

**EFFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PASTURAS PARA GANADERÍA SOBRE LA  
DIVERSIDAD DE HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE), CORREGIMIENTO  
DE MIRAFLOR, PIAMONTE-CAUCA**



**ELVER JAIME CHAPAL ARCOS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2019**

**EFFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PASTURAS PARA GANADERÍA SOBRE LA  
DIVERSIDAD DE HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE), CORREGIMIENTO  
DE MIRAFLOR, PIAMONTE-CAUCA**

**ELVER JAIME CHAPAL ARCOS**

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar al título de Biólogo

**DIRECTORA**

MARIA CRISTINA GALLEGO ROPERO Ph.D  
Profesora Titular, Departamento de Biología

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2019**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

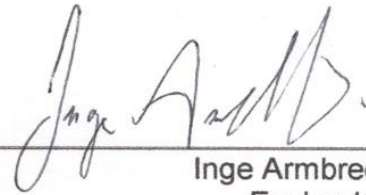
Aprobado

---



---

María Cristina Gallego Roperó  
Directora



---

Inge Armbrrecht  
Evaluadora



---

Yamid Arley Mera Velasco  
Evaluador

Popayán, 29 de abril del 2019.

*Dedicado a:*

*A mis padres Doris Libia Arcos  
Narváez y Jaime Floro Chapal,  
por su apoyo, consejos y amor  
incondicional.*

## *Agradecimientos*

*A Angie Chapal y Jeferson Arcos por su amistad y apoyo en el proceso.*

*A mi amiga y compañera Lindalia Pinzón Parra, por su participación en la identificación de las muestras vegetales y sus aportes constructivos.*

*A mis compañeros y amigos Yesith Medina, Erika Sánchez por sus colaboraciones en laboratorio.*

*A Dorelly Omen, por su amistad y sus aportes en la organización y procesamiento del material en laboratorio.*

*A Yamid Arley Mera Velasco, por su amistad e instrucción en el maravilloso mundo de las hormigas.*

*A mi directora, María Cristina Gallego Roperó por su paciencia, su guía y su conocimiento.*

*Al semillero Diversidad Funcional y Servicios Ecosistémicos, por su apoyo y conocimiento.*

*A los señores Rosalba delgado, Salomón Rodríguez, Lucho Maya y Héctor Marín Perdomo, por su colaboración en el acceso en sus fincas para el desarrollo de este estudio.*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>Resumen</b> .....	10
<b>1. Introducción</b> .....	11
<b>2. Justificación</b> .....	12
<b>3. Objetivos</b> .....	13
3.1. Objetivo general .....	13
3.2. Objetivos específicos .....	13
<b>4. Marco teórico</b> .....	14
<b>5. Antecedentes</b> .....	18
<b>6. Materiales y métodos</b> .....	20
5.1. Área de estudio .....	20
6.1. Muestreo .....	21
6.2. Procesamiento e identificación taxonómica de las muestras .....	23
6.3. Caracterización de las coberturas .....	24
6.4. Análisis estadísticos .....	25
<b>7. Resultados y Discusión</b> .....	25
<b>8. Conclusiones</b> .....	57
<b>9. Recomendaciones</b> .....	59
<b>10. Bibliografía</b> .....	59

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Ubicación del área de estudio, Corregimiento de Mirafior, Piamonte – Cauca, Colombia. 1. Bosque, 2. Sistema silvopastoril, 3. Potrero arbolado, 4. Potrero ralo. (Programa QGIS 3.2.3).....	21
<b>Figura 2.</b> Esquema del transecto y parcelas instaladas en las diferentes coberturas.....	22
<b>Figura 3.</b> Métodos de colecta utilizados durante el muestreo de hormigas.....	23
<b>Figura 4.</b> Procesamiento e identificación del material colectado.....	24
<b>Figura 5. a)</b> Riqueza de especies de hormigas por subfamilia (%); <b>b)</b> Número total de hormigas distribuidas por subfamilia. ....	26
<b>Figura 6. a)</b> Riqueza de especies de hormigas por subfamilia en las cuatro coberturas vegetales; <b>b)</b> Número de individuos de hormigas distribuidas por subfamilia en las cuatro coberturas vegetales.....	27
<b>Figura 7.</b> Especies compartidas y exclusivas en las coberturas. Bosque maduro (BM), sistema silvopastoril (SSP), potrero arbolado (PA), potrero ralo (PR), todas las coberturas (TC). ....	31
<b>Figura 8.</b> Análisis de componentes principales de las variables ambientales y riqueza de especies de hormigas en las cuatro coberturas de estudio. Bosque maduro (BM), sistema silvopastoril (SSP), potrero arbolado (PA), potrero ralo (PR), riqueza de la diversidad de hormigas (R-D-H), cobertura vegetal (C-VG), humedad relativa (H-R), volumen de la hojarasca (V-H), profundidad de la hojarasca (P-H), temperatura ambiental (T-AMB), temperatura del suelo (T-SLO).. ....	53
<b>Figura 9.</b> Curva de acumulación de especies total. ....	54
<b>Figura 10.</b> Índice de similitud de Bray Curtis.....	56

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Resumen de la diversidad de hormigas distribuidas por subfamilia, género y especie en las diferentes coberturas. Bosque maduro (BM), sistema silvopastoril (SSP), potrero arbolado (PA), potrero ralo (PR), especies (spp.), abundancias (abs.).....	28
<b>Tabla 2.</b> Descripción de la riqueza y abundancia de algunos grupos de plantas vasculares dentro y fuera de los transectos. ....	46
<b>Tabla 3.</b> Familias y especies/morfoespecies de plantas colectadas e identificadas en las coberturas ganaderas. Sistema silvopastoril (SSP), potrero arbolado (PA), potrero ralo (PR) .....	49
<b>Tabla 4.</b> Índices calculados en las diferentes coberturas de estudio.....	55



## Lista de anexos

<b>Anexo 1.</b> Frecuencia de ocurrencia de las especies más representativas de las diferentes coberturas. ....	78
<b>Anexo 2.</b> Lista total de las especies/morfoespecies y abundancias registradas en las diferentes coberturas de estudio.....	80
<b>Anexo 3.</b> Variables ambientales y componentes principales de las cuatro coberturas de estudio.....	86

## Resumen

Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) han sido ampliamente estudiadas por su gran diversidad de especies y capacidad para ocupar diferentes ecosistemas naturales y agroecosistemas, así como también por su sensibilidad y comportamiento frente a las perturbaciones humanas. La ganadería, es una de las principales actividades humanas que demandan deforestación, siendo la implementación de monocultivos de pastos la que más afecta los ecosistemas autóctonos. Con estas consideraciones, se planteó este trabajo, que buscó analizar el efecto que tienen la implementación de pasturas sobre la diversidad hormigas. Para esto se muestreó la comunidad de hormigas de cuatro coberturas vegetales; bosque maduro, sistema silvopastoril, potrero arbolado y potrero ralo, en el corregimiento de Mirafior, Piamonte-Cauca. Se utilizaron cinco métodos de colecta; colecta manual, tamizado de hojarasca procesado en sacos mini-Winkler, trampas de caída, cebo epigeo y cebo arbóreo. Se colectó un total de 51.148 individuos, distribuidos en nueve subfamilias, 59 géneros y 377 morfoespecies. El Bosque presentó la mayor diversidad de hormigas, seguida del sistema silvopastoril y potrero arbolado, y por último potrero ralo. Estos resultados soportan la importancia de realizar manejos ganaderos que incorporen mayor cobertura y diversidad vegetal para favorecer la fauna silvestre. También se realizó un muestreo de la vegetación arbustiva en las coberturas de sistema silvopastoril y potrero arbolado, para analizar su influencia en la composición de hormigas e igualmente se tomaron algunas variables ambientales, y se pudo apreciar que la variable “cobertura vegetal” tiene una correlación de gran importancia con la riqueza de hormigas ofreciéndoles microhábitas para el anidamiento y el forrajeo.

**Palabras clave:** Bota Caucana, potrero arbolado, sistema silvopastoril.

## 1. Introducción

Colombia es considerado un país megadiverso, porque presenta una gran cantidad de endemismo y en su territorio existen una gran variedad de ecosistemas y biomas, por tener en su territorio los tres ramales del cordón andino y la influencia de dos océanos (Rangel, 2005; Molina, 2011; Rangel, 2015). Su ubicación en la zona de convergencia intertropical, lo convierte en el primer país en variedad de orquídeas (Betancur *et al.*, 2015; Molina, 2011), palmeras (Galeano, 2000; Molina, 2011) y avifauna, segundo en anfibios, mariposas y peces dulceacuícolas, tercero en reptiles y cuarto en plantas (Andrade, 2011). Sin embargo, la diversidad biológica está siendo afectada por diferentes actividades humanas como la ganadería, agricultura, plantaciones forestales, minería, entre otros, invadiendo territorios que anteriormente eran ecosistemas naturales, reduciéndolos cada vez a pequeños fragmentos de vegetación (Vergara, 2010).

En Colombia una de las principales causas de deforestación y pérdida de los ecosistemas naturales que conllevan a disminuir drásticamente la biodiversidad, es la tala de bosques para la implementación de monocultivos de pastos y la producción ganadera (Murgueitio & Calle, 1998; Murgueitio, 1999). Así mismo, en el corregimiento de Miraflores Cauca esta situación es evidente, pues la ganadería es el principal renglón económico tanto para el corregimiento como para el municipio al que pertenece. Esta actividad, por lo tanto posee gran importancia en el comercio local, haciendo que gran parte del territorio se destine a la siembra de pastos para el forrajeo de ganado (Piamonte, 2015). En este contexto se desarrolló el presente estudio, que evaluó cómo esta actividad humana afecta la diversidad biológica y posiblemente la prestación de servicios ecosistémicos, empleando las hormigas como indicadores ecológicos; por ser un grupo modelo de organismos biológicos frente a diferentes niveles de perturbación antrópica (Herrera & Cuevas, 2003).

## 2. Justificación

El planeta que habitamos, a través del tiempo y sus diferentes procesos geológicos ha asegurado el mantenimiento de la vida y la existencia de una gran variedad de especies de organismos, desde las formas de vida más pequeñas y simples, hasta seres tan complejos como los mamíferos (Halffter, 1994). Toda esa variedad de organismos que existe y alguna vez existieron, hacen parte del concepto de “Biodiversidad”. La responsabilidad del ser humano como parte de los seres vivos, es cuidar de la diversidad que actualmente podemos contemplar, manteniendo un equilibrio de sus distintas actividades ante la naturaleza.

La armonía entre la naturaleza y nuestras actividades, implica conservar en mayor medida los diferentes organismos que habitan en cada localidad, ya que al conservar esas especies también indirectamente se están preservando recursos tan importantes como las fuentes hídricas, pues el agua es un líquido indispensable para todos los seres vivos y aún más necesario para el bienestar humano (Martín-López *et al.*, 2007).

En este contexto, el corregimiento de Mirafior en Piamonte-Cauca, presenta un importante valor natural ya que alberga una gran diversidad de organismos silvestres y recursos hídricos. Este valor es resultado debido a que una gran extensión de su territorio hace parte del Parque Nacional Natural Serranía de los Churumbelos Auka-Wasi y subregiones como el piedemonte Andino-Amazónico, la zona de terrazas antiguas del río Caquetá, entre otras características geográficas (Piamonte, 2015). Sin embargo esta riqueza natural está siendo afectada por acciones como la implementación de pasturas en monocultivo para la expansión ganadera. Por esta razón, es crucial conocer el efecto que genera la actividad ganadera sobre la diversidad biológica, pero también es comprensible que estudiar todas las diferentes especies de organismo que habitan en el área de estudio, demanda un trabajo riguroso y requeriría de muchos años. Esto conlleva a seleccionar un determinado grupo biológico que refleje el comportamiento de la diversidad en general y sean sensibles al estado de conservación de ambientes terrestres ante cambios ambientales (Fernández, 2003; Silvestre, Brandão, & Silva, 2003; Villareal *et al.*, 2004). Por consiguiente, el estudio toma como modelo a la comunidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae), grupo de

insectos catalogados como indicador biológico útil para la investigación de perturbaciones y alteraciones ecológicas (Hoffmann, 2010).

No se conocen estudios referentes a la diversidad de hormigas para la zona que comprende este estudio, por lo que se busca realizar un aporte significativo sobre este grupo de insectos. Los resultados obtenidos constituirán conocimiento base para fomentar, sensibilizar y orientar a los campesinos y autoridades competentes, para que en el municipio se acojan iniciativas sobre esta problemática y se adopten diferentes alternativas en la producción ganadera, que permitan mitigar el daño ambiental y la pérdida de la diversidad biológica. Además, este estudio puede sentar bases para promover el desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad como lo expone la Ley Colombiana 165 de 1994 (Noviembre 9), por medio de la cual se aprobó el "Convenio sobre la Diversidad Biológica".

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de la implementación de pasturas para ganadería sobre la diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el corregimiento de Mirafior, Piamonte-Cauca.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Determinar cuál es la riqueza, abundancia y composición de la comunidad de hormigas en cuatro coberturas: pastizal o potrero ralo, pastizal o potrero arbolado, sistema silvopastoril y bosque maduro.
- Evaluar el cambio en la composición de la comunidad de hormigas en los diferentes sitios de estudio.
- Caracterizar la composición arbustiva en los sitios de estudio donde se ha implementado cultivo de pastos.

#### 4. Marco teórico

La biodiversidad se define como toda la variedad de formas en las que la vida se expresa a todos niveles en el planeta, por consiguiente la biodiversidad comprende al menos cuatro niveles de expresión: los genes, las poblaciones, las especies y los ecosistemas (Carabias *et al.*, 2009). En el tiempo geológico, se han producido notables modificaciones evolutivas a largo plazo en los patrones de diversidad global, lo que significa que la diversidad del planeta es una historia de permanentes cambios y que la biodiversidad no es la misma en todas las regiones sobre la faz de la Tierra (Smith & Smith, 2007). Por tanto existen diferentes patrones geográficos de diversidad que se vinculan a las condiciones ambientales y la capacidad de los ambientes locales de mantener una comunidad diversa (Smith & Smith, 2007).

Al igual que la “selva amazónica”, el piedemonte andino-amazónico de Colombia cuenta con una gran diversidad de fauna y flora, con altos niveles de integridad ecológica y múltiples sitios importantes para la conservación de la biodiversidad (Barrera *et al.*, 2007), pues el levantamiento de los Andes ocasionó una serie de arreglos estructurales en el paisaje andino-amazónico, creando nuevas oportunidades y nichos o espacios en los cuales nuevas especies se crean o adaptan (Barrera *et al.*, 2007). Cabe destacar que esta eco-región es una importante fuente de recursos hídricos, pues en sus montañas nacen numerosos ríos de las hoyas hidrográficas del Caquetá y el Putumayo, ambos pertenecientes a la gran cuenca del Amazonas (Barrera *et al.*, 2007). Entre los ríos principales están el Fragua, Conejo, Acae, Espinayaco, Estero, Mocoa, Orito, Rumiayaco, SanJuan y San Miguel (Barrera *et al.*, 2007), siendo varios de estos fuentes de abastecimiento para acueductos municipales y veredales (Barrera *et al.*, 2007).

Históricamente en las regiones Andes y Caribe de Colombia, se ha desarrollado una intensa actividad antrópica desde épocas prehispánicas, siendo los bosques montanos y secos, los ecosistemas más afectados por el cambio del uso del suelo desde el año 1500 (Rodríguez, 2011), igualmente en el piedemonte andino-amazónico y en la selva amazónica de Colombia, las áreas Macarena y Alto Putumayo, han sufrido cambios dramáticos desde mediados de la década de 1980, debido principalmente a la

deforestación asociada con la ganadería y los cultivos ilícitos (Armenteras *et al.*, 2006), siendo este último, desde la década de los setenta una de las actividades que también ha generado un impacto negativo tanto en los ecosistemas naturales como en lo social, principalmente en los sectores rurales de Colombia (Andrade, 2004). La región andino-amazónica ha permitido la dispersión de plantas y animales, facilitando el flujo de genes y la colonización de nuevos hábitats para las especies, siendo sitio de paso de migraciones estacionales (Cepal & Patrimonio Natural, 2013), pero el incremento en los procesos de deforestación tienen como consecuencia la fragmentación de ecosistemas, interrumpiendo ese flujo de especies (Cepal & Patrimonio Natural, 2013).

En este mismo sentido, en el corregimiento de Miraflor, Piamonte-Cauca, existe la producción pecuaria, la cual se encuentra representada principalmente por la actividad ganadera de tipo intensivo y en menor grado la cría de aves de corral (Piamonte, 2015). La ganadería constituye la actividad que mayor terreno ocupa y a su vez la actividad más participe en el fenómeno de fragmentación del bosque de la zona. Cabe indicar que en este corregimiento también existe un sistema agrícola, representado por cultivos tradicionales como yuca, plátano, maíz, chontaduro y frutales típicos de la Amazonía, como el arazá, borjón, uva caimarona, entre otros (Piamonte, 2015). No obstante a diferencia de la ganadería, en la actualidad no se hace a gran escala y primordialmente se usa como un modelo económico de subsistencia alimentario.

Si bien la ganadería ha estimulado el “desarrollo” y el progreso económico de la comunidad, también ha causado impactos negativos sobre los ecosistemas locales y el medio ambiente (APASPE, 2011). Esto se debe a que la forma convencional de pastoreo extensivo de ganado se basa en la eliminación de todos los árboles y arbustos con el fin de cultivar un monocultivo de pasto (Murgueitio, 2005; APASPE, 2011). En estos potreros tradicionales, normalmente se supera la capacidad de carga, generando suelos erosionados, compactados, y en consecuencia, a un menor rendimiento de las fincas ganaderas (APASPE, 2011). Además, existen serias y claras evidencias de los graves efectos de esta modalidad sobre el calentamiento de la tierra o cambio climático global, porque emite gases de efecto invernadero (metano, dióxido de carbono y óxido nítrico), que son los causantes de este fenómeno (Libreros, 2014). Al no dejar árboles

durante la implementación de pastizales, no permiten mitigar un poco este daño ambiental, pues son los arboles quienes principalmente fijan el dióxido de carbono durante el proceso de la fotosíntesis.

Se sabe que impedir completamente la producción agrícola y pecuaria, es una meta casi imposible. Sin embargo hay formas de producción que son más favorables y rentables para el medio ambiente. En el caso de la ganadería, se encuentra el silvopastoreo, el cual es un tipo de agroforestería, considerada como una opción de producción pecuaria en donde las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral (Pezo & Ibrahim, 1999). En esta modalidad de agroforestería los sistemas silvopastoriles (SSP) combinan en un mismo espacio plantas forrajeras como gramíneas y leguminosas rastreras con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y/o usos complementarios (Murgueitio, 2005; Clavero & Suárez, 2006; Crespo, 2008; Murgueitio & Muhammad, 2008), como una alternativa de producción sostenible que permite reducir el impacto ambiental de los sistemas tradicionales de producción (Mahecha, 2002). Además aborda potencialidades en la generación de servicios ambientales e influye en las propiedades biofísicas del suelo y ayuda a conservar la biodiversidad, proveyendo hábitat y recursos para la fauna y flora silvestre, y también sirviendo como pasaderas o corredores para algunas especies de animales (Ibrahim *et al.*, 2006). En estos sistemas los bovinos aprovechan la oferta de abundante forraje y al mismo tiempo se benefician por el mejoramiento de las condiciones microclimáticas en un ambiente de bajo estrés calórico que les permite mejores condiciones de pastoreo (Buitrago-Guillen *et al.*, 2018).

Existe una gran variedad de plantas con potencial de uso para la implementación de arreglos en SSP que van desde sistemas simples como los árboles dispersos en potrero, las cercas vivas y sistemas de mediana intensidad, hasta sistemas intensivos más complejos con alta densidad arbórea o arbustiva para el ramoneo directo (Uribe *et al.*, 2011). El SSP de mediana intensidad, consiste en el establecimiento de árboles dispersos en potrero (hasta 200 árboles/ha.), seleccionando los árboles o arbustos valiosos de acuerdo con su uso: madera, leña, frutos para alimentación humana y/o



animal, forrajeros, leguminosos o que dan sombra (Uribe *et al.*, 2011). En los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) se emplean los arbustos forrajeros en densidades entre 5.000 y 10.000 plantas por hectárea, asociados a pastos mejorados, árboles frutales o maderables bajo modelos de pastoreo rotacional intensivo, con densidades de 500 árboles por hectárea para trópico bajo y de 100 árboles y 1500 arbustos forrajeros para el trópico de altura (>2000 msnm) (Uribe *et al.*, 2011). La especie utilizada con mayor éxito en este tipo de sistemas en el trópico es la *Leucaena leucocephala* (lam.) de wit por su calidad nutricional, alta capacidad de fijación de nitrógeno, rápido crecimiento y adaptación al ramoneo (Uribe *et al.*, 2011; Murgueitio *et al.*, 2015).

En aras de conocer cómo las diferentes actividades humanas afectan la biodiversidad, se han ejecutado diversos proyectos como los de Rivera *et al.* (2013); Gallego-Ropero & Salguero Rivera (2015); Lavelle *et al.* (2016), donde se caracterizó y analizó la diversidad de hormigas tanto en sitios intervenidos por el hombre, como aquellos sitios poco intervenidos. En este proceso, se ha establecido que la comunidad de hormigas son eficaces para determinar las perturbaciones y alteraciones ecológicas, lo que las convierte en excelentes indicadores biológicos útiles para las investigaciones enmarcadas en este contexto (Fernández, 2003; Silvestre *et al.*, 2003; Hoffmann, 2010; Baccaro *et al.*, 2015).

Las hormigas presentan una abundancia relativamente alta y una capacidad de respuesta a las modificaciones en la estructura de los sistemas naturales, y además son de gran importancia en muchos procesos ecológicos porque actúan como dispersores de semillas, ayudan en el control de plagas y son consideradas “ingenieros del suelo”, al influir en la dinámica del agua, la bioturbación, la descomposición de la materia orgánica y en sí en sus propiedades físicas y químicas (Fernández, 2001; Fernández, 2003; Jiménez *et al.*, 2007). En este sentido, varios autores como Vittar (2008), Fuster (2013), Park *et al.* (2014) y Baccaro *et al.* (2015), coinciden que estudiar la diversidad de hormigas es viable ya que constantemente han sido estudiadas por su alta relevancia para los ecosistemas e importancia para evaluar aspectos relacionados con el impacto y el cambio de uso del suelo de los hábitats naturales.

Finalmente cabe destacar que estudiar la biodiversidad en Colombia es de suma importancia porque contribuye a conocer las especies de flora y fauna que habitan en nuestro territorio, su funcionalidad con el ambiente, e igualmente nos permite tomar medidas contundentes para actuar a favor de la conservación natural de ecosistemas.

## **5. Antecedentes**

Las diferentes actividades que el ser humano realiza en los países rurales para obtener su alimento como la agricultura y la ganadería tienen efectos negativos sobre la biodiversidad: estos efectos se han evaluado a través de la diversidad de grupos indicadores como las hormigas. El uso de las hormigas se puede evidenciar en diferentes estudios. Por ejemplo, de Castro Solar *et al.* (2016), en Paragominas, un municipio situado en la Amazonia Oriental Brasileña, encontraron que la composición y riqueza de especies de hormigas varía de forma decreciente a lo largo de un gradiente de perturbación, siendo mayor la diversidad de hormigas en los bosques primarios, y disminuyendo en las zonas abiertas con agricultura intensiva (silvicultura, pasturas y agricultura mecanizada). Según Velásquez *et al.* (2012), la diversidad y el tipo de plantas que se implemente en un pastizal pueden promover las densidades de la macrofauna asociada a este agroecosistema. Los autores sugieren que la composición de las especies vegetales puede afectar las propiedades del suelo, a través de los efectos mediados por la fauna, y subrayan la necesidad de considerar la macrofauna del suelo (como las hormigas) en el manejo del agroecosistema. Así mismo, Marichal *et al.* (2014), en sus resultados demuestran que la dinámica y la composición del paisaje de la amazonia deforestada tiene un efecto en las comunidades de macrofauna del suelo, ya que su densidad está significativamente correlacionada con los servicios de suelo, indicando que este grupo de organismos tienen una función de ingeniería y/o indicador. Además encontraron que los puntos en los pastizales situados a menos de 100 m de un bosque tenían una mayor densidad de macrofauna y diversidad a comparación de los puntos en los pastizales ubicados más de 100 m del bosque. En este contexto Leal *et al.* (2012), en un estudio realizado en el bosque Atlántico Brasileño, sugieren que las hormigas especializadas, como las especies crípticas y

depredadoras especialistas, son particularmente sensibles a la fragmentación del bosque. También Lavelle *et al.* (2016) indican que en la Amazonia de Brasil y Colombia la deforestación temprana afecta inmediatamente a las aves, a los esfíngidos (Familia: Sphingidae) y a las hormigas (Familia: Formicidae), ya que las especies endémicas vinculadas a hábitats prístinos tienden a desaparecer con facilidad.

En Colombia hay estudios que demuestran que organismos como las comunidades de hormigas y termitas dependen del uso de la tierra, involucrando aspectos como el tipo de cobertura vegetal y las prácticas de manejo como el uso de insumos químicos, labranza, etc., (Sanabria *et al.*, 2016). En este sentido Sanabria-Blandón & Chacón de Ulloa (2011) y Ramírez & Enríquez (2003) en sus respectivas investigaciones determinaron que el sistema silvopastoril para la producción ganadera, favorece más a la conservación de la diversidad biológica, ya que en este sistema encontraron mayor diversidad de hormigas que en los monocultivos de pastos tradicionales desprovistos de arbustos o árboles. Esto significa que al establecerse mayor cobertura de árboles en la implementación de pastos o en otros monocultivos como el café, se favorecen la fauna de hormigas y la depredación contribuyendo de esta manera con el control biológico debido a la confluencia del forrajeo de las hormigas, que bajan de los árboles o que suben a ellos (Ramírez *et al.*, 2010). Así mismo, Rivera *et al.* (2013), encontraron que la diversidad de hormigas se relaciona positivamente con la presencia de vegetación leñosa, en sistemas ganaderos (y otros usos del suelo) de los Andes Colombianos; en dicho estudio, el mayor número de especies de hormigas se encontró en bosques secundarios, seguido de pastos mejorados con árboles y por último los pastizales sin árboles, respaldando así el valor de conservación de los sistemas silvopastoriles a nivel de paisaje y la conservación de los fragmentos de bosque, los cuales son vitales, ya que brindan refugio para una fauna de hormigas única de la región en los Andes colombianos. Por último, según Ramírez *et al.* (2009), las perturbaciones drásticas en la cobertura vegetal (poda del follaje) en los sistemas silvopastoriles, no modulan cambios significativos en la diversidad y abundancia de hormigas, por tanto estos autores compraron, desde un punto de vista biológico que el sistema silvopastoril es sostenible y efectivo para conservar la

biodiversidad, sin embargo, se recomiendan implementar prácticas culturales que provean refugios temporales ante la poda drástica de estos sistemas.

## **6. Materiales y métodos**

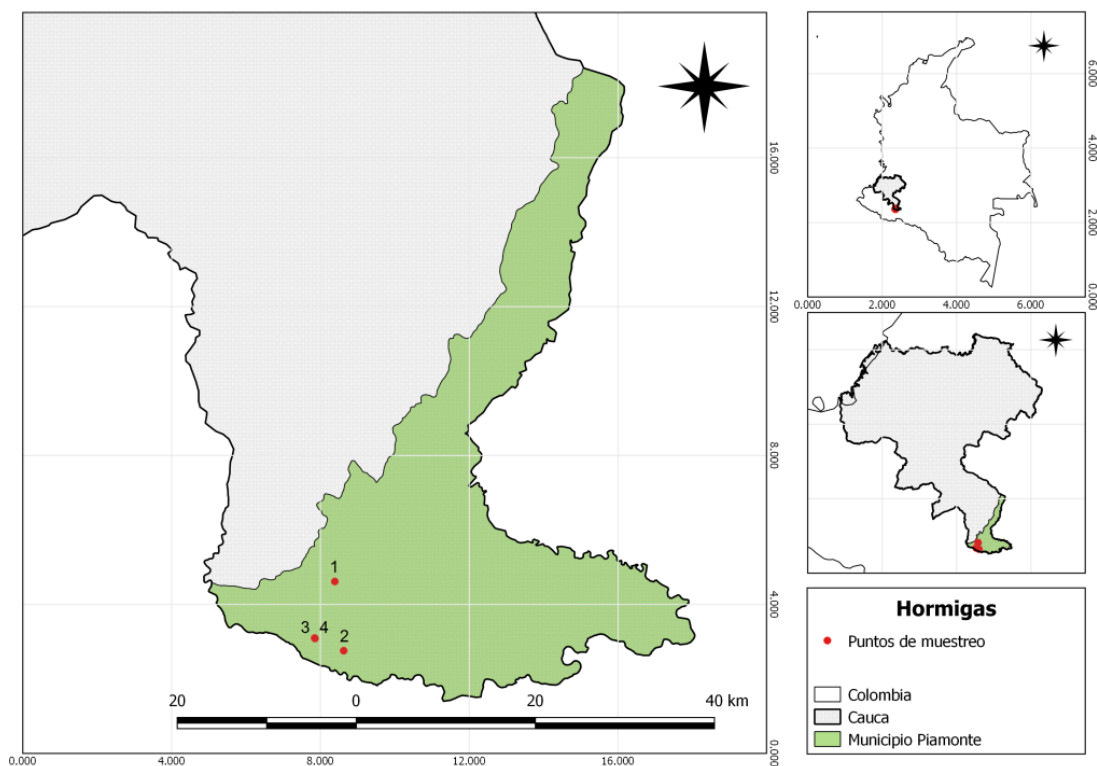
### **5.1. Área de estudio**

El muestreo se desarrolló en el corregimiento de Miraflor, el cual se encuentra localizado en el municipio de Piamonte, departamento del Cauca. Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1967) el municipio de Piamonte está localizado en una zona de vida de bosque muy húmedo tropical (bmh-T), con una franja altitudinal entre los 300 y 2500 msnm, precipitación media anual de 4000 a 4500mm, temperatura media anual 26°C, humedad relativa del 80% (Piamonte, 2015). La topografía del municipio cuenta con 5 tipos de relieve: plano hasta 0.3% de pendiente, ondulado hasta 3%, quebrado hasta 25%, escarpado hasta 50% y de alta montaña con pendientes que superan el 50 %; el principal accidente geográfico lo constituye La Serranía de los Churumbelos, que comprende la zona norte del municipio y transcurre en dirección nororiental. Su economía está compuesta por actividades del sector primario, en particular por la agricultura, la explotación forestal, la actividad ganadera de tipo extensivo, la cría de aves de corral, la pesca, la minería “principalmente de oro” y en los últimos años la petrolera (Piamonte, 2015).

Los muestreos se realizaron en cuatro coberturas con diferentes características ubicadas entre los 285 y 480 msn (Figura 1); la primera un área de pastizal ralo, la segunda un área de pastizal arbolado, ubicadas en la finca La Tigresa (1° 01' 36.5" N - 76° 27' 22.8" W; 1° 01' 34.2" N - 76° 27' 19.2" W), la tercera un área de sistema silvopastoril ubicado en la finca Los Cedros (1° 00' 51.1" N - 76° 25' 40.4" W ) y la cuarta un bosque maduro, ubicado en la finca El Águila (1° 05' 01.0" N - 76° 26' 12.5" W). Excepto el bosque, las tres coberturas tienen entre tres y cuatro hectáreas.

Se considera un potrero ralo; aquel espacio de tierra con pastos cultivados exclusivamente (pastizal convencional), potrero arbolado; un terreno que anteriormente tuvo bosque natural y fue tumbado en su mayoría para implementar pastos para

ganadería (sistema silvopastoril de baja intensidad), sistema silvopastoril; un terreno donde se ha implementado pastizales pero ha conservado gran parte de los árboles nativos y que además, posteriormente se sembraron algunos árboles maderables y frutales para el consumo humano (sistema silvopastoril de mediana intensidad).

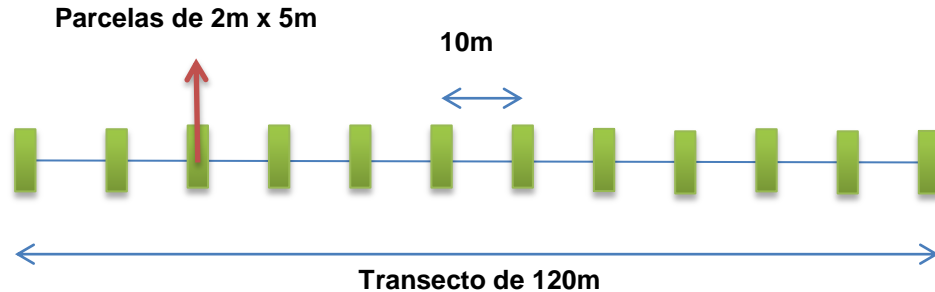


**Figura 1.** Ubicación del área de estudio, Corregimiento de Mirafior, Piamonte – Cauca, Colombia. 1. Bosque maduro, 2. Sistema silvopastoril, 3. Potrero arbolado, 4. Potrero ralo. (Programa QGIS 3.2.3).

### 6.1. Muestreo

Teniendo en cuenta el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad Villareal *et al.* (2004), el muestreo se realizó durante dos salidas de campo y a través de cuatro métodos de muestreo; sacos mini-Winkler con tamizado a partir de hojarasca, trampas de caída o pitfall, cebos de atún en aceite y colecta manual, en un transecto de 120m, con parcelas de 2m x 5m separadas cada de 10m.

Para disminuir el efecto de borde, los transectos se iniciaron a no menos de 100 metros del borde (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema del transecto y parcelas instaladas en las diferentes coberturas.

- Sacos mini-Winkler con tamizado a partir de hojarasca

En cada estación, la hojarasca contenida de un área de  $1\text{m}^2$  se tamizo en un saco cernidor, posteriormente el material cernido se procesó por un tiempo de 72 horas en sacos mini-Winkler (Figura 3a).

- Búsqueda y colecta manual

En cada parcela se examinó cuidadosamente troncos en descomposición, hojarasca, depósitos de detritus, frutos caídos, corteza de árboles y arbustos, epífitas, ramas huecas y partes de flores, hojas y nectarios, por un tiempo de 10 a 15 minutos, haciendo uso de pinzas de punta fina, pincel y frascos con alcohol al 96% (Figura 3b).

- Trampas de caída o pitfall

Se utilizaron vasos desechables de nueve onzas, los cuales fueron enterrados al ras de la superficie del suelo. Los recipientes se llenaron hasta la mitad con alcohol etílico al 96% para neutralizar y evitar que las muestras se descompongan. Además se les agregó unas gotas de jabón a fin de romper la tensión superficial. Las trampas se dejaron actuar por 48 horas y además en cada una de ellas se instaló un plato desechable que hacía las veces de techo fabricado con el fin de evitar la caída de agua dentro del vaso en caso de lluvia (Figura 3c).

- Cebos epigeos y arbóreos

Consisten de un pedazo de papel blanco donde se depositó aproximadamente una cucharada dulcera de atún en aceite (aprox. 1cm<sup>2</sup>). Se instalaron dos cebos por cada parcela: uno arbóreo, sostenido en el tronco de un árbol o arbusto a 1,5m de altura con ayuda de chinchas metálicas y el otro epigeo sobre la superficie del suelo (Figura 3d). Las muestras se depositaron en frascos con alcohol al 80%, y se etiquetaron teniendo en cuenta el tipo de cobertura, fecha y el método de muestreo.



**Figura 3.** Métodos de colecta utilizados durante el muestreo de hormigas.

## 6.2. Procesamiento e identificación taxonómica de las muestras

Las muestras se procesaron en el laboratorio de Biología de la Universidad del Cauca. Se organizó una colección de referencia la cual fue montada y etiquetada. Para la identificación se hizo uso de claves taxonómicas de Fernández (2003), Carbonell *et al.* (2004), Baccaro *et al.* (2015), y páginas web como AntCat (<http://www.antcat.org/>) y

AntWeb (<https://www.antweb.org/>), entre otras herramientas virtuales. La colección fue depositada en el Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (Figura 4).



a. Limpieza y morfotipaje.



b. Montaje de hormigas.



c. Colección de hormigas.



a. Material depositado en caías entomológicas.

**Figura 4.** Procesamiento e identificación del material colectado.

### 6.3. Caracterización de las coberturas

Se realizó un muestreo de las especies de árboles y arbustos asociados a los sitios de estudio donde se han implementado pastizales, incluyendo el tipo de pastos y el manejo. Esta caracterización se hizo en los mismos transectos donde se había colectado las hormigas. La determinación taxonómica se hizo mediante comparación con exsiccados del Herbario de la Universidad del Cauca, el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia virtual, el Herbario virtual del Jardín Botánico de Bogotá y el



Herbario Virtual del Instituto SINCHI. Las plantas muestreadas se llevaron al Herbario de la Universidad del Cauca para su almacenamiento.

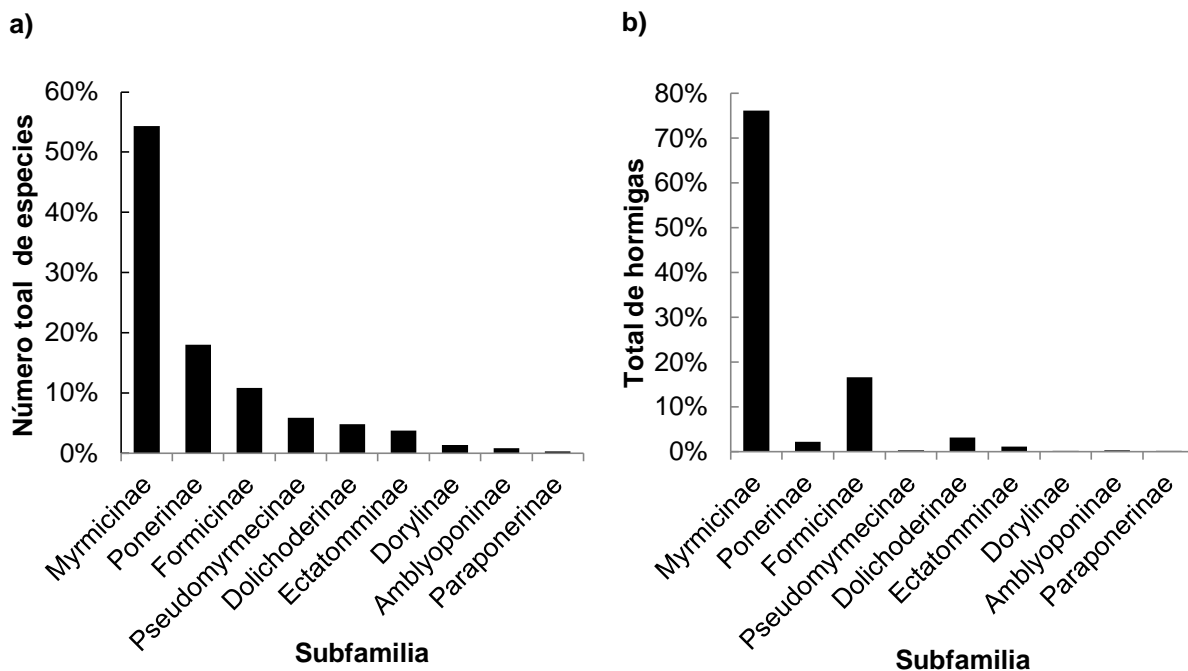
En todas las coberturas del estudio se midieron las siguientes variables ambientales: profundidad (regla de 30cm) y volumen de hojarasca (balde de 20l), cobertura vegetal (densiómetro esférico cóncavo, modelo DSM43A), temperatura del suelo (Termómetro de suelo), temperatura ambiental y humedad relativa (Termohigrometro digital Clock/Humidity HTC-2).

#### **6.4. Análisis estadísticos**

Para cada cobertura de muestreo se midió la riqueza y abundancia relativa y también se calculó la eficiencia de muestreo a partir de los estimadores de riqueza Chao1 y Jack1. Igualmente se realizó una curva de acumulación de especies teniendo en cuenta los estimadores de riqueza. Se calcularon los índices de diversidad Shannon, dominancia, equidad de Pielou, riqueza verdadera de Jost, y el índice de similitud de Bray-Curtis. Como los datos de riqueza y abundancia no presentaron normalidad, se realizó una prueba de Kruskal Wallis para determinar si existían diferencias significativas entre las diferentes coberturas. Se realizó un análisis de componentes principales para establecer cuáles variables están influenciando la riqueza de especies de hormigas en las coberturas (Programas EstimateS 9.1.0, Past3.1).

### **7. Resultados y Discusión**

Un total de 51148 individuos fueron colectados, distribuidos en nueve subfamilias, 59 géneros y 377 morfoespecies (Tabla 1); siendo la subfamilia Myrmicinae la que presentó la mayor riqueza seguida de Ponerinae y Formicinae. Las subfamilias con menor número de especies fueron Dorylinae, Amblyoponinae (Figura 5a). Las subfamilias con mayor abundancia fueron Myrmicinae, seguida de Formicinae y menor abundancia Amblyoponinae y Paraponerinae (Figura 5b). La alta riqueza y abundancia de Myrmicinae, está acorde con la amplia diversificación del género *Pheidole* y *Solenopsis* (Carbonell *et al.*, 1993; Hölldobler & Wilson, 1990).



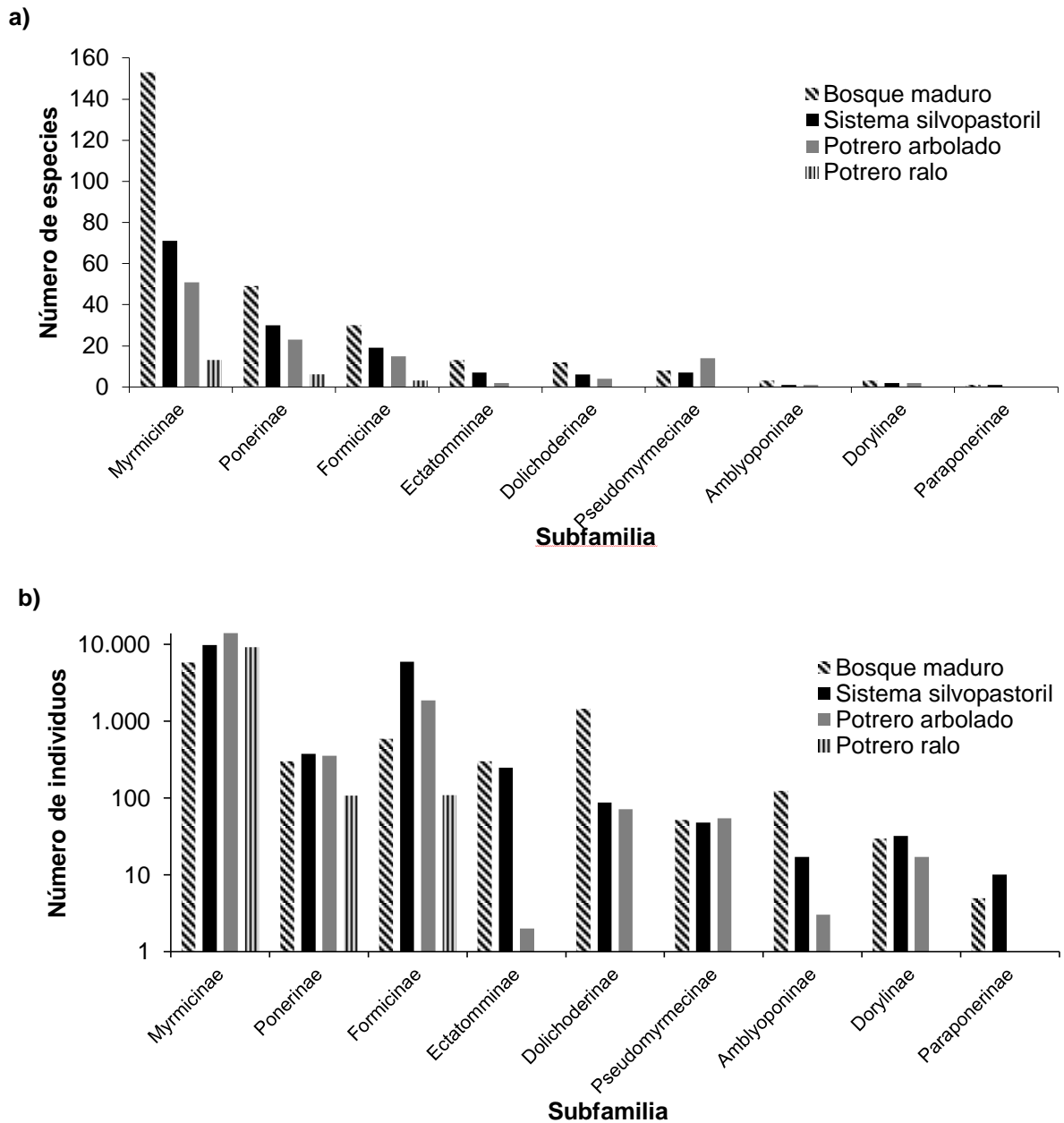
**Figura 5. a)** Riqueza de especies de hormigas por subfamilia (%); **b)** Número total de hormigas distribuidas por subfamilia (%).

### Diversidad y abundancia de hormigas por coberturas vegetales

La riqueza de hormigas en las diferentes coberturas estuvo representada mayormente por Myrmicinae, seguida de Ponerinae. Para bosque maduro, sistema silvopastoril y potrero arbolado, las subfamilias Dorylinae, Amblyoponinae y Paraponerinae registraron el menor porcentaje de la riqueza de especies. En potrero ralo, la subfamilia con menor riqueza fue para Formicinae (Figura 6a).

Según varios estudios, los monocultivos tienden a albergar una menor riqueza de especies de hormigas en comparación con otras coberturas donde hay una mayor complejidad de la vegetación (Rivera & Armbrecht, 2005; Arenas-Clavijo & Armbrecht, 2017). Así mismo, Rivera *et al.* (2013) encontraron que las pasturas sin arboles presentaban una menor riqueza de hormigas en contraste con los sistemas silvopastoriles y bosques secundarios. Esta situación fue similar a los resultados obtenidos, pues la diversidad de hormigas registrada aumentó en la medida que la cobertura vegetal fue mayor, es decir desde el potrero ralo hacia el bosque natural

(Tabla 1). Además, el bosque presentó la mayor riqueza de especies en casi todas las subfamilias reportadas, excepto en la subfamilia Pseudomyrmecinae la cual estuvo principalmente representada en el potrero arbolado.



**Figura 6. a)** Riqueza de especies de hormigas por subfamilia en las cuatro coberturas vegetales; **b)** Número de individuos de hormigas distribuidas por subfamilia en las cuatro coberturas vegetales.

La subfamilia Myrmicinae, además de ser la más rica en especies, también presentó una gran abundancia tanto en los agroecosistemas como en bosque (Figura 6b). Las hormigas mirmicinas presentan una gran variedad de hábitos encontrando especies arborícolas pertenecientes a *Cephalotes*, *Procryptocerus* y *Crematogaster*, también habitantes del suelo y hojarasca como *Basiceros*, *Ochetomyrmex*, *Strumigenys*, *Pheidole*, y además asociadas con plantas como, *Crematogaster* y *Camponotus*, y asociadas con hongos como *Atta* y *Cyphomyrmex* (Fernández, 2003), todo lo anterior explica la gran abundancia y riqueza de géneros registrados de esta subfamilia en las diferentes coberturas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Resumen de la diversidad de hormigas distribuidas por subfamilia, género y especie en las diferentes coberturas. Bosque maduro (BM), sistema silvopastoril (SSP), potrero arbolado (PA), potrero ralo (PR), especies (spp.), abundancias (abs.).

Subfamilias y géneros	BM		SSP		PA		PR		Especies totales	Abundancias en general
	spp.	abs.	spp.	abs.	spp.	abs.	spp.	abs.		
<b>Amblyoponinae</b>	3	125	1	17	1	3	0	0	3	145
<i>Prionopelta</i>	3	125	1	17	1	3	0	0	3	145
<b>Dolichoderinae</b>	12	1457	6	87	4	71	0	0	18	1615
<i>Azteca</i>	2	1035	0	0	0	0	0	0	2	1035
<i>Dolichoderus</i>	7	286	4	23	2	52	0	0	11	361
<i>Linepithema</i>	2	132	2	64	2	19	0	0	4	215
<i>Tapinoma</i>	1	4	0	0	0	0	0	0	1	4
<b>Dorylinae</b>	3	30	2	32	2	17	0	0	5	79
<i>Cerapachys</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Eciton</i>	1	15	0	0	0	0	0	0	1	15
<i>Labidus</i>	0	0	1	30	0	0	0	0	1	30
<i>Neivamyrmex</i>	1	14	1	2	2	17	0	0	2	33
<b>Ectatomminae</b>	13	305	7	249	2	2	0	0	14	556
<i>Ectatomma</i>	3	35	2	127	2	2	0	0	3	164
<i>Gnamptogenys</i>	9	267	5	122	0	0	0	0	10	389
<i>Thyphlomyrmex</i>	1	3	0	0	0	0	0	0	1	3
<b>Formicinae</b>	30	592	19	5940	15	1865	3	109	41	8506
<i>Acropyga</i>	4	76	1	1	1	1	0	0	5	78
<i>Brachymyrmex</i>	7	70	5	301	3	302	2	108	9	781
<i>Camponotus</i>	11	42	10	5094	8	1422	1	1	18	6559
<i>Gigantiops</i>	1	12	1	15	0	0	0	0	1	27
<i>Myrmelachista</i>	3	281	0	0	0	0	0	0	3	281
<i>Nylanderia</i>	4	111	2	529	3	140	0	0	5	780
<b>Myrmicinae</b>	153	5853	71	9816	51	13952	13	9317	205	38938
<i>Acanthognathus</i>	1	4	0	0	0	0	0	0	1	4
<i>Acromyrmex</i>	1	9	1	77	0	0	0	0	2	86
<i>Apterostigma</i>	9	40	1	5	1	2	0	0	9	47
<i>Atta</i>	1	36	1	5	1	166	0	0	1	207

Continuación de la tabla 1										
Subfamilias y géneros	BM		SSP		PA		PR		Total de especies	Total de individuos
	spp.	abs.	spp.	abs.	spp.	abs.	spp.	abs.		
<b>Myrmicinae</b>	153	5853	71	9816	51	13952	13	9317	205	38938
<i>Basiceros</i>	1	1	1	3	0	0	0	0	1	4
<i>Carebara</i>	2	99	4	255	3	543	0	0	4	897
<i>Cephalotes</i>	5	42	10	101	11	147	0	0	14	290
<i>Crematogaster</i>	8	1127	4	5160	2	1498	2	1676	11	9461
<i>Cyphomyrmex</i>	11	192	4	265	4	480	2	503	14	1440
<i>Hylomyrma</i>	1	4	0	0	0	0	0	0	1	4
<i>Lachnomyrmex</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Megalomyrmex</i>	4	655	2	6	0	0	0	0	5	661
<i>Mycocepurus</i>	3	11	1	29	0	0	0	0	3	40
<i>Mycetophylax</i>	4	14	0	0	0	0	0	0	4	14
<i>Myrmicocrypta</i>	5	10	1	8	0	0	0	0	5	18
<i>Nesomyrmex</i>	1	1	1	7	1	2	0	0	2	10
<i>Ochetomyrmex</i>	2	40	1	344	1	1	0	0	2	385
<i>Pheidole</i>	47	1534	13	1408	7	1225	2	3613	61	7780
<i>Procryptocerus</i>	1	5	0	0	0	0	0	0	1	5
<i>Rogeria</i>	2	5	2	30	1	6	0	0	3	41
<i>Sericomyrmex</i>	1	2	1	13	1	4	0	0	1	19
<i>Solenopsis</i>	25	1148	12	1510	9	7443	5	3515	36	13616
<i>Strumigenys</i>	7	102	5	154	4	118	0	0	10	374
<i>Trachymyrmex</i>	7	77	3	33	1	2	0	0	7	112
<i>Tranopelta</i>	1	1	1	86	0	0	0	0	1	87
<i>Wasmannia</i>	2	693	2	317	3	2314	2	10	4	3334
<i>Xenomyrmex</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
<b>Paraponerinae</b>	1	5	1	10	0	0	0	0	1	15
<i>Paraponera</i>	1	5	1	10	0	0	0	0	1	15
<b>Ponerinae</b>	49	302	30	376	23	354	6	108	68	1140
<i>Anochetus</i>	1	9	1	48	1	29	0	0	1	86
<i>Centromyrmex</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
<i>Hypoponera</i>	18	115	13	150	9	113	3	78	28	456
<i>Leptogenys</i>	1	1	1	2	0	0	0	0	2	3
<i>Mayaponera</i>	1	33	1	35	0	0	0	0	1	68
<i>Neoponera</i>	8	48	3	10	1	1	0	0	8	59
<i>Odontomachus</i>	14	42	5	37	6	151	1	5	18	235
<i>Pachycondyla</i>	3	41	3	83	3	55	2	25	3	204
<i>Platythyrea</i>	1	2	1	2	0	0	0	0	1	4
<i>Pseudoponera</i>	1	7	0	0	0	0	0	0	1	7
<i>Rasopone</i>	1	4	1	6	2	4	0	0	3	14
<i>Thaumatomyrmex</i>	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3
<b>Pseudomyrmecinae</b>	8	52	7	48	14	54	0	0	22	154
<i>Pseudomyrmex</i>	8	52	7	48	14	54	0	0	22	154
<b>Total de subfamilias, géneros, morfoespecies e individuos por coberturas y en general</b>										
<b>Coberturas</b>	<b>BM</b>		<b>SSP</b>		<b>PA</b>		<b>PR</b>		<b>Todas las coberturas</b>	
<b>Subfamilias</b>	9		9		8		3		9	
<b>Géneros</b>	55		45		33		10		59	
<b>Especies</b>	272		144		112		22		377	
<b>Total de individuos</b>	8.721		16.575		16.318		9.534		51.148	

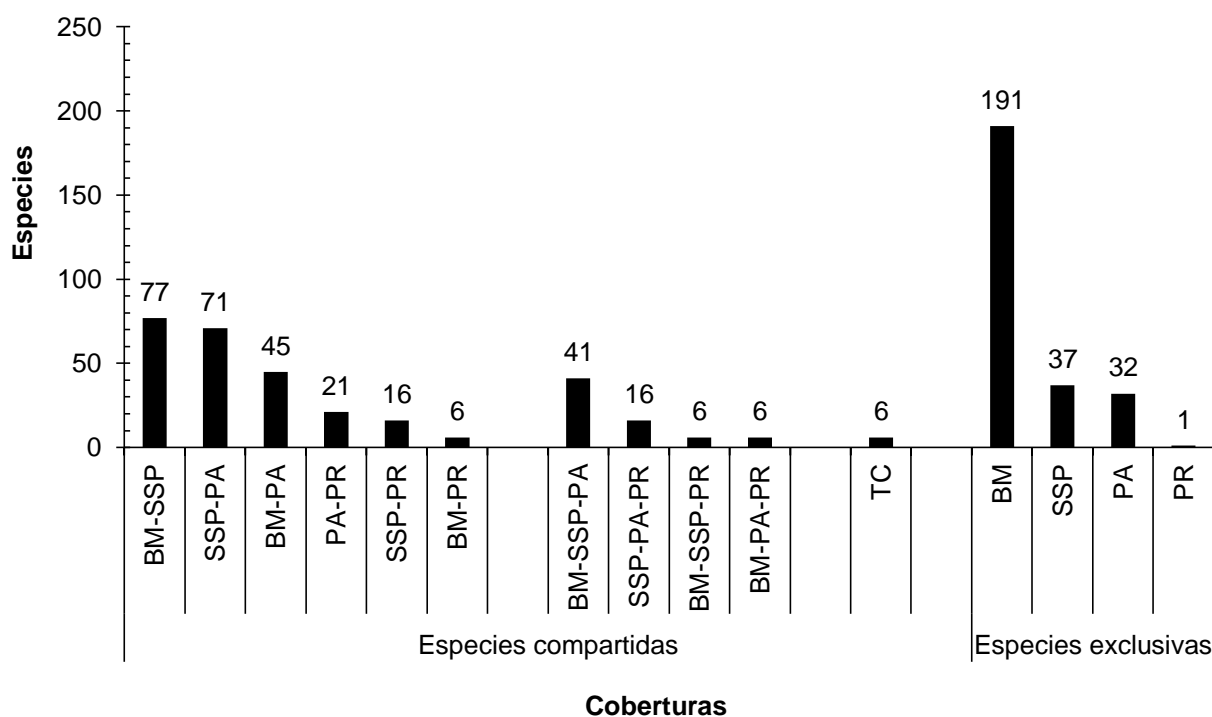
La abundancia de las subfamilias Myrmicinae, Formicinae y Ponerinae sobresalieron en las coberturas sistema silvopastoril y potrero arbolado a diferencia del resto de coberturas. En el sistema silvopastoril *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775), tuvo una gran influencia en la abundancia de la subfamilia Formicinae (Figura 6b), ya que de esta especie se registraron 5021 individuos, y una frecuencia de ocurrencia del 75,83% (Anexo 1). Además, *C. rufipes* tuvo un comportamiento particular, pues su abundancia cambio según el hábitat, siendo muy abundante en el sistema silvopastoril, seguido de potrero arbolado y por último en bosque. En el sistema silvopastoril, se observó que esta especie estaba asociada a *Guarea* cf. *guidonia* (L.) Sleumer, así como a una especie de guamo silvestre del género *Inga*. En el bosque la población de *C. rufipes* fue relativamente baja, posiblemente debido a que la estructura y complejidad de la vegetación y de la fauna asociada, genera un equilibrio entre las poblaciones. Al parecer esta especie tiende a ser abundante en áreas arboladas como el cerrado *sensu stricto* en Brasil, ya que de acuerdo con Gallego-Roper (2013), se registró una gran abundancia de *C. rufipes* en nidos de termitas de la especie *Cornitermes cumulans* en comparación de las áreas antropizadas de pastoreo para ganado, donde no registró individuos de esta especie.

Por otra parte, las subfamilias Ectatomminae, Dolichoderinae, Amblyoponinae, Dorylinae y Paraponerinae sobresalieron en el bosque y el sistema silvopastoril. En el bosque Dolichoderinae sobresalió debido a la gran cantidad de ejemplares de dos morfoespecies del género *Azteca* y a la especie *Dolichoderus attelaboides* (Fabricius, 1775).

### **Especies compartidas entre las cuatro coberturas: Bosque natural, sistemas silvopastoril, potrero arbolado y potrero ralo**

Las coberturas con presencia de árboles compartieron un mayor número de especies, es decir al comparar bosque, sistema silvopastoril y potrero arbolado se observa una mayor de riqueza de especies compartidas (Figura 7), en comparación del potrero ralo con las demás coberturas.

Al relacionar todas las coberturas se encontró que comparten seis especies (Figura 7), entre ellas se encontró *Pachycondyla crassinoda* (Latreille, 1802) y *Wasmannia aff. auropunctata* (Roger, 1863). De acuerdo con Sanabria-Blandón & Chacón de Ulloa (2011), *P. crassinoda* habita tanto en bosques como en agroecosistemas ganaderos tradicionales y sistemas silvopastoriles, lo que indica que esta especie tiene la capacidad de adaptarse a diferentes niveles de perturbación antrópica. Así mismo, Ramírez & Enríquez (2003), registraron a *W. auropunctata* en bosques y agroecosistemas ganaderos en el Valle del Cauca. Esta especie se caracteriza por ser oportunista e invasora y resulta ser abundante y dominante en sitios perturbados (Chifflet, 2016), lo que puede explicar la ocupación de esta especie en las diferentes coberturas muestreadas y que además la abundancia haya sido más representativa en potrero arbolado.



**Figura 7.** Especies compartidas y exclusivas en las coberturas. Bosque maduro (BM), sistema silvopastoril (SSP), potrero arbolado (PA), potrero ralo (PR), todas las coberturas (TC).

Se registraron 18 morfoespecies del género *Odontomachus*. La mayoría de especies de este grupo se encontraron en las coberturas arboladas. En el potrero ralo se registró únicamente la morfoespecie *Odontomachus* sp.1 (Anexo 2). Este género tiene distribución tropical y subtropical, pero algunas especies se pueden encontrar en zonas templadas o incluso en áreas semidesérticas (Brown, 1976). Las especies de *Odontomachus* son hormigas grandes, a menudo conspicuas, siendo principalmente depredadoras de artrópodos, generalmente cazan termitas, pero algunas especies tienen preferencia por los hemípteros (Brown, 1976). En su mayoría, anidan en el suelo, en la hojarasca o en troncos podridos, mientras que pocas especies viven en forma arbórea; y al igual que *Anochetus*, son conocidas como las "hormigas de mandíbulas trampa", llegando a abrir sus mandíbulas hasta 180°, las cuales la usan para cazar y también para saltar si se sienten perturbadas (Brown, 1976).

Las especies *Anochetus* cf. *diegensis* Forel, 1912; *Atta cephalotes* (Linnaeus, 1758); *Neivamyrmex* cf. *emersoni* (Wheeler, 1921), *Sericomyrmex* sp.1, se registraron en bosque, sistema silvopastoril y potrero arbolado (Anexo 2). *Anochetus* normalmente anidan en lugares estrechos, como en ramas podridas, debajo de la corteza, o en espacios pequeños en el suelo (Wilson, 1959; Brown, 1976, 1978; Lattke, 1986), algunos pueden anidar en termiteros (Wheeler, 1936; Dejean *et al.*, 1996, 1997) y otros son aparentemente arborícolas (Brown, 1976, 1978). También se ha descrito que al menos una especie de este género, en los trópicos americanos anida dentro de *Anthurium gracile* (Araceae), en las cavidades creadas por la planta entre sus raíces y en un engrosamiento de las mismas (Hölldobler & Wilson, 1990). Las colonias de *Anochetus* tienden a ser pequeñas, generalmente con menos de 100 individuos (Brown, 1978, 1976; Hölldobler & Wilson, 1990), aunque se ha encontrado que las colonias de *Anochetus faurei* pueden llegar a tener aproximadamente 400 individuos (Villet *et al.*, 1991). Al igual que *Odontomachus*, *Anochetus* usa sus mandíbulas trampa para atrapar presas de insectos (Brown, 1978), mientras las inmovilizan a base de agujonazos (Hölldobler & Wilson, 1990; Schatz *et al.*, 1999). Muchas de ellas prefieren emboscar sus presas que buscarlas activamente (Brown, 1978; Schatz *et al.*, 1999). También puede usar sus mandíbulas para rebotar lejos del peligro (Brown, 1978). Las



preferencias de presa de la mayoría de *Anochetus*. son desconocidos, aunque muchos parecen ser depredadores especializados de termitas como *A. traegordhi* (Schatz *et al.*, 1999). *A. cf. diegensis* es una especie que puede llegar a poblar zonas abiertas con pocos arbusto, como la llanura del Pacífico (Colombia) (Verchot *et al.*, 2003), donde también ha sido reportada, aunque es considerada localmente como especie rara, debido a su baja frecuencia de captura y escasos registros por localidad (Zabala *et al.*, 2008).

*A. cephalotes*, es una especie que puede llegar a habitar desde bosque hasta diferentes agroecosistemas. Se distribuye desde Santa Marta y el Parque Tayrona, Magdalena, hacia al sur hasta Leticia, Amazonas, llegando a encontrarse desde el nivel del mar hasta 2000 o 3000 msnm (Mackay & Mackay, 1986). Según Díaz *et al.* (2016), se considera que los grandes nidos de *Atta*, no solo modifican el contenido de nutrientes del suelo, sino también su estructura física, ilustrando el papel de estas hormigas como ingenieros del ecosistema. Se considera que la mineralización y nitrificación del suelo, está difundido por el mineral circundante a partir de la materia orgánica rica en nitrógeno enterrada por las hormigas en cámaras dentro del suelo profundo, siendo estos nutrientes importantes para el desarrollo de las plantas.

Se registraron dos especies del género *Neivamyrmex*. Aunque *N. cf. emersoni* (Wheeler, 1921) se encontró en el bosque, sistema silvopastoril y potrero arbolado, hubo una morfoespecie (*Neivamyrmex* sp.1), que solo se encontró en potrero arbolado (Anexo 2). En un estudio realizado en el municipio de Coripata-La Paz, Bolivia, encontraron que *N. emersoni* no habitaba los bosques, pero si tenía preferencia por las áreas de cultivo de cítricos, hortalizas y otros cultivos de la zona (Mamani-Mamani *et al.*, 2012). Esto sugiere que las hormigas del género *Neivamyrmex* pueden llegar a habitar diferentes ecosistemas, y que en los agroecosistemas ganaderos es posible también encontrarla en aquellos que tenga una interacción de pastos y árboles, como potreros arbolados y sistemas silvopastoriles. Las hormigas del género *Neivamyrmex* son hormigas nómadas y depredadoras (Topoff *et al.*, 1980; Topoff & Miranda, 1978), su comportamiento de alimentación y el reclutamiento masivo ocurre cuando emigran a nuevos nidos (Topoff *et al.*, 1980).

Del género *Sericomyrmex* solo se registró una especie. Estas hormigas presentan movimientos lentos, coloración opaca, y cuando son perturbadas reaccionan enroscándose como una bola, quedando inmóviles, lo que las hace difíciles de notar en el suelo del bosque (Ješovnik & Schultz, 2017). Anidan bajo tierra, realizando de una a varias cámaras subesférica o subelíptica conectadas por túneles estrechos (Urich, 1895; Forel, 1912; Weber, 1969, 1972; Sosa-Calvo *et al.*, 2015). Las entradas de los nidos de algunas especies pueden ser reconocidas por sus cráteres cilíndricos elevados que consisten en partículas de suelo excavadas, pero las de otras especies a menudo consisten en un simple agujero en el suelo (Urich, 1895; Forel, 1912; Wheeler, 1925). Recolectan material orgánico, en su mayoría hojas tiernas, musgo, hierba, frutas, semillas para sus jardines de hongos (Leal & Oliveira, 1998; Marianne *et al.*, 2000; De Fine Licht & Boomsma, 2010).

*Basiceros cf. conjugans* Brown, 1974 y *Platythyrea* sp.1 se encontraron en el bosque y sistema silvopastoril (Anexo 2). Estas dos especies fueron las únicas registradas de sus géneros. *Basiceros cf. conjugans* Brown, 1974, habita bosques conservados como lo reporta Tuza (2015), en dos entornos del Parque Nacional Podocarpus (PNP), páramo y bosque andino, y la reserva privada Copalinga, con formación vegetal predominante de bosque premontano. Sin embargo, esta especie puede llegar a habitar ecosistemas altamente perturbados, como en el sistema silvopastoril, pero cabe destacar que también se encontró en el bosque (Anexo 2), y en ambas coberturas solo fue capturada con el tamizado de hojarasca. *B. cf. conjugans* es una especie cazadora criptica y especialista (Silvestre *et al.*, 2003), teniendo preferencia por zonas que albergan un número de árboles considerable, ya que las hojas en el suelo le proveen el hábitat adecuado para poder confundirse con la coloración de las hojas secas y así cazar exitosamente.

Según Guerrero & Olivero (2007), en la Sierra Nevada de Santa Marta y sus estribaciones, reportan dos de las tres especies de *Platythyrea* presentes en Colombia. Es de considerar que este enclave montañoso así como algunas regiones del Caribe colombiano, y del piedemonte amazónico, guardan una fauna de hormigas importante para el inventario nacional de biodiversidad. Schmidt & Shattuck (2014), afirman que

*Platythyrea* es un género interesante desde el punto de vista ecológico y conductual, pues muchas especies son arbóreas, anidan en ramas huecas u otras cavidades preformadas en árboles vivos o caídos, y forrajean en troncos de árboles u otra vegetación; incluso algunas especies de *Platythyrea*, pueden llegar a presentar asociaciones comensales como el caso entre *P. conradti* y la mirmicina *Strumigenys maynei*, que anidan juntas en la misma rama. Al parecer las obreras de *Strumigenys* se alimentan de los desperdicios en el nido de *Platythyrea*, y las obreras de *Platythyrea* los alejan sin atacarlas, cuando intentan alimentarse de presas nuevas introducidas en el nido (Yéo *et al.*, 2006). Algunas especies como *P. conradti*, *P. lamellose* y *P. modesta* son depredadoras generalistas (Villet, 1990; Djéto-Lordon *et al.*, 2001a, 2001b; Molet & Peeters, 2006; Yéo *et al.*, 2006), sin embargo hay especies de *Platythyrea* que se especializan en cazar termitas (Arnold, 1915; Brown, 1975) y otras como *P. arnoldi* de escarabajos adultos (Arnold, 1915). También se ha registrado que *P. conradti* recolecta néctar en una parte de la superficie de su cuerpo donde el líquido se retiene debido a la tensión superficial (Dejean & Suzzoni, 1997).

*Gigantiops destructor* (Fabricius, 1804) tiene preferencia por zonas arboladas, pues se encontró en bosque y sistema silvopastoril (Anexo 2). Según Beugnon *et al.* (2001), esta especie presenta hábitos de anidamiento rudimentarios en cavidades preexistentes en el suelo, y ocasionalmente en los entrenudos huecos de árboles caídos de *Cecropia* en las selvas tropicales, o a lo largo de los bosques de ribera. Las obreras son forrajeras generalistas solitarias, recolectando néctar extra-floral de diferentes especies de plantas o cazando pequeños artrópodos que detectan visualmente antes de rastrearlos. Particularmente tienen habilidades de salto a la hora de cazar o huir y también la ausencia de reclutamiento cuando encuentran grandes fuentes de alimentos y una poca cooperación entre las forrajeras, incluso llegando a luchar por una presa entre compañeros del mismo nido (Beugnon *et al.*, 2001).

*Ectatomma tuberculatum* (Olivier, 1792) es una especie representativa de bosque seco y húmedo, sus registros van de México al noreste de Argentina y es frecuentemente reportada en los muestreos en bosques colombianos (Perez, 2009), en sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles y con menor frecuencia en cultivos

tradicionales como pastizales sin árboles o con árboles dispersos (Sanabria-Blandón & Chacón de Ulloa, 2011). Sin embargo, en este estudio *E. tuberculatum* se encontró sólo en bosque y sistema silvopastoril, siendo más frecuente en bosque (Anexo 2). Esta especie tiene asociaciones con algunas plantas, ya que de acuerdo con De Oliveira *et al.* (2015), al estudiar la ocupación de hormigas de los árboles de *Cecropia* en el suroeste de Bahía, Brasil, encontraron dos colonias de *E. tuberculatum* que anidan en los árboles de *Cecropia pachystachya*. Igualmente tiene una importancia considerable en el proceso de polinización, ya que según Sanz-Veiga *et al.* (2017) descubrió que *E. tuberculatum* es la hormiga que con mayor periodicidad visita los nectarios extraflorales de plantas de *Tocoyena formosa*.

También se registró *Ectatomma cf. lugens* Emery, 1894, la cual se encontró en bosque y potrero arbolado (Anexo 2), con una frecuencia de ocurrencia bastante baja, ya que solo hubo un representante en las coberturas mencionadas (Anexo 1). Al parecer esta especie tiene preferencia por zonas con una considerable arborización y diversidad de plantas, ya que según Sanabria-Blandón & Chacón de Ulloa (2011), la reportaron solo en sistemas agroforestales, donde se tenía una combinación de gramíneas para pastoreo, bancos de proteína, caucho, frutales amazónicos y árboles maderables nativos, en comparación de los pastizales tradicionales.

### **Especies exclusivas entre las cuatro coberturas: Bosque maduro, sistemas silvopastoril, potrero arbolado y potrero ralo**

En bosque se registró exclusivamente una morfoespecie del género *Acanthognathus* y dos del género *Azteca* con bajas frecuencia de ocurrencia (Anexo 1). De acuerdo con Lozano-Zambrano *et al.* (2009), las especies del género *Acanthognathus* son hormigas esencialmente cazadoras y con una preferencia de hábitat en la hojarasca. En cuanto a *Azteca*, tiene preferencia de hábitats arbóreos, y presenta fuertes asociaciones con especies arbóreas como *Cecropia mutisiana*, la cual proporciona alimento a través de los cuerpos mullerianos y a cambio la hormiga brinda protección, pues protege al árbol ferozmente cuando este es perturbado (Ramírez *et al.*, 2001).

*Cephalotes opacus* Santschi, 1920, se encontró exclusivamente en bosque (Anexo 2), coincidiendo en parte con Reyes-Puig & Ríos-Alvear (2015). Sin embargo, este autor la registró también en bordes de carreteras. Las especies de *Cephalotes* son usualmente arborícolas y planeadoras, con la habilidad de lanzarse y dirigir su caída hasta llegar a una rama, hoja o tronco cercano (Yanoviak *et al.*, 2011), razón por la cual, la diversidad de *Cephalotes* se restringe a zonas arboladas, encontrándose *Cephalotes* cf. *atratus* (Linnaeus, 1758) en sistema silvopastoril y en bosque; y *Cephalotes umbraculatus* (Fabricius, 1804) en potrero arbolado y sistema silvopastoril (Anexo 2).

*Dolichoderus attelaboides* Smith, F., 1858, *D. decollatus* Smith, F., 1858, *D. rugosus* (Smith, F., 1858), y *D. spinicollis* (Latreille, 1817) se encontraron exclusivamente en el bosque (Anexo 2). La primer especie ha sido reportada en el Parque Nacional Natural La Paya, Putumayo, y las tres últimas se han reportado en bosques y reservas naturales de resguardos indígenas en los departamentos de Amazonas y Putumayo (Ortiz & Fernández, 2011). *D. attelaboides* y *D. rugosus* en el municipio de Cacoal, Brasil, fueron reportadas exclusivamente en fragmentos de bosque que rodean la ciudad y no en zonas abiertas o áreas urbanas (Santos-Silva *et al.*, 2016), sugiriendo la preferencia por anidar en bosques altamente o medianamente conservados. *D. imitador* Emery, 1894 fue registrada en bosque y sistema silvopastoril. En general las hormigas *Dolichoderus* son habitantes de bosques húmedos entre el nivel del mar y zonas altas hasta los 2000 msnm (Hölldobler & Wilson, 1990). Según Shattuck & Marsden (2013), las obreras de *Dolichoderus* son diurnos y carroñeros generalistas, pero también cuidan áfidos y otros hemípteros para alimentarse de sus excreciones rica en azúcares, forrajean en el suelo o en árboles y vegetación baja, sus nidos están en el suelo generalmente debajo de rocas o en madera podrida.

En el bosque también se encontró una especie del género *Eciton*. Estas hormigas son conocidas como legionarias y reportadas en bosques primarios, siendo útiles como indicadores de ecosistemas conservados (Bustos, 1994). De acuerdo con Roberts *et al.* (2000), las hormigas legionarias como *Labidus coecus*, *Neivamyrmex punctaticeps*,

*Cheliomyrmex andicola* y *Eciton dulcium*, juegan un papel fundamental en el control de plagas, ya que son altamente sensibles a los cambios de uso del suelo.

Según Longino (2010), las especies de *Megalomyrmex* generalmente no son abundantes, sin embargo en este estudio *Megalomyrmex* cf. *leoninus* Forel, 1885, además de ser exclusiva en el bosque, fue la especie con la mayor frecuencia de ocurrencia (Anexo 1). *Megalomyrmex* es un género que está muy distribuido en el Neotrópico, desde el sur de México hasta el norte de Argentina; habita desde bosques húmedos a secos, de elevación baja a media. Algunas especies presentan grandes nidos difusos en el suelo como *Megalomyrmex modestus* o pequeños nidos en madera muerta como *Megalomyrmex drifti*. Otros son parásitos sociales especializados o depredadores de Attini como *Megalomyrmex adamsae*, *M. mondabora*, *M. symmetochus*, *M. wettereri* (Longino, 2010). De este género hubo especies exclusivas tanto para bosque como para el sistema silvopastoril y también compartidas por estas dos coberturas. En potrero arbolado y potrero ralo no se registraron especies de este género.

Especies del género *Prionopelta* estuvieron presentes en bosque, sistema silvopastoril y potrero arbolado (Anexo 2). Sin embargo se registró a *Prionopelta* sp.2 y *Prionopelta* sp.3 exclusivamente en el bosque. Las especies de *Prionopelta* generalmente producen colonias en el suelo mostrando características de vida subterránea (Brown, 1960), y según un estudio realizado por Wilson & Hölldobler (1986) sobre *Prionopelta amabilis*, las colonias pueden ser monoginas o poliginas, anidando en madera podrida en el suelo de áreas boscosas; la dieta consta de muchos artrópodos del suelo, teniendo preferencia por dipluros de la familia Campodeidae, pequeños ciempiés y pupas de escarabajo. Particularmente las obreras muestran un comportamiento de "arrastre de pies", lo cual les permite dispersar una feromona de rastro producida por una glándula presente en el basitarso posterior (Hölldobler *et al.*, 1992).

*Procryptocerus* sp.1 y *Pseudoponera* cf. *cognata* (Emery, 1896), fueron las únicas especies que representaron estos géneros y además se registraron exclusivamente en bosque (Anexo 2). Aunque *Procryptocerus* sp.1 se encontró exclusivamente en bosque,

se sabe que especies del género pueden llegar a habitar una amplia variedad de ecosistemas en diferentes grados de perturbación, pues han sido reportadas en el neotrópico en reservas de bosque seco tropical (Aldana *et al.*, 1995; Ramírez & Enríquez, 2003), en sitios alterados de bosques tropicales lluviosos (Gutiérrez-Martínez, 2014), en sistema silvopastoril con *Leucaena* (Ramírez & Enríquez, 2003) e incluso se han registrado en pasturas extensivas (Luna, 2005). También se han encontrado en cafetales con y sin sombra (Mera *et al.*, 2010), y se han observado ejemplares de la especie *Procryptocerus hylaeus* Kempf, 1951, visitando nectarios extraflorales (Sinisterra *et al.*, 2016). En particular estas hormigas anidan en los árboles en el dosel de las selvas tropicales y a menudo se recolectan forrajeando en la vegetación baja, siendo por lo general no abundantes ni dominantes (Baccaro *et al.*, 2015; Longino & Snelling, 2002).

Según Mackay & Mackay (2010), *P. cognata* tiene preferencia por los bosques tropicales lluviosos y bosques maduros, además ubican sus nidos en tocones y corteza de troncos podridos, a menudo cerca de claros en los bordes.

*Nesomyrmex* es un género que se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales del viejo y nuevo mundo (Kempf, 1959). Su biología no está bien estudiada, pero se sabe que la mayoría de especies prefieren hábitats áridos, aunque unas pocas viven en bosques tropicales y generalmente pueden anidar tanto en el suelo, como lo hacen la mayoría de las especies sudafricanas, o en árboles (Mbanyana & Robertson, 2008), a menudo en cavidades preexistentes (García *et al.*, 2013).

De este género se capturaron dos especies; *Nesomyrmex pleuriticus* (Kempf, 1959) y *Nesomyrmex* sp.2. *N. pleuriticus* se registró exclusivamente en bosque (Anexo 2) y se capturó mediante colecta manual. *Nesomyrmex* sp.2 se registró en sistema silvopastoril y en potrero arbolado (Anexo 1), capturándose mediante colecta manual y tamizado de hojarasca. Sin embargo, *N. pleuriticus* también se ha capturado en el dosel del bosque, usando la técnica de nebulización (Chacón de Ulloa *et al.*, 2014).

Especies de *Nesomyrmex* se han encontrado en Brasil en fragmentos de bosque, capturadas a través del método de colecta pitfall (Castilho, 2013; Leal, 2017). En Colombia, especies de este género también se han registrado en bosque, entre ellas

*N. pleuriticus*, las cuales se capturaron mediante colecta manual (Chacón de Ulloa *et al.*, 2012), y particularmente se han encontrado especies de *Nesomyrmex* en pastizales arbolados asociadas a semillas de leguminosas como *Pseudosamanea guachapele* (Kunth.) y *Leucaena leucocaphala* (Lam.) (Camacho, 2017).

Cabe resaltar que en estos estudios, incluyendo el presente trabajo, se colectaron entre una y tres morfoespecies, registrándose una baja abundancia, lo que alude que las especies de este género en esas regiones son poco dominantes tanto en ecosistemas naturales y sistemas agroforestales. Según Longino (2011), muchas de las especies arbóreas del género *Nesomyrmex* son “forrajeras” solitarias, no son agresivas y forman sus nidos en cavidades de sus plantas hospedadoras.

Las especies del género *Leptogenys* también presentaron preferencia por ocupar zonas con una alta abundancia y diversidad de especies vegetales. De este género se registró dos morfoespecies. *Leptogenys* sp.1 solo se registró en el sistema silvopastoril y *Leptogenys* sp.2 solo en bosque (Anexo 2), presentando en ambas coberturas una baja frecuencia de ocurrencia (Anexo 1).

Así mismo, especies de éste género se han registrado en sistemas silvopastoril en el piedemonte amazónico en Colombia (Sanabria-Blandón & Chacón de Ulloa, 2011) y en fragmentos de bosques secundarios, intervenidos por actividades antrópicas y rodeados por una matriz compuesta por pastizales y cultivos agrícolas (Fontalvo-Rodríguez & Domínguez-Haydar, 2009). Dentro de la subfamilia Ponerinae, *Leptogenys* es el género de hormigas más diverso y está extendido en todas las regiones tropicales y subtropicales (Bolton, 2017), también está ampliamente distribuida en todos los tipos de hábitats forestales (Rakotonirina & Fisher, 2014), como en bosques y sistema silvopastoril del piedemonte amazónico.

La mayoría de especies de *Leptogenys* anidan en madera podrida en el suelo, generalmente dentro de cavidades o debajo de la corteza de troncos o ramas grandes, y también algunas especies pueden anidar en espacios entre la madera y el suelo o entre las rocas y el suelo, e incluso directamente en el suelo como lo hace *Leptogenys famelica* Emery, 1896 (Lattke, 2011; Rakotonirina & Fisher, 2014). Sin embargo, hay unas pocas especies que pueden anidar en bromelias y orquídeas epífitas de bosques



inundados (Dejean & Olmsted, 1997). Además de los hábitos ya mencionados, la preferencia por habitar áreas arborizadas se debe en gran parte a que las especies de *Leptogenys* son depredadoras que forrajean principalmente en el suelo del bosque o agroecosistemas provistos de hojarasca y raramente sobre la vegetación viva, y la mayoría de estas hormigas se han especializado en cazar isópodos de la superfamilia Oniscoidea que es frecuente encontrarlos entre la hojarasca (Dejean, 1997; Dejean & Evraerts, 1997). Hay algunas especies que pueden adaptarse a áreas altamente perturbadas como por ejemplo *Leptogenys maxillosa* (Smith, F., 1858), la cual se ha encontrado anidando en grietas y fisuras de edificios en áreas urbanas de Brasil (Freitas, 1995).

*Thaumatomyrmex* cf. *atrox* Weber, 1939, se registró solamente en el sistema silvopastoril (Anexo 2), capturada mediante tamizado de hojarasca. De acuerdo con Delabie *et al.* (2000), este género es cazador exclusivo de miriápodos. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que esta especie se encuentre en las otras dos coberturas arboladas de estudio, ya que en sistema silvopastoril solo se encontraron tres individuos, teniendo una frecuencia de ocurrencia muy baja (Anexo 1).

*Neoponera* es un género que solo se encuentra en el neotrópico, distribuida desde el sur de Texas y el norte de México hasta el norte de Argentina y el sur de Brasil (Mackay & Mackay, 2010). Especies de éste género estuvieron presentes en las coberturas arboladas, y se encontraron con mayor diversidad y frecuencia de ocurrencia en bosque, seguido del sistema silvopastoril y por último potrero arbolado (Anexo 2; Anexo 1). *Neoponera inversa* (Smith, f., 1858), *N. commutata* (Emery, 1890) y *N. cooki* (Mackay, W.P. y Mackay, E.E., 2010), se registraron exclusivamente en bosque. *N. obscuricornis* (Emery, 1890) y *N. verenae* (Forel, 1922) estuvieron presentes en bosque maduro y sistema silvopastoril, por otra parte *Neoponera apicalis* (Latreille, 1802) se registró en estas tres coberturas (Anexo 2). Estas especies han sido reportadas en varios estudios (Fernández & Schneider, 1989; Santos-Silva *et al.*, 2016; Chagas, 2018; Focas-Leite *et al.*, 2018; Vicente *et al.*, 2018), algunas han tenido preferencia por los bosques no tan perturbados y otras por agroecosistemas arbolados con plantas nativas.

Varias especies de las mencionadas como por ejemplo *N. apicalis*, puede llegar a habitar ecosistemas conservados hasta ecosistemas altamente antropizados.

*N. commutata*, *N. verenae* y *N. apicalis*, han sido reportadas en fragmentos de bosque inmersos en una matriz de pastos en la selva amazónica brasileña (Vicente *et al.*, 2018), igualmente en Brasil, *N. commutata*, *N. verenae* y *N. obscuricornis* se han encontrado en fragmentos de bosque que rodean zonas urbanas en el municipio de Cacoal, estado de Rondônia, con diferencias en tamaño, tipos de matrices y grados de conservación (Santos-Silva *et al.*, 2016). *N. veranae* se ha encontrado en el sotobosque de un remanente de bosque en el sur de la amazonia brasileña (Focas-Leite *et al.*, 2018). Según Chagas (2018), *N. veranae* también ha sido reportada en áreas de pasturas en sistemas con diferentes grados de intensidad de pastoreo, desde los sistemas de pastoreo intensivos hasta los de ganadería extensiva. Particularmente en Colombia *N. commutata*, *N. obscuricornis* y *N. apicalis*, han sido reportadas en sistemas conservados, específicamente en la reserva Nacional Natural La Macarena (Fernández & Schneider, 1989).

*N. apicalis* es la más tolerante a las perturbaciones antrópicas, ya que se encuentra desde bosques relativamente conservados hasta potreros arbolados. En Brasil, según Benedetti (2017), se ha reportado desde fragmentos de bosques hasta sistemas agrícolas establecidos con más de 15 años. De acuerdo con Santos *et al.* (2017), también ha sido reportada en áreas forestales, parques urbanos aislados y no aislados del bosque. En Colombia ha sido reportada en la planicie pacífica colombiana (Baena, 1993), y en fragmento de bosque maduro inter-andino, en el Municipio Yondó, Antioquia (Achury & Suarez, 2017).

Varias especies de *Neoponera*, como por ejemplo *N. apicalis*, *N. obscuricornis* y *N. veranae*, pertenecientes al complejo de especies *apicalis*, tienen hábitos epigeos, estableciendo sus nidos y forrajeando principalmente en el suelo (Wild, 2005). Sin embargo la mayoría son arborícolas como *N. villosa* y *N. inversa*, que anidan en ramas muertas, entrenudos de tallo, entre epífitas o en otros microhábitats adecuados en árboles, y se alimentan principalmente de forma arbórea (Lucas *et al.*, 2002; Wild, 2002).

En general las especies de este género son depredadoras generalistas, alimentándose principalmente de artrópodos, sin embargo hay especies que son considerados depredadores especialistas como *N. commutata*, *N. laevigata* y *N. marginata* las cuales se especializan en cazar termitas, teniendo preferencia de presas de acuerdo a su tamaño corporal, ya que *N. commutata*, siendo más grande que las otras dos especies, se alimenta exclusivamente de las termitas grandes del género *Syntermes* mientras que *N. laevigata* y *N. marginata* tienden a alimentarse de termitas de tamaño más pequeño (Wheeler, 1936; Mill, 1984). Muchas de las *Neoponera* arbóreas también se alimentan de nectarios extraflorales y cuerpos mullerianos (Dejean & Corbara, 1990).

En algunos casos, las relaciones entre las especies de *Neoponeras* arbóreas y sus árboles hospederos parecen ser mutualistas, ya que estas hormigas defienden efectivamente el árbol de los herbívoros, y a cambio pueden establecer nidos en sus ramas y aprovechar los nectarios extraflorales y cuerpos mullerianos (Davidson & Fisher, 1991; Dejean & Corbara, 1990, 1998; Yu & Davidson, 1997).

*Camponotus heathi* Mann, 1916, *Centromyrmex* cf. *brachycola* Roger 1861, *Dolichoderus* cf. *lutosus* (Smith, F., 1858), *Wasmannia* cf. *rochai* Forel, 1912, fueron especies exclusivas en el potrero arbolado (Anexo 2).

Del género *Camponotus* se registraron 18 especies, particularmente *C. heathi* ha sido reportada en bosques en la amazonia Peruana (Tobin, 1997). Esta especie habita el dosel de árboles en el neotrópico (Yanoviak *et al.*, 2005), llegando a habitar desde bosques conservados hasta agroecosistemas ganaderos, como se pudo apreciar en este estudio. Las especies del género *Camponotus* comprenden un grupo ecológico diverso distribuido en casi todas las regiones del mundo, realizan sus nidos en la base o copas de los árboles, muchas son conocidas como "hormigas madereras" o "carpinteras", porque fabrican sus nidos en la madera, excavando galerías a medida que crece la colonia (Klotz *et al.*, 1999), incluso algunas especies son consideradas hormigas tejedoras, ya que usan sus larvas para construir nidos de seda juntando las hojas de árboles (Grez *et al.*, 1986). También anidan en el suelo realizando nidos hipogeos o epigeos, algunas como *Camponotus punctulatus* hacen montículos en

suelos de zonas bajas e inundables con alto contenido limo-arcilloso, o en zonas perturbadas como consecuencia de las actividades agrícolas (Folgarait & Farji-Brener, 2005). En general se consideran omnívoras, alimentándose de una gran diversidad de artrópodos (Fernández, 2002; Grez *et al.*, 1986) y también de nectarios extraflorales (Sinisterra *et al.*, 2016).

Al igual que en este estudio, en Brasil Chagas (2018), reportó a *C. brachycola* en pastizales arbolados. Sin embargo, esta especie también se ha reportado en el interior y en el borde de fragmentos de bosque brasileño (Castilho, 2013; Gutiérrez, 2016), y en fragmentos de bosque con predominio de una fisionomía de Bosque ombrófilo abierto (Silva, 2016), el cual es considerado una zona de transición entre la selva amazónica y las áreas extra-amazónicas (IBGE, 2012). Además, en Colombia *C. brachycola* también se ha registrado en sistemas agroforestales (Sanabria-Blandón & Chacón de Ulloa, 2011). Esto indica que esta especie puede habitar desde bosques perturbados hasta agroecosistemas ganaderos. Al igual que en los trabajos mencionados, *C. brachycola* presentó una abundancia y frecuencia de ocurrencia muy baja (Anexo 1), siendo capturada en la mayoría de los casos a través del método de colecta Pitfall o el método de extracción de monolitos de TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) (Lavelle, 1988; Anderson & Ingram, 1993).

La especies del género *Centromyrmex* están adaptadas a un estilo de vida hipogeo y fosorial, permitiéndoles moverse con una mayor facilidad en los termiteros, capas superiores del suelo, debajo de la hojarasca o en troncos podridos (Weber, 1964, 1949; Bolton & Fisher, 2008; Schmidt & Shattuck, 2014). Aparte de anidar en el suelo de forma hipogea, muchas especies pueden llegar a anidar dentro de los termiteros en una amplia gama de especies de termitas, las cuales son el alimento en las que se han especializado en cazar (Dejean & Féron, 1999; Schmidt & Shattuck, 2014).

Por último, en potrero ralo *Crematogaster* sp.10 fue la única especie exclusiva, además presentó una de las abundancias y frecuencia de ocurrencia más altas (Anexo 1).

Las hormigas *Crematogaster* son cosmopolitas, alcanzando su mayor diversidad y abundancia en las regiones tropicales y subtropicales, encontrándose generalmente en

bosques, aunque también se encuentran en diferentes sistemas agrícolas. Los individuos de este género son omnívoros y de hábitos generalistas, ya que la mayoría de las especies tropicales anidan en forma arbórea, desempeñando con frecuencia un papel dominante, agresivo y territorial dentro de la fauna de hormigas locales (Longino, 2003), sin embargo varias especies pueden anidar en hojas y pequeños troncos depositados en el suelo e incluso unas pocas anidan bajo el suelo (Hosoishi *et al.*, 2010). Además, según Sinisterra *et al.* (2016), especies de hormigas de los géneros *Crematogaster* y *Camponotus* sirven como potenciales agentes polinizadores o de control biológico para insectos considerados plaga.

La conservación de especies arbustivas en la implementación de pastos parece haber favorecido que muchas especies de hormigas se encuentren de forma exclusiva en el sistema silvopastoril y el potrero arbolado, y particularmente en los bosques que aún se conservan (Figura 7, Anexo 2).

Evidentemente la composición de hormigas está siendo afectada por la implementación de pastizales, siendo mayor el efecto negativo en potrero ralo. Sin embargo, los agroecosistema ganaderos, como los potreros arbolados y sistemas silvopastoriles están contribuyendo en la mantención de la diversidad de hormigas, además de ofrecer otros servicios ecosistémicos como por ejemplo la retención del recurso hídrico.

### **Caracterización arbustiva**

Entre el sistema silvopastoril, el potrero arbolado y el potrero ralo se colectaron un total de 70 especies de plantas, distribuidas entre árboles, arbustos, palmas, guadas, pastos, bromelias terrestres y especímenes conocidos en la región como matapalo o trepadoras (Tabla 2 y 3).

**Tabla 2.** Descripción de la riqueza y abundancia de algunos grupos de plantas vasculares dentro y fuera de los transectos.

Plantas	Bosque maduro	Sistema silvopastoril	Potrero arbolado	Potrero ralo
<b>Número de especies observadas dentro de los transectos</b>				
Árboles/arbustos	Más de 50	31	25	0
Lianas y enredaderas epífitas	10-20	05-10	2	0
Palmas	5	2	0	0
Guaduas	0	0	1	0
Bromelias y orquídeas epífitas	Más de 20	15-20	10-15	0
Pastos	No se observó	1	10	1
<b>Abundancia</b>				
Árboles, arbustos, palmas y guaduas dentro de los transectos.	231	128	100	0
Árboles, arbustos, palmas y guaduas fuera de los transectos, en una hectárea.	Más de 1000	225	8	0
Total de árboles, arbustos, palmas y guaduas dentro y fuera de los transectos, en una hectárea.	Más de 1231	353	108	0
Total de especies/morfoespecies colectadas dentro de los transectos en el sistema silvopastoril, potrero arbolado y potrero ralo.	<b>Arboles/arbustos: 54; Palmas: 2; Guaduas: 1; Lianas o enredaderas epífitas: 2; Bromelias terrestres: 1; Pastos: 10</b>			

En general, no se pudo identificar la mayoría de plantas muestreadas hasta el nivel especie o género, e incluso algunas ni siquiera hasta familia; ya que para una buena identificación taxonómica es necesario que las plantas se encuentren en floración o tengan su respectivo fruto (Plitt, 2006). Además esta zona ha sido poco explorada en la parte botánica lo que limita aún más una buena identificación. Sin embargo se pudo identificar algunas de las plantas que en las fechas de muestreo estaban en floración o con fruto y también aquellas plantas comunes.

Durante la observación cualitativa, se determinó que la diversidad y abundancia de árboles, arbustos, palmas, guaduas, bromelias, orquídeas, lianas y enredaderas epífitas fue mayor en el bosque, disminuyendo su riqueza en el sistema silvopastoril, seguido del potrero arbolado y por último el potrero ralo. La composición florística y la complejidad de la estructura de la vegetación estuvo estrechamente relacionada con la

riqueza de especies de hormigas, a mayor complejidad y riqueza de plantas se registró una mayor riqueza de hormigas.

Se encontró que el sistema silvopastoril presentó una mayor riqueza de especies arbustivas en comparación con el potrero arbolado, lo que parece estar contribuyendo en la composición de hormigas. Lo cual está acorde con Chagas (2018), quien sugiere que la estructura de la vegetación y una mayor densidad de árboles en los pastizales posibilita la creación de nuevos hábitats y microclimas, consecuentemente mayor riqueza, abundancia y una composición distinta de hormigas.

En el potrero arbolado se encontró *Ficus cf paraensis* (Miq.) Miq. (Moraceae). Este género tiene una gran influencia sobre la biodiversidad, siendo uno de los géneros de plantas más relevantes por su riqueza de especies, así como por las interacciones que sostiene con sus avispas polinizadoras y un amplio espectro de frugívoros (Ibarra-Manriquez *et al.*, 2012). Según Muñoz *et al.* (2003), especies del género *Ficus* se usan como leña, y de acuerdo con los criterios de los ganaderos es considerado como arbusto de “sombra fresca”, pues producen un ambiente fresco bajo la copa, a diferencia de aquellas especies consideradas como “sombras malas”, pues no dejan crecer vegetación bajo el dosel o que pueden ser tóxicas para el ganado o el ser humano.

En el Sistema silvopastoril se registró *Bactris gasipaes* Kunth conocida como palma de chontaduro, la cual en la región se utiliza su fruto para el consumo humano y su “tronco” como madera para posteadura, a esta especie se encontró asociada la hormiga *Camponotus* sp.10 anidando en el estípite de la palma.

También se encontraron 5 morfoespecies de la familia Melastomataceae. Se ha observado que algunas especies de esta familia, están asociadas con hormigas del género *Azteca*, *Solenopsis*, *Crematogaster* e incluso con especies de *Wasmannia* (Forero & Ahumada, 1997). Igualmente dentro de las Melastomatáceas, se registraron varias especies del género *Miconia* (Tabla 3) las cuales prestan servicios ecosistémicos, ya que de acuerdo con Uribe *et al.* (2011), afirman que especies del género *Miconia* atrae fauna, como mamíferos, reptiles, igualmente sirviéndoles de

perchas a muchas aves. Además según Ramírez & Mendoza (2006), la madera de *Miconia* es utilizada en aserrío, como combustible y para la construcción.

En el sistema silvopastoril y potrero arbolado se registró la especie *G. cf. guidonia*, conocida en la región con el nombre de “bilibil o bilibili”, especie maderable empleada como cerca viva; así como a una especie de guamo silvestre del género *Inga*, empleado como sombrío y usada para leña (Tabla 3). En este trabajo se observó que *C. rufipes* y algunas especies del género *Crematogaster* (*Crematogaster* sp.1, *Crematogaster* sp.4 y *Crematogaster* sp.11) están asociadas a estas especies arbóreas.

Especies del género *Inga* presentan asociaciones simbiótica con microorganismos fijadores de nitrógeno del suelo (Ferrari & Wall, 2004; Simón & Pire, 2017) y también pueden formar simbiosis con hongos micorrícicos, permitiéndoles una fijación del nitrógeno atmosférico y mejorar la absorción de agua y la asimilación de nutrientes del suelo (Ferrari & Wall, 2004). Se han encontrado algunas hormigas asociadas a nectarios extraflorales de plantas del género *Inga* (Fernández, 1991; Sinisterra *et al.*, 2016). Igualmente se han encontrado mamíferos como *Aotus lemurinus* I. Geoffroy, 1843 consumiendo néctar y como posible polinizador de las flores de *Inga edulis* Mart. (Marín-Gómez, 2019), y también se ha observado aves insectívoras visitando a *I. edulis* en sistemas ganaderos y en cafetales (Marín-Gómez, 2007). Además existen registros que especies del género *Inga* utilizadas como sombrío en los cultivos de café, favorecen la biodiversidad de hormigas, las cuales a su vez prestan un servicio ecosistémico como agentes de control biológico de la broca del café (Gallego-Roperro *et al.*, 2009).

En cuanto a los tipos de pastos, *Brachiaria decumbens* Stapf conocido en la zona como “pasto dallis” se encontró en las tres coberturas ganaderas, pues este tipo de pasto fue implementado por los dueños de las fincas para la producción bovina. La mayor diversidad de pastos dentro del potrero arbolado pudo haber influido en la diversidad de hormigas, aun así esta cobertura tuvo una riqueza de especies menor en comparación con el sistema silvopastoril, donde se encontró principalmente pasto *B. decumbens* Stapf. Sin embargo Velásquez *et al.* (2012), plantean que la diversidad y el



tipo cobertura vegetal que se implemente en los sistemas ganaderos, puede influir en las densidades de macrofauna, por tanto la leguminosa herbácea *Arachis pintoi* KRAPOV & W.C. GREG 1994, promueve la densidad tanto de lombrices y hormigas; mientras que por otro lado la especie *Brachiaria brizantha* (A.Rich.) Stapf 1919, tiene un impacto negativo en las densidades de hormigas.

**Tabla 3.** Familias y especies/morfoespecies de plantas colectadas e identificadas en las coberturas ganaderas. Sistema silvopastoril (SSP), potrero arbolado (PA), potrero ralo (PR).

Familia y especie/morfoespecie	Nombre común	SSP	PA	PR
<b>Arecaceae</b>				
<i>Bactris gasipaes</i> KUNTH	Palma de chontaduro	✓	0	0
Morfoespecie 50	Chonta ralladora	✓	0	0
<b>Bignoniaceae</b>				
Morfoespecie 57		✓	0	0
<b>Bromeliaceae</b>				
Morfoespecie 26	Guasca o cabuya	0	✓	0
<b>Clusiaceae</b>				
Morfoespecie 3		0	✓	0
Morfoespecie 23		0	✓	0
Morfoespecie 24		0	✓	0
<b>Cyperaceae</b>				
<i>Cyperus cf. aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Pasto	0	✓	0
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz.	Pasto	0	✓	0
<i>Cyperus miliifolius</i> Poepp. & Kunth	Pasto	0	✓	0
<b>Cyperaceae</b>				
<i>Scleria gaertneri</i> Raddi	Pasto	0	✓	0
<b>Euphorbiaceae</b>				
<i>Alchornea</i> sp.		0	✓	0
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.		0	✓	0
Morfoespecie 4		0	✓	0
<b>Fabaceae</b>				
<i>Inga</i> sp.	Guamo de monte o guamo silvestre	✓	✓	0
<i>Mimosa</i> sp.	Huaranguillo o huarango	✓	✓	0
<i>Senna macrophylla</i> (Kunth) H.S.Irwin & Barneby	Cachimbo	✓	0	0
Morfoespecie 29		0	✓	0
<b>Loranthaceae</b>				
<i>Phthirusa pyrifolia</i> (Kunth) Eichler	Lianas o enredaderas epífitas	0	✓	0
<b>Malvaceae</b>				
<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao doméstico	✓	0	0
<b>Melastomataceae</b>				
<i>Miconia</i> sp. 1		0	✓	0
<i>Miconia</i> sp. 2		0	✓	0
<i>Miconia</i> sp. 3		0	✓	0
<i>Miconia</i> sp. 4		✓	0	0
Morfoespecie 14		0	✓	0
<b>Meliaceae</b>				
<i>Guarea cf. guidonia</i> (L.) Sleumer	Bilibil o bilibili	✓	✓	0

Continuación de la Tabla 3				
Familia y especie/morfoespecie	Nombre común	SSP	PA	PR
<b>Moraceae</b>				
<i>Ficus cf paraensis</i> (Miq.) Miq.	Arbusto matapalo	0	✓	0
<b>Piperaceae</b>				
<i>Piper</i> sp.		✓	0	0
<b>Poaceae</b>				
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.Beauv.	Pasto	0	✓	0
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Pasto dallis	✓	✓	✓
<i>Guadua</i> sp.	Guadua	0	✓	0
<i>Homolepis aturensis</i> (Kunth) Chase	Pasto	0	✓	0
<i>Panicum pilosum</i> Sw.	Pasto	0	✓	0
Morfoespecie 66	Pasto	0	✓	0
Morfoespecie 67	Pasto	0	✓	0
<b>Rubiaceae</b>				
<i>Citrus</i> sp.	Limon lima	✓	0	0
<i>Palicourea lasiantha</i> K.Krause		0	✓	0
<i>Pentagonia macrophylla</i> Benth.		0	✓	0
<b>Salicaceae</b>				
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		✓	0	0
<b>Santalaceae</b>				
<i>Phoradendron</i> sp.	Lianas o enredaderas epífitas	0	✓	0
<b>Sapindaceae</b>				
<i>Cupania</i> sp.		✓	0	0
<b>Silicaceae</b>				
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i> Poepp.		0	✓	0
<b>Urticaceae</b>				
Morfoespecie 27	Uvo de monte	0	✓	0
<b>Arboles/arbustos no identificados</b>				
Morfoespecie 5		✓	0	0
Morfoespecie 9		0	✓	0
Morfoespecie 17		0	✓	0
Morfoespecie 20		0	✓	0
Morfoespecie 21	Nacedero	✓	✓	0
Morfoespecie 22		✓	0	0
Morfoespecie 25		✓	✓	0
Morfoespecie 28	Cedrillo o cedro	0	✓	0
Morfoespecie 30		0	✓	0
Morfoespecie 31	Chotillo	✓	0	0
Morfoespecie 32		✓	0	0
Morfoespecie 33	Tierra amarillo	✓	0	0
Morfoespecie 34		✓	0	0
Morfoespecie 35	Guayabilla	✓	0	0
Morfoespecie 36		✓	0	0
Morfoespecie 37		✓	0	0
Morfoespecie 38	Granadillo	✓	0	0
Morfoespecie 39	Caucho	✓	0	0
Morfoespecie 40	Nacedero	✓	0	0
Morfoespecie 44		✓	0	0
Morfoespecie 46	Guacicaspi o gomo	✓	0	0
Morfoespecie 51		✓	0	0
Morfoespecie 52		✓	0	0
Morfoespecie 53		✓	0	0
Morfoespecie 54		✓	0	0
Morfoespecie 56	Marfil	✓	0	0

En potrero ralo, arbolado y sistema silvopastoril, el manejo de los pastos fue similar, pues controlaban la proliferación del “monte” (“vegetación no deseada”), macheteando o guadañando y en algunos casos fumigando con productos herbicidas como “Amina” y “Crosser”, aproximadamente cada seis meses, y no hacían uso de abono, ni fertilizantes para los pastos. El potrero arbolado y potrero ralo estaba constituido por un cercado de 3 hectáreas aproximadamente. La rotación del ganado la hacen cada tres meses, dejando forrajear entre 20 y 30 cabezas de ganado durante 15 días. Mientras que en el sistema pastoril en un cercado de 1 hectárea aproximadamente, la rotación del ganado lo hacían aproximadamente cada dos meses, con una capacidad de carga entre 10 y 12 cabezas de ganado, dejándolos forrajear durante ocho días.

Por consiguiente la diversidad de hormigas no se vio tan afectada por el tipo de manejo de los pastizales, ya que según los dueños de las fincas hacen uso de herbicidas en muy pocas ocasiones, prefiriendo cortar las “malezas”.

Por último cabe destacar que muchos estudios están de acuerdo con la implementación de sistemas silvopastoriles porque permiten una mejor prestación de servicios ecosistémicos, y además recomiendan la siembra de árboles nativos en cultivos extensivos como los pastizales y cafetales (Chará *et al.*, 2011; Mora, 2014; Peri *et al.*, 2005; Trujillo, 2009), pues la interacción entre árboles nativos y cultivos agrícolas, permite un mejor aprovechamiento y reciclaje de los minerales y nutrientes del suelo (Zuluaga *et al.*, 2011).

Además, acorde con Botero & De La Ossa (2011), se demuestra la importancia de los modelos pecuarios, como los potreros arbolados y principalmente los sistemas silvopastoriles en la conservación faunística tanto de hormigas, como de avifauna, mastofauna y herpetofauna, al convertirse en refugio de varias especies silvestres, y al mismo tiempo manteniendo la productividad existente sin alterar el ambiente sustancialmente.

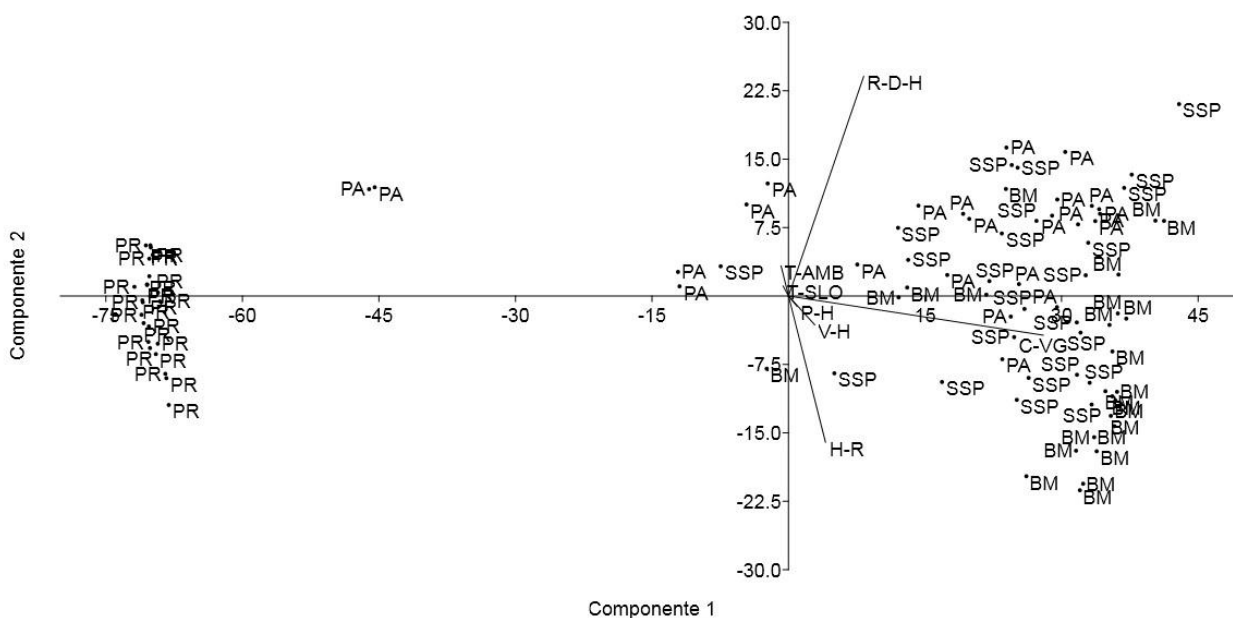
## **Variables ambientales**

Con las seis variables ambientales y la riqueza de especies, se realizó un análisis de componentes principales (ACP), el cual arrojó ocho componentes. Sin embargo, el primer componente principal explicó el mayor porcentaje de varianza (91.67%), y sugiere una relación positiva entre la riqueza de hormigas y la cobertura vegetal, el volumen y profundidad de la hojarasca, y la humedad relativa (Anexo 3). Lo anterior quiere decir que a mayor cobertura vegetal, el valor de las variables mencionadas también aumentaría y por lo tanto la riqueza de hormigas estaría siendo beneficiada, ya que un incremento en la cobertura vegetal provee una mayor disponibilidad de hojarasca, ramas en el suelo, y cambios en el microclima, ofreciendo microhábitats para el anidamiento y el forrajeo de las hormigas.

Además, según Ramírez *et al.* (2001) “La hojarasca y las partículas de polvo que se acumulan entre las grandes hojas de *Anthurium caucavallense*, *Furcrea* sp., *Gustavia speciosa* y *Clavija* sp., forman un sustrato utilizado para el anidamiento por hormigas como *Wasmannia auropunctata*, *Linephitema dispertitum*, *Brachymyrmex heeri* y *Pachycondyla carinulata*, y como refugio o sitio de búsqueda de alimento por *Pachycondyla constricta*, *Cyphomyrmex rimosus*, *Crematogaster evallans*, *C. carbonescens* y *C. curvispinosa*”. Igualmente hormigas del género *Crematogaster* se han visto forrajeando sobre la hojarasca y varias especies de *Brachymyrmex* (como *B. heeri*) anidando. Así mismo en este estudio, especies del género *Crematogaster* y *Cyphomyrmex* se encontraron anidando en hojarasca depositada en el suelo en potrero arbolado y sistema silvopastoril.

Para el componente uno, los valores de la temperatura ambiental (-0.028) y del suelo (-0.020) fueron negativos dando así una relación inversamente proporcional con las demás variables, es decir a mayor cobertura vegetal la temperatura bajaría, y a menor cobertura vegetal la temperatura aumentaría (Anexo 3). Esto va acorde con Gallego-Ropero & Salguero Rivera (2015), donde manifiestan que una mayor cobertura vegetal permite retener mayor cantidad de vapor de agua (humedad relativa) en el ambiente, lo cual se ve reflejado en una disminución de la temperatura ambiental.

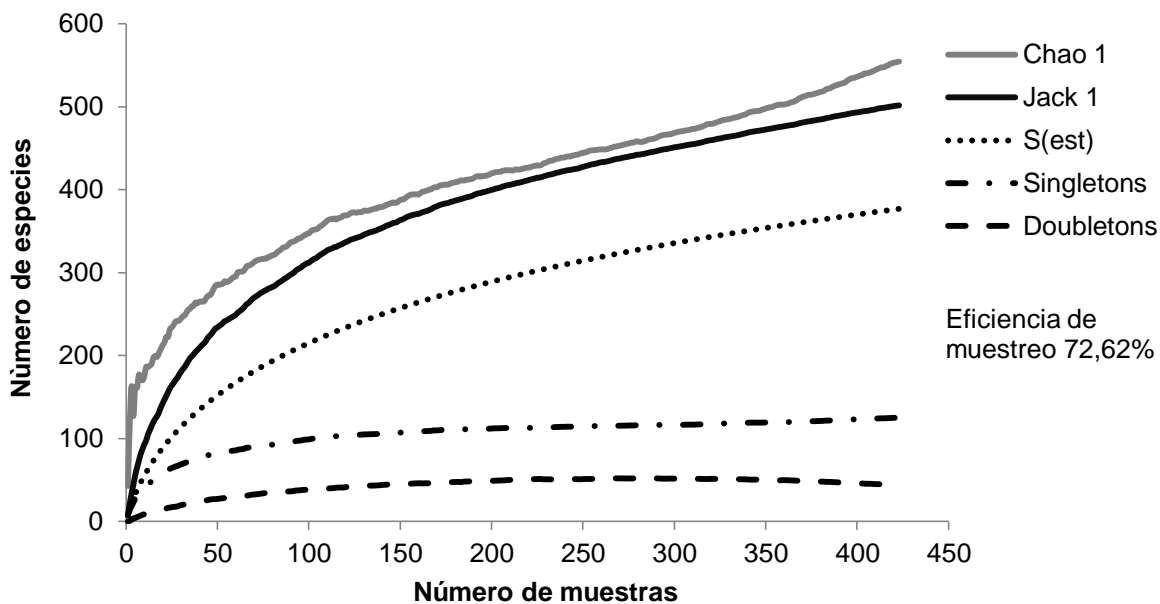
Al graficar las coordenadas dadas por los componentes uno y dos, se puede observar que las zonas con una cobertura vegetal arbórea como el potrero arbolado, sistema silvopastoril y el bosque tienden a agruparse, mientras que el potrero ralo se ubica en un extremo diferente, lo cual se debe principalmente a una diferencia de los valores de las variables en comparación con los otros sitios de estudio (Figura 8). Sin embargo, tres estaciones del potrero arbolado estuvieron alejadas de las coberturas arbóreas (Figura 8), lo cual va acorde con los valores registrados de las variables, donde hubo una baja cobertura vegetal, volumen de hojarasca, profundidad de hojarasca, riqueza de hormigas y humedad relativa, y una mayor temperatura ambiental y del suelo. Estas tres estaciones tenían una gran semejanza con los valores registrados en el potrero ralo.



**Figura 8.** Análisis de componentes principales de las variables ambientales y riqueza de especies de hormigas en las cuatro coberturas de estudio. Bosque maduro (BM), sistema silvopastoril (SSP), potrero arbolado (PA), potrero ralo (PR), riqueza de la diversidad de hormigas (R-D-H), cobertura vegetal (C-VG), humedad relativa (H-R), volumen de la hojarasca (V-H), profundidad de la hojarasca (P-H), temperatura ambiental (T-AMB), temperatura del suelo (T-SLO).

## Índices ecológicos

De acuerdo con los estimadores de riqueza Chao1 y Jack1, la eficiencia de muestreo para las diferentes coberturas estuvo entre el 63,7% y el 76,4%, lo cual indica un buen esfuerzo de muestreo, siendo de 72,62% de forma general. En bosque la eficiencia de muestreo fue de 63,77% (Figura 9; Tabla 4), sugiriendo que al continuar muestreando se podrían llegar a encontrar unas 100 especies más. En el caso de los singletons y doubletons, especies que solo cuentan con uno o dos individuos, se encontraron un alto número. Hay que tener en cuenta que el área del bosque es bastante extensa y con una compleja estructura de la vegetación. Por ejemplo, es importante resaltar la diversidad del dosel, según Chacón de Ulloa *et al.* (2014), la fauna de hormigas presentes en el dosel es considerable, de acuerdo con su estudio en la Isla Gorgona, el 13% de las especies colectadas fueron registradas por primera vez para la Isla.



**Figura 9.** Curva de acumulación de especies total.

De acuerdo con el índice de equidad de Pielou, en las diferentes coberturas las especies se encontraron relativamente bien distribuidas, siendo mejor en bosque (Tabla

4). Así mismo, el índice de dominancia reflejó que solo en potrero ralo, alguna de las especies fue relativamente dominante, seguida del sistema silvopastoril. Por ejemplo en potrero ralo *Pheidole* sp.1 y *Solenopsis* sp.3 fueron algunas de las especies con mayor frecuencia de ocurrencia; mientras que en sistema silvopastoril *Crematogaster* sp.1 representó la mayor frecuencia de ocurrencia con un valor del 99,17% (Anexo 1).

Según el índice de diversidad de Shannon, el bosque hospeda una alta riqueza de especies de hormigas, seguido del potrero arbolado y el sistema silvopastoril, siendo una diversidad alta para estas coberturas comparada con el potrero ralo (Tabla 4). La riqueza verdadera de Jost también apoya que los agroecosistemas ganaderos con presencia de árboles utilizados como sombra o cercas vivas, tienen mayor riqueza de hormigas que los pastizales convencionales (Tabla 4).

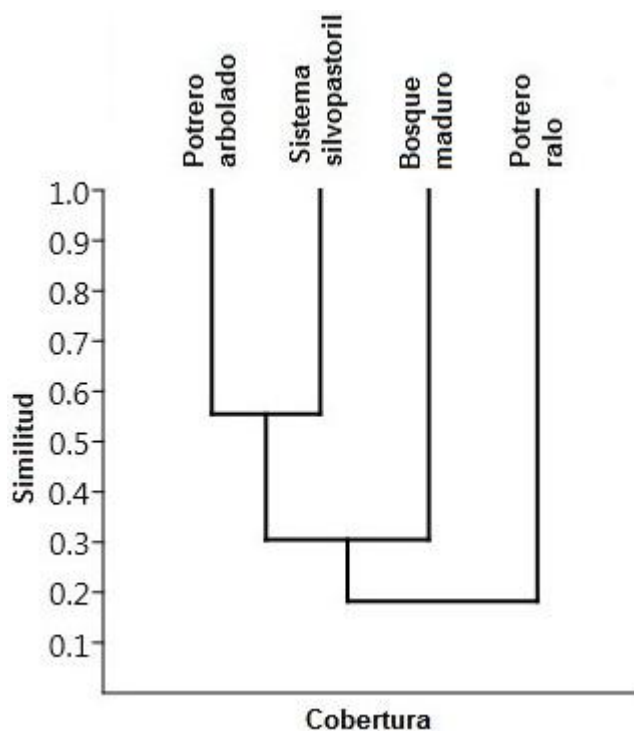
**Tabla 4.** Índices calculados en las diferentes coberturas de estudio.

Índices y estimadores	Bosque maduro	Sistema silvopastoril	Potrero arbolado	Potrero ralo
<b>Riqueza</b>	272	144	112	22
<b>Abundancia</b>	8721	16575	16318	9534
<b>Dominancia (D)</b>	0,03	0,19	0,09	0,24
<b>Diversidad Shannon</b>	4,12	2,56	2,75	1,63
<b>Equidad de Pielou</b>	0,73	0,51	0,58	0,53
<b>Riqueza verdadera Jost</b>	61,37	12,90	15,58	5,08
<b>Estimadores de riqueza</b>	<b>Chao1</b>	410,99	190,18	166,33
	<b>Jack1</b>	443,26	186,64	154,63
<b>Eficiencia de muestreo</b>	63,77%	76,44%	69,88%	70,21%

Al comparar la riqueza de especies de hormigas entre las coberturas, se encontró diferencias significativas (Kruskall-Wallis  $H= 255,5$ ;  $H_c= 367,5$ ;  $p = 2,418E-79$ ), corroborando que hay un efecto en la diversidad de hormigas al alterar los ecosistemas naturales, siendo este efecto más negativo en los monocultivos de pastos que los agroecosistemas arbolados, como los sistemas silvopastoriles.

Según el índice de Bray Curtis hubo una gran similitud en la composición de especies entre el potrero arbolado y sistema silvopastoril, lo cual pudo deberse a que estas coberturas comparten ciertas especies arbóreas, tales como *Mimosa* sp.1, conocida en la región como huaranguillo (*Mimosa* sp.); *Inga* sp. y *G. cf. guidonia*, entre

otras, que pueden estar influenciado la composición de hormigas (Figura 10; Tabla 3). La similitud del bosque con sistema silvopastoril y potrero arbolado fue relativamente baja. Esto se debe a que el bosque aún conserva gran diversidad de especies nativas, su complejidad estructural ofrece diferentes hábitats y microhábitats para albergar la biodiversidad faunística. Sin embargo, la arborización está contribuyendo a que las coberturas vegetales con plantas leñosas tengan una mayor similitud en composición de hormigas a comparación con el potrero ralo. Se observó que el potrero ralo presentó la menor similitud con las demás coberturas. Lo cual está relacionado al establecimiento de pasturas desprovistas de árboles, los cuales son muy importantes como hábitat para la construcción de nidos, forrajeo de las hormigas (Fernández, 2003; Ramírez *et al.*, 2010), y la producción de materia orgánica como hojarasca que sirve como sitio de anidamiento y forrajeo (Figura 10). De igual manera, Abadía *et al.* (2010) registró una baja similitud (disimilitud entre el 88% y 89%) de la riqueza de hormigas entre los pastizales y bosques en Caldas, Colombia, atribuyendo la importancia de los árboles en los pastizales tradicionales.



**Figura 10.** Índice de similitud de Bray Curtis.



Por último, se hizo un análisis de los métodos de muestreo teniendo en cuenta las especies de hormigas registradas en todas las coberturas y se concluyó que el método con mayor éxito para muestrear hormigas es la colecta manual (248 spp.), seguida del tamizado de hojarasca procesado en saco mini-Winkler (204 spp), pitfall (178 spp.), cebo epigeo (62 spp.) y por último cebo arbóreo (34 spp.). Cabe notar que el cebo epigeo capturó el mayor número de individuos (12153), seguido de colecta manual (9715) y cebo arbóreo (9019).

Sin embargo es importante aclarar que los diferentes métodos de colecta son complementarios (Agosti *et al.*, 2000; Villareal *et al.*, 2004), y de ser posible incluir otros métodos como por ejemplo muestrear el subsuelo a partir de la cavación de monolitos (Ramírez *et al.*, 2012). Pues según, Silva & Silvestre (2004), hay diferencias significativas en la comunidad estructural entre la fauna de hormigas de la superficie y las hormigas subterráneas, siendo esta última un componente importante de la riqueza de especies de hormigas de los suelos tropicales y que muy pocas veces es tenida en cuenta. Otro método de muestreo a destacar es la colecta directa en plantas con el apoyo de una red de golpeo, que permite atrapar los insectos que están sujetos a las plantas, debido a que algunos insectos (incluyendo las hormigas) tienen la conducta de dejarse caer cuando se encuentran en peligro (Luna, 2005), o también seleccionar árboles y realizar la técnica de ascenso por cuerda simple (Gasca & Higuera, 2010), ya que esto permite capturar una mayor riqueza de especies e incluso especies únicas que difícilmente podrían capturarse al limitar el uso de distintos métodos de colecta.

## **8. Conclusiones**

La diversidad de hormigas fue afectada por la manera en que se implementan las pasturas para ganadería, su riqueza disminuye en la medida que disminuye la cobertura vegetal natural. Esta conclusión está apoyada en que la riqueza de especies exclusivas fue significativamente mayor en el bosque, seguido del sistema silvopastoril, potrero arbolado y por último potrero ralo.

*Crematogaster* sp.10 fue la única especie exclusiva para el potrero ralo, además presentó una de las abundancias y frecuencia de ocurrencia más altas, sugiriendo que podría ser útil como indicador de sistemas altamente perturbados.

La frecuencia de *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775) en los sistemas ganaderos arbolados, sugiere que podría usarse como indicador de agroecosistemas sostenibles, siendo más evidente en el sistema silvopastoril, influenciado por la composición arbustiva.

*Megalomyrmex* cf. *leoninus* Forel, 1885, se registró exclusivamente en bosque, y presentó la mayor frecuencia de ocurrencia, sugiriendo que sería útil como indicador de bosques conservados.

La diversidad y abundancia arbustiva en el paisaje estudiado está influenciando la composición de hormigas, ya que ofrece variedad de recursos para albergar una alta diversidad de especies. Además la vegetación leñosa permite el establecimiento de plantas epifitas que pueden estar estrechamente asociadas a hormigas de los géneros *Pseudomyrmex*, *Camponotus* y *Crematogaster*.

La práctica de implementar sistemas silvopastoriles conservando especies arbóreas nativas de cada región, permite la manutención de gran parte de la diversidad de la fauna existente, antes de su establecimiento, y por ende una mejor prestación de servicios ecosistémicos en comparación con los sistemas de ganadería intensiva donde solo se implementan potreros ralos.

Los resultados obtenidos permiten sugerir a los campesinos de la zona de estudio, la implementación de sistemas de potreros arbolados y preferiblemente sistemas silvopastoriles porque albergan una importante diversidad de hormigas, las cuales cumplen diferentes funciones, y además estos agroecosistemas ofrecen servicios ecosistémicos como una mayor fijación de nutrientes y hábitat para la fauna silvestre, igualmente una mejor producción ganadera, aumentando la calidad de la leche y la carne bovina.

## 9. Recomendaciones

Se recomienda incluir el uso de otras técnicas de muestreos de hormigas, para la diversidad del dosel y las hormigas hipogeas para así acercarse al total de la riqueza de hormigas que pueden llegar albergar estos lugares.

Se recomienda que en las coberturas muestreadas también se hagan estudios de la biodiversidad de otros grupos de organismos, como aves, reptiles, mamíferos en incluso otros insectos, para así poder conocer el comportamiento de su diversidad y abundancia, teniendo en cuenta que en la zona la mayoría de estos grupos han sido poco estudiados.

Dada la alta diversidad de hormigas y los diferentes complejos de especies encontrados aún no identificados, se sugiere realizar estudios de Barcode que permitan complementar los análisis.

Evaluar el potencial de especies de la flora nativa que puedan ser empleadas como alimentación complementaria para el ganado.

## 10. Bibliografía

- Abadía, J. C., Bermúdez, C., Lozano-Zambrano, F. H., & Chacón, P. (2010). Hormigas cazadoras en un paisaje subandino de Colombia: riqueza, composición y especies indicadoras. *Revista Colombiana De Entomología*, 36(1), 127–134.
- Achury, R., & Suarez, A. V. (2017). Richness and composition of ground-dwelling ants in tropical rainforest and surrounding landscapes in the Colombian inter-andean valley. *Neotropical Entomology*, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0565-4>
- Agosti, D., Majer, J. D., Alonso, L. E., Schultz, T. R., Majer, D. J., Alonso, E. L., & Schultz, R. T. (2000). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Ants: standard ...* (1st ed.). Washington D. C., Estados Unidos: Smithsonian Institution. <https://doi.org/10.1148/radiol.2332031110>
- Aldana, R. C., Baena, M. L., & Chacón De Ulloa, P. (1995). Introducción de la hormiga loca (*Paratrechina fulva*) a la reserva natural Laguna de Sonso (Valle del Cauca, Colombia). *Boletín Del Museo de Entomología de La Universidad Del Valle*, 3(1), 15–28.

- Anderson, J. M., & Ingram, J. S. I. (1993). *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods* (2nd ed.). Oxon: C.A.B International. <https://doi.org/10.2307/2261129>
- Andrade Correa, M. G. (2011). Estado Del Conocimiento De La Biodiversidad En Colombia Y Sus Amenazas. Consideraciones Para Fortalecer La Interacción Ciencia-Política. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(137), 491–507.
- Andrade, G. I. (2004). Selvas sin Ley. Conflicto, drogas y globalización de la deforestación de Colombia. *Colombia. Guerra Sociedad y Medio Ambiente*, 107–174. Retrieved from <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/01993/05.pdf>
- Focas-Leite, J. A., Vicente, R. E., & de Oliveira, L. C. (2018). Forest understory ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblage in a Meridional Amazonian landscape, Brazil. *Caldasia*, 40(1), 192–194.
- APASPE. (2011). Pastoreo convencional y sistemas silvopastoriles. APASPE. Retrieved from <http://apaspelosasientos.blogspot.com/2011/11/pastoreo-tradicional-y-sistemas.html>
- Arenas-Clavijo, A., & Armbrrecht, I. (2017). Gremios y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en tres usos del suelo de un paisaje cafetero del Cauca-Colombia. *Biología Tropical*, 66(1), 48–57.
- Armenteras, D., Rudas, G., Rodriguez, N., Sua, S., & Romero, M. (2006). Patterns and causes of deforestation in the Colombian Amazon. *Ecological Indicators*, 6(2), 353–368. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2005.03.014>
- Arnold, G. (1915). A monograph of the Formicidae of South Africa. Part I. Ponerinae; Dorylinae. *Annals of the South African Museum*, 14, 1–159. <https://doi.org/10.1186/1750-1172-8-11>
- Baccaro, F. B., Feitosa, R. M., Fernandez, F., Fernandes, I. O., Izzo, T. J., de Souza, J. L. P., & Solar, R. (2015). *Guia para os gêneros de formigas do Brasil* (1st ed.). Manaus-AM, Brasil: Editora Inpa. <https://doi.org/10.5281/zenodo.32912>
- Baena, M. L. (1993). Hormigas cazadoras del género *Pachycondyla* (Hymenoptera: Ponerinae) de la isla Gorgona y la planicie pacifica colombiana. *Boletín Del Museo de Entomología de La Universidad Del Valle*, 1(1), 13–21.
- Barrera, X., Constántino, E., Espinosa, J. C., Hernández M., O. L., Naranjo, L. G., Niño, I., ... Yépes, F. (2007). *Escenarios de conservación en el piedemonte Andino- Amazónico de Colombia*. (L. G. Naranjo, O. L. Hernández, A. F. Trujillo, W. W. F.

- Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, & U. de P. N. N. de Colombia, Eds.), *Geografía del piedemonte andino-amazónico* (1st ed.). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20.500.11761/33651>
- Benedetti, J. F. D. A. (2017). *Diversidade de mirmecofauna (Hymenoptera, formicidae) e sua potencialidade para o monitoramento de áreas guiadas pela agricultura sintrópica*. Universidade Federal De Sao Carlos.
- Betancur, J., Sarmiento, H., Toro-González, L., & Valencia, J. (2015). *Plan para el estudio y la conservación de las orquídeas en Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (1st ed.). Bogotá D.C., Colombia. Retrieved from <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/2080-plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-61>
- Beugnon, G., Chagné, P., & Dejean, A. (2001). Colony structure and foraging behavior in the tropical formicine ant, *Gigantiops destructor*. *Insectes Sociaux*, 48(4), 347–351. <https://doi.org/10.1007/PL00001788>
- Bolton, B. (2017). *Leptogenys*. *AnCat*. Retrieved from <http://antcat.org/catalog/430087>
- Bolton, B., & Fisher, B. L. (2008). Afrotropical ants of the ponerine genera *Centromyrmex* Mayr, *Promyopias* Santschi gen. rev. and *Feroponera* gen. n., with a revised key to genera of African Ponerinae (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa*, (1929), 1–37. <https://doi.org/http://www.mapress.com/zootaxa/>
- Botero, L., & De La Ossa, J. (2011). Fauna silvestre asociada a ganado vacuno doble propósito en sistema de silvopastoreo, Pinto, Magdalena, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 16(3), 2733–2741.
- Brown, W. L. (1960). Contributions toward a reclassification of the Formicidae. III. Tribe Amblyponini (Hymenoptera). *Museum of Comparative Zoolgy at Harvard College*, 122(4), 145–224.
- Brown, W. L. (1975). Contributions toward a reclassification of the Formicidae. V. Ponerinae, tribes Platythyreini, Cerapachyini, Cylindromyrmecini, Acanthostichini, and Aenictogitini. *Search Agriculture*, 5(1), 1–115. Retrieved from <papers://5ad192e1-39fa-4ac6-a9e7-61ea4bf4b48e/Paper/p1121>
- Brown, W. L. (1976). Contributions toward a reclassification of the Formicidae. Part VI. Ponerinae, tribe Ponerini, subtribe Odontomachiti. Section A. Introduction, subtribal characters. Genus *Odontomachus*. *Studia Entomologica*, 19, 67–171.

- Brown, W. L. (1978). Contributions toward a reclassification of the Formicidae. Part VI. Ponerinae, tribe Ponerini, subtribe Odontomachiti. Section B. Genus *Anochetus* and bibliography. *Studia Entomologica*, 20, 549–638.
- Buitrago-Guillen, M. E., Ospina-Daza, L. A., & Narváez-Solarte, W. (2018). Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 22(1), 31–42. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.2>
- Bustos, J. (1994). Contribucion Al Conocimiento De La Fauna De Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) Del Occidente Del Departamento De Nariño (Colombia). *Boletín Del Museo de Entomología de La Universidad Del Valle*, 2(1–2), 19–30. Retrieved from <http://entomologia.univalle.edu.co/boletin/Bustos.pdf>
- Camacho, M. (2017). *¿Hospedero o altitud?: Análisis ecológico de redes de artrópodos asociados a semillas de leguminosas en un bosque seco tropical colombiano*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Carabias, J., Meave, J. A., Valverde, T., & Cano-Santana, Z. (2009). *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI* (1st ed.). México: Pearson Educación.
- Carbonell, K. J., Lattke, J., & P., E. P. (1993). *El mundo de las hormigas*. (U. S. B. Venezuela., Ed.) (1st ed.). Caracas, Venezuela: Equinoccio Ediciones.
- Carbonell, K. J., Lattke, J., & P., E. P. (2004). *El mundo de las hormigas* (2nd ed.). Caracas, Venezuela: Equinoccio Ediciones.
- Castilho, G. A. (2013). *Estrutura da fauna de formigas epígeas em fragmentos de Floresta Atlântica Semidecidual com diferentes tamanhos*. Universidade Estadual Paulista.
- Cepal y Patrimonio Natural. (2013). *Amazonia posible y sostenible*. (M. Giraldo, Ed.) (1st ed.). Bogotá: Cepal y Patrimonio Natural.
- Chacón de Ulloa, P., Osorio-García, A. M., Achury, R., & Bermúdez-Rivas, C. (2012). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Bosque seco Tropical (Bs-T) de la cuenca alta del río Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13(2), 165–181.
- Chacón de Ulloa, P., Valdés-Rodríguez, S., Hurtado-Giraldo, A., & Pimienta, M. C. (2014). Hormigas arbóreas del Parque Nacional Natural Gorgona (Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 62(Suppl. 1), 277–287. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44932442020>
- Chagas, L. de F. (2018). *Estrutura da Comunidade de Formigas (Hymenoptera:*

- Formicidae*) em pastagens com diferentes tipos de manejos. Universidade Federal de Uberlândia.
- Chará, J., Murgueitio, E., Zuluaga, A., & Giraldo, C. (2011). Ganadería Colombiana Sostenible. *Mainstreaming Biodiversity in Sustainable Cattle Ranching*. Fundación CIPAV., 158.
- Chifflet, L. (2016). *Estudios ecológicos y genéticos de la hormiga invasora Wasmannia auropunctata en Argentina , el límite sur de su distribución nativa*. Biblioteca Digital FACNED-UBA.
- Clavero, T., & Suárez, J. (2006). Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. *Pastos y Forrajes*, 29(3), 1–6. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5799-1-2>
- Crespo, G. (2008). Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4), 329–335.
- Davidson, D. W., & Fisher, B. L. (1991). Symbiosis of ants with *Cecropia* as a function of light regime. In *Ant- Plant Interactions* (1st ed., pp. 289–309). Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- de Castro Solar, R. R., Barlow, J., Andersen, A. N., Schoereder, J. H., Berenguer, E., Ferreira, J. N., & Gardner, T. A. (2016). Biodiversity consequences of land-use change and forest disturbance in the Amazon: A multi-scale assessment using ant communities. *Biological Conservation*, 197, 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.03.005>
- De Fine Licht, H. H., & Boomsma, J. J. (2010). Forage collection, substrate preparation, and diet composition in fungus-growing ants. *Ecological Entomology*, 35, 259–269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2010.01193.x>
- De Oliveira, G. V., Corrêa, M. M., Góes, I. M. A., Machado, A. F. P., De Sá-Neto, R. J., & Delabie, J. H. C. (2015). Interactions between *Cecropia* (Urticaceae) and ants (Hymenoptera: Formicidae) along a longitudinal east-west transect in the Brazilian Northeast. *Annales de La Société Entomologique de France*, 51(2), 153–160. <https://doi.org/10.1080/00379271.2015.1061231>
- Alcaldía de Piamonte, (2015). Información general de Piamonte. Retrieved from [http://www.piamonte-cauca.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.piamonte-cauca.gov.co/informacion_general.shtml)
- Dejean, A. (1997). Distribution of colonies and prey specialization in the ponerine ant genus *Leptogenys* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 29(3), 292–300.

- Dejean, A., Bolton, B., & Durand, J. L. (1997). *Cubitermes subarquatus* termitaries as shelters for soil fauna in african rainforests. *Journal of Natural History*, 31(8), 1289–1302. <https://doi.org/10.1080/00222939700770711>
- Dejean, A., & Corbara, B. (1990). Predatory behavior of a neotropical arboricolous ant: *Pachycondyla villosa* (Formicidae: Ponerinae). *Sociobiology (USA)*, 17, 271–286.
- Dejean, A., & Corbara, B. (1998). Study of different foraging paths of the predatory neotropical ponerine ant *Pachycondyla* (= *Neoponera*) *villosa* (Hymenoptera, Formicidae). *Sociobiology*, 32(3), 409–426.
- Dejean, A., Durand, J. L., & Bolton, B. (1996). Ants Inhabiting *Cubitermes* Termitaries in African Rain Forests. *Association for Tropical Biology and Conservation*, 28(4), 701–713. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2389056>
- Dejean, A., & Evraerts, C. (1997). Predatory behavior in the genus *Leptogenys*: A comparative study. *Journal of Insect Behavior*, 10(2), 177–191. <https://doi.org/10.1007/BF02765551>
- Dejean, A., & Fénéron, R. (1999). Predatory behaviour in the ponerine ant, *Centromyrmex bequaerti*: A case of termitolesty. *Behavioural Processes*, 47(2), 125–133. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(99\)00060-1](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(99)00060-1)
- Dejean, A., & Olmsted, I. (1997). Ecological studies on *Aechmea bracteata* (Swartz) (Bromeliaceae). *Journal of Natural History*, 31(9), 1313–1334. <https://doi.org/10.1080/00222939700770741>
- Dejean, A., & Suzzoni, J. P. (1997). Surface tension strengths in the service of a ponerine ant: A new kind of nectar transport. *Naturwissenschaften*, 84(2), 76–79. <https://doi.org/10.1007/s001140050352>
- Delabie, J. H. C., Fresneau, D., & Pezon, A. (2000). Notes on the ecology of *Thaumatomyrmex* spp. (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae) in Southeast Bahia, Brazil. *Sociobiology*, 36(3), 571–584.
- Díaz, E., Sabattini, J., Hernández, J., Sabattini, I., Cian, J., & Sabattini, R. (2016). Afecto de los nidos de la hormiga cortadora de hojas *Atta vollenweideri* sobre las propiedades físicas del suelo en un bosque nativo. *Ecología Austral*, 26, 229–235.
- Djiéto-Lordon, C., Orivel, J., & Dejean, A. (2001a). Consuming large prey on the spot: The case of the arboreal foraging ponerine ant *Platythyrea modesta* (Hymenoptera, Formicidae). *Insectes Sociaux*, 48(4), 324–326. <https://doi.org/10.1007/PL00001784>



- Djiéto-Lordon, C., Orivel, J., & Dejean, A. (2001b). Predatory behavior of the African ponerine ant *Platythyrea modesta* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 38(3), 303–315. <https://doi.org/10.1109/SMC.2013.516>
- Fernández, F. (1991). Las hormigas cazadoras del género *Ectatomma* (Formicidae: Ponerinae) en Colombia. *Caldasia*, 16(79), 551–564. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/23641395>
- Fernández, F. (2002). Revisión de las hormigas *Camponotus* del subgénero *Dendromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). *Papeis Avulsos de Zoologia (São Paulo)*, 42(4), 47–101.
- Fernández, F. (2003). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical* (1st ed.). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Fernández, F., & Schneider, L. (1989). Reconocimiento de hormigas en la Reserva La Macarena. *Revista Colombiana de Entomología*, 15(1), 38–44. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/268818753\\_Reconocimiento\\_de\\_hormigas\\_en\\_la\\_Reserva\\_La\\_Macarena\\_Revista](https://www.researchgate.net/publication/268818753_Reconocimiento_de_hormigas_en_la_Reserva_La_Macarena_Revista)
- Fernández, P. R. (2001). Las hormigas del suelo en México: diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 1, 189–238. Retrieved from <http://www1.inacol.edu.mx/azm/documentos/especial/especial-1j-Rojas.pdf>
- Ferrari, A. E., & Wall, L. G. (2004). Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. *Revista de La Facultad de Agronomía, La Plata*, 105(2), 63–87. Retrieved from [http://nutriciondebovinos.com.ar/MD\\_upload/nutriciondebovinos\\_com\\_ar/Archivos/Utilización\\_de\\_árboles\\_fijadores\\_de\\_nitrógeno\\_www.pdf](http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/Utilización_de_árboles_fijadores_de_nitrógeno_www.pdf)
- Folgarait, P. J., & Farji-Brener, A. G. (2005). *Un mundo de hormigas / P.J. Folgarait, A.G. Farji-Brener; dir. de la colección de D. Golombek*. (S. Veintiuno, Ed.), *Siglo Veintiuno* (1st ed.). Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
- Fontalvo-Rodríguez, L., & Domínguez-Haydar, Y. (2009). *Ectatomma ruidum* (ROGER) como indicadora de diversidad de hormigas cazadoras (Hymenoptera: Formicidae) y relación con estructura vegetal en parches de bosque seco del Caribe Colombiano. *Rev. Intropica*, 4, 29–39. Retrieved from [http://intropica.unimagdalena.edu.co/Ediciones/Volumen\\_4/Intropica\\_Vol\\_04-03.pdf](http://intropica.unimagdalena.edu.co/Ediciones/Volumen_4/Intropica_Vol_04-03.pdf)
- Forel, A. (1912). Formicides néotropiques. Part II. 3me sous-famille Myrmicinae Lep.

- (Attini, Dacetii, Cryptocerini). *Mémoires de La Société Entomologique de Belgique*, 19, 179–209.
- Forero, D., & Ahumada, J. (1997). El efecto de los mirmecodomacios en la tasa de herbivoría de *Tococa* (Melastomataceae). *Universitas Scientiarum*, 4(1), 51–55. Retrieved from <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/scientarium/article/view/5065>
- Freitas, A. V. L. (1995). Nest relocation and prey specialization in the ant *Leptogenys propelalcigera* Roger (Formicidae: Ponerinae) in an urban area in southeastern Brazil. *Insectes Sociaux*, 42(4), 453–456. <https://doi.org/10.1007/BF01242173>
- Fuster, A. (2013). *Hormigas (Hymenoptera: Formicidae), indicadoras de perturbación en un ecosistema forestal, en el Chaco Semiárido Argentino*. Universidad Nacional de Santiago del Estero.
- Galeano, G. (2000). Estado de conservación de las palmas de Colombia. *Pérez-Arbelaezia*, 5(11), 68–70.
- Gallego-Ropero, M. C. (2013). *Cohabitacion e interaccion entre formigas y cupins em ninhos de Cornitermes cumulans em áreas de cerrado e pastagem no Brasil Central*. Universidade de Brasília. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2004.05.082>
- Gallego-Ropero, M. C., Montoya-Lerma, J., & Armbrecht, I. (2009). ¿Es la sombra benéfica para la diversidad de hormigas y peso del café? Una experiencia en Pescador, Cauca, Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.*, 13(2), 106–116. Retrieved from [http://200.21.104.25/boletincientifico/downloads/Boletin13\(2\)\\_COMPLETO.pdf](http://200.21.104.25/boletincientifico/downloads/Boletin13(2)_COMPLETO.pdf)
- Gallego-Ropero, M. C., & Salguero Rivera, B. (2015). Ensamblaje de hormigas del bosque seco tropical, Jardín Botánico de Cali. *Colombia Forestal*, 18(1), 139–150. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2015.1.a08>
- Garcia, F. H., Wiesel, E., & Fischer, G. (2013). The Ants of Kenya (Hymenoptera: Formicidae)—Faunal Overview, First Species Checklist, Bibliography, Accounts for All Genera, and Discussion on Taxonomy and Zoogeography. *Journal of East African Natural History*, 101(2), 127–222. <https://doi.org/10.2982/028.101.0201>
- Gasca, H. J., & Higuera, D. (2010). Protocolos y métodos de colecta para el estudio de artrópodos del dosel en bosque de niebla del neotrópico. *Revista Colombiana Ciencia Animal*, 2(2), 385–398. <https://doi.org/10.24188/recia.v2.n2.2010.320>
- Gómez, K., & Espadaler, X. (2007). Género *Anochetus* Mayr, 1861. Retrieved from <http://www.hormigas.org/xGeneros/Anochetus.htm>

- Grez, A., Simonetti, J., & Ipinza-Regla, J. (1986). Hábitos alimenticios de *Camponotus morosus* (Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae) en Chile central. *Rev. Chil. Entomol.*, 13, 51–54.
- Guerrero, R. J., & Olivero., D. Y. (2007). Nuevos registros de hormigas del Caribe Colombiano, incluyendo claves taxonómicas para *Acanthoponera*, *Heteroponera* y *Platythyrea*. *Revista Colombiana de Entomología*, 33(2), 193–196.
- Gutiérrez-Martínez, P. R. (2014). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del bosque tropical lluvioso de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, Costa Rica. *Entomotropica*, 29(2), 69–76. Retrieved from <http://entomotropica.org/index.php/entomotropica/article/viewFile/399/481>
- Gutiérrez, J. A. M. (2016). *Táxons supraespecíficos (subfamilia e gênero) como alternativa para a estimação da riqueza de espécies de formigas (hymenoptera-formicidae) em diferentes estados sucessionais da floresta e sistemas agroflorestais, na Amazônia Oriental, Brasil*. Universidade Estadual Do Maranhão Centro.
- Halfpeter, G. (1994). ¿Qué es la biodiversidad? *Butlletí De La Institució Catalana D'història Natural*, 62, 5–14.
- Herrera, F. F., & Cuevas, E. (2003). Artrópodos del suelo como bioindicadores de recuperación de sistemas perturbados. *Revista Venesuelos*, 11(1–2), 67–78.
- Hoffmann, B. D. (2010). Using ants for rangeland monitoring: Global patterns in the responses of ant communities to grazing. *Ecological Indicators*, 10, 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.04.016>
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology* (rev. ed). San Jose, Costa Rica: Tropical Science Center.
- Hölldobler, B., Obermayer, M., & Wilson, E. O. (1992). Communication in the primitive cryptobiotic ant *Prionopelta amabilis* (Hymenoptera: Formicidae). *Journal Comparative Physiology A*, 170(1), 9–16. <https://doi.org/10.1007/BF02224034>
- Hölldobler, B., & Wilson, E. O. (1990). *The ants* (1st ed.). Cambridge Massachusetts, Estados Unidos: Harvard University Press.
- Hosoishi, S., Yamane, S., & Ogata, K. (2010). Subterranean species of the ant genus *Crematogaster* in Asia (Hymenoptera: Formicidae). *Entomological Science*, 13, 345–350. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8298.2010.00390.x>
- Ibarra-Manriquez, G., Cornejo-Tenorio, G., González-Castaneda, N., Piedra-Malagon,

- E. M., & Luna, A. (2012). El género *Ficus* L. (Moraceae) en México. *Botanical Sciences*, 90(4), 389–452. <https://doi.org/10.17129/botsci.472>
- IBGE. (2012). *Manual Técnico de la Vegetación Brasileña*. (L. Martins & R. Cavararo, Eds.) (2nd ed.). Río de Janeiro: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Retrieved from [https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/vegetacao/manual\\_vegetacao.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/vegetacao/manual_vegetacao.shtm).
- Ibrahim, M., Rosales, M., Mora-Delgado, J., Harvey, C. A., de Visscher, M.-N., Kanninen, M., ... Ribaski, S. A. G. (2006). *Potencialidades de los Sistemas Silvopastoriles para la Generación de Servicios Ambientales*. (M. Ibrahim, J. Delgado, & M. Rosales, Eds.) (1st ed.). Turrialba, Costa Rica.
- Ješovnik, A., & Schultz, T. R. (2017). Revision of the fungus-farming ant genus *Sericomyrmex* Mayr (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae). *ZooKeys*, 670, 1–109. <https://doi.org/10.3897/zookeys.670.11839>
- Jiménez, E., Fernández, F., Arias, T. M., & Lozano-Zambrano, F. H. (2007). *Sistemática, biogeografía y coservación de las hormigas cazadoras de Colombia* (1st ed.). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Kempf, W. W. (1959). A synopsis of the New World species of the *Nesomyrmex*-group of *Leptothorax*. *Studia Entomologica*, 2, 391–432. Retrieved from <https://zenodo.org/record/26009#.W8JzqntKjIU>
- Klotz, J. H., Hansen, L. D., Reid, B. L., & Klotz, S. A. (1999). Las Hormigas Carpinteras. *The Kansas School Naturalist*, 45(4), 16.
- Lattke, J. E. (1986). Two new species of neotropical *Anochetus* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Sociaux*, 33(1978), 352–358.
- Lattke, J. E. (2011). Revision of the New World species of the genus *Leptogenys* Roger (Insecta: Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae). *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 69(3), 127–264.
- Lavelle, P. (1988). Earthworm activities and the soil system. *Biology and Fertility of Soil*, 6, 237–251. <https://doi.org/10.1007/BF00260820>
- Lavelle, P., Dolédec, S., de Sartre, X. A., Decaëns, T., Gond, V., Grimaldi, M., ... Velasquez, J. (2016). Unsustainable landscapes of deforested Amazonia: An analysis of the relationships among landscapes and the social, economic and environmental profiles of farms at different ages following deforestation. *Global*

- Leal, A. D. (2017). *Composição e riqueza de formigas (hymenoptera: formicidae) em um fragmento de mata atlântica no estado da Paraíba, Brasil*. Universidade Federal Da Paraíba.
- Leal, I. R., Filgueiras, B. K. C., Gomes, J. P., Iannuzzi, L., & Andersen, A. N. (2012). Effects of habitat fragmentation on ant richness and functional composition in Brazilian Atlantic forest. *Biodivers Conserv*, 21, 1687–1701. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0271-9>
- Leal, I. R., & Oliveira, P. S. (1998). Interactions between Fungus-Growing Ants (Attini), Fruits and Seeds in Cerrado Vegetation in Southeast Brazil. *Biotropica*, 30(2), 170–178. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1998.tb00052.x>
- Libreros, H. F. J. (2014). Sistemas silvopastoriles: opción para la mitigación y adecuación al cambio climático en bosque seco tropical. *Revista Semillas*, 57/58, 62–67. Retrieved from <http://semillas.org.co/es/revista/57-58>
- Longino, J. T. (2003). The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. *Zootaxa*, 151, 1–150.
- Longino, J. T. (2010). A taxonomic review of the ant genus *Megalomyrmex* Forel (Hymenoptera: Formicidae) in Central America. *Zootaxa*, 2720, 35–58.
- Longino, J. T. (2011). Ants of Costa Rica. Retrieved from <http://academic.evergreen.edu/projects/%0Aants/AntsOfCostaRica.html>
- Longino, J. T., & Snelling, R. R. (2002). A taxonomic revision of the *Procryptocerus* (Hymenoptera: Formicidae) of Central America. *Contributions in Science (Los Angeles)*, 495, 1–30. Retrieved from <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=oet.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=025866>
- Lozano-Zambrano, F. H., Ulloa-Chacón, P., & Armbrrecht, I. (2009). Hormigas : Relaciones Especies-Área en Fragmentos de Bosque Seco Tropical. *Neotropical Entomology*, 38(1), 44–54.
- Lucas, C., Fresneau, D., Kolmer, K., Heinze, J., Delabie, J. H. C., & Pho, D. B. (2002). A multidisciplinary approach to discriminating different taxa in the species complex *Pachycondyla villosa* (Formicidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 75(2), 249–259. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8312.2002.00017.x>

- Luna, G. O. (2005). *Composición y estructura de la comunidad de hormigas a lo largo de un gradiente de intensificación agrícola en zonas de bosque tropical húmedo en la Región Autónoma Atlántico Sur, Nicaragua*. Repositorio Institucional Universidad Centroamericana. Universidad Centroamericana.
- Luna, J. M. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37, 385–408.
- Mackay, W., & Mackay, E. (1986). Las hormigas de Colombia : Arrieras del género *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 12, 23–30.
- Mackay, W. P., & Mackay, E. E. (2010). *The systematics and biology of the new world ants of the genus Pachycondyla* (1st ed.). Lewiston, Estados Unidos; Queenston, Canadá; Lampeter, Reino Unido; The Edwin Mellen Press.
- Mahecha, L. (2002). El silvopastoreo : una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 226–231.
- Mamani-Mamani, B., Loza-Murguía, M., Smeltekop, H., Almanza, J. C., & Limachi, M. (2012). Diversidad genérica de hormigas (Himenópteros: Formicidae) en ambientes de bosque, borde de bosque y áreas cultivadas tres comunidades del municipio de Coripata, Nor Yungas Departamento de La Paz, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 3(1), 26–43.
- Marianne, F., Verhaagh, M., & Heymann, E. W. (2000). *Sericomyrmex* ants as seed predators. *Ecotropica*, 6, 207–209.
- Marichal, R., Grimaldi, M., Feijoo, A., Oszwald, J., Praxedes, C., Ruiz, D., ... Lavelle, P. (2014). Soil macroinvertebrate communities and ecosystem services in deforested landscapes of Amazonia. *Applied Soil Ecology*, 83, 177–185. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.05.006>
- Marín-Gómez, O. H. (2007). Visitas de “aves insectívoras” al guamo, *Inga edulis* (Mimosoideae) en el departamento del Quindío, Colombia. *Boletín SAO*, 17(1), 39–46.
- Marín-Gómez, O. H. (2019). Consumo de néctar por *Aotus lemurinus* y su rol como posible polinizador de las flores de *Inga edulis* (Fabales: Mimosoideae). *Neotropical Primates*, 15(1), 30–32. <https://doi.org/10.1896/044.015.0108>
- Martín-López, B., González, J. A., Díaz, S., Castro, I., & García-Llorente, M. (2007). Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Revista Ecosistemas*, 16(3), 69–80.

- Mbanyana, N., & Robertson, H. G. (2008). Review of the ant genus *Nesomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) in southern Africa. *Afr. Nat. Hist.*, 4, 35–55. Retrieved from <http://antbase.org/ants/publications/23052/23052.pdf>
- Mera, Y. A., Gallego-Ropero, M. C., & Armbrecht, I. (2010). Interacciones entre hormigas e insectos en follaje de cafetales de sol y sombra, Cauca-Colombia. *Revista Colombiana De Entomología*, 36(1), 116–126.
- Mill, A. E. (1984). Predation by the ponerine ant *Pachycondyla commutata* on termites of the genus *Syntermes* in amazonian rain forest. *Journal of Natural History*, 18(3), 405–410. <https://doi.org/10.1080/00222938400770341>
- Molet, M., & Peeters, C. (2006). Evolution of wingless reproductives in ants: Weakly specialized ergatoid queen instead of gamergates in *Platythyrea conradti*. *Insectes Sociaux*, 53(2), 177–182. <https://doi.org/10.1007/s00040-005-0856-3>
- Molina, C. (2011). Ecoturismo en Colombia: una respuesta a nuestra invaluable riqueza natural. *Revista de Investigación En Turismo y Desarrollo Local*, 4(10), 6.
- Mora, E. (2014). Ganadería entre los árboles. *Ambientico*, 245, 2–3.
- Muñoz, D., Harvey, C. A., Sinclair, F. L., Mora, J., & Ibrahim, M. (2003). Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. *Agroforestería En Las Américas*, 10, 39–40.
- Murgueitio, E. (1999). Reconversion ambiental y social de la ganadería bovina en Colombia. *Revista Mundial de Zootecnia*, 93, 2–15.
- Murgueitio, E. (2005). Sistemas silvopastoriles en el trópico de América. In *Libro de Actas Silvopastoralismo y Manejo Sostenible* (1st ed., p. 151). Lugo, España: Unicopia.
- Murgueitio, E., & Calle, Z. (1998). Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. *Conferencia Electrónica de La FAO Sobre Agroforestería Para La Producción Animal En Latinoamérica*, 27–46.
- Murgueitio, E., & Muhammad, I. (2008). Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo. In E. R. Murgueitio, C. A. C. Cuartas, & J. F. R. Naranjo (Eds.), *Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo* (1st ed., p. 490). Cali, Colombia: Fundación CIPAV. <https://doi.org/ISBN: 978-958-9386-55-2>
- Murgueitio, E., Xóchitl, M., Calle, Z., Chará, J., Barahona, R., Molina, C. H., & Uribe, F. (2015). Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. In F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola, & B. Eibl (Eds.), *Sistemas*

- Agroforestales: Funciones productivas, Socioeconómicas y Ambientales* (1st ed., p. 454). Serie técnica. Informe técnico 402. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia.
- Urich, F. W. (1895). II.—Notes on the fungus growing and eating habit of *Sericomyrmex opacus* Mayr. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 43, 77–78.
- Ortiz, C. M., & Fernández, F. (2011). *Hormigas del género Dolichoderus Lund (Formicidae: Dolichoderinae) en Colombia*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Park, S., Hosoishi, S., Ogata, K., & Kuboki, Y. (2014). Clustering of ant communities and indicator species analysis using self-organizing maps. *Comptes Rendus Biologies*, 337, 545–552.
- Perez, G. (2009). Hormigas. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 10. Retrieved from <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31159>
- Peri, P. L., Sturzenbaum, M. V., Monelos, L., Livraghi, E., Chistiansen, R., Moreto, A., & Mayo, J. P. (2005). Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia Austral. *Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión Nuevas Tendencias Forestales*, 10.
- Pezo, D., & Ibrahim, M. (1999). *Sistemas silvopastoriles* (2nd ed.). Turrialba, Costa Rica: CATIE, Proyecto Agroforestal.
- Plitt, J. J. (2006). *La flor y otros órganos derivados* (1st ed.). Manizales, Colombia: Universidad de Caldas.
- Rakotonirina, J. C., & Fisher, B. L. (2014). Revision of the Malagasy ponerine ants of the genus *Leptogenys* Roger (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa*, 3836(1), 1–163. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3836.1.1>
- Ramírez, B., & Mendoza, H. (2006). *Guía ilustrada de géneros de Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia*. (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad del Cauca, Ed.). Bogotá, D.C., Colombia.
- Ramírez, M., Chacón de Ulloa, P., Armbrrecht, I., & Calle, Z. (2001). Contribución al conocimiento de las interacciones entre plantas, hormigas y homópteros en bosques secos de Colombia. *Caldasia*, 23(2), 523–536.
- Ramírez, M., Chará, J., Pardo-Locarno, L. C., Montoya-Lerma, J., Armbrrecht, I., Molina,



- C. H., & Molina, E. J. (2012). Biodiversidad de hormigas hipógeas (Hymenoptera : Formicidae ) en agroecosistemas del Cerrito , Valle del Cauca. *Centro Para La Investigación En Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, CIPAV*, 24(1). Retrieved from <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd24/1/rami24015.htm>
- Ramírez, M., & Enríquez, M. L. (2003). Riqueza y diversidad de hormigas en sistemas silvopastoriles del Valle del Cauca, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 15(1).
- Ramírez, M., Herrera, J., & Armbrecht, I. (2010). ¿Bajan de los árboles las hormigas que depredan en potreros y cafetales Colombianos? *Revista Colombiana de Entomología*, 36(1), 106–115.
- Ramírez, M., Montoya-Lerma, J., & Armbrecht, I. (2009). Fodder banks: Does cyclic pruning influence soil ant richness (Hymenoptera: Formicidae)? *Avances En Investigación Agropecuaria (AIA)*, 13(3), 47–66.
- Rangel, O. (2005). La biodiversidad de Colombia. *Palimpsestvs*, (5), 292–304. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/palimpsestvs/article/view/8083>
- Rangel, O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(151), 176–200. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.136>
- Reyes-Puig, C., & Ríos-Alvear, G. (2015). Diversidad en formícidos y plantas vasculares en el Parque Nacional Yasuní, Ecuador. *Serie Zoológica*, 12(10–11), 27–43. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Carolina\\_Reyes\\_Puig/publication/282649613\\_Diversidad\\_en\\_formicidos\\_y\\_plantas\\_vasculares\\_en\\_el\\_Parque\\_Nacional\\_Yasuni\\_Ecuador/links/5615719f08aec6224411b2c8.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carolina_Reyes_Puig/publication/282649613_Diversidad_en_formicidos_y_plantas_vasculares_en_el_Parque_Nacional_Yasuni_Ecuador/links/5615719f08aec6224411b2c8.pdf)
- Rivera, L., & Armbrecht, I. (2005). Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales de sombra , de sol y bosques de Risaralda. *Revista Colombiana de Entomología*, 31(1), 89–96.
- Rivera, L. F., Armbrecht, I., & Calle, Z. (2013). Silvopastoral systems and ant diversity conservation in a cattle-dominated landscape of the Colombian Andes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 181, 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.09.011>
- Roberts, D. L., Cooper, R. J., & Petit, L. J. (2000). Use of Premontane Moist Army Forest Ants in and Panama by Agroecosystems Western. *Conservation Biology*, 14(1), 192–199.

- Rodríguez, N. (2011). *Deforestación y cambio en la cobertura del suelo en Colombia: Dinámica espacial, factores de cambio y modelamiento*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Sanabria-Blandón, M. C., & Chacón de Ulloa, P. (2011). Hormigas cazadoras en sistemas productivos del piedemonte amazónico colombiano: diversidad y especies indicadoras. *Acta Amazonica*, 41(4), 503–512. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000400008>
- Sanabria, C., Dubs, F., Lavelle, P., Fonte, S. J., & Barot, S. (2016). Influence of regions, land uses and soil properties on termite and ant communities in agricultural landscapes of the Colombian Llanos. *European Journal of Soil Biology Journal*, 74, 81–92. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2016.03.008>
- Santos-Silva, L., Vicente, R. E., & Feitosa, R. M. (2016). Ant species (Hymenoptera, Formicidae) of forest fragments and urban areas in a Meridional Amazonian landscape. *Journal of Biodiversity Data*, 12(3), 1–7. <https://doi.org/10.15560/12.3.1885>
- Santos, M., Delabie, J. H. C., & Queiroz, J. M. (2017). Parques urbanos na conservação da diversidade de formigas: estudo de caso no rio de janeiro. *Researchgate*, 26.
- Sanz-Veiga, P. A., Ré Jorge, L., Benitez-Vieyra, S., & Amorim, F. W. (2017). Pericarpial nectary-visiting ants do not provide fruit protection against pre-dispersal seed predators regardless of ant species composition and resource availability. *PLoS ONE*, 12(12), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188445>
- Schatz, B., Orivel, J., Lachaud, J.-P., Beugnon, G., & Dejean, A. (1999). Sitemate recognition: The case of *Anochetus traegordhi* (Hymenoptera; Formicidae) preying on *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae). *Sociobiology*, 34(3), 569–580.
- Schmidt, C. A., & Shattuck, S. O. (2014). The higher classification of the ant subfamily Ponerinae (Hymenoptera: Formicidae), with a review of ponerine ecology and behavior. *Zootaxa*, 3817(1), 1–242. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3817.1.1>
- Shattuck, S., & Marsden, S. (2013). Australian species of the ant genus *Dolichoderus* (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa*, 3716(1), 1101–1143. <https://doi.org/http://www.mapress.com/zootaxa/>
- Silva, R. R. Da, & Silvestre, R. (2004). Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. *Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)*, 44(1), 1–11.
- Silva, J. A. (2016). *Resposta da comunidade de formigas (hymenoptera: formicidae) a*

*atributos da vegetação em fragmentos florestais na amazônia oriental brasileira.* Universidade Federal Do Maranhão Centro.

- Silvestre, R., Brandão, C. R. F., & da Silva, R. R. (2003). Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. In F. Fernández (Ed.), *Introducción a las hormigas de la región neotropical* (1st ed., pp. 113–148). Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt.
- Simón, G. V., & Pire, R. (2017). *Inga jinicuil Schtdl. Árbol multiuso* (1st ed.). Villahermosa, Centro, Tabasco: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Sinisterra, R. M., Gallego-Ropero, M. C., & Armbrecht, I. (2016). Hormigas asociadas a nectarios extraflorales de árboles de dos especies de *Inga* en cafetales de Cauca, Colombia. *Acta Agronomica*, 65(1), 9–15. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n1.47167>
- Smith, T. M., & Smith, R. L. (2007). *Ecología* (6th ed.). Madrid, España: Pearson Educación, S.A.
- Sosa-Calvo, J., Jesovnik, A., Okonski, E., & Schultz, T. R. (2015). Locating, collecting, and maintaining colonies of fungus-farming ants (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae: Attini). *Sociobiology*, 62(2), 300–320. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v62i2.300-320>
- Tobin, J. E. (1997). Competition and coexistence of ants in a small patch of rainforest canopy in Peruvian Amazonia. *Journal of the New York Entomological Society*, 105–112.
- Topoff, H., & Mirenda, J. (1978). Precocial behaviour of callow workers of the army ant *Neivamyrmex nigrescens*: Importance of stimulation by adults during mass recruitment. *Animal Behaviour*, 26, 698–706. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(78\)90136-7](https://doi.org/10.1016/0003-3472(78)90136-7)
- Topoff, H., Mirenda, J., Droual, R., & Herrick, S. (1980). Behavioural ecology of mass recruitment in the army ant *Neivamyrmex nigrescens*. *Animal Behaviour*, 28(3), 779–789.
- Trujillo, E. (2009). Silvopastoreo: Árboles y Ganado, Una Alternativa Productiva. *Revista M&M*, 62, 22–29.
- Tuza, M. F. (2015). *Patrones de diversidad de hormigas en dos ecosistemas del Parque Nacional Podocarpus*. Universidad Nacional de Loja. <https://doi.org/10.1017/S0010417500000463>

- Uribe, F., Zuluaga, A. F., Murgueitio, E. R., Valencia, L. M., Zapata, Á., Solarte, L. H., ... Soto, R. (2011). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. (1st ed.). Bogotá, Colombia: GEF, Banco Mundial, FEDEGAN, CIPAV, Fondo Acción, TNC.
- Velásquez, E., Fonte, S. J., Barot, S., Grimaldi, M., Desjardins, T., & Lavelle, P. (2012). Soil macrofauna-mediated impacts of plant species composition on soil functioning in Amazonian pastures. *Applied Soil Ecology*, *56*, 43–50. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.01.008>
- Verchot, L. V., Moutinho, P. R., & Davidson, E. A. (2003). Leaf-cutting ant (*Atta sexdens*) and nutrient cycling: deep soil inorganic nitrogen stocks, mineralization, and nitrification in Eastern Amazonia. *Soil Biology and Biochemistry*, *35*, 1219–1222. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(03\)00183-4](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(03)00183-4)
- Vergara, W. V. (2010). La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de desarrollo rural sustentable para Colombia. *Revista Ciencia Animal*, (3), 45–53. Retrieved from <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/view/350>
- Vicente, R. E., Ferreira, A. C., Lima, R. C. dos S., & do Prado, L. P. (2018). Ants (Hymenoptera: Formicidae) from an Amazonian fragmented landscape, Juara, Mato Grosso, Brazil, with new records of ant species. *Papéis Avulsos De Zoologia*, *58*, 6.
- Villareal, H., Álvares, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., ... Umaña, A. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. (C. Villa, Ed.) (1st ed.). Bogotá, Colombia: Investigación, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Villet, M. H. (1990). Social organization of *Platythyrea lamellosa*(Roger) (Hymenoptera: Formicidae): II. Division of labour. *South African Journal of Zoology*, *25*(4), 254–259. <https://doi.org/10.1080/02541858.1990.11448222>
- Villet, M. H., Crewe, R. M., & Duncan, F. D. (1991). Evolutionary trends in the reproductive biology of ponerine ants (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Natural History*, *25*(6), 1603–1610. <https://doi.org/10.1080/00222939100770991>
- Vittar, F. (2008). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Mesopotamia Argentina. *Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO)*, *17*(2), 447–466.
- Weber, N. A. (1949). New ponerine ants from Equatorial Africa. *AmMusNov*, (1398), 1–9.
- Weber, N. A. (1964). Termite Prey of some African Ants. *Entomological News*, *LXXV*(8), 1204–1997.

- Weber, N. A. (1969). A comparative study of the nests, gardens and fungi of the fungus-growing ants, Attini. *VI Congress of IUSSI, Bern*, 299–307.
- Weber, N. A. (1972). Gardening Ants, the Attines. *Memoirs of the American Philosophical Society*, 146.
- Wheeler, W. M. (1925). A New Guest-Ant and Other New Formicidæ from Barro Colorado Island, Panama. *Biological Bulletin*, 49(3), 150–181. <https://doi.org/10.2307/1537438>
- Wheeler, W. M. (1936). Ecological Relations of Ponerine and Other Ants to Termites. *American Academy of Arts & Sciences*, 71(3), 159–243.
- Wild, A. L. (2002). The Genus *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) in Paraguay. *Boletín Del Museo Nacional de Historia Natural Del Paraguay*, 14(1–2), 1–18.
- Wild, A. L. (2005). Taxonomic revision of the *Pachycondyla apicalis* species complex (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa*, 834(1), 1–25. <https://doi.org/http://www.mapress.com/zootaxa/>
- Wilson, E., & Hölldobler, B. (1986). Ecology and behavior of the neotropical cryptobiotic ant *Basiceros manni* (Hymenoptera: Formicidae: Basicerotini). *Insectes Sociaux*, 33(1), 70–84.
- Wilson, E. O. (1959). Studies on the ant fauna of Melanesia V. The tribe Odontomachini. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 120, 483–510.
- Yanoviak, S. P., Dudley, R., & Kaspari, M. (2005). Directed aerial descent in canopy ants. *NATURE*, 433(7026), 624–626. <https://doi.org/10.1038/nature03268>.
- Yanoviak, S. P., Munk, Y., & Dudley, R. (2011). Evolution and ecology of directed aerial descent in arboreal ants. *Integrative and Comparative Biology*, 51(6), 944–956. <https://doi.org/10.1093/icb/icr006>
- Yéo, K., Molet, M., & Peeters, C. (2006). When David and Goliath share a home: compound nesting of *Pyramica* and *Platythyrea* ants. *Insectes Sociaux*, 53(4), 435–438.
- Yu, D. W., & Davidson, D. W. (1997). Experimental studies of species-specificity in *Cecropia* – ant relationships. *Ecological Monographs*, 67(3), 273–294. <https://doi.org/10.2307/2963456>
- Zabala, G. A., Gutiérrez, C., & Chacón de Ulloa, P. (2008). Biogeografía provincial: ponerofauna del Valle del Cauca. In *Sistemática, biogeografía y conservación de*

*las hormigas cazadoras de Colombia* (1st ed., p. 609). Bogotá, D. C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Zuluaga, A. F., Giraldo, C., & Chará, J. D. (2011). *Servicios ambientales que proveen los Sistemas Silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. Manual 4, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible* (1st ed.). Bogotá, Colombia: GEF, Banco Mundial, FEDEGAN, CIPAV, Fondo Acción, TNC. Retrieved from <http://www.cipav.org.co/pdf/4.Servicios.Ambientales.pdf>

## 11. Anexos

**Anexo 1.** Frecuencia de ocurrencia de las especies más representativas de las diferentes coberturas.

Especie	Bosque	Sistema silvopastoril	Potrero arbolado	Potrero ralo
<i>Acanthognathus</i> sp.1	2,50%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Anochetus</i> cf. <i>diegensis</i> Forel, 1912	4,17%	11,67%	9,17%	0,00%
<i>Atta cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	4,17%	0,83%	19,17%	0,00%
<i>Basiceros</i> cf. <i>conjugans</i> Brown, 1974	0,83%	1,67%	0,00%	0,00%
<i>Camponotus heathi</i> Mann, 1916	0,00%	0,00%	0,83%	0,00%
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	1,67%	75,83%	65,83%	0,00%
<i>Cephalotes</i> cf. <i>atratus</i> (Linnaeus, 1758)	4,17%	3,33%	5,83%	0,00%
<i>Cephalotes opacus</i> Santschi, 1920	5,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Cephalotes umbraculatus</i> (Fabricius, 1804)	0,00%	2,50%	2,50%	0,00%
<i>Crematogaster</i> sp.1	10,00%	99,17%	65,00%	1,39%
<i>Crematogaster</i> sp.10	0,00%	0,00%	0,00%	72,22%
<i>Crematogaster</i> sp.11	0,00%	0,00%	5,83%	0,00%
<i>Crematogaster</i> sp.4	3,33%	6,67%	0,00%	0,00%
<i>Cyphomyrmex</i> cf. <i>vorticis</i> Weber, 1940	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Cyphomyrmex</i> sp.1	0,00%	5,83%	40,00%	63,89%
<i>Dolichoderus attelaboides</i> (Fabricius, 1775)	2,50%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Dolichoderus</i> cf. <i>lutosus</i> (Smith, F., 1858)	0,00%	0,00%	1,67%	0,00%
<i>Dolichoderus decollatus</i> Smith, F., 1858	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Dolichoderus imitador</i> Emery, 1894	3,33%	0,83%	0,00%	0,00%
<i>Dolichoderus rugosus</i> (Smith, F., 1858)	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Dolichoderus spinicollis</i> (Latreille, 1817)	2,50%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Ectatomma</i> cf. <i>lugens</i> Emery, 1894	0,83%	0,00%	0,83%	0,00%
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	11,67%	5,83%	0,00%	0,00%
<i>Gigantiops destructor</i> (Fabricius, 1804)	6,67%	6,67%	0,00%	0,00%
<i>Leptogenys</i> sp.1	0,00%	1,67%	0,00%	0,00%
<i>Leptogenys</i> sp.2	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Megalomyrmex</i> cf. <i>leoninus</i> Forel, 1885	35,83%	0,00%	0,00%	0,00%

Continuación del Anexo 1				
Especie	Bosque	Sistema silvopastoril	Potrero arbolado	Potrero ralo
<i>Mycocepurus</i> sp.1	2,50%	15,00%	0,00%	0,00%
<i>Neivamyrmex</i> cf. <i>emersoni</i> (Wheeler, W. M., 1921)	2,50%	0,83%	2,50%	0,00%
<i>Neivamyrmex</i> sp.1	0,00%	0,00%	1,67%	0,00%
<i>Neoponera apicalis</i> (Latreille, 1802)	2,50%	2,50%	0,83%	0,00%
<i>Neoponera commutata</i> (Emery, 1890)	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Neoponera cooki</i> (Mackay, WP y Mackay, EE, 2010)	1,67%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Neoponera inversa</i> (Smith, f., 1858)	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Neoponera obscuricornis</i> (Emery, 1890)	1,67%	0,83%	0,00%	0,00%
<i>Neoponera verena</i> (Forel, 1922)	10,00%	3,33%	0,00%	0,00%
<i>Nesomyrmex pleuriticus</i> (Kempf, 1959)	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Nesomyrmex</i> sp.2	0,00%	4,17%	1,67%	0,00%
<i>Nylanderia</i> sp.1	23,33%	35,83%	19,17%	0,00%
<i>Ochetomyrmex</i> sp.1	2,50%	14,17%	0,83%	0,00%
<i>Ochetomyrmex</i> sp.2	3,33%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Odontomachus</i> sp.1	0,00%	0,00%	11,67%	6,94%
<i>Pachycondyla crassinoda</i> (Latreille, 1802)	10,83%	20,00%	5,83%	9,72%
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	0,00%	0,00%	20,00%	66,67%
<i>Pheidole</i> sp.1	0,00%	0,00%	46,67%	76,39%
<i>Platythyrea</i> sp.1	0,83%	1,67%	0,00%	0,00%
<i>Prionopelta</i> sp.1	1,67%	3,33%	0,83%	0,00%
<i>Prionopelta</i> sp.2	11,67%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Prionopelta</i> sp.3	0,83%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Procryptocerus</i> sp.1	2,50%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Pseudoponera</i> cf. <i>cognata</i> (Emery, 1896)	1,67%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	1,67%	7,50%	2,50%	0,00%
<i>Solenopsis</i> sp.3	0,00%	10,00%	64,17%	77,78%
<i>Strumigenys</i> sp.2	17,50%	10,83%	16,67%	0,00%
<i>Thaumatomyrmex</i> cf. <i>atrox</i> Weber, 1939	0,00%	0,83%	0,00%	0,00%
<i>Trachymyrmex</i> sp.4	11,67%	0,00%	0,00%	0,00%
<i>Tranopelta gilva</i> Mayr, 1886	0,83%	3,33%	0,00%	0,00%
<i>Wasmannia</i> aff. <i>auropunctata</i> (Roger, 1863)	18,33%	7,50%	40,83%	1,39%
<i>Wasmannia</i> cf. <i>affinis</i> Santschi, 1929	0,00%	1,67%	9,17%	6,94%
<i>Xenomyrmex</i> sp.1	0,00%	0,00%	0,83%	0,00%

**Anexo 2.** Lista total de las especies/morfoespecies y abundancias registradas en las diferentes coberturas de estudio.

Subfamilia y Especie	BM	SSP	PA	PR	Total de individuos
<b>Amblyoponinae</b>	<b>125</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>145</b>
<i>Prionopelta</i> sp.1	3	17	3	0	23
<i>Prionopelta</i> sp.2	121	0	0	0	121
<i>Prionopelta</i> sp.3	1	0	0	0	1
<b>Dolichoderinae</b>	<b>1457</b>	<b>87</b>	<b>71</b>	<b>0</b>	<b>1615</b>
<i>Azteca</i> sp.1	614	0	0	0	614
<i>Azteca</i> sp.2	421	0	0	0	421
<i>Dolichoderus attelaboides</i> (Fabricius, 1775)	166	0	0	0	166
<i>Dolichoderus decollatus</i> Smith, F., 1858	2	0	0	0	2
<i>Dolichoderus imitador</i> Emery, 1894	53	3	0	0	56
<i>Dolichoderus</i> cf. <i>lutosus</i> (Smith, F., 1858)	0	0	10	0	10
<i>Dolichoderus rugosus</i> (Smith, F., 1858)	9	0	0	0	9
<i>Dolichoderus spinicollis</i> (Latreille, 1817)	19	0	0	0	19
<i>Dolichoderus</i> sp.2	0	0	42	0	42
<i>Dolichoderus</i> sp.3	1	18	0	0	19
<i>Dolichoderus</i> sp.5	0	1	0	0	1
<i>Dolichoderus</i> sp.6	0	1	0	0	1
<i>Dolichoderus</i> sp.8	36	0	0	0	36
<i>Linepithema</i> sp.1	2	58	18	0	78
<i>Linepithema</i> sp.2	0	0	1	0	1
<i>Linepithema</i> sp.3	0	6	0	0	6
<i>Linepithema</i> sp.4	130	0	0	0	130
<i>Tapinoma</i> sp.1	4	0	0	0	4
<b>Dorylinae</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>79</b>
<i>Cerapachys</i> sp.1	1	0	0	0	1
<i>Eciton</i> sp.1	15	0	0	0	15
<i>Labidus</i> sp.1	0	30	0	0	30
<i>Neivamyrmex</i> cf. <i>emersoni</i> (Wheeler, W. M., 1921)	14	2	9	0	25
<i>Neivamyrmex</i> sp.1	0	0	8	0	8
<b>Ectatomminae</b>	<b>305</b>	<b>249</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>556</b>
<i>Ectatomma</i> cf. <i>lugens</i> Emery, 1894	1	0	1	0	2
<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	32	55	0	0	87
<i>Ectatomma</i> sp.2	2	72	1	0	75
<i>Gnamptogenys</i> sp.1	61	69	0	0	130
<i>Gnamptogenys</i> sp.2	1	15	0	0	16
<i>Gnamptogenys</i> sp.3	1	12	0	0	13
<i>Gnamptogenys</i> sp.4	21	25	0	0	46
<i>Gnamptogenys</i> sp.5	0	1	0	0	1
<i>Gnamptogenys</i> sp.6	4	0	0	0	4
<i>Gnamptogenys</i> sp.7	163	0	0	0	163
<i>Gnamptogenys</i> sp.8	5	0	0	0	5
<i>Gnamptogenys</i> sp.9	8	0	0	0	8
<i>Gnamptogenys</i> sp.10	3	0	0	0	3
<i>Typhlomyrmex</i> sp.1	3	0	0	0	3
<b>Formicinae</b>	<b>592</b>	<b>5940</b>	<b>1865</b>	<b>109</b>	<b>8506</b>
<i>Acropyga</i> sp.1	0	0	1	0	1
<i>Acropyga</i> sp.2	47	0	0	0	47
<i>Acropyga</i> sp.3	14	1	0	0	15
<i>Acropyga</i> sp.4	5	0	0	0	5
<i>Acropyga</i> sp.5	10	0	0	0	10
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	0	74	212	107	393
<i>Brachymyrmex</i> sp.2	10	49	75	1	135
<i>Brachymyrmex</i> sp.3	1	30	15	0	46
<i>Brachymyrmex</i> sp.4	26	66	0	0	92
<i>Brachymyrmex</i> sp.5	0	82	0	0	82
<i>Brachymyrmex</i> sp.6	13	0	0	0	13



Continuación del anexo 2					
Subfamilia y Especie	BM	SSP	PA	PR	Total de individuos
<b>Formicinae</b>	<b>592</b>	<b>5940</b>	<b>1865</b>	<b>109</b>	<b>8506</b>
<i>Brachymyrmex</i> sp.7	3	0	0	0	3
<i>Brachymyrmex</i> sp.8	2	0	0	0	2
<i>Brachymyrmex</i> sp.9	15	0	0	0	15
<i>Camponotus heathi</i> Mann, 1916	0	0	1	0	1
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	17	5021	1320	0	6358
<i>Camponotus</i> sp.2	0	4	43	0	47
<i>Camponotus</i> sp.3	1	12	31	0	44
<i>Camponotus</i> sp.4	7	18	17	0	42
<i>Camponotus</i> sp.5	2	14	4	0	20
<i>Camponotus</i> sp.6	0	2	5	1	8
<i>Camponotus</i> sp.8	1	0	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp.9	0	10	0	0	10
<i>Camponotus</i> sp.10	0	11	1	0	12
<i>Camponotus</i> sp.11	1	0	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp.12	1	0	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp.13	5	0	0	0	5
<i>Camponotus</i> sp.14	3	0	0	0	3
<i>Camponotus</i> sp.15	1	0	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp.16	3	0	0	0	3
<i>Camponotus</i> sp.17	0	1	0	0	1
<i>Camponotus</i> sp.18	0	1	0	0	1
<i>Gigantiops destructor</i> (Fabricius, 1804)	12	15	0	0	27
<i>Myrmelachista</i> sp.1	46	0	0	0	46
<i>Myrmelachista</i> sp.2	2	0	0	0	2
<i>Myrmelachista</i> sp.3	233	0	0	0	233
<i>Nylanderia</i> sp.1	84	527	110	0	721
<i>Nylanderia</i> sp.2	10	2	29	0	41
<i>Nylanderia</i> sp.3	0	0	1	0	1
<i>Nylanderia</i> sp.4	10	0	0	0	10
<i>Nylanderia</i> sp.5	7	0	0	0	7
<b>Myrmicinae</b>	<b>5853</b>	<b>9816</b>	<b>13952</b>	<b>9317</b>	<b>38938</b>
<i>Acanthognathus</i> sp.1	4	0	0	0	4
<i>Acromyrmex</i> sp.1	0	77	0	0	77
<i>Acromyrmex</i> sp.2	9	0	0	0	9
<i>Apterostigma</i> sp.1	9	5	2	0	16
<i>Apterostigma</i> sp.2	5	0	0	0	5
<i>Apterostigma</i> sp.3	5	0	0	0	5
<i>Apterostigma</i> sp.4	1	0	0	0	1
<i>Apterostigma</i> sp.5	6	0	0	0	6
<i>Apterostigma</i> sp.6	11	0	0	0	11
<i>Apterostigma</i> sp.7	1	0	0	0	1
<i>Apterostigma</i> sp.8	1	0	0	0	1
<i>Apterostigma</i> sp.9	1	0	0	0	1
<i>Atta cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	36	5	166	0	207
<i>Basiceros</i> cf. <i>conjugans</i> Brown, 1974	1	3	0	0	4
<i>Carebara</i> sp.1	0	30	186	0	216
<i>Carebara</i> sp.2	0	68	343	0	411
<i>Carebara</i> sp.3	56	21	0	0	77
<i>Carebara</i> sp.4	43	136	14	0	193
<i>Cephalotes</i> cf. <i>atratus</i> (Linnaeus, 1758)	27	48	54	0	129
<i>Cephalotes opacus</i> Santschi, 1920	7	0	0	0	7
<i>Cephalotes umbraculatus</i> (Fabricius, 1804)	0	11	10	0	21
<i>Cephalotes</i> sp.3	0	7	32	0	39
<i>Cephalotes</i> sp.4	0	1	5	0	6
<i>Cephalotes</i> sp.5	5	27	35	0	67
<i>Cephalotes</i> sp.6	0	1	5	0	6
<i>Cephalotes</i> sp.7	0	2	1	0	3
<i>Cephalotes</i> sp.8	0	0	1	0	1
<i>Cephalotes</i> sp.9	0	2	2	0	4

Continuación del anexo 2					
Subfamilia y Especie	BM	SSP	PA	PR	Total de individuos
<b>Myrmicinae</b>	<b>5853</b>	<b>9816</b>	<b>13952</b>	<b>9317</b>	<b>38938</b>
<i>Cephalotes</i> sp.10	1	1	1	0	3
<i>Cephalotes</i> sp.11	0	0	1	0	1
<i>Cephalotes</i> sp.12	0	1	0	0	1
<i>Cephalotes</i> sp.13	2	0	0	0	2
<i>Crematogaster</i> sp.1	265	5048	1484	6	6803
<i>Crematogaster</i> sp.2	0	3	0	0	3
<i>Crematogaster</i> sp.3	256	35	0	0	291
<i>Crematogaster</i> sp.4	49	74	0	0	123
<i>Crematogaster</i> sp.5	506	0	0	0	506
<i>Crematogaster</i> sp.6	1	0	0	0	1
<i>Crematogaster</i> sp.7	13	0	0	0	13
<i>Crematogaster</i> sp.8	36	0	0	0	36
<i>Crematogaster</i> sp.9	1	0	0	0	1
<i>Crematogaster</i> sp.10	0	0	0	1670	1670
<i>Crematogaster</i> sp.11	0	0	14	0	14
<i>Cyphomyrmex</i> cf. <i>vorticis</i> Weber, 1940	41	0	0	0	41
<i>Cyphomyrmex</i> sp.1	0	18	341	499	858
<i>Cyphomyrmex</i> sp.2	0	0	3	0	3
<i>Cyphomyrmex</i> sp.3	49	122	3	0	174
<i>Cyphomyrmex</i> sp.4	40	13	0	0	53
<i>Cyphomyrmex</i> sp.5	37	0	0	0	37
<i>Cyphomyrmex</i> sp.7	1	0	0	0	1
<i>Cyphomyrmex</i> sp.8	1	0	0	0	1
<i>Cyphomyrmex</i> sp.9	4	0	0	0	4
<i>Cyphomyrmex</i> sp.10	4	0	0	0	4
<i>Cyphomyrmex</i> sp.11	3	0	0	0	3
<i>Cyphomyrmex</i> sp.12	4	0	0	0	4
<i>Cyphomyrmex</i> sp.13	8	0	0	0	8
<i>Cyphomyrmex</i> sp.14	0	112	133	4	249
<i>Hylomyrma</i> sp.1	4	0	0	0	4
<i>Lachnomyrmex</i> sp.1	1	0	0	0	1
<i>Megalomyrmex</i> cf. <i>leoninus</i> Forel, 1885	640	0	0	0	640
<i>Megalomyrmex</i> sp.1	0	5	0	0	5
<i>Megalomyrmex</i> sp.2	12	1	0	0	13
<i>Megalomyrmex</i> sp.4	2	0	0	0	2
<i>Megalomyrmex</i> sp.5	1	0	0	0	1
<i>Mycetophylax</i> sp.1	1	0	0	0	1
<i>Mycetophylax</i> sp.2	3	0	0	0	3
<i>Mycetophylax</i> sp.3	9	0	0	0	9
<i>Mycetophylax</i> sp.4	1	0	0	0	1
<i>Mycocepurus</i> sp.1	6	29	0	0	35
<i>Mycocepurus</i> sp.2	4	0	0	0	4
<i>Mycocepurus</i> sp.3	1	0	0	0	1
<i>Myrmicocrypta</i> sp.1	1	8	0	0	9
<i>Myrmicocrypta</i> sp.2	1	0	0	0	1
<i>Myrmicocrypta</i> sp.3	1	0	0	0	1
<i>Myrmicocrypta</i> sp.4	5	0	0	0	5
<i>Myrmicocrypta</i> sp.5	2	0	0	0	2
<i>Nesomyrmex pleuriticus</i> (Kempf, 1959)	1	0	0	0	1
<i>Nesomyrmex</i> sp.2	0	7	2	0	9
<i>Ochetomyrmex</i> sp.1	18	344	1	0	363
<i>Ochetomyrmex</i> sp.2	22	0	0	0	22
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884	0	0	285	1227	1512
<i>Pheidole</i> sp.1	0	0	628	2386	3014
<i>Pheidole</i> sp.2	30	126	210	0	366
<i>Pheidole</i> sp.4	0	77	74	0	151
<i>Pheidole</i> sp.5	1	0	25	0	26
<i>Pheidole</i> sp.6	5	454	0	0	459
<i>Pheidole</i> sp.7	0	516	0	0	516

Continuación del anexo 2					
Subfamilia y Especie	BM	SSP	PA	PR	Total de individuos
<b>Myrmicinae</b>	<b>5853</b>	<b>9816</b>	<b>13952</b>	<b>9317</b>	<b>38938</b>
<i>Pheidole</i> sp.8	0	36	0	0	36
<i>Pheidole</i> sp.9	0	13	0	0	13
<i>Pheidole</i> sp.10	0	14	0	0	14
<i>Pheidole</i> sp.11	0	19	0	0	19
<i>Pheidole</i> sp.12	1	138	0	0	139
<i>Pheidole</i> sp.13	0	2	0	0	2
<i>Pheidole</i> sp.14	0	5	0	0	5
<i>Pheidole</i> sp.15	0	1	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.16	0	7	0	0	7
<i>Pheidole</i> sp.17	54	0	0	0	54
<i>Pheidole</i> sp.18	34	0	0	0	34
<i>Pheidole</i> sp.19	23	0	0	0	23
<i>Pheidole</i> sp.20	38	0	0	0	38
<i>Pheidole</i> sp.21	42	0	0	0	42
<i>Pheidole</i> sp.22	10	0	0	0	10
<i>Pheidole</i> sp.23	71	0	0	0	71
<i>Pheidole</i> sp.24	9	0	0	0	9
<i>Pheidole</i> sp.25	2	0	0	0	2
<i>Pheidole</i> sp.26	112	0	0	0	112
<i>Pheidole</i> sp.27	30	0	0	0	30
<i>Pheidole</i> sp.28	13	0	0	0	13
<i>Pheidole</i> sp.29	2	0	0	0	2
<i>Pheidole</i> sp.30	1	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.31	1	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.32	1	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.33	0	0	1	0	1
<i>Pheidole</i> sp.34	510	0	0	0	510
<i>Pheidole</i> sp.35	31	0	0	0	31
<i>Pheidole</i> sp.36	30	0	0	0	30
<i>Pheidole</i> sp.37	19	0	0	0	19
<i>Pheidole</i> sp.38	5	0	0	0	5
<i>Pheidole</i> sp.39	8	0	0	0	8
<i>Pheidole</i> sp.40	5	0	0	0	5
<i>Pheidole</i> sp.41	13	0	0	0	13
<i>Pheidole</i> sp.42	3	0	0	0	3
<i>Pheidole</i> sp.43	39	0	0	0	39
<i>Pheidole</i> sp.44	7	0	0	0	7
<i>Pheidole</i> sp.45	5	0	0	0	5
<i>Pheidole</i> sp.46	10	0	0	0	10
<i>Pheidole</i> sp.47	6	0	0	0	6
<i>Pheidole</i> sp.48	3	0	0	0	3
<i>Pheidole</i> sp.49	9	0	0	0	9
<i>Pheidole</i> sp.50	26	0	0	0	26
<i>Pheidole</i> sp.51	20	0	0	0	20
<i>Pheidole</i> sp.52	2	0	0	0	2
<i>Pheidole</i> sp.53	100	0	0	0	100
<i>Pheidole</i> sp.54	20	0	0	0	20
<i>Pheidole</i> sp.55	86	0	0	0	86
<i>Pheidole</i> sp.56	2	0	0	0	2
<i>Pheidole</i> sp.57	38	0	0	0	38
<i>Pheidole</i> sp.58	1	0	0	0	1
<i>Pheidole</i> sp.59	44	0	0	0	44
<i>Pheidole</i> sp.60	0	0	2	0	2
<i>Pheidole</i> sp.61	12	0	0	0	12
<i>Procryptocerus</i> sp.1	5	0	0	0	5
<i>Rogeria</i> sp.1	4	29	6	0	39
<i>Rogeria</i> sp.2	0	1	0	0	1
<i>Rogeria</i> sp.3	1	0	0	0	1
<i>Sericomyrmex</i> sp.1	2	13	4	0	19

Continuación del anexo 2					
Subfamilia y Especie	BM	SSP	PA	PR	Total de individuos
<b>Myrmicinae</b>	<b>5853</b>	<b>9816</b>	<b>13952</b>	<b>9317</b>	<b>38938</b>
<i>Solenopsis</i> sp.1	0	765	2019	0	2784
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	236	2671	2	2909
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	209	2299	3398	5906
<i>Solenopsis</i> sp.4	0	8	1	0	9
<i>Solenopsis</i> sp.5	0	172	338	1	511
<i>Solenopsis</i> sp.6	7	0	46	0	53
<i>Solenopsis</i> sp.7	0	44	46	113	203
<i>Solenopsis</i> sp.8	0	0	21	0	21
<i>Solenopsis</i> sp.9	0	2	0	0	2
<i>Solenopsis</i> sp.10	0	36	0	0	36
<i>Solenopsis</i> sp.11	0	1	0	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.12	43	0	0	0	43
<i>Solenopsis</i> sp.13	19	0	0	0	19
<i>Solenopsis</i> sp.14	535	0	0	0	535
<i>Solenopsis</i> sp.15	71	0	0	0	71
<i>Solenopsis</i> sp.16	127	0	0	0	127
<i>Solenopsis</i> sp.17	23	0	0	0	23
<i>Solenopsis</i> sp.18	5	0	0	0	5
<i>Solenopsis</i> sp.19	35	0	0	0	35
<i>Solenopsis</i> sp.20	5	0	0	0	5
<i>Solenopsis</i> sp.21	4	24	0	0	28
<i>Solenopsis</i> sp.22	3	0	0	0	3
<i>Solenopsis</i> sp.23	2	0	0	0	2
<i>Solenopsis</i> sp.24	5	0	0	0	5
<i>Solenopsis</i> sp.25	11	0	0	0	11
<i>Solenopsis</i> sp.26	16	0	0	0	16
<i>Solenopsis</i> sp.27	1	0	0	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.28	1	0	0	0	1
<i>Solenopsis</i> sp.29	22	0	0	0	22
<i>Solenopsis</i> sp.30	0	3	2	1	6
<i>Solenopsis</i> sp.31	22	0	0	0	22
<i>Solenopsis</i> sp.32	3	0	0	0	3
<i>Solenopsis</i> sp.33	2	10	0	0	12
<i>Solenopsis</i> sp.34	11	0	0	0	11
<i>Solenopsis</i> sp.35	19	0	0	0	19
<i>Solenopsis</i> sp.36	156	0	0	0	156
<i>Strumigenys</i> sp.1	0	20	1	0	21
<i>Strumigenys</i> sp.2	79	28	111	0	218
<i>Strumigenys</i> sp.3	1	7	5	0	13
<i>Strumigenys</i> sp.4	0	85	0	0	85
<i>Strumigenys</i> sp.5	15	14	0	0	29
<i>Strumigenys</i> sp.6	3	0	0	0	3
<i>Strumigenys</i> sp.7	1	0	0	0	1
<i>Strumigenys</i> sp.8	1	0	0	0	1
<i>Strumigenys</i> sp.9	2	0	0	0	2
<i>Strumigenys</i> sp.10	0	0	1	0	1
<i>Trachymyrmex</i> sp.1	3	31	2	0	36
<i>Trachymyrmex</i> sp.2	2	1	0	0	3
<i>Trachymyrmex</i> sp.3	3	1	0	0	4
<i>Trachymyrmex</i> sp.4	42	0	0	0	42
<i>Trachymyrmex</i> sp.5	25	0	0	0	25
<i>Trachymyrmex</i> sp.6	1	0	0	0	1
<i>Trachymyrmex</i> sp.7	1	0	0	0	1
<i>Tranopelta gilva</i> Mayr, 1886	1	86	0	0	87
<i>Wasmannia</i> aff. <i>europunctata</i> (Roger, 1863)	500	315	2260	1	3076
<i>Wasmannia</i> cf. <i>affinis</i> Santschi, 1929	0	2	53	9	64
<i>Wasmannia</i> cf. <i>rochai</i> Forel, 1912	0	0	1	0	1
<i>Wasmannia</i> sp.4	193	0	0	0	193
<i>Xenomyrmex</i> sp.1	0	0	1	0	1

Continuación del anexo 2					
Subfamilia y Especie	BM	SSP	PA	PR	Total de individuos
<b>Paraponerinae</b>	5	10	0	0	15
<i>Paraponera clavata</i> Fabricius, 1775	5	10	0	0	15
<b>Ponerinae</b>	302	376	354	108	1140
<i>Anochetus</i> cf. <i>diegensis</i> Forel, 1912	9	48	29	0	86
<i>Centromyrmex</i> cf. <i>brachycola</i> Roger 1861	0	0	1	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.1	7	23	2	0	32
<i>Hypoponera</i> sp.2	12	34	59	0	105
<i>Hypoponera</i> sp.3	0	2	1	0	3
<i>Hypoponera</i> sp.4	0	0	1	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.5	1	15	1	11	28
<i>Hypoponera</i> sp.6	5	47	7	0	59
<i>Hypoponera</i> sp.7	0	0	3	66	69
<i>Hypoponera</i> sp.8	0	5	38	0	43
<i>Hypoponera</i> sp.9	0	1	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.10	0	0	1	1	2
<i>Hypoponera</i> sp.11	3	1	0	0	4
<i>Hypoponera</i> sp.12	0	5	0	0	5
<i>Hypoponera</i> sp.13	16	13	0	0	29
<i>Hypoponera</i> sp.14	0	1	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.15	0	2	0	0	2
<i>Hypoponera</i> sp.16	0	1	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.17	1	0	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.18	1	0	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.19	12	0	0	0	12
<i>Hypoponera</i> sp.20	10	0	0	0	10
<i>Hypoponera</i> sp.21	9	0	0	0	9
<i>Hypoponera</i> sp.22	1	0	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.23	2	0	0	0	2
<i>Hypoponera</i> sp.24	10	0	0	0	10
<i>Hypoponera</i> sp.25	1	0	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.26	17	0	0	0	17
<i>Hypoponera</i> sp.27	1	0	0	0	1
<i>Hypoponera</i> sp.28	6	0	0	0	6
<i>Leptogenys</i> sp.1	0	2	0	0	2
<i>Leptogenys</i> sp.2	1	0	0	0	1
<i>Mayaponera</i> sp.1	33	35	0	0	68
<i>Neoponera apicalis</i> (Latreille, 1802)	4	3	1	0	8
<i>Neoponera commutata</i> (Emery, 1890)	1	0	0	0	1
<i>Neoponera cooki</i> (Mackay, WP y Mackay, EE, 2010)	4	0	0	0	4
<i>Neoponera inversa</i> (Smith, f., 1858)	1	0	0	0	1
<i>Neoponera obscuricornis</i> (Emery, 1890)	2	1	0	0	3
<i>Neoponera verena</i> (Forel, 1922)	20	6	0	0	26
<i>Neoponera</i> sp.5	15	0	0	0	15
<i>Neoponera</i> sp.7	1	0	0	0	1
<i>Odontomachus</i> sp.1	0	0	94	5	99
<i>Odontomachus</i> sp.2	6	10	0	0	16
<i>Odontomachus</i> sp.3	2	1	0	0	3
<i>Odontomachus</i> sp.4	0	0	1	0	1
<i>Odontomachus</i> sp.5	1	12	20	0	33
<i>Odontomachus</i> sp.6	1	0	0	0	1
<i>Odontomachus</i> sp.7	1	5	0	0	6
<i>Odontomachus</i> sp.8	2	0	0	0	2
<i>Odontomachus</i> sp.9	1	9	30	0	40
<i>Odontomachus</i> sp.10	2	0	0	0	2
<i>Odontomachus</i> sp.11	7	0	0	0	7
<i>Odontomachus</i> sp.12	5	0	0	0	5
<i>Odontomachus</i> sp.13	1	0	0	0	1
<i>Odontomachus</i> sp.14	2	0	0	0	2
<i>Odontomachus</i> sp.15	8	0	0	0	8
<i>Odontomachus</i> sp.16	3	0	0	0	3

Continuación del anexo 2					
Subfamilia y Especie	BM	SSP	PA	PR	Total de individuos
<b>Ponerinae</b>	<b>302</b>	<b>376</b>	<b>354</b>	<b>108</b>	<b>1140</b>
<i>Odontomachus</i> sp.17	0	0	3	0	3
<i>Odontomachus</i> sp.18	0	0	3	0	3
<i>Pachycondyla crassinoda</i> (Latreille, 1802)	16	42	9	9	76
<i>Pachycondyla</i> sp.1	6	39	45	16	106
<i>Pachycondyla</i> sp.3	19	2	1	0	22
<i>Platythyrea</i> sp.1	2	2	0	0	4
<i>Pseudoponera</i> cf. <i>cognata</i> (Emery, 1896)	7	0	0	0	7
<i>Rasopone</i> sp.1	0	6	3	0	9
<i>Rasopone</i> sp.2	0	0	1	0	1
<i>Rasopone</i> sp.3	4	0	0	0	4
<i>Thaumatomyrmex atrox</i> Weber, 1939	0	3	0	0	3
<b>Pseudomyrmecinae</b>	<b>52</b>	<b>48</b>	<b>54</b>	<b>0</b>	<b>154</b>
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	0	0	4	0	4
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2	0	0	1	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp.3	6	27	1	0	34
<i>Pseudomyrmex</i> sp.4	0	0	1	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp.5	0	0	1	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp.6	0	0	4	0	4
<i>Pseudomyrmex</i> sp.7	0	0	5	0	5
<i>Pseudomyrmex</i> sp.8	0	7	12	0	19
<i>Pseudomyrmex</i> sp.9	0	4	11	0	15
<i>Pseudomyrmex</i> sp.10	4	0	1	0	5
<i>Pseudomyrmex</i> sp.11	1	7	7	0	15
<i>Pseudomyrmex</i> sp.12	0	0	4	0	4
<i>Pseudomyrmex</i> sp.13	0	0	1	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp.14	0	0	1	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp.15	0	1	0	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp.16	0	1	0	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp.17	0	1	0	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp.18	6	0	0	0	6
<i>Pseudomyrmex</i> sp.19	2	0	0	0	2
<i>Pseudomyrmex</i> sp.20	1	0	0	0	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp.21	3	0	0	0	3
<i>Pseudomyrmex</i> sp.22	29	0	0	0	29

**Anexo 3.** Variables ambientales y componentes principales de las cuatro coberturas de estudio.

Variables	Componente 1	Componente 2
Riqueza de la diversidad de hormigas	0.29	0.81
Cobertura vegetal	0.94	-0.14
Humedad relativa	0.14	-0.54
Volumen de la hojarasca	0.10	-0.11
Profundidad de la hojarasca	0.03	-0.04
Temperatura ambiental	-0.03	0.11
Temperatura del suelo	-0.02	0.04