 1977. *Formaciones vegetales de Colombia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá. 201 pp.
- FERNÁNDEZ, F. & E. PALACIO 1997. Clave para las *Pogonomyrmex* (Hymenoptera:Formicidae) del Norte de Suramérica, con la descripción de una nueva especie. *Revista de Biología Tropical*, **45**(4): 1649-1661.
- FERNÁNDEZ, F. 2000. Sistemática de los himenópteros en Colombia: Estado del Conocimiento y Perspectivas. Pp. 398. En: Piera, F., J. J. Morrone & A. Melic (eds.). 2000. *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica*. Sociedad Entomológica Aragonesa, **1**: 240-243.
- FERNÁNDEZ, F. 2003a. *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. 398 pp.
- FERNÁNDEZ, F. 2003b. Subfamilia Formicinae. Pp.299-306. En: Fernández, F. (ed.). 2003. *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 389 pp.
- FLOREN, A., A. FREKING, M. BIEHL & K. LINSENMAIR 2001. Anthropogenic disturbance changes the structure of arboreal tropical ant communities. *Ecography*, **24**: 547-554.
- FLOREN, A., A. BIUN, K. E. LINSENMAIR 2002. Arboreal ants as key predators in tropical lowland rainforest trees. *Oecologia*, **131**: 137-144.
- FOWLER, H., J. DELABIE, C. BRANDÃO, L. FORTE & H. VASCONCELOS 1991. Ecología Nutricional de Formigas. Pp.131-209. En: Panizzi, A. & J. Parra (eds.). 1991. *Ecología nutricional de insectos e suas implicações no manejo de pragas*. Rio de Janeiro. 360 pp.
- GOVE, A. & J. MAJER 2006. Do isolated trees encourage arboreal ant foraging at ground-level? Quantification of ant activity and the influence of season, in Veracruz, Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **113**: 272-276.
- HERNADEZ, C., G. HURTADO, Q. ORTIZ & C. WALSCBULGER 1992. Unidades biogeografías de Colombia. Pp.100-151. En: Halffter, G. (ed.). 1992. *Diversidad biológica de Iberoamérica volumen I*. Acta Zoológica Mexicana, México. 390 pp.
- HOLDRIDGE, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center, San José, Costa Rica. 206 pp.
- HÖLDOBLER, B. & E. O. WILSON 1990. *The Ants*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. 732 pp.
- INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT, IAVH 1998. *El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia*. Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. Villa de Leyva, Colombia. 24 pp.
- JAFFE, K. 2004. *El mundo de las Hormigas*. Ediciones Equinoccio. Caracas, Venezuela. 112 pp.
- JAFFE, K., P. HORCHLER, M. VERHAAGH, C. GOMEZ, R. SIEVERT, R. JAFFE & W. MORAWETZ 2007. Comparing the ant fauna in a tropical and a temperate forest canopy. *Ecotropicos*, **20**(2): 74-81.
- JIMÉNEZ, E., F. FERNÁNDEZ, T. M. ARIAS & F. LOZANO-ZAMBRANO 2007. *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 622 pp.
- KUGLER, C. & M. HINCAPIE 1983. Ecology of the Ant *Pogonomyrmex mayri*: Distribution, Abundance, Nest Structure and Diet. *Biotropica*, **15**(3): 190-198.

- LONGINO, J. T. & M. NADKARNI 1990. A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera:Formicidae) in a neotropical montane forest. *Psyche*, **97**: 81-93.
- LONGINO, J. T. 2003. The Crematogaster (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. *Zootaxa*, **151**: 1-150.
- LOZANO-ZAMBRANO, F., P. ULLOA-CHACÓN & I. ARMBRECHT 2009. Hormigas: Relaciones Especies-Área en Fragmentos de Bosque Seco Tropical. *Neotropical Entomology*, **38**(1): 44-45.
- MAJER, J., J. DELABIE & M. SMITH 1994. Arboreal At Community Patterns in Brazilian Cocoa Farms. *Biotropica*, **26**(1): 73-83.
- MAJER, J. & J. DELABIE 1999. Impact of tree isolation on arboreal and ground ant communities in cleared pasture in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. *Insectes Sociaux*, **46**: 281-290.
- MEINZER, F., J. ANDRADE, G. GOLDSTEIN, N. HOLBROOK, J. CAVELIER & J. WRIGHT 1999. Partitioning of soil water among canopy trees in a seasonally dry tropical forest. *Oecologia*, **121**: 293-301.
- NAVARRO, E., SÁNCHEZ, H. & F. SERNA 2007. Hormigas (Hymenoptera:Formicidae) asociadas al arboretum de la universidad nacional de Colombia, sede Medellín. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, **40**: 497-505.
- PIERCE, N. E., M. F. BRABY, A. HEATH, D. J. LOHMAN, J. MATHEW, D. B. RAND, & M. A. TRAVASSOS 2002. The ecology and evolution of ant association in the Lycaenidae (Lepidoptera). *Annual Review of Entomology*, **47**: 733-771.
- RICO-GRAY, V. & P. S. OLIVEIRA 2007. *The Ecology and Evolution of Ant-Plant*. The University of Chicago Press, Chicago, USA. 331 pp.
- SANTAMARIA, C., Y. DOMÍNGUEZ & I. ARMBRECHT 2009. Cambios en la distribución de nidos y abundancia de la hormiga *Ectatomma ruidum* (Roger 1861) en dos zonas de Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, **10**(2): 10-18.
- SARMIENTO, C. E. 2003. Metodologías de captura y estudio de las hormigas. P.p 201-210. En: Fernández, F. (ed.). 2003. *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 389 pp.
- SCHONBERG, L., J. T. LONGINO, M. NADKARNI & S. P. YANOVIK 2004. Arboreal Ant Species Richness in Primary Forest, Secondary Forest, and Pasture Habitats of a Tropical Montane Landscape. *Biotropica*, **36**(3): 402-409.
- SCHULZ, A & T. WAGANER 2002. Influence of forest type and tree species on canopy ants (Hymenoptera: Formicidae) in Budoongo Forest, Uganda. *Oecologia*, **133**: 224-232.
- SILVESTRE, R., C.R.F. BRANDÃO & R. DA SILVA 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. Pp. 113-148. En: Fernández, F. (ed.). 2003. *Introducción a las hormigas de la región neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. XXVI + 389 pp.
- TOBIN, J. E. 1997. Competition and coexistence of ants in a small patch of rainforest canopy in Peruvian Amazonia. *Journal of New York Entomological Society*, **105** (1-2):105-112.
- YANOVIK, S. P. & M. KASPARI 2000. Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter. *Oikos*, **89**: 259-266.
- YANOVIK, S. P., R. DUDLEY & M. KASPARI 2005. Directed aerial descent in canopy ants. *Nature*, **433**: 624-626.
- YANOVIK, S. P., B. L. FISHER & A. ALONSO 2007. Arboreal ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) in a central African forest. *African Journal of Ecology*, **46**: 60-66.
- VILLAREAL H., M. ÁLVAREZ, S. CÓRDOBA, F. ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, M. OSPINA & A.M. UMAÑA 2004. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 pp.
- WATANASIT, S., S. TONGJERM & D. WIWATWITAYA 2005. Composition of canopy ants (Hymenoptera: Formicidae) at Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, Songkhla Province, Thailand. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, **27**: 665-673.
- WATKINS, J. F. 1982. The Army Ants of Mexico (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, **55**: 197-247.
- WOJCIK, D., C. ALLEN, R. BRENNER, E. FORYS, D. JOUVENAZ & R. LUTZ 2001. Red Imported Fire Ants: Impact on Biodiversity. *American Entomologist*, **47**: 16-23.

**Anexo 1. Frecuencia relativa y gremios de especies de hormigas por estrato vertical (suelo, arbustivo y dosel) en un fragmento de Bs-T en la reserva la Luriza, Atlántico, Colombia.** Abreviaturas: Atinas crípticas cultivadoras de hongos (Ach), Arbóreas de reclutamiento masivo (Arm), Camponotíneas patrulleras (Cp), Cefalotinas (Ce), Depredadoras grandes (Dg), Dominantes omnívoras de suelo (Do), Dolícođerina grande (Dog), Especialistas mínimas de suelo (Ems), Especialistas mínimas de vegetación (Emv), Especies nómadas (En), Forrajeras generalistas (Fg), Granívoras (Gr), No agrupadas (Na), Oportunistas suelo y vegetación (Osv) y Pseudomirmecinas ágiles (Pa).

Subfamilia- Morfoespecies	Estrato			Gremios funcionales
	Suelo (%)	Arbustivo (%)	Dosel (%)	
<b>DOLICHODERINAE Forel, 1878</b>				
<i>Azteca</i> sp.1	20	30	50	Arm
<i>Azteca</i> sp.2	10	10	40	Arm
<i>Tapinoma</i> sp.1	11	0	20	Fg
<i>Tapinoma</i> sp.2	11	0	10	Fg
<b>ECITONINAE Smith, 1953</b>				
<i>Labidus coecus</i> Smith, 1953	10	0	0	En
<b>ECTATOMMINAE Emery, 1895</b>				
<i>Ectatomma ruidum</i> Roger, 1860	70	10	0	Dg
<i>Ectatomma tuberculatum</i> Olivier, 1792	0	20	10	Na
<b>FORMICINAE Latreille, 1809</b>				
<i>Camponotus</i> sp.1	10	10	10	Cp
<i>Camponotus</i> sp.2	0	0	10	Cp
<i>Camponotus</i> sp.6	0	10	0	Cp
<i>Camponotus</i> sp.7	10	40	40	Cp
<i>Camponotus</i> sp.8	20	0	0	Cp
<i>Paratrechina</i> sp.1	20	0	0	Osv
<b>MYRMICINAE Lepeletier, 1835</b>				
<i>Cardiocondyla</i> sp.1	10	10	0	Osv
<i>Cardiocondyla</i> sp.2	20	0	0	Osv
<i>Carebara</i> sp.1	20	0	0	Ems
<i>Cephalotes atratus</i> Smith, 1953	10	0	50	Ce
<i>Cephalotes opacus</i> Sanstchi, 1920	10	10	20	Ce
<i>Crematogaster acuta</i> Fabricius, 1804	0	10	30	Arm
<i>Crematogaster arcuata</i> Forel, 1899	40	40	30	Arm
<i>Crematogaster distans</i> Mayr, 1870	20	10	20	Arm
<i>Crematogaster limata</i> Smith F., 1858	10	20	10	Arm
<i>Megalomyrmex</i> sp.	20	30	0	Do
<i>Monomorium salomonis</i> Linnaeus, 1758	10	20	0	Emv
<i>Pheidoles</i> sp.1	50	30	20	Do
<i>Pheidoles</i> sp.2	10	10	0	Do
<i>Pogonomyrmex mayri</i> Forel, 1899	45	10	0	Gr
<i>Sericomyrmex</i> sp.	0	0	0	Ach
<i>Solenopsis germinata</i> Fabricius, 1804	13	10	20	Do
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	6	10	10	Do
<i>Temnothorax</i> sp.	0	10	0	Na
<i>Trachymyrmex</i> sp.1	10	0	0	Ach
<b>PONERINAE Lepeletier, 1835</b>				
<i>Odontomachus</i> sp.2	0	10	0	Dg
<i>Pachycondyla villosa</i> Fabricius, 1804	0	0	10	Dg
<i>Pachycondyla</i> sp. 3	0	10	10	Dg
<b>PSEUDOMYRMECINAE Smith, 1953</b>				
<i>Pseudomyrmex elongatus</i> Mayr, 1870	8	10	0	Pa
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2	8	10	10	Pa
<i>Pseudomyrmex</i> sp.3	7	0	0	Pa
<b>Riqueza</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	