

**IDENTIFICACIÓN DE LAS HORMIGAS PRESENTES EN CUNDINAMARCA A
TRAVÉS DE UNA CLAVE DICOTÓMICA A PARTIR DE GRUPOS
FUNCIONALES**

JULLY DANIELA HIDALGO ACOSTA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
BOGOTÁ, D.C, 2020**

IDENTIFICACIÓN DE LAS HORMIGAS PRESENTES EN CUNDINAMARCA A
TRAVÉS DE UNA CLAVE DICOTÓMICA A PARTIR DE GRUPOS FUNCIONALES.

Jully Daniela Hidalgo Acosta
Cod. 2015210035

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Licenciado en
Biología

GRUPO DE INVESTIGACIÓN: CASCADA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: LA ECOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN COLOMBIANA

DIRECTOR

Francisco Alberto Medellín Cadena

CODIRECTOR

MSc. Ricardo Martínez Gamba

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ, D.C, 2020

“El corazón del prudente adquiere conocimiento,
y el oído del sabio busca el conocimiento.”

Proverbios 18:15 NTV.

A Dios que siempre ha sustentado con su justicia, ya que su misericordia y gracia no me han dejado sola nunca.

Un consejo que siempre estuvo presto al oído porque ella siempre lo leía para mí, Por esta razón y muchas más a mi mamá, Adonay Acosta, que con su amor y consejo ha sido una voz de aliento en mis proyectos educativos. A mi padre, J David Hidalgo L, pues sus sabias palabras y exhortaciones, han sido guías en las dificultades que he atravesado.

A mis hermanos, Sarid, Hidalgo, A; Mayruth, Hidalgo A; y Alan Hidalgo, A; por brindarme una sonrisa o una palabra de ánimo en medio de la construcción de esta investigación.

A Stiven Saldarriaga Tellez, quien ha sido la fuente de reflexiones y acciones frente a la educación en el contexto colombiano.

Finalmente, dedico estas últimas líneas a lo que sería la mayor inspiración para ser profesora: Los maestros de la Universidad Pedagógica Nacional de la Licenciatura en Biología. Sus enseñanzas a través de las cátedras me han inspirado, incluso retándome a evaluarles desde lo pedagógico, hasta el punto de plantearme qué significa educación, educar, enseñar y aprender a pensar. Asimismo, los diferentes proyectos que han sido incentivados por ellos, fue una de las principales causas en interesarme en el fascinante mundo de la biología. Fue a partir de esto, donde encontré la convergencia de conocer e investigar en los diversos aspectos de la biología, pero también articularlo con el ámbito educativo y en contexto. El conocimiento no se debe quedar en las páginas de los libros, sino que debe proyectarse a quienes me rodean.

AGRADECIMIENTOS

A Dios infinito autor de mi vida y escritor de los anhelos de mi corazón, autor del eterno amor y la paz que sobrepasa todo entendimiento.

A mi mamá, Adonay Acosta, por su infinito amor y gracia para conmigo. A mi padre, J David Hidalgo L, por sus consejos e ideas que aportan en mi crecimiento de vida.

A mi director de tesis, el maestro Francisco Alberto Medellín Cadena, por su sabia guía e infinita paciencia, por siempre extender una palabra de ánimo y aliento para la continuidad de este proceso de vida.

A mi codirector, Ricardo Martínez Gamba, por su conocimiento e instrucción propia en el desarrollo de esta investigación.

A las maestras Ibeth Paola Delgadillo y Carolina Vargas Niño, por hacerme reflexionar el ser maestro en este contexto y por los interminables diálogos que construyen mi vida.

A Stiven Saldarriaga Tellez, por su apoyo incondicional en este camino de la vida.

INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. OBJETIVOS.....	5
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
5. ANTECEDENTES.....	6
5.1. Mirmecofauna.....	6
5.2. Claves de Identificación para Hormigas	14
5.3. Material Educativo.....	17
6. MARCO TEÓRICO.....	21
6.1. Las hormigas (Himenóptera; Formicidae).....	21
6.2. Clave Dicotómica	23
6.3. Registro y claves de Hormigas para Colombia.....	24
6.3.1. Importancia de las Hormigas en el Ecosistema.....	27
6.4. Grupo Funcional o Gremios	28
6.4.1. Arbóreas	29
6.4.2. Cultivadoras de hongos	30
6.4.3. Colectoras de exudados	30
6.4.4. Depredadora generalizada	30
6.4.5. Nómadas	30
6.4.6. Omnívoras	31
6.4.7. Oportunistas.....	31
6.5. Material Educativo.....	31
7. MARCO METODOLÓGICO.....	32
7.1. Fase 01: Revisión y Análisis de la literatura.....	33
7.2. Fase 02: Hormigas presentes en Cundinamarca - Colombia	36
7.2.1. Área de estudio.....	36
7.2.2. Reporte de subfamilias y géneros para Colombia y Cundinamarca.....	40
7.3. Fase 03: Categorización de los grupos funcionales o gremios de <i>Himenóptera</i> : <i>Formicidae</i>	41
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	44

8.1. Actualizaciones sobre la Mirmecofauna.....	45
8.2. Hormigas en Cundinamarca Colombia.....	57
8.2.1. Localización de Formícidos por Zonas de Vida para Cundinamarca	60
8.2.2. Subfamilias y géneros para Cundinamarca	67
8.3. Grupos Funcionales y caracteres ecológicos de los Formícidos de Cundinamarca.	71
8.4. Clave dicotómica a partir de grupos funcionales: Caracteres ecológicos diagnósticos	74
9. CONCLUSIONES	81
10. RECOMENDACIONES	83
11. BIBLIOGRAFÍA.....	84

INDICE DE TABLAS

Tabla 01. Zonas de trabajo desarrollados sobre la Mirmecofauna en las regiones de Colombia.	26
Tabla 2. Medios principales para el diseño de materiales educativos. Tabla adaptada de López (2006) citado en Aguado, A. (2020).	32
Tabla 03. Categorización e identificación de la literatura seleccionada.....	35
Tabla 04. Zonas del Municipio de Cundinamarca-Colombia.....	38
Tabla 05. Cuestionario Identificación de dificultades para la Identificación de Hormigas. Hidalgo, D. (2020).	40
Tabla 06. Registro de Subfamilias y géneros de Himenóptera: Formicidae para Colombia. Hidalgo, D. (2020).	41
Tabla 07. Registro de Subfamilias y géneros de Hymenoptera: Formicidae para Cundinamarca. Hidalgo, D. (2020)	41
Tabla 08. Caracterización ecológica y macro morfológica de los grupos funcionales, Subfamilias (Sbf) y Géneros (Gen) de hormigas para Cundinamarca. Hidalgo, D. 2020....	42
Tabla 09. Artículos, documentos y tesis en relación con la distribución, biología y ecología de la Mirmecofauna. Fuente: Hidalgo, D. (2020), a partir de los autores citados.....	49
Tabla 10. Artículos, documentos y tesis en relación con la distribución, biología y ecología de la Mirmecofauna para Cundinamarca. Fuente: Hidalgo, D. (2020), a partir de los autores citados	53
Tabla 11. Encuesta – El Mundo de Las Hormigas. Hidalgo, D. (2020).	66
Tabla 12. Subfamilias y géneros de hormigas para Cundinamarca. Fuente: Hidalgo, D. (2020), a partir de los autores citados.....	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sitios de muestreo de hormigas en las regiones naturales de Colombia. (Tomado de Chacón de Ulloa P, Abadía JC). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 38(148):250-60, julio-septiembre de 2014.....	27
Figura 02. Mapa de la cobertura vegetal y cuerpos de agua del departamento de Cundinamarca.....	37
Figura 03. Tipos de categorías. Bonilla y Rodríguez (2005) Citado en Alfonso (2012). ...	42
Figura 05. Familias Hiper diversas de Insectos.....	55

1. INTRODUCCIÓN

Las hormigas son uno de los pocos grupos de artrópodos que son comunes a todos los humanos, como se atestigua, en parte, en escritos que se pueden remontar a la Biblia o a la Ilíada, ya que comparten cercanía filogenética con los apoideos (avispa esfécida y abejas), resultado inesperado de las últimas filogenias. La información basada en fósiles, así como en estudios recientes en filogenia molecular, sitúa su origen hacia la transición Jurásico-Cretácico, probablemente en el hemisferio norte. A partir de un origen y abundancia relativamente modesta, las hormigas pasaron la primera mitad de su historia evolutiva relativamente poco conspicuas en los ecosistemas terrestres. Pero a partir del Eoceno y Mioceno se convirtieron en un grupo preponderante, hasta ser el grupo cosmopolita de nuestros tiempos (Guerrero, J. 2018. p. 31). Por supuesto, en Colombia albergamos una cantidad de subfamilias y géneros de hormigas, debido a la posición geográfica y condiciones climatológicas, Colombia se caracteriza por poseer diversas formas de vida que se dan en diferentes biomas.

Esta diversidad se encuentra en una superficie muy delimitada a comparación de otros países; teniendo en cuenta que a pesar de que Colombia representa un 0,8% en la superficie del planeta, lo cierto es que alberga el 15% de formas biológicas de la Tierra (Franco *et al.*, 2009). En este sentido, se estima que, en el mundo, las hormigas vivientes comprenden 17 subfamilias, 334 géneros y casi 14000 especies. Probablemente la región más rica en especies y endemismos es la neotropical, con 12 subfamilias, 129 géneros y alrededor o un poco más de 3400 especies. Consecuentemente, en este hemisferio, Colombia puede ocupar un lugar destacado en diversidad con 11 subfamilias, 105 géneros y unas 1166 especies (Guerrero *et al.*, 2018 citado en Fernández, F. 2019. p. 31). “El número de géneros representa un 31% del mundo y un 81% del Neotrópico” (Fernández, F. 2019. p. 31). De estos datos que dan cuenta de la riqueza de hormigas para Colombia es importante mencionar que entre la artropofauna las hormigas hacen parte de los grupos considerados ‘hiper diversos’ del planeta, es decir que cuentan con más de 10.000 especies medianamente descritas, sin embargo, se cuenta con claves de identificación para este grupo hasta el nivel de género (Fernández F. (ed.). 2003).

Aun así, el problema persistente en el área de la entomología menciona F. Fernández, R.J. Guerrero y T. Delsinne (2019) es el uso de múltiples términos para designar las estructuras en la morfología externa y genitales de los insectos, por supuesto que los grandes avances en filogenia y morfología comparada de insectos están aclarando un poco el panorama, pero aún resta mucho por hacer. Este problema no es ajeno a Himenóptera ni mucho menos a Formicidae, especialmente en los nombres de algunos segmentos de las alas y del gáster, así también como componentes del genital masculino. A esto se debe agregar el problema que menciona Delsinne, T. (2019) de la

preponderancia del idioma inglés en la nomenclatura de la morfología, con términos no siempre fácilmente traducibles al español. Esto además representa un problema para el principiante en el conocimiento de la mirmecología, además de los pocos registros que se tienen a nivel ecológico de las hormigas y la dificultad que restringe a los estudiantes de realizar colectas.

Por ende, este trabajo tiene como objetivo identificar las Hormigas presentes en Cundinamarca a través de una clave dicotómica a partir de grupos funcionales contribuyendo de esta forma al conocimiento y conservación de la Mirmecofauna presente en esta región ya que la identificación de hormigas a través de la clave dicotómica a partir de la funcionalidad del grupo le permite al estudiante identificar insitu el organismo exigiendo la observancia del comportamiento y entorno ecosistémico del mismo, permitiendo que el sujeto experimente un acercamiento a la subfamilia o género de *Formicidae* desde la observación atenta del grupo sin necesidad de capturar el organismo. Para esto fue necesario identificar y seleccionar la literatura pertinente sobre los grupos funcionales de las hormigas de la región, posteriormente se caracterizaron los grupos funcionales de hormigas y finalmente se construye una clave dicotómica para la identificación de Hormigas (*Himenóptera: Formicidae*) a partir de grupos funcionales, ya que, como licenciada en biología, es importante realizar investigaciones de carácter disciplinar y educativos, conociendo de antemano las dinámicas de la Mirmecofauna y su hábitat, puesto que surgen dinámicas particulares allí que deben tenerse en cuenta al momento de implementar estrategias educativas.

Para lograr esto, como primera instancia se realiza la revisión y análisis de la literatura más actualizada respecto a la descripción de la biología, ecología y morfología de las Hormigas que han sido reportadas para Cundinamarca. Posteriormente se desarrolla una caracterización de los grupos funcionales de las hormigas por medio de una búsqueda de las zonas de vida como una caracterización ecológica del departamento. Para la tercera fase la construcción de la clave dicotómica a partir de los caracteres de cada grupo funcional; el acuerdo de identificarlas ecológicamente hasta nivel de género nos permite incluso seguir problematizando el concepto ‘especie’ entre las investigaciones a nivel filogenético y las investigaciones realizadas en campo a nivel ecológico.

En este sentido, se resalta que la articulación del conocimiento como maestra en formación de la Licenciatura en Biología, y la construcción de una clave dicotómica como propósito de reconocimiento de la diversidad de la Mirmecofauna a partir de grupos funcionales propone a los sujetos un desarrollo de habilidades de observación en el campo abierto de la biología, además de la posibilidad para desarrollo de futuras investigaciones en el campo de la identificación de la Mirmecofauna.

Por último, se debe mencionar que, debido a la pandemia causada por el coronavirus Covid-19, en Colombia a partir del mes de marzo de 2020, comenzaron los ciclos de cuarentena que se mantienen durante el año, por lo menos mientras se realizaba esta investigación. A razón de esto, las descripciones ecológicas que se hacen de los grupos funcionales son los reportados por los diferentes investigadores consultados en la primera fase de este proceso de investigación, además se identifican nuevos reportes que se han hecho en los últimos años para la Mirmecofauna presente en Cundinamarca Colombia.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Identificar un ejemplar, consiste en adjudicarlo al grupo o taxón al que pertenece, de acuerdo con un modelo clasificatorio elaborado” (Lanteri *et al.*, 2004, p. 841). De este modo se puede llegar a conocer el género o el nombre científico del organismo en estudio; esta tarea se realiza a través del uso de claves generalmente dicotómicas. Tradicionalmente el uso de estas ha estado limitado al ámbito científico o a la enseñanza superior (Méndez y Castellanos, 1991 citado en Leyva Barceló *et al.*, 2007); debido a la

complejidad que las claves de identificación presentan en relación con la terminología utilizada y a las características a las que hacen referencia, las personas no expertas en el tema pueden encontrar dificultades para utilizarlas, incluso perder interés en el proceso de aprendizaje del reconocimiento de la diversidad de organismos.

Además, los procesos de identificación de especímenes implican un debido proceso de colecta, acción que se restringe para el cuerpo estudiantil y se limita a las entidades propias del campo investigativo de la diversidad colombiana como se menciona en el DECRETO 1376. DEL 27 DE JUNIO DEL 2013. En consecuencia, se resalta lo complejo que se hace el proceso de reconocer estos organismos a partir de su morfología, debido a la cantidad de palabras que se utilizan en el inglés para referirse a partes específicas como algunos segmentos de las antenas etc. (Fernández, F. 2019). Por otro lado, la identificación se complejiza ya que las hormigas al pertenecer a una de las familias hiper diversas del planeta y debido a las discrepancias que hay entorno al concepto 'especie' entre ecólogos y estudiosos de las técnicas moleculares y morfometría, en ocasiones resulta una equívoca identificación a nivel de especie, incluso a nivel de género.

En este sentido, la articulación del conocimiento como maestro en formación de la Licenciatura en Biología, y la construcción de una clave dicotómica como propósito de reconocimiento de la diversidad de la Mirmecofauna a partir de grupos funcionales propone a los estudiantes un desarrollo de habilidades de observación en el campo abierto de la biología, además de la posibilidad para desarrollo de futuras investigaciones en el campo de la identificación. Por tal motivo, se expone la siguiente pregunta problema

¿Es posible Identificar las Hormigas presentes en Cundinamarca a través de una clave dicotómica a partir de grupos funcionales?

3. JUSTIFICACIÓN

Es importante reconocer que Las hormigas son uno de los grupos de insectos más comunes en los ecosistemas terrestres. Son importantes en casi todos los aspectos de la biología y la vida humana, por su biomasa, su impacto en la estructura y en la dinámica de los bosques, sus múltiples aspectos en la biología de comportamiento, sus variadas fuentes de alimentación, su asociación con plantas y otros artrópodos y animales, y sus papeles alternos como plagas o incluso como control de plagas, son insectos obligados en muchos aspectos de la biología, la agricultura, la medicina y la ecología de conservación. Mirando más allá, las hormigas se usan mucho en estudios de casos, teoría de enjambres y auto organización, robótica y diseño inteligente, teoremas de redes, modelos en economía, etc.

De modo que, las hormigas son uno de los pocos grupos de artrópodos que son comunes a todos los humanos, como se atestigüa, en parte, en escritos que se pueden

remontar a la Biblia o a la Ilíada (Fernández, F. 2019). Comparten cercanía filogenética con los apoideos (avispa esfécida y abejas), resultado inesperado de las últimas filogenias. En este sentido, el reconocimiento de estos organismos se posibilita a partir de la funcionalidad del grupo y sus interacciones ecológicas. Como maestros en formación de la Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional propendemos por el cuidado del ecosistema y esto implica los organismos que allí existen; desde la línea de Investigación La Ecología en la Educación Colombiana (L.E.E) donde se tiene como objetivo el “Estructurar la dimensión ecológica en la educación colombiana, a partir del desarrollo teórico, pedagógico, didáctico y tecnológico” y el objeto de estudio corresponde a las prácticas y discursos de la ecología en el contexto educativo colombiano; es así que generar material educativo como claves de identificación a partir de grupos funcionales propone un llamativo acercamiento al conocimiento propio de la ecología de los organismos en este caso de la Mirmecofauna.

Seguidamente, la identificación de hormigas a través de la clave dicotómica a partir de la funcionalidad del grupo le permite al estudiante identificar insitu el organismo exigiendo la observancia del comportamiento y entorno ecosistémico del mismo, permitiendo que el sujeto experimente un acercamiento a la subfamilia o género de *Formicidae* desde la observación atenta del grupo sin necesidad de capturar el organismo, con prioridad a los sujetos que no han tenido un acercamiento profundo con la Mirmecofauna desde la morfología e incluso quienes han presentado dificultad para la interpretación y exactitud de la morfología de estos organismos. Para lo anterior se proponen los siguientes objetivos a partir de la presente propuesta escrita.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- ❖ Identificar las Hormigas presentes en Cundinamarca a través de una clave dicotómica a partir de grupos funcionales

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Identificar la literatura pertinente sobre los grupos funcionales de las hormigas de Cundinamarca Colombia
- ❖ Caracterizar los grupos funcionales de hormigas presentes en Cundinamarca Colombia.

- ❖ Construir una calve dicotómica para la identificación de Hormigas (*Himenóptera: Formicidae*) a partir de grupos funcionales.

5. ANTECEDENTES

A continuación, se presentan una serie de trabajos relacionados con la elaboración de claves, su importancia, y la importancia ecológica de las hormigas, además de la implementación de claves dicotómicas en procesos de investigación, los cuales se organizan desde tres perspectivas: Local (trabajos realizados en la universidad) Nacional (tesis, artículos de publicación, libros) e internacionales (tesis, artículos de publicación, libros), su organización está dispuesta desde los primeros datos de investigación que se han encontrado hasta los más recientes que se tienen sobre la Mirmecofauna, en su mayoría investigaciones desarrolladas en zona tropical.

5.1. Mirmecofauna

Internacional, en principio, Rojas (1994), Mirmecólogo, desarrolló un Estudio de la Mirmecofauna de los Bosques de QUERCUS Linneo 1753 De la provincia de Granada. Donde resaltan la relación ecológica que existe entre los formícidos y tres zonas del bosque de Quercus, y propende por la conservación de estos organismos en estas zonas ya que actúan como dispersores de semillas en esta zona del bosque; en sus resultados se observa que la mayor parte de las especies son comunes para los tres tipos de bosques, pero que existe una mayor afinidad entre los bosques de encinares y los robledales. De manera que se identifica que *Formica ubrufa* y *Camponotus cruentatus*,

son las especies que mejor pueden definir a las formaciones de *Quercus*, de la provincia de Granada y posiblemente de toda la Península Ibérica. Este trabajo nos permite identificar algunas de las funciones ecológicas de los formícidos además de su comportamiento respecto a la estación climática por la que atraviese la zona.

Más adelante, se encontró un trabajo realizado por Bracamontes y Bolaños (2010), trabajaron en la propuesta de una Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del norte de México. En el listado se incluye una sinopsis de cada uno de los géneros presentes, además para las especies incluidas se añaden datos de distribución: y se mencionan los estados fronterizos del norte de México para los que se encuentran citadas. Se contribuya con nuevos registros estatales y datos de distribución: Para algunas especies se adoptó la clasificación más reciente de la familia propuesta por Bolton et al. (2006). La lista incluye 290 especies, pertenecientes a 57 géneros y 9 subfamilias. El estado nortero con mayor número de especies es Baja California, con 161 representantes. Diez especies se registran por primera vez para México: *Aphaenogaster huachucana crinimera* (Cole, 1953); *Crematogaster cerasi* (Fitch, 1854); *Dorymyrmex bureni* (Trager, 1988); *D. elegans* (Trager, 1988); *D. flavopectus* (Smith, 1944); *D. lipan* (Snelling, 1995); *Myrmecocystus hammettensis* (Cole, 1938); *Pheidole desertorum* (Wheeler, 1906); *P. nuculiceps* (Wheeler, 1908) y *P. soritis* (Wheeler, 1908). Además, 35 de las especies analizadas representan primeros registros estatales para Baja California, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas (Vásquez, 1998).

Se obtuvo un incremento significativo de la Mirmecofauna conocida para el norte del país, la cual asciende a 290 morfoespecies y 55 géneros y 9 subfamilias. Esto representa un aumento del 150% en el número total de especies registradas por Rojas (1996) que incluye 193 dentro de seis subfamilias para los 6 estados de la frontera norte de México. En comparación con trabajos posteriores, llevados a cabo a nivel estatal, también se aprecia un incremento en la Mirmecofauna registrada, por ejemplo, en el listado de morfoespecies que forma parte del trabajo de Johnson y Ward (2002) se incluyen 156 registros para el estado de Baja California (sin incluir Baja California Sur) y 52 en estado de Sonora que representa el 96.8 y 38.5% respectivamente del total de especies aquí incluidas (Fisher & Cover, 2007; citado en Bracamontes y Bolaños 2010).

Trabajo que permite identificar la importancia de las listas anotadas, y las diferentes formas que hay en términos de desarrollo, puede ser anotada, comentada etc. En este sentido, se generan luces respecto a la metodología de desarrollo de la lista anotada y su divulgación. Además de identificar en el cuadro de antecedentes (Ver anexo. 1) donde se puede identificar la tendencia respecto a las metodologías a nivel internacional que marcan la pauta respecto a la forma de colecta y aplicación para la identificación de hormigas en las listas anotadas en la zona neotropical. Además de identificar con especificidad los géneros de hormigas que están siendo amenazadas por intervención antrópica y prácticas de cultivos. De manera que se establecen estrategias de conservación respecto a estos organismos y a la fauna y flora asociado a las hormigas.

Más adelante, Noel A. González, A. Escolástico, G. Barba, A. Hernández, F. Ochoa, S. (2013) trabajaron sobre la Mirmecofauna asociada con sistemas agroforestales

en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México. Donde proponen evaluar la riqueza, la abundancia y la distribución de hormigas como indicadores para monitoreo ecológico en los sistemas agroforestales en 3 regiones dentro del Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México. Donde se muestra que el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) es un esfuerzo multinacional por alcanzar objetivos de desarrollo que incluye, además de lo social y económico, un componente principal por la conservación de los ecosistemas de la región (Domínguez-Cervantes, 2009; IEG-WB, 2011). Esta iniciativa, adoptada en Tabasco (Sedespa, 2006), demanda desarrollar investigaciones sobre los recursos biológicos actuales y sentar las bases metodológicas para su posterior monitoreo. Un primer paso en ese sentido consiste en seleccionar grupos que resultaron indicadores ecológicos (Perfecto y Vandermeer, 2002; Armbrrecht *et al.*, 2005; Chantásig-Vaca *et al.*, 2011).

Nacional, se tiene que Bustos, H. y Ulloa, P. (1997) de la Universidad del Valle, realizaron la investigación sobre la Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla neotropical (Reserva Natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia). Donde se menciona que los insectos, utilizados como indicadores de perturbación (Dourojeanni 1990, Brown 1991, Kremen *et al.* 1993), pueden convertirse en un importante instrumento para la evaluación de zonas intervenidas. Con relación a las Formicidae, Majer (1983) y Brown (1991) resaltan algunos atributos como riqueza, abundancia, especialización, facilidad de muestreo, respuesta a cambios medioambientales, fidelidad ecológica, conocimiento taxonómico, importancia funcional en un ecosistema y asociación estrecha con otras especies, que contribuyen a proponer a estos insectos como el mejor grupo indicador. Roth y Perfecto (1994) examinaron los cambios en la diversidad de hormigas en diferentes agroecosistemas comparados con bosque primario, y encontraron que las hormigas pueden ser indicadores útiles en la planificación del uso de la tierra y en el manejo de hábitats.

Una importante Investigación de Fernández, F. (2003), que se desarrolló y se publicó a través del libro Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá, Colombia. Donde se pretende establecer claridades ecológicas funcionales, taxonómicas e interacciones ecológicas de la Mirmecofauna de la región neotropical. De este libro retomamos la definición de hormiga y su morfología para la identificación taxonómica de Insectos himenópteros de la superfamilia *Vespoidea*, familia *Formicidae*. Además, se resalta la implementación de claves taxonómicas tradicionales para la identificación de Formícidos, estas claves están basadas en morfología externa se ofrecen en (Jaffé *et al.* 1993). Sin embargo, aun careciendo de dibujos, ha sido la única clave para toda la región hasta la fecha. Por lo tanto, ha sido urgente ofrecer a biólogos y otros interesados claves modernas, ricamente ilustradas y en español para la amplia audiencia latinoamericana (Fernández. 2003). De modo que en este libro se incluyen algunas primeras ilustraciones e imágenes de formícidos para su identificación. Más adelante los géneros y subfamilias que aquí se proponen serán modificados.

También, se encuentran trabajos realizados respecto al desarrollo de listas anotadas de la mirmecofauna y su importancia, además de visiones desde la ecología y la importancia de la mirmecofauna en el ecosistema. El trabajo realizado por Fernández, F. Sendoya, S. (2004). *Special Issue: List Of Neotropical Ants. List of Neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae)*. Biota Colombiana. Volumen 5-Numero 1 (Monográfico). Junio de 2004. Biota Colombiana publica listados taxonómicos de las especies (o géneros en casos excepcionales). Dichos listados pueden ser de cobertura neotropical (Siempre y cuando el grupo en mención se registre para Colombia) Nacional, regional o local, estos últimos a nivel de regiones o unidades biogeográficas, paisajes marinos, ecosistemas, áreas protegidas y /o departamentos. El listado taxonómico se presenta en formato de tabla para facilitar su consulta un nexa con los sinónimos de las taxas y referencias citadas. En los listados cada registro consta del nombre científico completo del taxon, generalidades sobre su distribución, un Boucher o testigo de colección y una referencia bibliográfica con soporte adicional. Además, se menciona que Brasil y Colombia son países más ricos en especies de HORMIGAS. Esto puede relacionarse con el tamaño respecto a Brasil o complejidad de ecosistemas Colombia. Sin embargo, hay países como Perú y Bolivia, pero muy poco estudiados. También puede decirse que los países con mejores cifras han sido mejor inventariados como Costa Rica o tienen mirmecólogos residentes (Brasil, Argentina, Colombia, Venezuela). (Fernández, F. Sendoya, S. 2004).

Este trabajo permite comprender el recorrido que se ha hecho a nivel nacional anotando la diversidad de la Mirmecofauna y el trabajo que hay por realizar, con más investigación y trabajos de carácter filogenético para la identificación de estos organismos. Además de tener un listado claro respecto a los organismos que posiblemente se puedan encontrar en el campus universitario. (ver anexo 01).

Es importante exponer que el presente trabajo pretende el muestreo de las hormigas en una zona urbana, por lo que, como referente a Chacón, P. Jaramillo, F. y Lozano, M. (2006) de la Universidad del Valle, quienes trabajaron sobre la investigación de Hormigas urbanas en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. Trabajo que en un futuro sería un capítulo del libro de Fernando Fernández para el año 2019 (unos párrafos más adelante retomaremos este antecedente). Por ahora, de esta investigación es importante resaltar el reconocimiento de las hormigas urbanas ya que el 96% de los sitios muestreados presentaron hormigas en zonas residenciales. En todo el departamento se registraron 20 especies de hormigas, ocho de las cuales se consideran plagas: *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius), *Paratrechina longicornis* (Latreille) y *Pheidole* sp. contribuyen con la mayor frecuencia de captura; le siguen *Tetramorium bicarinatum* (Nylander), *Solenopsis geminata* (Fabricius), *Monomorium pharaonis* (L.), *M. florícola* (Jerdon) y *Linepithema humile* (Mayr). De las restantes 12 especies, las más importantes fueron *Solenopsis* sp. y la pequeña hormiga de fuego *Wasmannia auropunctata*. (Chacón, F. 2006).

Por consiguiente, trabajos de investigación en la Mirmecofauna desarrollado por los Jiménez, E. Fernández, F. Arias, T. Zambrano, F. (2007) publican el libro de Sistemática, biogeografía y conservación de las Hormigas Cazadoras de Colombia.

Donde Presentan la composición de la comunidad de hormigas cazadoras presentes en tres zonas cafeteras muestreadas. comparar los diferentes tipos de elementos del paisaje encontrados. Este libro nos muestra que dos estudios independientes con genes (Moreau et al. 2006; Ouellette et al. 2006) mostraban que los poneromorfos son un ensamblaje artificial, con un clado monofilético (clado “poneroideo”) excluyendo las subfamilias Heteroponerinae y Ectatomminae. Estas subfamilias se ubican cerca de Myrmicinae y Formicinae en el clado “formicoideo”. De acuerdo con estos estudios, Ponerinae en sentido amplio incluye Ponerinae s.str., Paraponerinae, Proceratiinae y Amblyoponinae. Un tercer y muy extenso estudio (Brady et al. 2006), usando casi 6 kb de secuencias de ADN de 162 especies representantes de todas las 20 subfamilias y 10 grupos ajenos, mostró algunas líneas de consenso con los dos estudios anteriores. De manera que esta actualización de subfamilias que se ha realizado genera un aporte importante para el desarrollo de la lista anotada y la comprensión desde gremios y posteriormente su posible clasificación.

También es importante resaltar de este libro que la taxonomía de las hormigas *Poneroides* y *Ectatomminoides* está mejor estudiada que la de otras agrupaciones de hormigas (p. ej. Myrmicinae y Formicinae); sin embargo, la filogenia del grupo y de sus componentes está en sus comienzos. Aunque algunos estudios han intentado evaluar la monofilia del grupo y sus relaciones con sus vecinos, pero distan de entender las relaciones filogenéticas de sus constituyentes.

Consecutivamente, se han realizado trabajos de grado que tienen que ver con la ecología de las hormigas, en este sentido, Martínez (2012) de la Universidad INCCA DE Colombia, trabajó sobre las Hormigas asociadas a los árboles de sombrío en cafetales de Quipile (Cundinamarca, Colombia). Donde se propone la evaluación de la diversidad, similitud y gremios de hormigas presentes en 5 especies de árboles de sombrío en Quipile. En este trabajo de muestra que Los árboles de sombrío en los cafetales aportan condiciones favorables para el cultivo, así como refugios para la fauna que allí habita. Dentro de los grupos que aprovechan este recurso se encuentran las hormigas, quienes contribuyen al mantenimiento de varias de las funciones ecológicas dentro del cafetal. Por esta razón, se evaluó la diversidad, similitud y gremios de hormigas presentes en 5 especies de árboles de sombrío en Quipile (Cundinamarca). Las especies comparadas fueron: Ocobo (*Tabebuia rosea*), Plátano (*Musa* sp.), Tachuelo (*Zanthoxylum* sp.), Aguacate (*Persea americana*) y una especie indeterminada de la familia Burserácea.

Lo que posibilita el hecho de la propuesta del presente trabajo respecto a la clave dicotómica desde gremios para la identificación de las principales subfamilias y algunos géneros de Hormigas, ya que su taxonomía es bien conocida en comparación con otros grupos de insectos, tienen facilidad de muestreo y pueden ser buenos bioindicadores debido a la variedad de nichos que ocupan (Holldobler & Wilson, 1990; Alonso y Agosti, 2000; Peck et al., 1998). Son muy sensibles a los cambios ambientales, especialmente la comunidad del suelo u hojarasca y cumplen funciones importantes en todos los ecosistemas. (Villareal et al., 2006). Se tiene por ejemplo que los gremios de hormigas que están presentes en todos los árboles son: arbóreas, omnívoras y oportunistas, con este

resultado se resalta la importancia de mantener la complejidad estructural y diversidad de árboles en los cultivos de café, dado que algunas de las hormigas encontradas sirven como agentes potenciales de control biológico.

Respecto a investigaciones de la Mirmecofauna entorno a los gremios, Clavijo, A. Albrecht, I. (2017) De la Universidad del Valle. Donde trabajaron respecto a Gremios y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en tres usos del suelo de un paisaje cafetero del Cauca-Colombia. Se realizó una serie de muestreos en los cafetales sombreados que mantienen una parte importante de la diversidad de hormigas de la localidad. Este trabajo resalta que las especies de hormigas se categorizaron en gremios tróficos de acuerdo con la literatura disponible (Delabie, Agosti, & do Nascimento, 2000; Silvestre *et al.*, 2003), con esta información se construyeron modelos lineales generalizados mixtos de distribución Poisson, para determinar el efecto de cada uso del suelo sobre la abundancia de hormigas de cada gremio, este procedimiento se realizó con el paquete multcomp (Hothorn *et al.*, 2016) de R (R Development Core Team, 2017). Lo que posibilita desde el presente trabajo escrito, el análisis de la propuesta de la clave dicotómica desde los gremios.

En consecuencia, y más recientemente, Martínez, J. (2018), de la Universidad Nacional de Colombia. Mirmecofauna asociada a bosques fragmentados y sabana inundable en el municipio de Arauca (Arauca, Colombia). Donde se propone por subsanar la brecha de conocimiento existente en esta región del país, en este estudio evaluaron la dinámica temporal de la biodiversidad (riqueza y abundancia) de especies de hormigas asociadas a parches de bosque en la sabana inundable del municipio de Arauca (Colombia). Es importante resaltar de este trabajo que Los géneros mejor representados fueron *Pheidole*, *Camponotus*, *Dolichoderus* y *Solenopsis*. El uso de estimadores no paramétricos determinó que la riqueza en el área de estudio oscila entre 107 y 119 especies reflejando una buena representatividad del muestreo. La riqueza de especies del ambiente de sabana es significativamente menor a la registrada en los ambientes de borde y bosque, pero no sucedió lo mismo con la riqueza de especies por temporada climática. Además, este estudio representa la primera aproximación al conocimiento de la mirmecofauna del norte de la Orinoquia Colombiana y amplía la información disponible de esta familia para esta región del país.

De las últimas publicaciones y de gran importancia el trabajo de actualización desarrollado por los autores Fernández, F. Guerrero, T. (2019), el libro titulado Hormigas De Colombia. Donde se exponen importantes actualizaciones de la mirmecofauna en cuanto a taxonomía, morfología, gremios y algunos comportamientos ecológicos de este grupo de organismos. Además de lo altamente interesantes que son todos los capítulos, resaltamos el capítulo dos que tiene que ver con la Filogenia y sistemática de las hormigas neotropicales, este capítulo se centra en las hipótesis en filogenia de hormigas de los últimos años, especialmente usando genes. Tres excelentes revisiones del tema corresponden a Ward (2007, 2010, 2014). Ya que, compara caracteres plesiomórficos y autoapomórficos para separar las hormigas “basales” (stem group) de las hormigas modernas (crown group) y realiza un primer análisis estadístico de las longitudes de

escapo y flagelómeros de las antenas de las obreras para separar los grupos basales (y extintos) de las hormigas modernas. Este autor utiliza criterios del Filo Código (PhyloCode) para definir el grupo “corona” de hormigas como Formicidae P Stephens, 1829, siendo el clado que se origina con el ancestro común más reciente de *Martialis heureka* Rabeling y Verhaagh, (2008), y *Formica rufa* Linnaeus, (1761).

Además, se muestra que desde el área de la mirmecología, la fumigación fue usada para estudiar, entre otros, la diversidad y la distribución de las especies de hormigas en el dosel (p. ej. Wilson, 1987; Longino y Colwell, 1997; Longino et al., 2002; Hashimoto et al., 2006; Blütghen y Stork, 2007; Floren et al., 2014), los cambios estacionales en la estructura de los gremios tróficos (p. ej. Castaño-Meneses, 2014) y el impacto de la explotación forestal sobre la estructura de los ensamblajes de hormigas arborícolas (Floren et al., 2001; Wisodo et al., 2004). Lo que aporta de forma fundamental en el presente trabajo para la construcción de la clave dicotómica a partir de gremios para principiantes en este campo y que pretenden adquirir mayor conocimiento en este campo de la mirmecología.

Local, Hernández, F. (2014) de la Universidad Pedagógica Nacional. Caracterización de la macrofauna asociada a los detritos producidos por hormigas del género *Atta*. Presentando la problemática sobre el desconocimiento sobre el papel ecológico de la hormiga arriera. Justificación, planteando el ¿por qué? y el ¿para qué? Se hace necesario destacar la importancia ecológica de la hormiga arriera. Objetivos para realizar en la investigación. Antecedentes, presentando otros trabajos elaborados sobre hormigas del género *Atta*. Generalidades presentadas en San Luis y Melgar (Tolima), a su vez las coordenadas de las zonas de estudio y la posición de los hormigueros. Quienes realizaron un trabajo de campo con toma de variables como temperatura, humedad relativa, temperatura del suelo. La colecta de detritos producidos por hormigas del género (*Atta*) que se depositan en bolsas ziploc y se rotulan, y un conteo de hormigas que entran y salen de los hormigueros en tiempos de 10 minutos por cada actividad realizada por las hormigas. Respecto al trabajo de laboratorio, tuvo que ver con la extracción de organismos de los detritos, identificación de las familias a las que pertenecen, preservación en alcohol, para el proceso que tiene que ver con el tratamiento de residuos, utilizaron protocolos sobre pH, Materia orgánica, carbono, amonio y nitrógeno.

Los resultados arrojados por el trabajo dan cuenta de la importancia ecológica de la hormiga en los ecosistemas colombianos; puesto que, con su actividad, mejoran las condiciones del suelo, aportando nutrientes necesarios para el crecimiento de plantas y supervivencia de otros organismos. Así mismo se evidencia que los efectos antrópicos reducen la macrofauna, reduciendo los procesos efectuados en la formación de suelos ricos de materia orgánica. Donde se concluye que las altas temperaturas son directamente proporcionales al número de hormigas, puesto que a mayor temperatura mayor actividad de forrajeo. Los efectos antrópicos reducen la biota animal del suelo, reduciendo los procesos efectuados en la formación de suelos ricos de materia orgánica. Por otro lado, la cantidad de materia orgánica está relacionada con el tiempo que llevan establecidos los hormigueros, puesto que cuando los hormigueros llevan años creciendo, defoliando y

expulsando material, logran reunir nutrientes que con ayuda del ambiente y otros organismos se descompone aportándole al suelo materia orgánica necesaria para el crecimiento de plantas y otros organismos.

Donde se puede identificar, otras formas de intervención en comunidad respecto a sus tradiciones, y comunicando la importancia ecológica de las hormigas, generando un estímulo de conciencia respecto la diversidad biológica de la zona. Además, la rigurosidad del desarrollo de la identificación de los organismos. En este sentido se han encontrado una serie de trabajos realizados en torno al reconocimiento de las hormigas en los diferentes ecosistemas, lo que es una invitación a seguir desarrollando trabajos de investigación respecto a estos organismos y generar conciencia de respeto y comportamientos responsable en los sujetos respecto al entorno natural. (Ver anexo. 01).

En consecuencia, con el trabajo que se ha venido desarrollando por parte de la línea de investigación del grupo Cascada, respecto al desarrollo y aproximaciones a la Mirmecofauna, Chinome, D. Rincón, W. (2014). trabajaron en una forma de Aproximación a la Mirmecofauna de tres zonas del municipio de Choachí (Cundinamarca-Colombia); donde se plantea la necesidad de conocer cuáles son las especies de formícidos que habitan en tres zonas del municipio de Choachí (Cundinamarca), y cómo varía la composición de especies según el grado de perturbación que presenta cada una de las zonas muestreadas. Para esto se proponen la determinación de la Mirmecofauna presente en tres zonas del municipio; realizar un inventario de los formícidos de Choachí en tres zonas (Perímetro urbano 'Finca', aldeaño al Rio Blanco y Sendero autopista Chiva Cortes), además de comparar la diversidad de formícidos presentes en tres zonas del municipio y finalmente, el analizar la composición de gremios de los formícidos presente en las tres zonas de muestreo.

Este trabajo permite identificar la gran diversidad que presentan los insectos, aunque es uno de los grupos más estudiados aún falta que se realicen estudios en algunas zonas de Colombia. Además de ello se resalta la gran importancia que tienen los formícidos como bioindicadores y su función en los ecosistemas. Por otro lado, se habla sobre la relevancia que tienen estos tipos de trabajos para la formación del licenciado en biología. Además, se tiene en cuenta que algunos métodos de muestreo aplicables como las técnicas de colecta para hormigas empleando tres de estas (Cebos epigeos, trampas de caída, colecta manual) (Villareal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M, Umaña A.M. 2004), se tienen en cuenta para el análisis de los resultados los índices propuestos por Cowell y Cowington (1994) citados en el manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad publicado por el instituto Alexander Von Humboldt (2004).

En la Universidad Pedagógica Nacional, desde la línea de Faunística y conservación de artrópodos se proponen listas anotadas, Cortez, Y. Moreno, J. (2013), desarrollaron un trabajo sobre las Mariposas de la Vereda Jerusalén Municipio de la Calera, Cundinamarca (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA). Una Lista Anotada. Para el desarrollo de las listas anotadas generaron una serie de objetivos que consisten en la

elaboración de una lista anotada de las mariposas (*Lepidoptera: Papilionoidea*) recolectadas en la Vereda Jerusalén en el Municipio de La Calera. Recolectar mariposas en la Vereda, posteriormente determinar los especímenes recolectados hasta la máxima categoría taxonómica posible. Además de reconocer las variaciones individuales que se puedan presentar entre las especies recolectadas. Luego, registrar mediante la elaboración de archivo fotográfico las mariposas recolectadas. Y Finalmente realizar un poster de algunas mariposas recolectadas como una estrategia de divulgación de las especies que se encuentran en esta zona para contribuir al crecimiento de la colección entomológica del Museo de Historia Natural del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional (MHN UPN).

A partir de lo anterior, se dan unos resultados, síntesis y análisis de estos en los que se evidencian las familias, géneros y especies colectadas en la zona de estudio, fotografías de las láminas hechas para la identificación de las especies presentes en la colecta, terminando con unas conclusiones a las cuales se llega con este trabajo de investigación, unas recomendaciones futuras y la bibliografía empleada. De manera que se resalta la importancia del desarrollo de listas anotadas para el reconocimiento de diferentes organismos en distintas zonas de Colombia ya que al ser el primero realizado en la zona de estudio adquiere gran importancia puesto que puede ser tomado como guía para realizar otros trabajos e investigaciones en este lugar.

5.2. Claves de Identificación para Hormigas

Gutiérrez, P. R. (2014). Clave para la identificación de las subfamilias y los géneros de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Costa Rica; el investigador deseaba promover una herramienta para el conocimiento de la fauna de hormiga, esto lo logro por medio de una lista y claves dicotómicas para identificar las subfamilias y los géneros de las hormigas de Costa Rica. Además de esto tuvo en cuenta el uso de herramientas complementarias de la web y otras claves del Neotrópico. El autor realizo una revisión bibliográfica de publicaciones taxonómicas de los géneros presentes en Costa Rica. Por medio de la información de páginas web elaboro un lista géneros, las subfamilias de las hormigas en el artículo se caracterizaron por medio de las claves de distintos autores. Aparte de la revisión bibliográfica, el autor realizo un estudio de la colección del laboratorio de entomología de la Universidad de Costa Rica y también de las fotografías de la página de internet de John T. Longino. El autor determino para Costa Rica 14 subfamilias, con 86 géneros de hormigas en total. El autor concluyo que la clave que presento puede ser una herramienta útil para estudios posteriores que estén relacionados con la biología y la diversidad de hormigas en Costa Rica.

Un caso mostrado en México por, Mackay W. P. y Mackay E. E. (1988). Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae); los investigadores presentaron una clave para los géneros de hormigas presentes en México y América Central. Los investigadores explicaron que México al estar compuesto de fauna de la

región Neártica y de la región Neotropical, lo convierte en un país de mucho interés para la biología y biogeografía de los organismos, sin embargo, esto mismo hace que la identificación de organismos sea difícil, el trabajo que realizaron los investigadores es una contribución a la solución de ese problema y es parte de una revisión ya iniciada de toda la fauna de las hormigas de la región. Los investigadores colocaron una serie de sugerencias antes de usar la clave y una lista con los géneros y sus subfamilias de las hormigas en México y en América Central. La clave incluyó noventa y ocho géneros, cada uno tuvo ilustraciones. El trabajo también tenía un glosario para facilitar el uso de la clave. Los investigadores consideraron que la clave también puede ser útil para la identificación de la mayoría de las hormigas en el norte de Sur América.

El trabajo de Alatorre, C. E.; Vásquez, M.; Castaño, G.; Navarrete, J. L.; Latke J. E. (2019), Las hormigas legionarias de Jalisco (Hymenoptera: Formicidae: Dorylinae): lista comentada y clave; los investigadores presentaron una lista comentada de las especies de hormigas legionarias del estado de Jalisco y occidente de México, así como las claves para la determinación de soldados y obreras. Los autores realizaron recolectas no sistemáticas y obtuvieron registros de hormigas legionarias de Jalisco depositadas en el Centro de Estudios en Zoología de la Universidad de Guadalajara, en la Colección Entomológica de la Estación de Biología Chamela, la Colección de Hormigas del Laboratorio de Ecología y Sistemática de Microartrópodos y la Colección Nacional de insectos, todos estos de la Universidad Autónoma de México. Los investigadores revisaron 21.167 ejemplares de 107 localidades en 51 municipios de Jalisco, estos se agruparon en cuatro géneros con 24 especies y dos morfoespecie. La clave incluyó 20 especies y una morfoespecie. Con las colecciones entomológicas y las muestras obtenidas, pasaron de 19 a 26 especies y subespecies, de hormigas legionarias en Jalisco.

Guerrero, R. J. y Olivero, D. (2007). Nuevos registros de hormigas del Caribe Colombiano, incluyendo claves taxonómicas para *Acanthoponera*, *Heteroponera* y *Platythyrea*; los investigadores registraron por primera vez cuatro especies de hormigas poneromorfas para el Caribe Colombiano. La forma de registrar estas nuevas especies para el país fue por medio de recolección durante distintas temporadas del año. Los registros contenían breves notas de campo, y claves actualizadas para las especies de *Heteroponerinae* y otra para las especies del género *Platythyrea* (*Ponerinae*) en Colombia. Los investigadores admitieron que el muestreo realizado en áreas de bosque seco y zona montañosa no tiene en cuenta todas las formaciones vegetales, las cuales poseen sus propias características. Los investigadores afirmaron que se debe considerar que la Sierra Nevada de Santa Marta al igual que otras regiones del Caribe colombiano, posiblemente tienen una fauna de hormigas importante para el inventario nacional de biodiversidad.

Para otras regiones del país el trabajo Serna, F. y Vergara, E. (2001). Claves para la identificación de subfamilias y géneros de hormigas de Antioquia y Choco, Colombia; los investigadores manifestaron que hay pocos estudios de hormigas en los departamentos de Antioquia y Choco, con el fin de solventar esa falencia los investigadores hicieron las claves. La información de los especímenes que usaron fue de la colección del Museo Entomológico “Francisco Luis Gallego” de la Universidad Nacional de Colombia, Sede

Medellín y de otras hormigas que fueron colectadas por particulares y enviadas a los investigadores. El trabajo se estructuró con un listado sistemático preliminar de los géneros de hormigas, diagnóstico de la familia Formicidae, caracteres básicos de la morfología de una hormiga, clave pictórica para reconocer las Subfamilias registradas y una clave ilustrada para el reconocimiento de los géneros. Los investigadores resaltan que en las claves se pueden encontrar atributos de las hormigas que no habían sido observadas anteriormente. Registraron 8 subfamilias y 74 géneros de hormigas para la región.

El trabajo enfocado principalmente en la Sierra Nevada de Santa Marta por Olivero, D. Y.; Guerrero, J. R. y Escárraga, M. E. (2009), Claves Taxonómicas para las hormigas cazadoras (Hymenoptera: Formicidae: Poneriane S. STR., Ectatomminae, Heteroponeriane) de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia; los investigadores buscan proveer una herramienta para el conocimiento de la fauna de hormigas de la Sierra Nevada de Santa Marta, el medio que usaron para este fin fueron las claves dicotómicas, las cuales tenían imágenes para el reconocimiento práctico de estas. El trabajo reportó hormigas de 29 especies y 12 géneros de hormigas cazadoras poneromorfas, para los géneros que están representados con más de una especie, presentaron una clave dicotómica para la identificación a nivel de especies. La información usada para la realización de las claves fue a través de colección de hormigas en diferentes sitios de la Sierra Nevada de Santa Marta. El trabajo presentó la primera clave taxonómica específica para las hormigas de las subfamilias Ectatomminae, Heteroponeriane y Poneriane s. str. Los investigadores esperaban que la clave fuera un instrumento útil y específico para futuros estudios que implicaran la identificación precisa de los taxones que provinieran de la Sierra Nevada de Santa Marta y sus inmediaciones.

Se tiene que García Avendaño, E. I. y Guerrero, R. J. (2018). Taxonomía y distribución de las hormigas del género *Tapinoma* (Formicidae: Dolichoderinae) en Colombia; los investigadores tenían como objetivo realizar un estudio taxonómico del género *Tapinoma* en Colombia, los investigadores presentaron una clave taxonómica de Colombia la cual era la primera que se tenía de ese género en el país, los autores examinaron los individuos por medio de visitas a museos y colecciones entomológicas de instituciones nacionales y extranjeras, además de esto recolectas en áreas urbanas de diferentes municipios del país. Los investigadores encontraron *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) en La Vega y *Tapinoma ramulorum* Emery, 1896 en Pandi. Los investigadores encontraron que la distribución altitudinal de ese género era disyuntiva, pero su principal hallazgo fue que identificaron tres especies más: *T. litorale*, *T. ramulorum* y *Tapinoma sp*, de esta forma el número de especies para Colombia de *Tapinoma* pasó a ser de cuatro.

El trabajo de Guerrero, R. J.; Fernández, F.; Escarraga, M. E.; Perez, L.F.; Serna, F.; Mackay W. P.; Sandoval, V.; Veragara, V. Suarez, D; García, E. I.; Sánchez, A.; Meneses, A. D.; Tocora, M. C. y Sossa, J. (2018). New records of myrmicine ants (Hymenoptera: Formicidae) for Colombia; el trabajo de los investigadores relacionó cuarenta y siete nuevos registros que pertenecen a la subfamilia Myrmicinae. Para la región de Cundinamarca los investigadores registraron *Myrmicocrypta unidentata* Weber, 1937,

Reserva Cerro Quinini., *Pheidole hasticeps* Wilson, 2003, Transecto Sumapaz y *Pheidole riveti* Santschi, 1911, Jardín Botánico José Celestino Mutis. Los investigadores registraron por primera vez tres especies invasivas de hormigas, lo cual preocupó a los investigadores ya que no se les prestaba mucha atención y estas eran una amenaza a la biodiversidad nativa, el bienestar del ecosistema natural y la salud humana. Los investigadores esperaban que, con el reporte de las nuevas especies, se presentaran nuevos esfuerzos por parte de colaboradores nacionales e internacionales para la colección de especímenes, especialmente en áreas que estaban prohibidas anteriormente debido al conflicto armado.

Otro trabajo a recalcar es el de Fernández, F. (1993), Hormigas de Colombia III: Los géneros *Acanthoponera* Mayr, *Heteroponera* Mayr y *Paraponera* Fr. Smith (Formicidae: Ponerinae: Ectatommini). El investigador presentó una clave para los géneros neotropicales, y también la biología, distribución y claves de las especies colombianas *Acanthoponera minor*, *A. mucronata*, *Heteroponera microps*, *H. monticola*, *H. inca* y *Paraponera clavata*. El estudio está basado en la colección de hormigas por parte del investigador, de las colecciones de hormigas o insectos de universidades nacionales y extranjeras, de museos entomológicos nacionales y del museo de historia Nacional de la universidad Nacional de Colombia. Para Cundinamarca él investigador registró *Heteroponera monticola* Kempf & Brown 1970:321, Mesitas del Colegio. El investigador halló un contraste entre la abundancia en tierras bajas de los géneros *Ectatomma*, *Paraponera* y *Gnamptogenys* con la escasa presencia de *Heteroponera* y *Acanthoponera*. El autor declaró que una razón para la abundancia de la *Paraponera clavata* en Colombia, en las tierras bajas y húmedas por debajo de los 1000m era debido a la plasticidad ecológica que presentó en sus hábitos de nidificación y, sobre todo, de forrajeo y fuentes de alimentación.

5.3. Material Educativo

El artículo de Janicki, J.; Nitish, N.; Ziegler, M.; Guénard, B.; Economo, E. P. (2016), Visualizing and interacting with large-volume biodiversity data using client-server web-mapping applications: The design and implementation of antmaps.org; la motivación de los investigadores para la realización del trabajo fue apoyar la búsqueda de la biología y biodiversidad. Los objetivos de los investigadores podrían ser resumidos en lograr una aplicación que sea sencilla de usar, que contenga una gran cantidad de información y donde los usuarios puedan dar retroalimentación para mejorar la aplicación. Los investigadores tuvieron participantes que usaron la aplicación, los cuales dieron su visto bueno y una serie de sugerencias. La página tuvo una buena recepción y logró un número estable de 80 sesiones por día de diferentes lugares del mundo. Los investigadores afirmaron que su aplicación resaltaba lo que se puede lograr con enfoque más especializado, que la aplicación fue diseñada para complementar aplicaciones ya existentes sobre hormigas, e hicieron la reflexión que cada aplicación web tiene sus

fortalezas y que es mejor usar las distintas aplicaciones dependiendo de la información que se busque.

Otro tipo de trabajo es el de Arguello, H. y Gladstone S. (2001). Guía ilustrada para identificación de especies de zompopos (*Atta* spp. y *Acromyrmex* spp.) presentes en El Salvador, Honduras y Nicaragua; los investigadores elaboraron la guía debido al impacto que los Zompopos como plagas tenían en la agricultura mesoamericana y por su importancia en los ecosistemas, cuyo manejo era más complejo por el hecho de que el uso de plaguicidas producía problemas en la salud a las personas. La guía estaba dirigida a técnicos extensionistas, estudiantes, investigadores y docentes. Los investigadores presentaron dos métodos con los cuales se podía diferenciar, reconocer e identificar géneros y especies de zompopos que afectarían el cultivo. El primero era un método pictográfico, integrando caracteres morfológicos con aspectos de comportamiento y hábitat para el uso de no especialistas. El segundo era una clave taxonómica por casta. Los autores esperaban contribuir principalmente al reconocimiento de la diversidad de zompopos presentes en El Salvador, Honduras y Nicaragua y de esta manera, ayudar la eficacia de su manejo.

Un trabajo con un enfoque más específico es el de Zumbado, M. y Azofeifa, D. (2018). Insectos de importancia agrícola; la guía trata sobre el estudio de los insectos de importancia en agricultura, para que el productor pudiese reconocer los principales grupos presentes en los agroecosistemas, y su historia natural. Para los investigadores, si se tiene un conocimiento básico de los grupos mayores de insectos, de los dos principales tipos de desarrollo y con procedimientos claros, se puede realizar observaciones sobre las interacciones ecológicas entre planta e insecto y sobre los requerimientos de las diferentes etapas de vida de los insectos de interés; con esa información se podría aplicar medidas de manejo bien informadas y oportunas en la práctica agrícola. Existían varios libros sobre insectos, sin embargo, la mayoría no estaban en español y muchos de estos no incluían la información básica necesaria para iniciar un estudio con bases sólidas. Por lo cual los autores buscan con el manual llenar ese vacío.

Morales, I. T.; Medina, C. A. (2009). Insectos de la Orinoquia colombiana: evaluación a partir de la Colección Entomológica del Instituto Alexander von Humboldt (IA v H). Los autores manifestaron que los insectos de la región de la Orinoquia colombiana son los menos conocidos con relación a otras regiones biogeográficas de Colombia, con el fin de acrecentar este conocimiento los autores realizaron el inventario preliminar de los insectos de la región de la Orinoquia colombiana a partir de la colección del IA v H. La lista de especies que mostraron se compiló a partir de información de los insectos depositados en la Colección Entomológica del Instituto Humboldt. Los autores encontraron 168 especies, pertenecientes a 156 géneros, 59 tribus, 39 subfamilias y 15 familias. Los investigadores proclamaron que los resultados obtenidos son una contribución significativa, que no eran definitivos, pero formaban un referente básico que mostraba las áreas de mayor concentración de investigaciones y aquellas que habían sido menos exploradas como los departamentos de Guainía, Guaviare, Arauca y Casanare. Declararon que, a pesar de su alto potencial biótico de la Orinoquia, era probablemente

la región natural que menos atención había recibido en los temas involucrados con inventarios y valoración de su biodiversidad.

Un trabajo que se enfoca en enseñar sobre la conservación de las especies es el de Amat, G.; Andrade, M. G. y Amat, E. (2007). Libro rojo de los invertebrados terrestres de Colombia. Los investigadores explicaron que los libros rojos presentan información sobre unas especies seleccionadas en diferentes categorías y, basados en este tipo de información, se recomendaban medidas para la conservación de las especies propuestas. Uno de los objetivos centrales de las Listas Rojas era, que las especies de prioridad sean conocidas por la mayoría de los ciudadanos (socialización) y que hubiese un impacto en la legislación, normas y conductas que pretendían proteger el recurso biológico de una nación, en el libro también se recomendaban medidas para la conservación de las especies propuestas. Se mencionaba los factores directos o indirectos que determinaban en gran manera, declinaciones o desapariciones drásticas de poblaciones de artrópodos a nivel local, estos factores ocurrían regularmente en el país y aún más en la región andina, por su cantidad poblacional. Para la asignación de las categorías se hizo una comparación de la situación actual de las poblaciones, con aquella que se estimaba existía hace 100 años o tres generaciones del taxón. De las especies consideradas 5 se categorizaron En Peligro Crítico (CR), 17 En Peligro (EN), 24 Vulnerables (VU) y 3 Casi Amenazadas (NT).

Un trabajo para personas con interés en las mariposas es el de García, C.; Constantino, L.M.; Heredia, M. D. y Kattan G. (2002). Mariposas Comunes de la Cordillera Central de Colombia; los investigadores comentaron que en Colombia habían más de 25 especies de mariposas documentadas como amenazadas de extinción, e incontables especies habían sufrido declinaciones poblacionales significativas que no habían sido documentadas. Para conservarlas se debían tomar medidas adecuadas para protegerlas, lo cual solo se podía hacer a medida que se conocieran y estudiaran. El libro era una guía para la identificación de 232 especies de mariposas, divididas entre 6 familias, que eran posibles encontrar en la región central de la cordillera Central de Colombia, la cantidad de especies identificadas era una cuarta parte de las especies de esa región. Ya que el trabajo era una guía de campo, el texto se limitó a presentar una breve descripción de las familias y subfamilias, y la dimensión y la distribución geográfica de las especies ilustradas. Los autores se refirieron al libro como una invitación a salir al aire libre a observar las mariposas, a maravillarse con su diversidad de formas y colores, y a aprender a apreciar la biodiversidad colombiana.

El trabajo de grado de Gutiérrez Cifuentes, L. S. (2015). Guía fotográfica preliminar de las familias de los órdenes Coleoptera, Hymenoptera y Orthoptera asociadas al estrato epígeo del robledal (*Quercus humboldtii*) del parque natural Chicaque, Cundinamarca, Colombia; la autora planteo la necesidad de conocer la riqueza de las familias de los órdenes Coleoptera, Hymenoptera y Orthoptera del Parque Natural Chicaque y su importancia en los boques de roble. Para solventar esta necesidad la autora diseño y elaboro una guía fotográfica preliminar de las familias de Coleoptera, Hymenoptera y Orthoptera asociadas al estrato epigeo del robledal (*Quercus humboldtii*) del parque natural Chicaque, Cundinamarca, Colombia. La toma de datos fue realizada a

través de la parcelación sector en el bosque de robles del Parque Natural Chicaque. Para el muestreo de entomofauna uso 3 métodos de colecta divididos entre dos tipos: recolección activa y pasiva. Luego realizó la determinación taxonómica hasta nivel de familia, con la corroboración de especialistas de algunos ejemplares. La autora recolectó 544 individuos agrupados en 15 familias. La guía proporciona los primeros datos preliminares de la composición, riqueza y diversidad de las especies, así mismo de fotografías que caracterizó cada uno de los grupos.

Un trabajo que buscaba mejorar el conocimiento proporcionado es García, Y. A. (2016). Los Ephemeroptera de la Colección de Insectos Acuáticos de la Universidad Pedagógica Nacional: una sistematización de factores ecológicos y composición taxonómica; la autora manifestó que el Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional con ejemplares del orden Ephemeroptera los cuales no se encontraban organizados, debido a esto no se evidenciaba un uso de estos organismos por parte de los estudiantes, la autora buscó organizar esa información para viabilizar el acceso y uso por los estudiantes y docentes del Departamento de Biología de la universidad. Para esto organizó la información en una base de datos con fichas ecológicas. El trabajo lo realizó en tres fases. La primera fue la verificación del material, organización de muestras y la clasificación taxonómica a nivel de género. En la segunda fase hizo una revisión de fichas y cartillas, al igual que un registro fotográfico para el diseño de las fichas ecológicas. La última fase fue la organización de la base de datos. La autora afirmó que las fichas servían como guía en el laboratorio y en el trabajo de campo y que además brindaban un medio de acercamiento al estudiante o docente para conocer los aspectos más importantes de esos organismos.

Suarez, Y. (2014). Mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) colectadas en Venecia (Cundinamarca, Colombia): Catálogo ilustrado. El autor manifestó que había un desconocimiento de la biodiversidad existente en el municipio de Venecia, para solventar este problema el autor caracterizó taxonómicamente los especímenes de las mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) colectados en el municipio Venecia Cundinamarca, la información fue colocada en un catálogo ilustrativo. El autor realizó un trabajo en campo el cual consistió en una salida de reconocimiento y nueve jornadas de colecta, en las cuales usó dos métodos de colecta; además realizó un trabajo en laboratorio en el cual describió los pasos para el montaje de los especímenes, que incluyó ablandamiento, montaje y etiquetado, fotografiar y determinar, para sistematizar y compilar la información en el Catálogo. En las jornadas de colecta el autor recolectó 290 especímenes divididos en 5 familias y 15 subfamilias. El autor declaró que el trabajo fue un gran aporte al conocimiento de la biodiversidad, ya que se realizó en un lugar en el que no se habían hecho ningún tipo de estudio para el reconocimiento de esta.

6. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se presentan los conceptos, nociones y perspectivas teóricas que encaminan esta investigación; en este sentido y en primer lugar se aborda conceptualmente la diversidad de Hormigas en cuestión de su biología y ecología; en segundo y tercer lugar, se describe la clave dicotómica, y anotaciones documentadas acerca de las claves de hormigas para la región; como cuarto punto, se relaciona la importancia de las hormigas en el ecosistema y la identificación a partir de su grupo funcional; en el quinto apartado, se aproxima al concepto de grupo funcional, de forma consecuente, se describen las características principales de los grupos funcionales; por último, se abordaron las diferentes aristas conceptuales y perspectivas frente a propuesta educativa.

6.1. Las hormigas (Himenóptera; Formicidae)

De acuerdo con Agosti (2004) hay algo más de 11.500 especies de hormigas descritas en 20 subfamilias vivientes para la región neotropical, además se han descrito unas 3100 especies en 14 subfamilias y 120 géneros (sin contar fósiles). En un sentido más restringido, el neotrópico comprende unos 112 géneros y unas 2800 especies (Fernández, F. 2003). Las hormigas son los insectos sociales más conspicuos. Cada colonia normalmente está comprendida por una hembra fértil (reina) y un número variable de hembras infértiles (obreras) que trabajan en la construcción y el mantenimiento del nido, así como en el cuidado de la reina y las crías (R.J. Guerrero, T. Delsinne y F. Fernández. 2019). La presencia de machos es limitada, hasta el momento de la salida de hembras vírgenes que buscarán nuevos nidos. Hay dos formas básicas en que una colonia puede crearse: a) por fundación independiente y b) por fundación en masa. En el primer caso las futuras reinas (esto es hembras ya fecundadas) inician la fundación de una nueva colonia solitariamente. (Fernández. 2019). De manera que, muchas hormigas buscan sitios para nidificar que requieran un mínimo gasto energético para ser ocupados. Entre éstos se encuentran las cavidades naturales o previamente elaboradas por otros animales, en el suelo o en los árboles. El material de origen vegetal, vivo o muerto, provee gran variedad de hábitat para que las hormigas establezcan sus nidos (Palacio, 1995).

Estas hembras tienen tórax masivos, con reservas ricas para afrontar un período largo de espera hasta que nazcan sus hijas que salgan del nido a buscar el sustento. Cuando es una sola reina la fundadora se dice que es un proceso de haplometrosis, si son varias las reinas fundadoras, se habla de pleometrosis. En el primer caso, si la reina permanece como la única hembra reproductiva, estamos hablando de monoginia primaria. Si a una colonia se le agregan posteriormente más reinas (reinas supernumerarias), se dice que hay poliginia secundaria. Para el caso de pleometrosis, puede suceder que de las varias reinas fundadoras sólo una sobreviva o quede al mando reproductivo de la colonia, a esto se le llama: monoginia secundaria. Si todas (o la mayoría de las reinas) sobreviven entonces se trata de una poliginia primaria (Holldobler y Wilson, 1990; Bourke y Franks, 1995).

Para el segundo caso, de fundación en masa, la futura reina (o reinas) están acompañadas de obreras de la colonia madre. Estas hembras son más pequeñas, y sus tórax no son tan masivos con reservas de grasas, dado que estas reinas van a tener una “mano de obra” disponible. Si una sola hembra es la fundadora, puede ser la única presente en la futura colonia (monoginia primaria) o puede admitir reinas supernumerarias (poliginia secundaria). Si se trata de varias reinas iniciando un nido, volvemos al caso de poliginia primaria (Hölldobler y Wilson, 1990, 2014). En las reinas hay un compromiso entre fundar una colonia y dispersarse por el vuelo (la hipótesis FoF, Found or Fly; Helms y Kaspari, 2015), lo que implica presiones energéticas por el costo de volar para buscar un sitio de nidificación vs. el peso del cuerpo que incluye las reservas metabólicas para la fundación claustral.

Una colonia pasa más o menos por al menos tres estados (Hölldobler y Wilson, 1990); el estado de fundación, descrito arriba, en el cual las hembras vírgenes buscan aparearse con machos para iniciar un nuevo nido. Normalmente las hembras salen del nido madre y buscan aparearse con machos venidos de otros sitios distantes. A diferencia de otros grupos, aquí no hay elaborados rituales: la hembra puede aparearse con un macho (monandria) o varios (poliandria) con cierta rapidez, pues hay bastantes riesgos, especialmente depredadores, siendo los peores, otras hormigas. Si la hembra sobrevive quizás encuentre un sitio apropiado para el inicio de la colonia.

Los insectos y en particular las hormigas son consideradas las responsables de la diversificación de las angiospermas. La relación hormiga-planta surgió hace millones de años (Delabie *et al.*, 2003). Algunas relaciones, como la simbiosis mutualista, en la cual individuos de las especies involucradas se necesitan entre sí para sobrevivir, están ampliamente distribuidas en los trópicos de América, Asia y África (Hocking, 1975; Bentley, 1976; Hölldobler & Wilson, 1990; Ward, 1991). También se conocen relaciones facultativas en las cuales no hay una asociación ecológica obligada entre las especies ni existe una relación directa con una especie determinada (Díaz & Rico, 1998) en las relaciones facultativas es tan poca la dependencia que se da entre dos especies, que muchas veces la hormiga sólo visita los árboles que defiende, pero no siempre anida en ellos (Bronstein, 1998). En el neotrópico se han llevado a cabo estudios sobre asociaciones de hormigas con plantas. En países como Argentina (Delfino & Buffa, 1996), México (Ibarra & Dirzo, 1990; Rico *et al.*, 1998, Torres *et al.*, 2000), Jamaica (Keeler, 1979) y Colombia (Ramírez *et al.*, 2001) se han realizado investigaciones sobre relaciones ecológicas entre hormigas y plantas; así mismo, se han resaltado las asociaciones entre insectos del orden Hemiptera y plantas.

En este sentido, el espectro de interacciones interespecíficas que involucra hormigas es bastante amplio y varía en el tiempo y el espacio de acuerdo con contextos específicos. Dichas interacciones comprenden relaciones de herbivoría, polinización, dispersión de semillas y depredación, y pueden involucrar hasta tres niveles tróficos como la agricultura en hormigas cultivadoras de hongos, y la ganadería en mirmicinas cuidadoras de homópteros. La relación ganancia-pérdida para cada una de las partes oscila

en un continuo desde relaciones antagónicas hasta mutualistas, pasando por interacciones de tipo generalista (Rico-Gray y Oliveira, 2007). La especificidad de las asociaciones planta-hormiga, los beneficios para las hormigas y sus patrones de ocupación en las plantas pueden variar espacial y temporalmente, en especial en asociaciones facultativas que involucran hormigas no especializadas (Ramírez *et al.*, 2001). Además, permiten relacionar el predominio cada vez mayor de relaciones laxas y generalistas con el deterioro que enfrenta el bosque seco tropical en la zona, prediciendo un incremento a futuro en la proporción de este tipo de interacciones en los bosques relictuales.

Estas estrategias no son estrictas, y estudios recientes muestran que las especies, las poblaciones y las colonias son más flexibles de lo pensado, variando sus estructura, dinámica y composición de acuerdo con las circunstancias ambientales, colonias vecinas y demás factores (Bourke y Franks, 1995; Holldobler y Wilson, 2014). Por ejemplo, en la hormiga del fuego importada (*Solenopsis invicta*) las poblaciones en su tierra nativa (Brasil) son monogínicas, pero las poblaciones en EE. UU, donde son invasoras son mono o poligínicas (Taber, 2000; Tschinkel, 2006). Esto anterior, nos permite comprender un poco más la complejidad de las descripciones ecológicas de la Mirmecofauna y el establecimiento de grupos funcionales generales por taxones, si no que estos se establecen de acuerdo con las condiciones a las que esté expuesta la colonia de hormigas. Sin embargo, es posible generalizar con los grupos funcionales a nivel de género, por supuesto cabe aclarar que solo para algunos géneros más no para todos los géneros de hormigas.

6.2. Clave Dicotómica

Una clave dicotómica consiste en un modelo o esquema que permite la determinación de distintas especies, a través de la comparación (Lahitte, H., Hurrell, J., Belgrano, M., Jankowski, L., Mehlreter, K., Haloua, P. y Cand a, G. 1997) de dos caracteres excluyentes. Están constituidas por una serie de caracteres disyuntivos contrapuestos y relacionados de modo tal que, eligiendo uno de los dos caminos planteados se transita por las distintas series de opciones hasta lograr la determinación del ejemplar en cuestión. El hecho de que la clave sea dicotómica implica que, independientemente del carácter que se considere, siempre habrá dos vías diferentes, debiéndose elegir una de ellas ya que no es posible que un ejemplar cumpla con las dos alternativas a la vez. Los caracteres utilizados para confeccionar las distintas opciones de la clave deben ser relativamente constantes y poder ser identificados sin dificultad.

Es preciso aclarar que no hay un criterio preestablecido para elaborar los dilemas u organizar su secuencia, sin embargo, es muy útil identificar primero los ejemplares pertenecientes a taxones o grupos con características muy diferentes (Lanteri *et al.* 2004). Por otro lado, Mestres Izquierdo y Torres García, (2008) señalan que, al incorporar más información a los dilemas, se aporta mayor cantidad de datos acerca del ejemplar a determinar; facilitando la decisión a tomar. Para la construcción de

una clave dicotómica, debe asignarse a cada una de las opciones o alternativas un símbolo que pueden ser un número o letra, el cual puede tener o no sangría (Lahitte *et al.*, 1997), que las identifique; el símbolo permite seguir el camino hasta la identificación del organismo que se desea determinar.

Finalmente, se tiene que las claves dicotómicas son empleadas para clasificar seres vivos o materia inerte y están constituidas por una serie de dilemas encadenados, de tal forma que al elegir uno de los dos dilemas, concuerde con las características del ejemplar que se quiere clasificar. Se va pasando de unos dilemas a otros hasta el final de la clasificación. Cuanta más información demos en los dilemas, más fácil será elegir uno de los dos caminos y mayor será la información sobre el ejemplar a clasificar. “Dicotomía hace referencia a los dos caminos a elegir. Al elegir los dilemas, se debe tener en cuenta que el lector debe comprenderlos, y por lo tanto hay que facilitarle la elección del camino correcto”. (Mestres y Torres, 2012, p. 2).

6.3. Registro y claves de Hormigas para Colombia

Dentro de las hormigas se encuentran varios grupos de depredadoras por excelencia como las subfamilias Amblyoponinae, Ectatomminae, Heteroponerinae, Paraponerinae, Ponerinae y Proceratinae (Bolton 2003; Brady *et al.* 2006). Estas hormigas viven en pequeñas colonias con decenas o cientos de obreras, sus nidos son muy frecuentes en madera descompuesta sobre el suelo o en la hojarasca; la mayoría de las especies buscan su alimento solitariamente, pero se puede encontrar esporádicamente el comportamiento grupal de caza (Hölldobler y Wilson 1990; Longino y Hanson 1995), este tipo de comportamiento así como caracteres morfológicos han permitido que sean catalogadas como grupos primitivos (basales) dentro de las hormigas (Fernández. 2003).

El trabajo realizado por Chacón de Ulloa y Abadía (2014) registra todas las contribuciones realizadas de muestreos y registros que se agruparon según su ubicación en alguna de las seis regiones naturales de Colombia, incluida la región insular del Pacífico (Ulloa y Abadía. 2014). En los fragmentos de bosque se han descrito, así mismo, las relaciones entre plantas y hormigas y entre estas e insectos heterópteros (Ramírez, *et al.*, 2001), y la simbiosis entre hormigas y coleópteros estafilínidos (García, *et al.*, 2001; García & Chacón de Ulloa, 2005). Otros trabajos se enfocaron en la biología reproductiva, (Ulloa y Abadía. 2014) la ecología y el control de algunas especies nativas dominantes como la pequeña hormiga de fuego *Wasmannia auropunctata* (Armbrecht & Ulloa-Chacón, 2003; Chacón de Ulloa, 2003a; Achury, *et al.*, 2008; López, *et al.*, 2008; Achury, *et al.*, 2012), e invasoras, como la hormiga loca *Nylanderina* (*Paratrechina*) (Chacón de Ulloa, *et al.*, 1994; Aldana, *et al.*, 1995a; Chacón de Ulloa, 1998; Chacón de Ulloa, *et al.*, 2000; Arcila, *et al.*, 2002a; Arcila, *et al.*, 2002b) y la hormiga fantasma *Tapinoma melanocephalum* (Jaramillo & Chacón de Ulloa, 2003).

Se elabora una tabla que permite observar con mayor claridad los trabajos y las zonas de muestreo para la identificación de la Mirmecofauna en Colombia:

REGIÓN	ZONA	TRABAJO
<u>Región Pacífica</u>	Incluye la zona de vida del bosque muy húmedo tropical, con temperaturas aproximadamente entre los 24 y 28 C y altitudes entre 39 y 1.520 metros.	Los trabajos que se hallaron se centraron en la diversidad de hormigas en cuatro localidades de la llanura del Pacífico en el municipio de Buenaventura y también en la cuenca media del río Calima (Aldana & Chacón de Ulloa, 1995b; 1999); también se observaron las relaciones existentes en un mosaico de hormigas del bosque lluvioso del Chocó (Armbrecht, <i>et al.</i> , 2001) y se propuso cuantificar la protección que confieren las hormigas mirmecinas (<i>Pheidole</i>) a plantas melastomáceas del género Tococa (Álvarez, <i>et al.</i> , 2001).
<u>Región Amazónica</u>	Comprende las zonas del Caquetá con alturas entre los 200 y 400 metros y temperaturas entre los 18 y 36 o C (Sanabria-Blandón, 2011)	Proponen el análisis del gremio de hormigas cazadoras (Sanabria-Blandón & Chacón de Ulloa, 2011), como la riqueza de hormigas legionarias Dorylinae (Ecitoninae) (Sanabria-Blandón & Achury, 2011) y, además, se reportaron nuevos registros de especies para Colombia en Guerrero & Sanabria, (2012).
<u>Región de la Orinoquia</u>	La mayoría de los trabajos relativos a esta región se llevaron a cabo en los municipios de Puerto Gaitán (Meta), a 200 metros de altitud y una temperatura media de 27C, y sus objetivos fueron registrar las especies de hormigas asociadas a la sabana nativa (Medina, <i>et al.</i> , 1993; Medina, 1994).	Evaluaron el establecimiento de posibles hormigas indicadoras de los servicios ecosistémicos del suelo en diferentes sistemas productivos del departamento del Meta (Sanabria, <i>et al.</i> , 2012).
<u>Región Insular</u>	Los estudios se encontraron registros sobre las islas de Gorgona y Malpelo, con altitudes entre los 300 y 340 metros y una temperatura promedio de 26 C. En el Parque Nacional Natural Gorgona los trabajos registraron un aproximado de cambios ocurridos en un período de 24 años en la fauna de formícidos del suelo y sotobosque, y se encuentra que comparan muestreos de fines de la década de los 80	Además, se registró por primera vez en Colombia información sobre la riqueza y las características particulares de especies de hormigas presentes en el dosel en Gorgona (Chacón de Ulloa, <i>et al.</i> , 2014). Finalmente, En el Santuario de Fauna y Flora Malpelo se estudió la composición y la estructura trófica de los invertebrados terrestres (Calero, <i>et al.</i> , 2011), entre los cuales se hallaron algunas especies de hormigas introducidas en Calero, <i>et al.</i> , (2008).

(Baena & Alberico, 1991) con evaluaciones hechas en el 2010);

Tabla 01. Zonas de trabajo desarrollados sobre la Mirmecofauna en las regiones de Colombia.

Se registra que para la **Región Andina** se concentra el mayor esfuerzo de muestreo, con investigaciones en bosques montanos (2.300 m de altura y 12 a 20 0 C) como los de Hato Viejo en el Parque Nacional Natural Farallones de Cali (Bustos & Ulloa-Chacón, 1996-97) y el corregimiento Borrero Ayerbe en el municipio de Dagua (Chacón de Ulloa, *et al.*, 1996; Jones, *et al.*, 1999), departamento del Valle del Cauca; los paisajes subandinos del municipio de Aranzazu en el departamento de Caldas (Abadía, *et al.*, 2010), la Reserva Forestal Natural de Bremen-La Popa en Quindío (Chaves, 2003; Chaves, *et al.*, 2008) y el paisaje cafetero del departamento de Risaralda, en el municipio de La Celia (Zabala, *et al.*, 2013).

A continuación, se presenta un mapa de Colombia donde se registra la evidencia de los puntos de muestreo hasta el 2014.

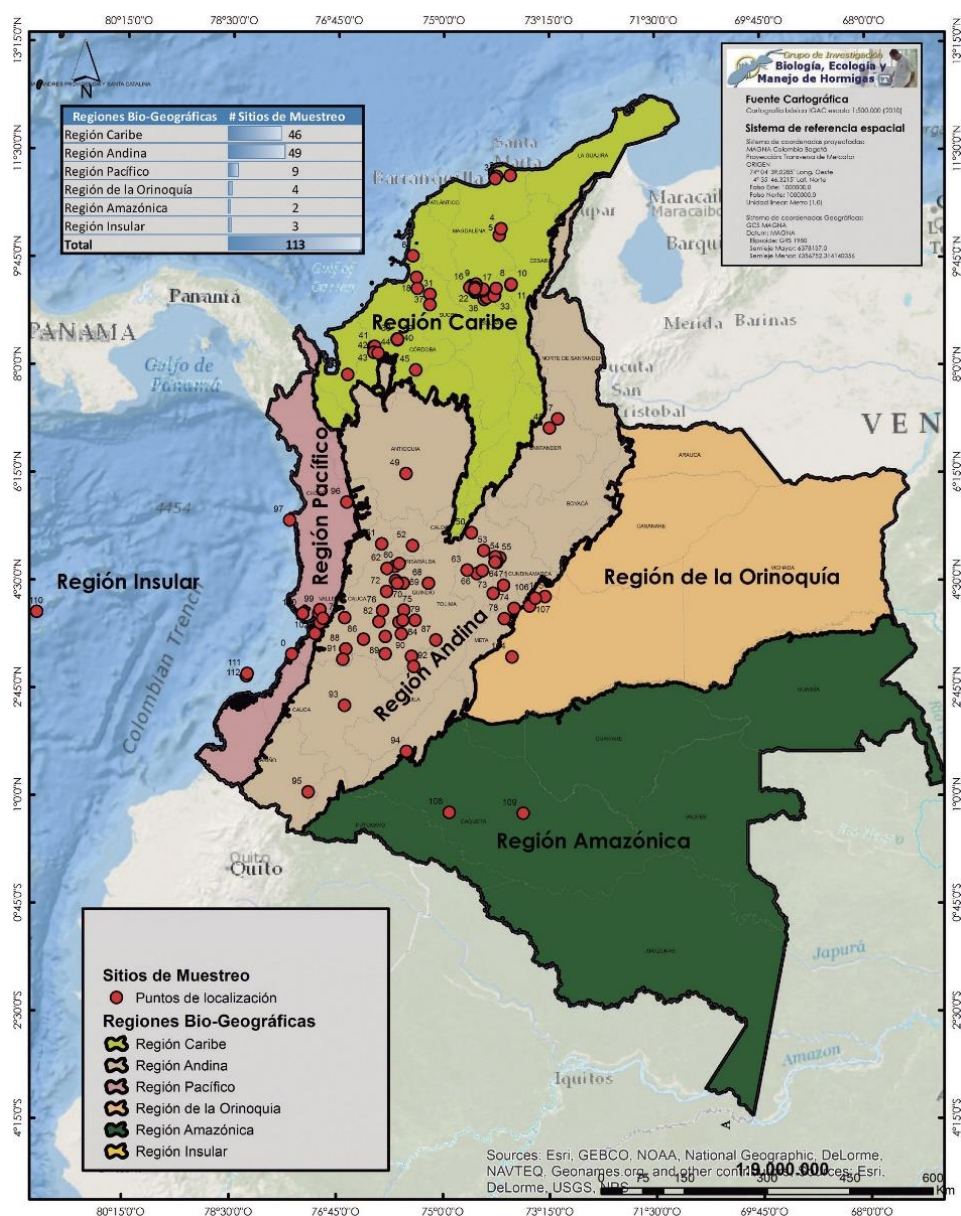


Figura 1. Sitios de muestreo de hormigas en las regiones naturales de Colombia.

(Tomado de Chacón de Ulloa P, Abadía JC). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 38(148):250-60, julio-septiembre de 2014.

En consecuencia, de estos puntos de muestreo se han registrado por medio de listas anotadas y el desarrollo de claves taxonómicas de identificación para las hormigas en Colombia, tales como Fernando, F. Sendoya, S. (2004) Biota Colombiana Special Issue: List of Neotropical Ants. Donde se registra el listado de subfamilias, géneros y especies para la región Neotropical. Por otro lado, los registros que se hacen para Colombia en el libro de Fernández, F. (2003) Introducción a las Hormigas de la región Neotropical; donde se registran

6.3.1. Importancia de las Hormigas en el Ecosistema

Se tiene que, las hormigas afectan en gran medida la estructura de sus ambientes como “ingenieros ecológicos”, organismos que arreglan una y otra vez el ambiente en tal

manera que afectan a otros organismos (Lawton. 1994). Una forma de hacer esto es la remoción y enriquecimiento del suelo; grandes colonias de hormigas pueden excavar metros de suelo en sus vidas, aireando el suelo e incorporando restos en la superficie como lo hacen las lombrices (Elmes. 1991). Lesica y Kanno (1998) sugieren que ciertas formaciones en las turbas pueden ser nidos abandonados de *Formica podzolica*, con base en niveles similares y elevados de nutrientes.

Dado que las hormigas toman alimento de todo su territorio de forrajeo, pueden servir para concentrar nutrientes en los nidos. Sin embargo, este efecto puede cambiar de especie a especie. Por ejemplo, Haines (1978, 1983) ha estudiado dos especies de las hormigas cortadoras de hojas *Atta colombica* y *A. cephalotes*. Estas hormigas usan las hojas cortadas de la vegetación como sustrato para el crecimiento de hongos, los cuales son su alimento. Dado que estas colonias pueden tener millones de obreras, la disposición de desechos es un gran problema, solucionado de formas diferentes por ambas especies. Estos hábitos, sugiere Haines (2004), predisponen a las dos especies a tener efectos muy diferentes sobre el reciclado de nutrientes en el suelo. *Atta cephalotes* almacena sus desperdicios bajo el suelo; *Atta colombica* concentra sus desechos en pilas sobre el suelo. En el caso de *A. cephalotes* los nutrientes de los desperdicios son lixiviados profundamente en el suelo, mientras que con *A. colombica* los nutrientes quedan retenidos cerca de la superficie del suelo, quedando más accesibles para el reciclado por parte de la vegetación.

Según Fernández (2003) el papel de las hormigas en los ecosistemas puede verse claramente cuando una hormiga introducida trastorna comunidades. Las hormigas llevadas lejos de sus ecosistemas pueden alterar los ecosistemas hacia donde son transportados. Relaciones sobre dos especies introducidas pueden ilustrar este aspecto. La “hormiga argentina”, *Linepithema humile*, es ahora común en hábitats templados del mundo (Bond y Slingsby 1984; McGlynn 1999).

6.4. Grupo Funcional o Gremios

El término de “gremio” se atribuye a Elton (1927) la idea de que las comunidades animales pueden estar estructuradas en la forma de gremios. Este término, adoptado por los ecólogos, se refiere a grupos de especies que obtienen su subsistencia de los mismos tipos de recursos y que utilizan las mismas estrategias en la ocupación de sus nichos. Esta definición hace una analogía a las corporaciones medievales de oficios, que reunían individuos con la misma habilidad o que dependían de la misma forma de sustento, como por ejemplo los artesanos, los orfebres, los carpinteros, los dueños de molinos, etc, cada cual ejecutando una función dentro de la comunidad. Modos diferentes de interpretación del término “gremio” por diferentes autores fueron mencionados en los trabajos de Jaksic (1981); Adams (1985); Hawkins y MacMahon (1989) y Jaksic y Medel (1990). Uno de

ellos está relacionado a los autores que utilizan los agrupamientos taxonómicos pura y simplemente para definir la composición de los gremios.

Jaksic (1981) considera el nivel taxonómico una etapa preliminar para el entendimiento del papel de los gremios en la organización de las comunidades, por no esclarecer los mecanismos por el cual la partición de recursos es obtenida. Otros autores consideran apenas los diferentes niveles tróficos para establecer los gremios. Esto también no sería suficiente para la determinación de un gremio, una vez que, por ejemplo, grupos de roedores granívoros interactúan más con hormigas granívoras que con otros roedores sintópicos.

De modo que, para este trabajo se tiene en cuenta la posible construcción de gremios que menciona Silvestre, (2014). Se inicia del supuesto que para la formación de un gremio debemos considerar el mayor número de variables ecológicas posibles. Especies pertenecientes al mismo gremio serían, de esta manera, aquellas que sobreponen el mayor número de variables dentro del nicho multidimensional; solamente así podríamos afirmar que este grupo de especies estaría actuando de modo similar en el ecosistema, siendo ecológicamente “correspondiente” en sus funciones, independiente de la discontinuidad de los recursos a lo largo de un gradiente espacial (Silvestre, Carlos Roberto F. Brandão y Rogério Rosa da Silva. 20014). No obstante gremios y grupos funcionales pueden ser considerados sinónimos, los gremios son agrupamientos de especies más refinados que los grupos funcionales, una vez que un grupo funcional puede ser constituido con representantes de más de un gremio y un gremio no puede estar constituido por más de un grupo funcional (Silvestre, *et al.* 20014).

Es posible agrupar especies con características ecológicas semejantes para componer un macro gremio, que puede ser formado a partir de una o muchas variables ecológicas sumadas. Por ejemplo: podemos formar un macro gremio a partir de la preferencia trófica de las especies, formando por ejemplo los grupos de especies de hormigas carnívoras, nectarívoras, necrófagas, etc.; pero también podríamos formar grupos en función de la localización del nido y del lugar preferencial para forrajear, entonces tendríamos las hormigas arbóreas, las de hojarasca, las subterráneas, etc.; se aproximan de esta forma de grupos funcionales, pues cada grupo utiliza de un modo un determinado recurso (Silvestre, Carlos Roberto F. Brandão y Rogério Rosa da Silva. 20014).

Los gremios o grupos funcionales que se retoman para este trabajo de investigación son la compilación de diferentes autores, y descripciones biológicas y ecológicas que corresponden a los gremios.

6.4.1. **Arbóreas**

Nidifican en la vegetación, tienen actividad exclusivamente en la vegetación. (Silvestre, Carlos Roberto F. Brandão y Rogério Rosa da Silva. 2014). están presente en todos los árboles, pero solo en el Tachuelo se encuentran Azteca y Pseudomyrmex las

cuales tienen un papel fundamental en los cafetales de sombra y están implicadas en el servicio de regulación de insectos (Perfecto *et al.*, 2010. Citado en Martínez, R. 2012).

6.4.2. Cultivadoras de hongos

polimórficas de colonias grandes, con diferentes castas y que cultivan hongos a partir de la colecta de hojas frescas. Son más abundantes en áreas abiertas del Cerrado, con predominancia de gramíneas. Tienen actividad focal, con reclutamiento masivo, recorriendo largos rastros de cargamento. Se encuadran en este gremio las especies de los géneros *Atta* y *Acromyrmex*. La disminución de los sus depredadores naturales (aves, reptiles y anfibios) por la deforestación y apertura de áreas para plantaciones favorece la diseminación de ese grupo (R. Silvestre, C.R.F. Brandão y R. Rosa da Silva. 2002. Citado en Fernández, F. 2003). Además, cultiva hongos sobre cáscaras, heces y materia vegetal en descomposición, también se reconoce que son individuos de tamaño medio a pequeño y colonias de tamaño pequeño a medio.

6.4.3. Colectoras de exudados

Poseen el tegumento con espinas, nidifican exclusivamente en la vegetación, con pequeñas poblaciones en la colonia, reclutamiento parcial y actividad focal. En conjunto los géneros encontrados son colonizadores de agroecosistemas, con hábitos forrajeadores, cazadoras, recolectoras de néctar, semillas y restos de animales muertos, entre las recolectas que realizan este gremio de hormigas incluye néctares florales, savia o líquidos exudados por las plantas (Franco, A; Posada, L; Polanía, I. S.f).

6.4.4. Depredadora generalizada

consideradas hormigas cazadoras que pueden actuar como controladores biológicos (Lattke, 2003). Casi nunca suben a la superficie del suelo para buscar alimentos y son fácilmente muestreadas por el extractor de Winkler. Este gremio debe estar asociado con la cantidad de materia orgánica en descomposición en el suelo, donde se desarrollan pequeños insectos *Entomobridae* (*Collembola*) y *Diplura*. La riqueza de especies dentro de este gremio debe estar también relacionada con la espesura de la hojarasca. Predadoras pequeñas que nidifican en la hojarasca de la subfamilia *Ponerinae*; con actividad hipogea, de baja agilidad y colonias pequeñas. Son citados en la literatura como depredadores de larvas de *Collembola* *Entomobridae* (Silvestre *et al.* 2014).

6.4.5. Nómadas

Principalmente con reclutamiento del tipo legionario, extremadamente agresivas e invasoras de nidos de colémbolos, abejas, avispas y hormigas, causando un gran impacto en la estructura de la fauna por donde pasan. Géneros como *Neivamyrmex* forrajea en rastros subterráneos. Se encuadran aún en este gremio, también se tiene que del género *Leptogenys* (*Ponerinae*), especialistas en preda isópteros; otros ponerinos presentan un nomadismo menos acentuado. La mayoría de las especies nómadas presentan un gran

polimorfismo entre castas y división de trabajo (Bustillo *et al.*, 1998 Citado en Martínez, R. 2012).

6.4.6. Omnívoras

Se identifica este gremio por ser de tamaño medio a grande, omnívoras, nidifican preferencialmente en troncos podridos, o con nidos contruidos con pajas y astillas. Son patrulleras y reclutan obreras masivamente cuando descubren una fuente alimenticia abundante, exhibiendo la región del abdomen como defensa química en la disputa de la fuente de alimento. Sin embargo, La amplitud de este gremio puede estar relacionada con la cantidad de troncos en estado de pudrimiento dentro del bosque, con la biomasa vegetal, bien como la densidad de homópteros presentes (Silvestre *et, al.* 2014).

6.4.7. Oportunistas

están presentes en todos los árboles y esto se debe a que construyen nidos en sitios diversificados y patrullan grandes áreas tanto en el suelo como en la vegetación, tienen colonias grandes y reclutamiento masivo (Silvestre *et al.*, 2003 Citado en Martínez, R. 2012). En donde se encuentra *Brachymyrmex* como potencial agente controlador de la broca de café (Bustillo *et al.*, 1998 Citado en Martínez, R. 2012). Especies que construyen nidos en sitios diversificados y patrullan grandes áreas tanto en el suelo como en la vegetación, tienen colonias grandes y reclutamiento masivo, y evitan interacciones agresivas con las otras especies. (Silvestre *et, al.* 2014).

6.5. Material Educativo

Gimeno (1992), menciona que “los materiales educativos, construyen elementos concretos, físicos, que portan los mensajes educativos, a través de uno o más canales de comunicación, y se utilizan en distintos momentos o fases del proceso enseñanza-aprendizaje”. Expresado de otra forma, Saco (1991) citado en Cárdenas, J; coronel, E; Mezarina, C Ñaupari, F. (2007). Establece que los materiales educativos “Son instrumentos de comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje” de esta forma es que es pertinente agregar que el material educativo, permite una integración e implementación de medios y recursos para mejorar, enriquecer, ampliar y promover el proceso de aprendizaje dentro del campo escolar y dentro del aula de estudio. Una forma de ver el material educativo de manera más precisa es estableciendo que éste, “tiene la función de mediar entre el objeto de conocimiento y las estructuras cognitivas de los alumnos” (Avella, 1993, p. 84). Es decir, un elemento clave de los procesos y las actividades relacionadas con la enseñanza para la comprensión.

De acuerdo con lo anterior, se puede mencionar que el material educativo, está constituido por todos los instrumentos de apoyo, herramientas y ayudas didácticas guías, libros, materiales impresos y no impresos, esquemas, videos, diapositivas, imágenes, juegos, entre otros que se construyen o se seleccionan con el fin de acercar a los estudiantes al conocimiento y a la construcción de conceptos para el aprendizaje

estableciéndolo como significativo para el estudiante (Aguado, A 2020). Existen diversos tipos de materiales educativos que permiten una enseñanza y aprendizaje de forma segura. De acuerdo con López (2006), los tipos de materiales educativos son los siguientes

Medio	Material
Visual	Textos, manuales, guías, folletos, trípticos y dípticos.
Audible	Exposiciones orales o ponencias, radio, grabaciones, discos, teléfono.
Audiovisual	Videos, televisión, presentaciones didácticas, teleconferencias, videoconferencias, cine.
Electrónicos	Hipertexto, multimedia, video interactivo, presentaciones didácticas en computadora.
Telemáticos	Medios informáticos, internet, correo electrónico, grupos de discusión, foros, chat, teleconferencias, ambiente virtual de aprendizaje.

Tabla 2. Medios principales para el diseño de materiales educativos. Tabla adaptada de López (2006) citado en Aguado, A. (2020).

De acuerdo con los tipos de materiales educativos aquí expuestos, en esta tesis de investigación, se realizará un material educativo a manera de clave dicotómica, en el que se describen los grupos funcionales de hormigas presentes en Cundinamarca – Colombia a partir del grupo funcional. Asimismo, se tiene en cuenta que una clave dicotómica consiste en un modelo o esquema que permite la determinación de distintos grupos, a través de la comparación (Lahitte, 1997) de dos caracteres excluyentes. Es así como las claves dicotómicas permiten desarrollar habilidades de diferenciación, clasificación e identificación de conceptos. Permite desarrollar cierto vocabulario científico y según como se diseñe permite el acercamiento parcial a los conceptos primordios de una ciencia (Lahitte, 1997). De modo que, se propone la clave dicotómica a partir de grupos funcionales de la Mirmecofauna presente para Cundinamarca, como material educativo previsto para los sujetos que pretendan acercarse en principio a la identificación de la Mirmecofauna sin causar un impacto negativo en los organismos.

7. MARCO METODOLÓGICO

Como línea procedimental de este trabajo de investigación se propone una metodología dispuesta en tres fases, por lo tanto, es imprescindible describir por cada apartado la metodología que se llevó a cabo. Es así como en principio se busca la identificación de las Hormigas presentes en Cundinamarca a través de una clave dicotómica a partir de grupos funcionales. Para lograr esto, la primera fase comprende la revisión y análisis de la literatura más actualizada respecto a la descripción de la biología, ecología y morfología de las Hormigas que han sido reportadas para Cundinamarca. En

la segunda fase se desarrolla una caracterización de los grupos funcionales de las hormigas por medio de una búsqueda de las zonas de vida como una caracterización ecológica del departamento. Para la tercera fase la construcción de la clave dicotómica a partir de los caracteres de cada grupo funcional. Este proyecto en principio hace una propuesta investigativa cualitativa, en la cual se abordaron tres fases de realización: Revisión y análisis de la literatura, Caracterización del área de estudio y Diseño de la clave dicotómica.

7.1. Fase 01: Revisión y Análisis de la literatura

Esta fase se analiza mediante un estudio de tipo referencial con la técnica de revisión de literatura especializada aplicando la lectura selectiva (Calle, L. 2016). Las fuentes primarias como libros, revistas, tesis, páginas web y las fuentes secundarias que son resúmenes de bases de datos confiables y especializadas; en estas mismas bases de datos se realiza la discriminación y elección de la literatura, la cual nos ayuda a discriminar de la base de datos lo que no aportará a esta investigación. La revisión de la literatura sigue una secuencia ordenada respondiendo a los conceptos principales de este trabajo de investigación; como lo menciona Cano, J y Oliva, E. (s.f) procesos de revisión de la literatura como éste garantiza que el trabajo pueda tener alto nivel de fidelidad en el proceso de desarrollo de la investigación que se propone.

Teniendo en cuenta que es el primer paso para empezar el marco teórico de una investigación, la revisión de la literatura es el proceso mediante la cual se consulta se extrae y recopila la información relevante sobre el problema a investigar (Cortés y León, 2004). En consecuencia, esta fase atiende al desarrollo del primer objetivo específico que es la “Identificación la literatura pertinente sobre los grupos funcionales de las hormigas presentes en la región”. Es así que este proceso comprende la recolección y organización del material bibliográfico como trabajos de grado de universidades como la Universidad Pedagógica Nacional, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Javeriana, Universidad de los Andes, Universidad INCCA de Colombia; documentos y artículos de publicación en revistas como Revista Colombiana de Entomología, Revista Lasallista de Investigación, Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica, Revista de Ciencias, Acta Biológica Colombiana, Actualidades Biológicas, Revista Caldasia, Revista Biografía y Colombia forestal.

También se revisaron importantes libros que datan de la ecología y estudios que se han realizado en el neotrópico, en sur américa y en Colombia, como Baccaro, Fabrício B.; Feitosa, Rodrigo M.; Fernández, Fernando.; Fernandes, Itanna O.; Izzo, Thiago J.; Souza, Jorge L. P.; Solar, Ricardo. (2015) Guia Para os Gêneros de Formigas do Brasil, Delabie, Jacques H. C.; Feitosa, Rodrigo M.; Serrão, José Eduardo; Mariano, Cléa S. F.; Majer, Jonathan D. (2015) Formigas Poneromorfos do Brasil, Campos, Ana Eugênia de C.; Bueno, Odair C.; Morini, Maria Santina de C. (2017) Formigas em ambientes urbanos

no Brasil, Fernández, Fernando. (2003) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Introducción a las hormigas de la región Neotropical y F. Fernández, R.J. Guerrero y T. Delsinne (2019) Hormigas de Colombia. Esta revisión tuvo lugar, por medio de las siguientes bases de datos: Scielo, Dialnet, World Wide Science, Google Scholar, Springer Enlace, Scopus, repositorios de tesis de pregrado, maestría y doctorado. Por último, se consultaron memorias de congresos, simposios y coloquios de ornitología. Cada dato, nota, artículo, memoria y tesis se sistematizaron según el año de publicación, el objeto de estudio, autores y lugar donde se realizó la investigación.

Para esto se aplicó un protocolo de búsqueda de estudios primarios desarrollando tres puntos importantes como: buscar el término o sinónimo que facilite su búsqueda, identificación de las posibles combinaciones significativas entre los términos en que fueron identificados individualmente, estrategias de búsquedas como discos compactos de actas de congresos, internet, recursos bibliográficos como libros, tesis y manuales. Según Caro et al. (2005) para la adecuada revisión de lo anteriormente mencionado, se tuvo un procedimiento establecido para realizar este tipo de análisis, el cual detallo a continuación, según Díaz (2009):

1. Leer nombre de los autores
2. Año en el que fue escrito
3. Identificar las secciones en que está dividido
4. Identificar objetivos, métodos, análisis y conclusiones
5. Observar los gráficos, figuras, tablas o fotos
6. Revisar si la bibliografía es reciente o relacionada con el tema

Como la revisión de la literatura no es un resumen de fuentes diferentes, puede ser muy difícil mantener toda su investigación organizada (Bolaños, A. 2006). Es especialmente difícil organizar la información de una manera que haga que el proceso de escribir sea más fácil. Un método que es provechoso para organizar revisiones de literatura es la matriz de síntesis (Cortés y León, 2004). Con base en estos elementos, se diseñó una matriz que permite la recolección de los datos anteriormente propuestos para la identificación del material útil para el proceso de investigación; es así que para el desarrollo de esta fase se diseñó la matriz a manera de tabla que permite el análisis y selección del material bibliográfico elegido para la construcción del presente trabajo de investigación.

Categoría	Autores	Nombre	Año	Objetivos	Metodología	Conclusiones	Antecedentes
Tipo de documento: libro, artículo, trabajo de	Nombre de los autores que desarrollaron el trabajo	Título del documento que se eligió	Fecha de publicación del documento	Objetivos que propone el documento tanto	Procedimientos, herramientas metodologías que se implement	Las inferencias finales a las que llegó el autor	Los posibles antecedentes que utiliza el documento y que

grado de pregrado o maestría etc.	de investigación			general es como específicos	aron para el desarrollo de ese trabajo		son útiles para el trabajo de investigación
-----------------------------------	------------------	--	--	-----------------------------	--	--	---

Tabla 03. Categorización e identificación de la literatura seleccionada. Hidalgo, D. (2020)

La tabla de síntesis permite que el investigador que clasifique y ordene los diferentes argumentos presentados de un tema (Bolaños, S. 2006). Por la hilera de arriba están los espacios para anotar fuentes de información. Las filas de la tabla tienen espacio para los puntos principales de cada argumento de los textos seleccionados. La columna que corresponde a las ‘categorías’ permite la selección e identificación del tipo de documento que se eligió para el análisis; la columna de ‘autores’, permite el registro específico de los autores que participaron en la producción del documento; la columna del ‘nombre’, es referente al título del documento que en algunos casos contiene los conceptos principales de la búsqueda para esta investigación, y la columna de año se registra la fecha en que fue elaborado o publicado el documento.

Consecuentemente, en la columna de ‘objetivo’ se registra el propósito que establece el documento, lo que permite identificar el encaminamiento que toma el propósito de las investigaciones realizadas. Para la columna de ‘metodología’ se registra brevemente los procesos y enfoques metodológicos que se utilizaron para el desarrollo de estos trabajos, lo que permite identificar los métodos de estudio que se han utilizado para registrar casos ecológicos y pedagógicos de los trabajos revisados, y para la columna de ‘conclusiones’ se registran las inferencias a las que llegaron los investigadores de los documentos revisados, esto permite reconocer en el proceso de investigación el alcance que se tuvo y la posibilidad de profundizar en diferentes áreas de investigación.

Es así como se establece la claridad que menciona Caro, *et al.* (2005) la revisión de la literatura no es un resumen. En vez de presentar un resumen de cada fuente, una revisión de la literatura debe ser organizada de acuerdo con cada subtema discutido del tema mayor. Por ejemplo, una sección de una revisión de la literatura puede leerse, “El Investigador A sugiere que X es cierto. El Investigador B también argumenta que X es cierto, pero señala que los efectos de X pueden ser diferentes de los que describe el Investigador A.” Es claro que el subtema X es la idea principal en estas oraciones. Los Investigadores A y B están de acuerdo que X es verdad, pero no están de acuerdo con los efectos de X. Hay tanto acuerdo como desacuerdo, pero lo que relaciona los dos argumentos es que los dos se refieren a X (Cortés y León, 2004).

Es así como, este trabajo de investigación pretende además de observar los diferentes autores en el proceso de investigación, seleccionar los caracteres más recientes, actualizados y adecuados a nivel ecológico para el desarrollo y diseño de las características ecológicas de la Mirmecofauna que se reporta para Cundinamarca.

7.2. Fase 02: Hormigas presentes en Cundinamarca - Colombia

Esta fase se analiza mediante la identificación específica de los reportes biológicos, ecológicos y morfológicos de los nuevos trabajos y resultados de investigación respecto a la Mirmecofauna reportada para Colombia y para Cundinamarca. Esta fase apunta al desarrollo del segundo objetivo específico que corresponde al “Caracterizar los grupos funcionales de hormigas presentes en Cundinamarca Colombia”. En consecuencia, esta fase se determina en dos momentos que permiten lograr el objetivo propuesto; el primer momento comprende la Identificación y caracterización ecológica del área de estudio. Para lograr esta caracterización se realizó la búsqueda de las zonas de vida para Cundinamarca registradas en la literatura, y que han sido zonas de muestreo y registro de las subfamilias y géneros para Colombia y para el departamento de Cundinamarca.

El segundo momento corresponde al reporte de subfamilias y géneros para Colombia y Cundinamarca, donde se establecen tablas que datan de los reportes de la Mirmecofauna presentes en la región, esto permite listar y saber qué subfamilias se han reportado para la región y en qué lugares se pueden hallar los géneros de hormigas. En un tercer momento se describe el instrumento que permite la identificación de las posibles características de las hormigas y las dificultades que se presentan a la hora de identificar la Mirmecofauna.

7.2.1. Área de estudio

Teniendo en cuenta que, Cundinamarca es uno de los departamentos de Colombia, ubicado en el centro del país sobre la cordillera oriental, este departamento posee diversidad de pisos térmicos que cuentan con gran variedad de ecosistemas, climas, flora y fauna; Limita con cinco departamentos: Al norte limita con Boyacá, al oriente con Meta, al sur con Huila y al occidente con Tolima y Caldas (Corporación Autónoma Regional. CAR. 2016). Debido a la alta diversidad de ecosistemas, se posibilita la existencia de diversidad de artrópodos, y entre ellos la diversa familia de las Hormigas (*Himenóptera: Formícidae*) constituyen una de las familias de insectos más comunes y mejor estudiadas en varios aspectos de su biología y sistemática (Holldobler y Wilson. 1990).

De modo que, es importante identificar las zonas de vida a nivel geográfico del departamento, esto comprende la cobertura vegetal y los cuerpos de agua del departamento, así se tiene un paneo ecosistémico de la región, para así identificar las zonas en que mayores muestreos se han reportado para la identificación de la Mirmecofauna presente en la zona. En el mapa del departamento se puede identificar las

zonas que corresponden a la cobertura vegetal tanto de origen natural como de origen natural intervenido (CAR.2016).

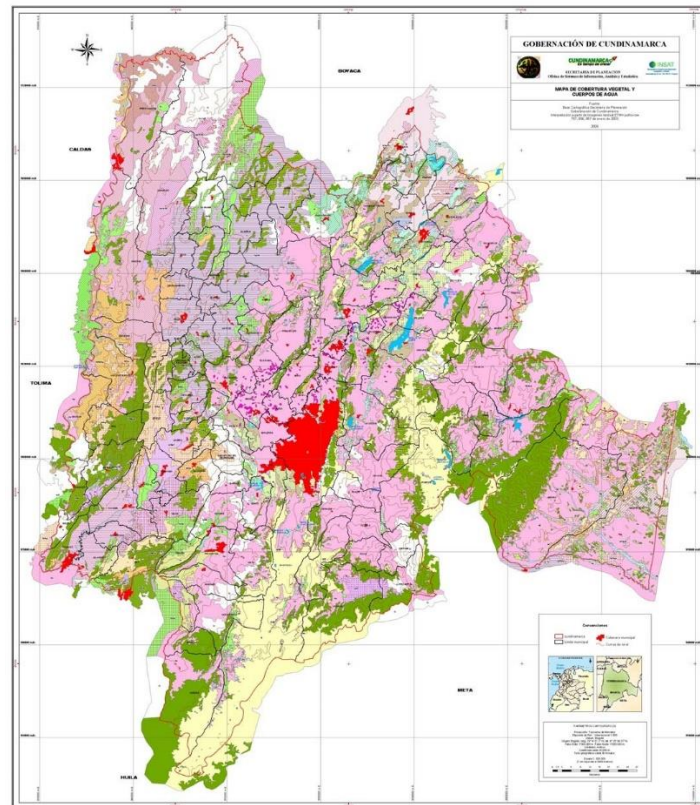


Figura 02. Mapa de la cobertura vegetal y cuerpos de agua del departamento de Cundinamarca. A Escala de 1:100.000m. imágenes de satélite Landsat ETM+ path-row's 8-56 y 8-57 (corrimiento al sur 50%) de enero 11 de 2003 y path-row 7-57 de enero 04 de 2003. Citado en Tecnologías en Sistemas de Información Geográfica y Satelital. INSAT; U.S. Geological Survey (USGS). (s.f).

Debido a sus diversos rasgos geográficos y a su posición, Cundinamarca tiene una gran variedad de Hormigas. La geografía del departamento está representada por formas tropicales, sub-tropicales y la región montaña. El departamento está dividido en una región occidental menos extensa comprendida entre el Río Magdalena y el borde occidental de la Cordillera Oriental de los Andes, y en una región más ancha y alta al oriente, que alcanza su mayor altura en el Alto Torquita (4.157 metros) al sur del departamento. Sólo en una pequeña parte de la región, al oeste, se encuentran regiones bajas representadas por los Llanos Orientales. De acuerdo con la clasificación ecológica de Holdridge (1995), el territorio cundinamarqués puede ser dividido en Zonas de Vida según la relación existente entre la evapotranspiración potencial y la precipitación anual (Espinal, A. Montenegro, L. 2000. Citado en Valdivieso, D. 2017). En Cundinamarca, estas zonas se encuentran situadas dentro de ciertos límites altitudinales; cada una de dichas zonas cuenta con su vegetación y fauna propia características.

Teniendo en cuenta que, analizar unidades geográficas a partir de los reportes y listas entendidas como unidades mínimas de análisis en la cual los índices de diversidad se comprenden a partir de la geografía para caracterizar a una región en términos de su biota permite la identificación de los grupos funcionales de organismos que allí se

encuentran (Murguía y Rojas, 2001). A continuación, se presenta una tabla con una breve descripción de cada una de las zonas de vida seleccionada y sus formaciones correspondientes encontradas en este departamento.

Zona	Descripción
Zona Tropical	Se encuentra localizada entre 300 y 1.000 metros de altura, generalmente ocupando las regiones vecinas al Valle del Magdalena y una pequeña parte extendida hacia la región de los Llanos Orientales. Incluye formaciones de Bosque Seco, Bosque Húmedo y Bosque muy Húmedo, en las que a través de todo el año se encuentra generalmente una abundancia de alimentos consistentes en frutas e insectos de gran variedad. (Valdivieso, D. 2017).
Zona Sub-Tropical	Esta zona incluye formaciones entre 1.000 y 2.000 metros de altura. Comprende el Bosque Seco, Bosque Húmedo, Bosque muy Húmedo y el Bosque Pluvial, en los que la vegetación y la vida animal se derivan de la Zona Tropical adyacente inmediatamente inferior a ella. El Bosque Húmedo es notable por tener el clima preferido de tales cosechas comerciales como el café, muchas variedades de naranjas y otras frutas cítricas. Sin embargo, en Cundinamarca su extensión es poco considerable, encontrándose localizada hacia los 1.200 metros de altura al oeste del departamento (Valdivieso, D. 2017).
Zona Montana Baja	Zona comprendida entre 2.000 y 3.000 metros de altura. Incluye las formaciones de Bosque Seco, Bosque Húmedo, Bosque muy Húmedo y Bosque Pluvial. La mayor parte de las regiones orientales del Departamento de Cundinamarca se encuentran localizadas dentro de esta zona. Gran parte del área comprendida por esta zona dentro del territorio cundinamarqués es plana y se encuentran extensas llanuras adaptadas al cultivo, como la Sabana de Bogotá. (Valdivieso, D. 2017).
Zona Montana	Zona comprendida entre 3.000 y 4.000 metros de altura y que incluye las siguientes formaciones: Bosque Húmedo, Bosque muy Húmedo y Bosque Pluvial. (Valdivieso, D. 2017).
Zona Subalpina	Zona que se encuentra sobre 4.000 metros de altura y que en Cundinamarca está especialmente representada por la formación del Páramo Pluvial. (Valdivieso, D. 2017).

Tabla 04. Zonas del Municipio de Cundinamarca-Colombia. Hidalgo, D. 2020. Información tomada y organizada de Valdivieso, D. 2017.

La identificación de las zonas de vida permite el análisis y la comprensión de posibles explicaciones a nivel ecológico de los gremios en la Mirmecofauna presente en la región a nivel evolutivo y morfológico, aunque en este trabajo de investigación se prioriza la ecología del grupo de Formícidos y finalmente algunos caracteres macro

morfológicos, esto es referente a poder observar el organismo sin causar impacto negativo en la colonia ni en el organismo en su individual. Como lo menciona Campo, A; Duval, S. (2014) la biogeografía y la ecología del paisaje han aportado los principales fundamentos teóricos para el diseño de las áreas naturales protegidas.

Además de caracterizar geográficamente el departamento para identificar las zonas con mayor afluencia de muestreo de la Mirmecofauna, se desarrolló una encuesta a los estudiantes de la Licenciatura en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. Por lo que según Abril (2012) menciona que la encuesta es una técnica de investigación de campo; para lograr un mayor acopio de información, o retomar un paneo básico sobre algún objetivo específico, de manera que, la encuesta suele utilizarse como una alternativa a las restricciones que presenta la observación. Se basa en la realización de ciertas preguntas encaminadas a obtener determinados datos, el instrumento que se aplica de la encuesta es el cuestionario ya que permite identificar las nociones que tienen los maestros en formación respecto a la ecología y funcionalidad de la Mirmecofauna además de reflejar las dificultades que se presentan en el proceso de reconocimiento del grupo de hormigas.

Se decide la aplicación del cuestionario debido a las condiciones actuales por las que atravesamos respecto a la pandemia ya que se complejiza suscitar diálogos, en este sentido la encuesta que se diseñó permite identificar además de las dificultades que presentan los maestros en formación al identificar algunas funcionalidades ecológicas que reconocen los maestros respecto a la Mirmecofauna que han podido observar en su cotidianidad.

PREGUNTA	PROPÓSITO	Categoría
1. En ¿Qué lugares ha observado hormigas? y describa algunas características que recuerde. (color, tamaño, cantidad, etc.)	Identificar los lugares en que el maestro en formación ha observado hormigas	Categorías establecidas para las respuestas
2. ¿Qué conoce de las hormigas? (Importancia, morfología, ecología, fisiología, biología etc.)	Reconocer las tendencias que representan las formas en que reconocen las hormigas	Categorías establecidas para las respuestas
3. De la imagen ¿Qué elementos considera que son difíciles de entender? (Imagen tomado de: Fernández, F. 2003).	Identificar las dificultades en que se presentan en los esquemas al momento de identificar una hormiga	Categorías establecidas para las respuestas
4. Del siguiente párrafo qué elementos considera que son difíciles de entender.	Identificar las dificultades en los textos de descripción de las hormigas	Categorías establecidas para las respuestas

Tabla 05. Cuestionario Identificación de dificultades para la Identificación de Hormigas. Hidalgo, D. (2020).

Para el análisis de esta encuesta se asignan nombres ficticios a los estudiantes que participaron en el desarrollo de esta. Teniendo en cuenta que en la actualidad no se cuenta con una caracterización estándar para cada grupo funcional de hormigas, sino que establecen esas características de acuerdo con el propósito del investigador donde los grupos funcionales o gremios serán más específicos o generales de acuerdo con el curso de la investigación. Es así como la encuesta que se diseña se propone además identificar las posibilidades de las relaciones ecológicas que observan algunos maestros en formación de la licenciatura en biología. El diseño de esta encuesta está encaminado únicamente a determinar los tópicos que se han mencionado por lo que no está diseñada para desarrollo de aplicación de la clave dicotómica a partir de grupos funcionales, sino que se propone este último punto del presente trabajo como material educativo, lo que no implica necesariamente su aplicación.

Además de los tópicos propuestos para el cuestionario, cada pregunta consta de un propósito específico de indagación en las diferentes respuestas que se obtuvieron en este proceso. El tipo de preguntas a utilizar en el cuestionario fueron de tipo abierto que son las que le piden al encuestado contestar con sus propias palabras (Mariñez, S. 2016). Al respecto, Cisterna (2005) explica que como es el investigador quien le otorga significado a los resultados de su investigación uno de los elementos para tener en cuenta es la elaboración y distinción de tópicos a partir de los que se recoge y organiza la investigación.

7.2.2. Reporte de subfamilias y géneros para Colombia y Cundinamarca

Para esto, en la revisión de los libros y compendio de diferentes autores se elabora una tabla con el reporte de las subfamilias y géneros de Formicidae para Colombia y para Cundinamarca, además del reporte de quién hace la identificación y la altura aproximadamente en que se han registrado los géneros colectados para los diferentes estudios de investigación que se han llevado a cabo en Colombia. La disponibilidad de información sobre biodiversidad, tanto a escala local como global, es fundamental para el manejo de las problemáticas que afectan la sociedad actualmente, tales como el cambio climático, la salud pública, y la pérdida de flora, fauna y recursos hidrobiológicos por múltiples causas (Casas, A. 2004). Por ello, la publicación de los datos sobre biodiversidad obtenidos para investigación científica representa beneficios para la apropiación de conocimiento por todos los participantes en investigación, desde los entes científicos encargados de la toma y procesamiento de los datos, hasta la sociedad en general que recibe los resultados de estos estudios, directa o indirectamente (Costello. 2009).

REGISTRO PARA COLOMBIA	
SUBFAMILIA	GÉNERO
Nombre Científico de la subfamilia	Nombre Científico del género

Tabla 06. Registro de Subfamilias y géneros de Himenóptera: Formicidae para Colombia. Hidalgo, D. (2020)

La tabla de registro para Colombia permite listar la cantidad de Subfamilias con las que se cuenta para el país incluso determinar los endemismos de algunos géneros para los departamentos, además de identificar qué subfamilias predominan en la mayor extensión del territorio colombiano. Teniendo en cuenta que según Delsine, L (2019) las hormigas son uno de los grupos de insectos más comunes en los ecosistemas terrestres del mundo.

REGISTRO PARA CUNDINAMARCA		
SUBFAMILIA	GÉNERO	UBICACIÓN
Nombre Científico de la subfamilia	Nombre Científico del género	Metros sobre el nivel del Mar. Investigador que realizó el reporte.

Tabla 07. Registro de Subfamilias y géneros de Hymenoptera: Formicidae para Cundinamarca. Hidalgo, D. (2020)

La construcción de estas tablas se realizó a partir de los reportes que se registran en el libro Fernández, F; Guerrero, J; Delsine, L. (2019) Hormigas de Colombia, en trabajos de grado de pregrado y maestría, además de documentos de publicación desarrollados para la región de Cundinamarca, desde el año 2015 hasta el año 2019. Por lo tanto, se tiene que Colombia ocupa un lugar destacado en diversidad de hormigas con 11 subfamilias, 105 géneros y unas 1166 especies aproximadamente (Guerrero *et al.*, 2018), Según Fernández, F. et al (2019) se infiere que el número de géneros representa un 31% del mundo y un 81% del Neotrópico, y el número de especies un 9% del mundo y un 34% del Neotrópico. Las columnas que corresponde a ‘subfamilia’ y de ‘géneros’ permite identificar la cantidad de subfamilias con las que se cuenta para el departamento y la cosmopolia de las subfamilias y géneros presentes en el departamento.

7.3. Fase 03: Categorización de los grupos funcionales o gremios de *Himenóptera: Formicidae*

Esta fase se analiza mediante la categorización de datos, que como lo menciona Calameo (2002) es un proceso por medio del cual se busca reducir la información de la investigación con el fin de expresarla y describirla de forma conceptual de tal manera que respondan a una estructura sistemática, inteligible para otras personas, y por lo tanto significativa. Es así como, esta fase atiende al objetivo “Construir una calve dicotómica para la identificación de Hormigas (Himenóptera: Formicidae) a partir de grupos

funcionales”. Para la categorización de los grupos funcionales o gremios de la Mirmecofauna se toma como referente las categorías conceptuales que establecen Bonilla y Rodríguez (2005) que son tres clases: Inductivas, deductivas y abductivas, las cuales se representan en el esquema a continuación

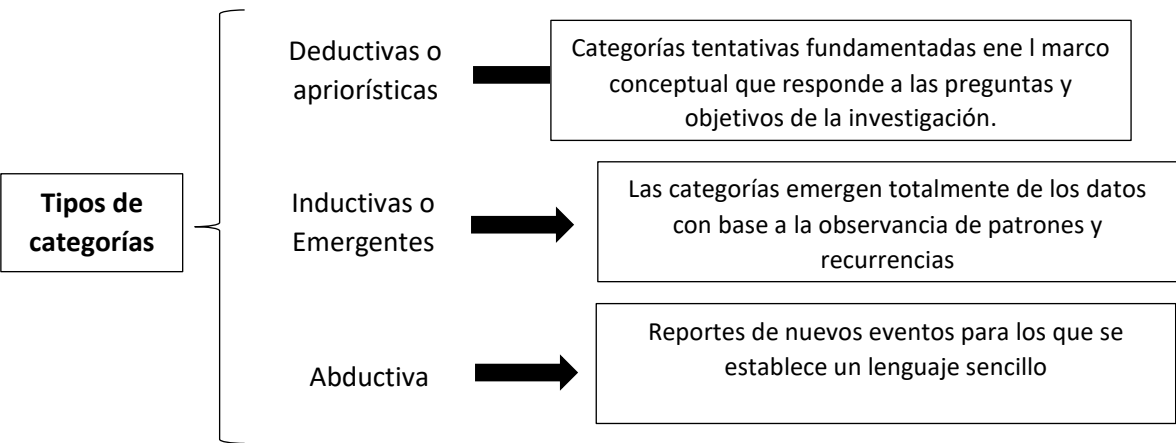


Figura 03. Tipos de categorías. Bonilla y Rodríguez (2005) Citado en Alfonso (2012).

Seguidamente, Strauss y Corbin (2002) señalan que “las categorías son conceptos derivados de los datos, que representan los fenómenos” (p. 124); añade que los fenómenos son ideas analíticas pertinentes que emergen de los datos. Teniendo en cuenta que no se encuentra un documento que contenga el absoluto compilado sobre la descripción específica de cada grupo funcional o gremio, sino que las descripciones de los gremios se han desarrollado a partir de la descripción que reportan diferentes autores, entonces se retoma la búsqueda de cada género y subfamilia descrita tanto morfológica como en su biología y ecología. Consecuentemente se categorizan los caracteres diagnósticos y se elabora una tabla que permite la rápida y detallada lectura de cada carácter representativo para cada grupo, subfamilia y género de forma jerárquica haciéndose cada vez más puntual.

Grupos Funcionales para Cundinamarca													
Arbóreas		Cultivadoras de Hongo		Colectoras de Exudados		Depredadoras Generalizadas		Nómadas		Omnívoras		Oportunistas	
Sbf	Sbf	Sbf	Sbf	Sbf	Sbf	Sbf	Sbf	Sbf	Sbf	Sbf	Sbf	Sbf	Sbf
Caracteres diagnósticos ecológicos y macro morfológicos													
Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen	Gen
Caracteres diagnósticos ecológicos y macro morfológicos													

Tabla 08. Caracterización ecológica y macro morfológica de los grupos funcionales, Subfamilias (Sbf) y Géneros (Gen) de hormigas para Cundinamarca. Hidalgo, D. 2020.

Dado que las categorías representan fenómenos descriptivos, se posibilita que se nombren de diferente manera (Sin alterar el significado del concepto o carácter) para que se ajuste al propósito investigativo que se tiene, esto permite la construcción de la clave

dicotómica a partir de grupos funcionales utilizando un lenguaje sencillo y entendible para el lector. En este sentido, la organización de los caracteres de cada grupo funcional en la tabla, denotan un tópico en sí mismo, y las subcategorías como los caracteres de los géneros de hormigas detallan dicho tópico en micro aspectos, como es referente Cisterna (2005) menciona que las categorías emergen de los referentes significativos a partir de la propia indagación ya que permite la identificación de conceptos objetivados y los específicos a conceptos sensibilizadores.

Cuando se tiene la acumulación completa de los caracteres identificadores en la tabla, posteriormente se organizan en la clave dicotómica, presentando así la clave por secciones, en la primera sección se expresan las claridades respecto a la clave dicotómica y su organización. En el espacio siguiente se presenta las características de una hormiga y posteriormente los caracteres de cada grupo funcional. En consecuencia, se tiene un apartado por cada grupo funcional y organizados los caracteres con opciones (siempre dos opciones) para identificar la Mirmecofauna a nivel de subfamilia dependiendo al grupo funcional al que pertenezcan. Finalmente, por cada grupo funcional y subfamilia se desglosa los géneros que son identificables desde los caracteres ecológicos y macro morfológicos.

Por último, se resaltó que el diseño de la metodología seleccionada permite la construcción de la clave dicotómica a partir de los grupos funcionales de hormigas, lo que hace que esta investigación se desarrolle en tres ejes: el análisis de la literatura respecto a la Mirmecofauna en la región neotropical y en Colombia específicamente en Cundinamarca; la categorización de los datos ecológicos comportamentales para la elección de los grupos funcionales para Cundinamarca; y el reporte y las actualizaciones que se tienen de las subfamilias y géneros para la región. Estos ejes están relacionados con las fases y los objetivos propuestos para el desarrollo de esta investigación. En la figura 04 se muestra a manera de esquema lo mencionado anteriormente.

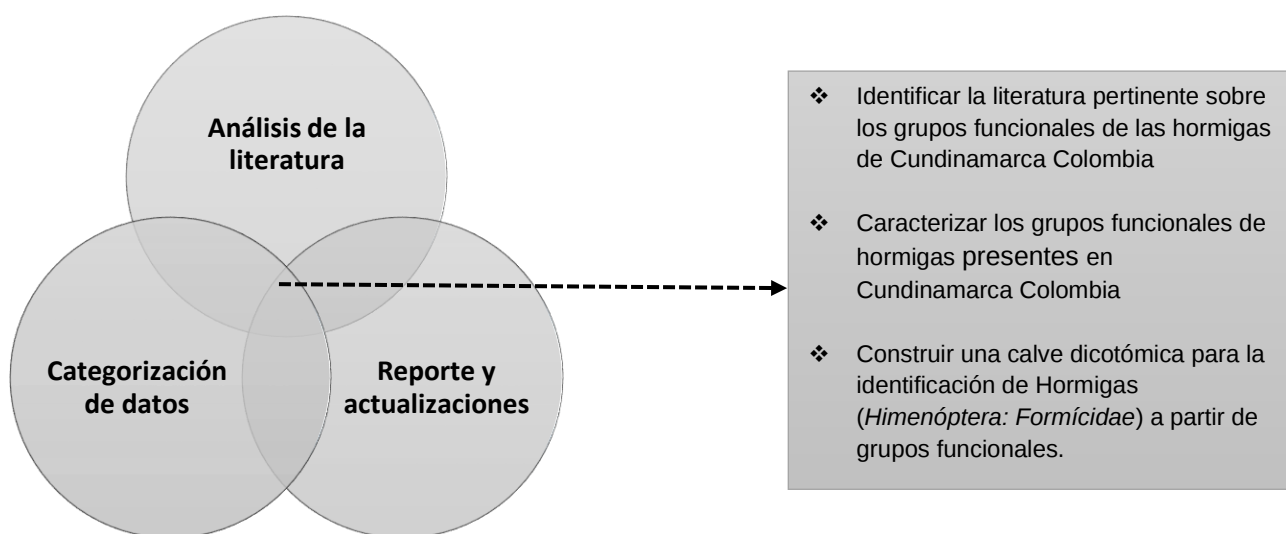


Figura 04. Ejes para la construcción de la clave dicotómica y reconocimiento de la Mirmecofauna presente en Cundinamarca – Colombia. Hidalgo, D. 2020.

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se presentan los datos obtenidos según las etapas que se definieron, a partir de los métodos referentes a cada uno de los objetivos. Para la descripción de la primera fase, se

encuentran las actualizaciones que se han hecho a nivel de estudios de mirmecología correspondientes a su ecología, morfología y algunas discusiones entorno al uso del concepto ‘especie’; en la segunda fase, se observa el reporte de subfamilias y géneros para Cundinamarca con los investigadores que han realizado dichas colectas, además de los caracteres de los grupos funcionales o gremios; por último, está la construcción de la clave dicotómica para identificación a partir de grupos funcionales, además de las reflexiones en torno al material educativo diseñado en el proceso de construcción de la clave dicotómica a partir de los grupos funcionales que fue objeto de estudio en la presente tesis de investigación.

8.1. Actualizaciones sobre la Mirmecofauna

Con el propósito de “Identificar la literatura pertinente sobre los grupos funcionales de las hormigas presentes en la región”, se presentan a continuación los resultados obtenidos, seguidos por la discusión a la luz de la bibliografía consultada y las investigaciones realizadas previamente, que sirven de referente para el presente trabajo. Se abordó inicialmente una búsqueda de documentos que permitieran identificar el estado de conocimiento actual de la Mirmecofauna, con lo cual se fundamentaron los contenidos y estructura deseables para el análisis de los datos, obteniendo los resultados que se describen a continuación. De acuerdo con las bases de datos que fueron consultadas, se hallaron un total de 42 documentos, de los cuales se escogieron 28 de ellos en referencia a las condiciones actuales de la Mirmecofauna para el neotrópico y para Colombia, y para Cundinamarca fueron seleccionados 14 documentos.

En relación con las condiciones actuales de la Mirmecofauna para el neotrópico, se hallaron documentos en los que se describen los registros ecológicos, biológicos, comportamentales, de hormigas en diferentes regiones del neotrópico, tal es el caso de los estudios publicados por Silvestre, R; Brandão C.R.F y Rosa da Silva R. (2003) y Corbara, B; Leroy, C; Orivel, J; Dejean, A; Delsinne T. (2019); estos documentos se caracterizan por realizar importantes reportes que tienen que ver con lo comportamental de los grupos funcionales de hormigas, además de caracterizar los gremios de las hormigas presentes en el Cerrado del Brasil y reportar las relaciones entre las hormigas y las plantas en el neotrópico. Así mismo, los artículos de Zabala, E; Vélez, M; Góngora, C. (2006) y Chacón de Ulloa; Valdés, S; Hurtado-Giraldo, A; y Pimienta, M. (2013), se distinguen por sus reportes de nuevas especies para Colombia, además del registro de hormigas en diferentes ecosistemas y hábitats en el territorio colombiano, además de reportar su biología reproductiva y comportamental mencionada (Tabla 07).

Libros, notas, artículos, descripciones e investigaciones acerca de La Mirmecofauna para el Neotrópico y para Colombia				
Año	Autor	Título	Lugar	Palabra Clave
1994	Rojas, J.	Estudio de la Mirmecofauna de los		Notas ecológicas, descripciones,

		Bosques de QUERCUS Linneo 1753 De la provincia de Granada.	Provincia de Granada	amenazas y conservación
1995	Bolton, B.	A new general catalogue of the ants of the world.	Neotrópico	Notas ecológicas, descripciones, ecología, morfología
1997	Bustos H. Ulloa- Chacón, P	Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla neotropical (Reserva Natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia).	Reserva Natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia	Composición de hormigas, estratificación vertical, forrajeo de hormigas.
2003	Fernández, F. (ed)	Introducción a las hormigas de la región neotropical	Toda la región Neotropical	Hormigas, Región Neotropical, Formicidae, Mirmecología
2003	Silvestre, R; Brandão C.R.F y Rosa da Silva R.	Relaciones entre las hormigas y las plantas en los trópicos del Nuevo Mundo	Panamá	Notas ecológicas, descripciones, amenazas y conservación
2003	Bolton, B.	Synopsis and classification of Formicidae.	Neotrópico	Hormigas, Región Neotropical, Formicidae, Mirmecología
2004	Albuquerque, N.L. y C.R.F. Brandão, A.	Revision of the Neotropical Solenopsidini ant genus Oxyepoecus Santschi, 1926 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae).	Neotrópico	Notas ecológicas, descripciones, ecología.
2006	Chacón de Ulloa, P., G. I. Jaramillo y Zavala, S.	Hormigas urbanas en el departamento del Valle del Cauca, Colombia	Colombia – Valle del Cauca	Notas ecológicas, descripciones, amenazas y conservación
2007	Jiménez E., Fernández F., Arias T.M. y Lozano, F. H.	Sistemática, biogeografía y conservación de las	Colombia	Monitoreo, Sistemática, filogenia, biogeografía y

		hormigas cazadoras de Colombia		conservación de las Hormigas Cazadoras
2007	Vergara, E; Echavarría, H; Serna, J.	Hormigas (Himenóptera: Formicidae) Asociadas Al Arboretum De La Universidad Nacional De Colombia, Sede Medellín	Colombia – Medellín	Notas ecológicas, descripciones, asociaciones, amenazas y conservación
2007	Bolton, B.	Taxonomy of the dolichoderine ant genus Technomyrmex Mayr (Hymenoptera: Formicidae) based on the worker caste.	Sur América	Notas ecológicas, descripciones, ecología, taxonomía.
2008	Ramírez, M; Enríquez, L.	Riqueza y diversidad de hormigas en sistemas silvopastoriles del Valle del Cauca, Colombia	Valle del Cauca, Colombia	Diversidad, Hormigas, Riqueza, Sistemas Silvopastoriles.
2008	Sosa-Calvo, J. y J.T. Longino.	Subfamilia Proceratiinae. Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia.	Colombia	Biogeografía, sistemática, conservación.
2010	Alatorre, C; Vásquez, M.	Lista comentada de las hormigas (Himenóptera: Formicidae) del norte de México	México	Formicofauna mexicana, Notas ecológicas, descripciones, Región Neártica.
2010	Brito, Y; Simonetti, J; Vázquez, L.	Caracterización De La Mirmecofauna Y Su Relación Con Las Prácticas Adoptadas En Un Sistema De Producción Agrícola Urbano	Ciudad de La Habana	Diversidad, Hormigas, Riqueza, Sistemas Agrícolas.
2011	Bladon, A; Achuri, J.	Hormigas Legionarias (Formicidae: Ecitoninae) En Sistemas Productivos De Caquetá (Colombia)	Colombia – Caquetá	Notas ecológicas, descripciones, amenazas y conservación
2012	Martínez, A.	Mirmecofauna asociada a bosques fragmentados y sabana inundable en el	Colombia- Arauca	Diversidad, Hormigas,

		municipio de Arauca (Arauca, Colombia).		Riqueza, Notas ecológicas.
2013	Valdivia1, A; González, G; Barba, E; Hernández, S; y Gaona, S.	Mirmecofauna asociada con sistemas agroforestales en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México	México	Composición de hormigas, estratificación vertical, forrajeo de hormigas
2013	Chacón, P; Valdés, H; Hurtado, L.	Hormigas arbóreas del Parque Nacional Natural Gorgona (Pacífico de Colombia)	Colombia-Pacífico	Composición de hormigas, Riqueza, Notas ecológicas.
2013	Schmidt, C.	Molecular phylogenetics of ponerine ants (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae).	Neotrópico	Filogenia, taxonomía, morfología.
2014	F. Fernández, R.J. Guerrero y T. Delsinne	Filogenia y sistemática de las hormigas neotropicales	Neotrópico	Composición de hormigas, Filogenia, descripción.
2015	Delabie, Jacques H. C.; Feitosa, Rodrigo M.;	As Formigas Poneromorfas do Brasil	Brasil	Notas ecológicas, descripciones, amenazas y conservación
2015	Delabie, Jacques H. C.; Feitosa, Rodrigo M.;	Formigas do Alto Tietê	Brasil	Notas ecológicas, descripciones, amenazas y conservación
2015	Baccaro, B.; Feitosa, M.; Fernández, F.	Guia Para os Gêneros de Formigas do Brasil	Brasil	Notas ecológicas, descripciones, amenazas y conservación
2016	Cerpa, A; Segura, L; Medrano, S.	Introducción a la ecología de las hormigas de la Región Metropolitana	Chile	Diversidad, Hormigas, Riqueza.
2017	Baccaro, B.; Feitosa, M.; Fernández, F.	Formigas em ambientes urbanos no Brasil.	Brasil	Notas ecológicas, descripciones, amenazas y conservación
2018	Philip S. Ward	Inferir límites de especies en hormigas	Guyana Francesa	Descripciones morfológicas,

2019	Fernández, F; Guerrero, R; Delsine, T.	Hormigas de Colombia	Colombia	Notas ecológicas, descripciones, ecología, amenazas y conservación
------	--	----------------------	----------	--

Tabla 09. Artículos, documentos y tesis en relación con la distribución, biología y ecología de la Mirmecofauna.

Los documentos de Rojas, J (1994); Bolton, B (1995); y Bustos, H (1997), describen importantes aportes a nivel de morfología de las hormigas de acuerdo a cada subfamilia como formas de la cabeza, tamaño y funcionalidad del aguijón, forma de la mandíbula, forma del gáster y cantidad de segmentos etc., sin embargo, se muestran también algunas dificultades en el proceso de nombrar cada segmento del gáster, o definir nombres para la genitalia de la hormiga macho o hembra. Por supuesto, importantes descripciones a nivel ecológico como la composición de las colonias que se observaron permiten además identificar algunos roles ecológicos de las hormigas en términos del hábito de forrajeo de la colonia, la ubicación del nido y la distancia que recorren, la estratificación del área de estudio bosques, sabanas, praderas, además de las condiciones climáticas, brindan importantes datos ecológicos, aunque no muy específicos por cada género.

Por su parte, Fernández, F (2003), Silvestre, R y Brandão (2003), nuevamente Bolton, B (2003), retoman los caracteres anteriormente descritos y modifican algunos caracteres especificando un poco más y proponiendo formas de mencionar las partes que en los años anteriores fueron difíciles de describir, además de reportar más específicamente las especies y los géneros para el neotrópico, ahora se describen con mayor detalle la relación entre las hormigas y las plantas. Además de realizar reportes a nivel de conservación de algunos géneros por su rol ecológico, y modificaciones y nuevas posibilidades en la posibilidad de la clasificación de las hormigas. En este sentido Fernández (2003) menciona que desde las primeras décadas del siglo pasado se han presentado muchas propuestas de clasificación de las hormigas. En Brown y Nutting (1950) revisan la venación de las alas en las hormigas como potencial herramienta taxonómica, ofreciendo una homología para la venación del ala anterior y exploraron la venación entre las subfamilias reconocidas hasta ese entonces. No ofrecieron, sin embargo, una filogenia graficada ni conclusiones sobre este enfoque.

Por supuesto, las dificultades que presentaba el proceso de clasificación para estos primeros años que se indican en la tabla eran amplios ya que los estudios filogenéticos empezaban a dar importantes claridades respecto a la organización de cada género para cada subfamilia de la familia de las hormigas en la región del neotrópico. Aún así, en este proceso de clasificación y organización, se continúan desarrollando anotaciones ecológicas de los Formícidos como las de Albuquerque, NL (2004), Chacón de Ulloa, P; Jaramillo y Zavala (2006); Jiménez, E, Fernández, F, Arias, T (2007) y Bolton, B (2007) hacen apreciaciones respecto a la clasificación taxonómica del grupo de hormigas cazadoras mencionado nuevamente un problema en la taxonomía de hormigas que está

en la monotonía de rasgos útiles para taxonomía en la casta de obreras, que es la más coleccionada y en muchos casos es la única muestra de una especie en un sitio. En géneros como *Azteca*, *Camponotus*, *Atta* o *Solenopsis*, ya que es necesario poseer hembras, soldados o por lo menos grandes muestras de las propias obreras para poder separar especies. Las obreras menores en géneros como *Atta*, *Azteca* o *Carebara* son prácticamente idénticas.

En continuidad esto permite identificar que para estos casos de géneros el proceso de estudio a nivel morfológico y taxonómico presenta enormes dificultades para quien quiera ejercer la taxonomía en grupos como estos, pues en principio no hay recursos suficientes para aplicar enfoques multidisciplinarios para descubrir poblaciones o especies discretas. Otro caso problema se halla en el aumento de complejidad en taxonomía de estas hormigas ya que ha sido expuesto por John Longino (2008) pues se trata de la existencia de poblaciones clonales, sin reinas típicas que se dispersen por vía aérea. Estas poblaciones pueden quedar confinadas a reductos (como valles entre montañas) con altos niveles de endogamia y colonias sin reinas propiamente dichas. El estudio de estas poblaciones requiere de técnicas genéticas y poblaciones para hacer estudios en, por ejemplo, filogeografía, que permitan tomar decisiones sobre la identidad de tales poblaciones. Es así como Ramírez, M; Enríquez, L (2008) y Sosa-Calvo, J. y J.T. Longino (2008) realizan trabajos de carácter comparativo de la riqueza y diversidad de hormigas en diferentes fragmentos de bosques y praderas, por supuesto además de los otros estudios se muestran diferencias en cuestión de los métodos de captura empleados, además de las condiciones de vegetación y su relación los géneros de hormigas presentes en esos ecosistemas, sin embargo en los procesos de identificación se reportan posiblemente especies ya que no hay certeza en esto, pero si se reportan géneros para estos trabajos, lo que posibilitó la escogencia de los caracteres ecológicos para la construcción del producto de este trabajo de investigación.

Para los trabajos que se reportan para Colombia Chacón, P; Valdés, H; Hurtado, L. (2013), Schmidt, C. (2013) y F. Fernández, R.J. Guerrero y T. Delsinne (2014) se reflejan importantes referentes en cuestión de anotaciones ecológicas, aquí vale mencionar que estos estudios para la década de los 90 se publicaron los primeros estudios dirigidos al inventario de la Mirmecofauna colombiana en sistemas productivos del departamento del Meta (Medina *et al.*, 1993), áreas protegidas y en proceso de recuperación en los departamentos del Valle del Cauca (Bustos y Ulloa-Chacón, 1996-97; Aldana y Chacón de Ulloa, 1999), Cauca (Baena y Alberico, 1991) y Nariño (Estrada y Fernández, 1999) y en el valle geográfico del río Cauca (Armbrecht, 1995; Armbrecht y Chacón de Ulloa, 1997; Armbrecht y Ulloa-Chacón 1999). Luego, se avanzó en el desarrollo y estandarización de protocolos de muestreo, dirigidos hacia las hormigas del suelo, que fueron implementados principalmente en los Andes (Sarmiento, 2000, 2003; Villareal *et al.*, 2004) y sirvieron de base para la exploración de diversos paisajes en las seis regiones naturales del país, donde se muestrearon diferentes usos del suelo para estimar la diversidad y composición de la mirmecofauna, estos caracteres descritos fueron específicos sin embargo solo para unos géneros no para todos.

De los reportes de caracteres y organización de la mirmecofauna más actuales se tiene la reciente publicación de filogenia e historia de Hymenoptera de Peters *et al.* (2017) ofrece un panorama más estable, pues se confirman varios clados propuestos por morfología y genes, como Aculeata y Chrysidoidea, la parafilia de Vespoidea según Brothers (1975) y las relaciones de grupos hermanos entre hormigas y Apoidea. Esta posición implica que las hormigas deban comprender una superfamilia, Formicoidea con una familia (Formicidae) o dos según se interprete la naturaleza de Armaniidae/Armaniinae estas dos últimas son conocidas únicamente como fósil. Por otro lado, el ancestro de este clado vivió en el Jurásico, sugiriendo origen de las hormigas hacia el Jurásico Superior o la transición Jurásico-Cretácico. Seguidamente, los estudios de Baccaro, B.; Feitosa, M.; Fernández, F. (2015), Cerpa, A; Segura, L; Medrano, S. (2016), Philip S. Ward (2018), y Fernández, F; Guerrero, R; Delsine, T. (2019); menciona un dato importante a tener en cuenta en la construcción de esta clave en cuestión de que actualmente se reconocen 17 subfamilias de hormigas vivientes, aunque este número se reduce a 16 con la fusión de Heteroponerinae con Ectatomminae (R. Feitosa, *comunicación personal*. Citado en Fernández, F. 2019 pág. 58).

En relación con los reportes que se han hecho de la Mirmecofauna para Cundinamarca, se encontraron anotaciones sobre observaciones en diferentes puntos del departamento, las cuales tienen como autores Martines, R. (2018), Roberto J; Fernando F; Mayron E; Lina F; (2018) y Muñoz, L. (2017), realizan descripciones ecológicas y utilizan la organización de los grupos funcionales de las hormigas para mencionar interacciones ecológicas entre planta – hormiga, plaga – hormiga y algunos hábitos de forrajeo de las colonias, además de descripciones agroecológicas como identificar que la abundancia y variedad de microhábitats en los cultivos de café bajo sombra favorecen las poblaciones de hormigas. En este sentido, estos estudios permiten identificar que los resultados de las caracterizaciones de la diversidad de hormigas en paisajes rurales ganaderos y cafeteros han permitido enfocar esfuerzos hacia planes de monitoreo con fines de conservación o iniciativas de restauración en determinadas localidades de la región Andina. Además, se identifica que en las zonas ganaderas del Valle del Cauca y Quindío (Ramírez y Enríquez, 2003; Rivera *et al.*, 2013) y en la altillanura del Meta (Sanabria *et al.*, 2014), la implementación de sistemas silvopastoriles aumenta la riqueza y diversidad de hormigas frente a sistemas tradicionales, donde domina la ganadería extensiva e intensiva.

Por otro lado, en la literatura hallada específicamente a nivel Cundinamarca, en cuestión de la mirmecofauna de la región se hallan importantes reportes como los de Pozzi, S; Gonseth, Y; Ambros, H. (1998), Fagua, G. (1999) y Lleras, J. (1999) posiblemente los primeros registros para el departamento de especies, hábito de forrajeo, forma de la construcción de la colonia y algunas notas ecológicas, sin embargo en sus descripciones breves y dedican mayor espacio a la descripción morfológica del organismo, por supuesto los aportes desde la morfología permiten dar posibles respuestas a grandes preguntas evolutivas que concierne a la mirmecofauna. En este sentido se

reconoce además que estos trabajos describen el espectro de interacciones interespecíficas que involucra hormigas ya que es bastante amplio y varía en el tiempo y el espacio de acuerdo con contextos específicos. Dichas interacciones comprenden relaciones de herbivoría, polinización, dispersión de semillas y depredación, y pueden involucrar hasta tres niveles tróficos como la agricultura en hormigas cultivadoras de hongos, y la ganadería en mirmecinas cuidadoras de homópteros. (tabla 08).

Libros, notas, artículos, descripciones e investigaciones acerca de La Mirmecofauna para Colombia - Cundinamarca				
Año	Autor	Título	Lugar	Palabra Clave
1998	Pozzi, S; Gonseth, Y; Ambros, H.	Evaluation de l'entretien des prairies sèches du plateau occidental suisse par le biais de leurs peuplements arachnologiques (Arachnida: Araneae)	Vereda Gasaduje	Registro, descripciones ecológicas, morfología, riqueza.
1999	Fagua, G.	Capítulo XI. Variación de las mariposas y hormigas de un gradiente altitudinal de la Cordillera Oriental (Colombia).	Medina	Registro, descripciones ecológicas, riqueza.
1999	Lleras, J.	Insectos de Colombia. Volumen II	Cachipay Paratebueno Medina	Insectos, interacciones, notas ecológicas.
2000	Carlos, E; Sarmiento, M.	Comparación De Tres Clases De Transectos Para La Captura De Hormigas En Dos Formaciones Vegetales	Boquerón Pedro Pablo	bosque seco, Formicidae, muestreo, robledal, transectos.
2001	Morton, W.	Observations On Army Ants	Lengua-Zaque	Notas ecológicas, morfología, biología.
2007	Jiménez E., Fernández F., Arias T.M. y Lozano, F. H.	Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia	Colombia	Monitoreo, Sistemática, filogenia, biogeografía y conservación de las Hormigas Cazadoras
2012	Martínez, R.	Hormigas asociadas a los árboles de sombrío en	Quipile	Morfología, taxonomía, riqueza, ecología.

		cafetales de Quipile (Cundinamarca, Colombia).		
2014	Valencia, J; Fernández, F.	Hormigas de hojarasca asociadas a fragmentos de bosque y cafetales de la zona cafetera de Cundinamarca	Quipile Pulí	Morfología, taxonomía, riqueza, ecología.
2014	Hernández, F.	Caracterización de la macrofauna asociada a los detritos producidos por hormigas del género Atta.	San Luis	Morfología, taxonomía, riqueza, ecología.
2015	Zenner de Polanía, L.	Uso de cebos contra la hormiga loca Nylanderia fulva (Mayr) (Hymenoptera:Formicidae)	Anapoima	Morfología, taxonomía, riqueza, ecología.
2017	Muñoz, L.	Análisis de la afectación agrícola por sobrepoblación de hormiga arriera en la vereda de San Roque, municipio de Ubalá, Cundinamarca.	Ubalá	Descripciones poblacionales, riqueza, ecología, control.
2018	Roberto J; Fernando F; Mayron E; Lina F;	Nuevos registros de hormigas Myrmicinae (Hymenoptera: Formicidae) para Colombia	Tibacuy. Reserva Cerro Quininí.	Descripciones comportamentales, morfología, claves, registro.
2018	Martines, R.	Relaciones Socio- Ecológicas Entre Hormigas Y Agricultores Como Estrategia Sustentable En Cafetales De Sombrío (Quipile, Cundinamarca)	Quipile	Relaciones socio ecológicas, Grupos funcionales, cafetales.
2019	Fernández, F; Guerrero, R; Delsine, T.	Hormigas de Colombia	Colombia	Notas ecológicas, descripciones, ecología, amenazas y conservación

Tabla 10. Artículos, documentos y tesis en relación con la distribución, biología y ecología de la Mirmecofauna para Cundinamarca.

Es así como se registra que Jiménez E., Fernández F., Arias T.M. y Lozano, F. H. (2008) y Valencia, J; Fernández, F. (2014) respecto a la riqueza de las hormigas registran que, Serna y Vergara (2003) encontraron 11 especies de arrieras para el territorio colombiano, con presencia en todos los bosques y regiones agrícolas del país. Las

condiciones de suelo y la tala indiscriminada de bosques propician severos ataques de hormiga arriera en departamentos como Santander, Antioquía, Cundinamarca, Valle del Cauca y Cauca, entre otros (Ramos y Patiño 2002). Es así como para Cundinamarca la mayor concentración de muestreo se realiza en zonas de cultivos porque además se registran prácticas como de dosificación de los productos químicos o biológicos a aplicar se hace con base en el área del hormiguero (Madrigal. 2003). El método más común de cálculo de área es midiendo en “cruz” la distancia entre las bocas más extremas del hormiguero y multiplicando la línea diagonal por la que le cruza para obtener el área (Madrigal y Yepes 1996). Con esta metodología, en Cundinamarca y Antioquia se encuentran hormigueros de hasta 1000 m² (Valencia, J; Fernández, F. 2014).

Por su parte Ramírez et al., (2001) y Sinisterra, (2011) registran que las especies de plantas más frecuentemente visitadas por las hormigas fueron la enredadera *Passiflora coriacea* y una arácea del género *Philodendron* con el 50 % de las visitas para explotación del nectario, en el género *Inga* también se registra la explotación de los hormigueros tanto en bosque (Ramírez et al., 2001) como en agroecosistemas, y se plantea la importancia de estos árboles para la conservación de la diversidad y el mantenimiento de las interacciones mutualistas planta-hormiga en sistemas productivos (Sinisterra, 2011). Entre los géneros de hormigas más frecuentemente involucrados en el uso de néctar están *Crematogaster*, *Pheidole*, *Procryptocerus*, *Camponotus*, *Azteca*, *Dolichoderus*, *Pachycondyla* y *Pseudomyrmex* (Ramírez et al., 2001; Sinisterra, 2011).

Además de registrar especies y géneros para el departamento se encuentra que en trabajo como los de Fernández, F; Guerrero, R; Delsine, T. (2019), Roberto J; Fernando F; Mayron E; Lina F; (2018) y Zenner de Polanía, L. (2015), indican aportes respecto a la vida reproductora de la colonia por las épocas del año, y los lugares donde nidifican. Lo que nos permite inferir que las hormigas nidifican en variedad de tipos de suelo, desde arcilla dura hasta marga o pura arena. Sin embargo, mientras que un jardinero o botánico puede hablar mucho de cómo el pH, drenado y otras propiedades del suelo influyen en una comunidad de hormigas, los ecólogos de hormigas pueden decir muy poco de ello. Por ejemplo, poco se sabe, dada la heterogeneidad del suelo y hojarasca de un sitio determinado, acerca del papel que estas diferencias puedan jugar sobre segregación de especies. Además de mencionar importantes datos sobre el nicho temporal de las hormigas y el nicho de alimentación.

En este sentido, y a partir de la revisión de la literatura, que comprendió la recolección y organización de la información pertinente para el encause de este trabajo de investigación se indica que 19 familias de insectos (1.5 % del total de familias) se pueden llamar hiper diversos, con 10.000 especies o más. Solo en Formicidae y Braconidae hay claves para todos los géneros en el Neotrópico.

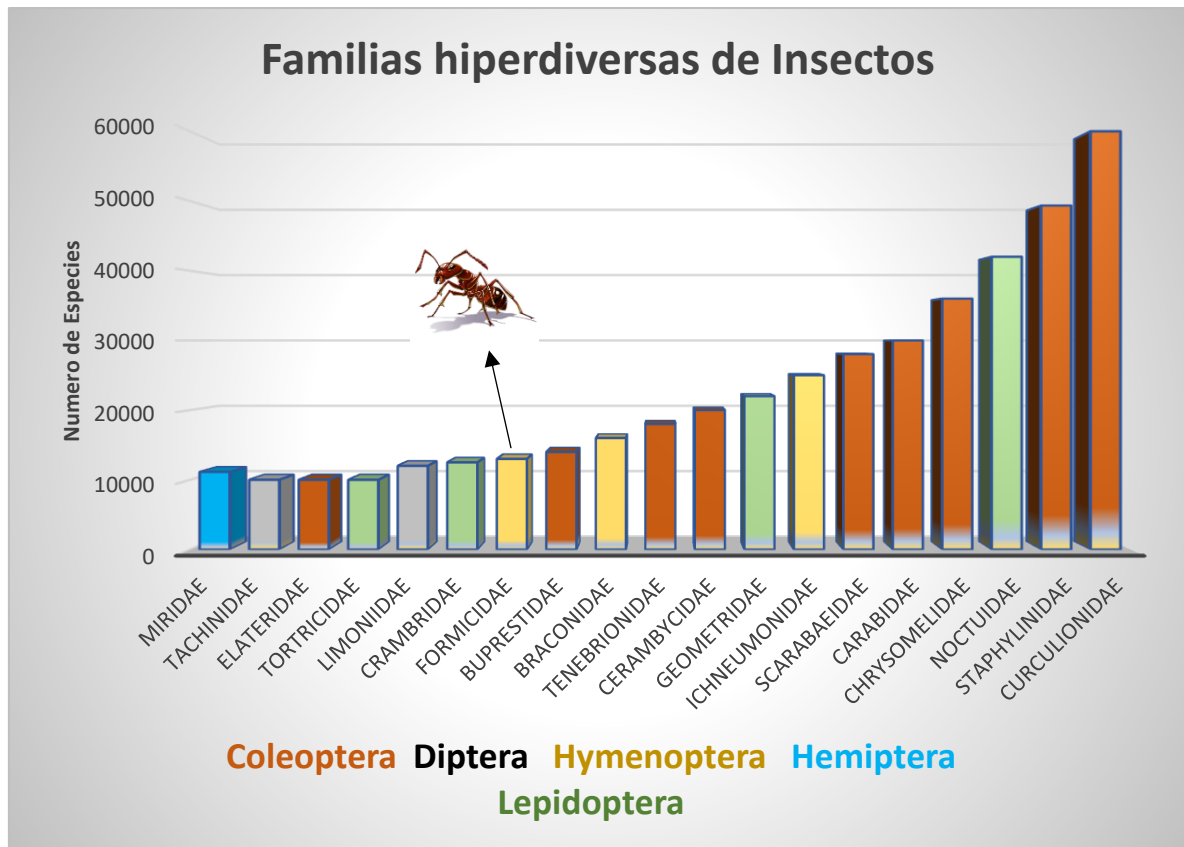


Figura 05. Familias Hiper diversas de Insectos. Hidalgo, D. (2020).

De la revisión bibliográfica realizada, se halla que de los 28 órdenes de insectos y aproximadamente 1.200 familias de insectos, se identifica que 19 familias son consideradas hiper diversas es decir que tengan aproximadamente 10.000 o más especies medianamente descritas. En la gráfica se observa que solamente una familia de no holometábolos que son la familia *Miridae* se aproxima a las 10.000 especies reportadas, y el resto de las familias que se reportan en la gráfica son holometábolos. Las hormigas (*Formicidae*) se encuentran en la posición siete de la gráfica con aproximadamente 13.000 especies descritas, posición que las posiciona lejos de la familia *Curculionidae* también conocidos como estafilínidos o gorgojos que se considera son los más hiper diversos en cuanto a los datos.

Se analiza que la cantidad de estudios de insectos que se han realizado durante aproximadamente 21 años, de lo que se revisó, se infiere que se busca resolver las relaciones filogenéticas para poder establecer claves por lo menos a nivel de género, ya que a nivel de especie puede ser un poco más complejo, pero a nivel de género puede ser un buen sustituto para el nivel de especie. En este sentido, se encuentra que el grupo *Formicidae* reporta hipótesis hasta nivel de género en términos filogenéticos. En otras familias se reporta parcialmente algunas descripciones; por otro lado, se identifican grupos como *Geometridae*, *Noctuidae*, incluso *Chrysomelidae* donde es tan compleja a fauna que aún no hay consenso incluso en las subfamilias y géneros que lo componen. Esto indica que a nivel de estudios filogenéticos la familia *Formicidae* presenta un buen panorama de estudio, sin embargo, aún queda un amplio campo ecológico por reportar.

Además, se identifica que solamente en dos familias es menos complejo llegar a nivel de género que corresponde a las familias de *Formicidae* y *Braconidae*, para estas dos familias existen claves a nivel de género reportadas no únicamente para la región neotropical sino para todo el mundo. En consecuencia, se identifica además que lo complejo de la descripción de cada especie y el conteo de estas se complejiza debido las diferencias que existen en la definición del concepto ‘especie’ desde el punto que se esté observando. Se encuentra que el Dr. Steiner (2018), quien es editor de ‘Myrmeological News Blog’ entrevistó a especialistas en mirmecología, entre ellos resaltamos a Dr. Boudinot quien afirmó en posibilidad de 25000 especies aproximadamente en todo el mundo; el Dr. Bolton, afirmó que no más de 25.000 especies en todo el mundo; el Dr. Fisher mencionó que alrededor de unas 30.000 especies aproximada y finalmente el Dr. Seifert aproximó a unas 30.000 especies.

En los datos anteriores se puede notar algo interesante, en cuanto a Fisher y Seifert, ya que son más cercanos a los métodos de morfometría, lo que posibilita la inferencia en que su concepto de especie sea un poco más estrecho; por otro lado, Boudinot y Bolton, que se encuentran un poco más en el terreno de la morfología clásica posiblemente tendrán un concepto un poco más moderador. Esto anterior deriva un problema importante en el campo de la identificación de la Mirmecofauna, tiene que ver con el concepto de ‘especie’ entonces ¿Cuál es el concepto de especie? Este es un problema que tiene ver con el uso y aplicación de este concepto; si nos vamos de un concepto de especie ‘amplio’, a un concepto de especie ‘estrecho’ vamos a obtener diferentes figuras y por lo tanto diferentes puntos de vista de acuerdo con qué concepción se usa y cómo se usa de acuerdo con el enfoque del trabajo que se esté desarrollando, razón por la cual la clave propuesta en este trabajo de investigación realiza descripciones ecológicas hasta nivel de algunos géneros posiblemente descritos desde su ecología y algunos caracteres macro morfológicos.

Esto último (delimitar ‘especies’ de insectos) es un tema de lo cual no se ha escrito mucho, y específicamente con respecto a las hormigas; se han propuesto soluciones, por ejemplo, en los cursos de campo de ‘Anst Course’, generalmente se da una charla sobre cómo inferir límites de especies en hormigas, incluso se escribió un documento de ocho páginas proponiendo límites para la posible identificación de hormigas a nivel de especie. Sin embargo, es evidente la disparidad que existe entre las filogenias moleculares y la morfología clásica en cuanto a criterios para delimitar especies, porque, aunque no se desconoce los importantes datos que se pueden obtener a partir de la taxonomía molecular, para el genetista de poblaciones o para el fitogeógrafo, se deja de lado la ecología y morfología del organismo, lo que dificulta la identificación en el caso de los ecólogos y biólogos que pretenden encontrar datos más manejables y plasmables en las claves de identificación, pero aun así los datos que se registran en las claves de identificación para hormigas siguen siendo muy complejos y en ocasiones difíciles de explicar.

8.2. Hormigas en Cundinamarca - Colombia

Acotando la zona de estudio, se tiene que para Cundinamarca son 9 subfamilias y 53 géneros de hormigas que se han reportado para el departamento. De modo que se puede identificar que entre estas subfamilias, el grupo de las hormigas mirmecinas son las más exitosas de todas las subfamilias de hormigas con respecto a la diversidad taxonómica (Fernández, F. *et al.* 2019), además de la distribución geográfica y la amplitud ecológica. Entre las “cinco grandes” (Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae, Ponerinae, Dorylinae), Myrmicinae es biológicamente la más prolífica y diversa. Sus géneros habitan la mayoría de la tierra firme de la superficie terrestre y comprenden un amplio rango de estilos de vida. La mayoría de las especies son omnívoras, pero algunas se han especializado como predadoras generalistas y especialistas, descomponedores, omnívoras, granívoras, recolectoras de semillas (mirmecocoria), herbívoras y cultivadoras de hongos (Ettershank, 1966; Kugler, 1978, 1979, 1986; Bolton, 1994, 2003; Brown, 2000; Ogata, 1991b; Schultz y Brady, 2008; Ward *et al.*, 2015).

Algo importante para resaltar de esta subfamilia (Myrmicinae) es que la historia evolutiva de los Myrmicinae se ha jugado en un escenario mundial durante los últimos 100 ma, sin una única región como la principal generadora de la diversidad de especies. La subfamilia comprende ahora más de 6000 especies descritas, y ocupa todas las ecorregiones de la Tierra, excepto el antártico (Ward *et al.*, 2015 citado en Fernández, F. *et al.* 2019). De modo que para Cundinamarca no es una excepción, ya que se reporta para Myrmicinae 23 géneros que habitan el departamento, aun así se reconoce que faltan grandes zonas de Cundinamarca por ser exploradas.

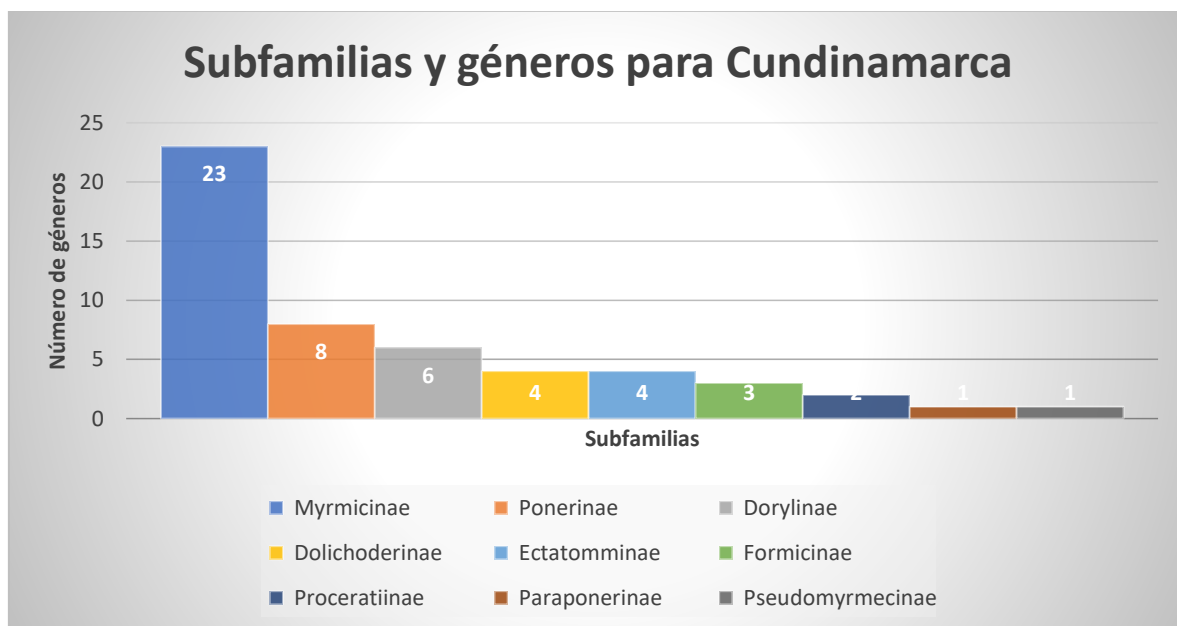


Figura 06. Subfamilias Reportadas para Cundinamarca. Hidalgo, D. (2020)

Por su parte, la subfamilia *Ponerinae* continúa en segundo lugar como la subfamilia con más géneros que habitan el departamento, esta subfamilia comprende hormigas principalmente cazadoras del suelo y hojarasca de bosques. En el sentido moderno es una subfamilia monofilética caracterizada principalmente por los tórulos fusionados y la forma de los lóbulos frontales (Ambresh, L. 2000), aun así, siendo esta subfamilia entre las ‘grandes’ del grupo de las hormigas, no se reportan tantos géneros como si lo hay en Myrmicinae, posiblemente por la geografía del departamento, ya que la subfamilia *Ponerinae* hace parte del grupo de hormigas cazadoras, lo que hace que la demanda de recurso sea específico, requiriendo presas (como algunas mariposas y otros insectos) que por la ubicación y distribución geográfica del departamento no favorece el crecimiento y desarrollo de estas poblaciones, posible razón por la cual se reportan pocos géneros para esta Subfamilia; otra razón que explica el mínimo reporte de subfamilias tiene que ver con la poca exploración que se ha hecho de la mirmecofauna a nivel del departamento.

Seguidamente, la Subfamilia *Dorylinae*, aunque es una de las subfamilias más grandes, se explica el reporte bajo en cuanto a los géneros de esa subfamilia, ya que incluye varios géneros crípticos que son colectados con poca frecuencia, así como a las denominadas hormigas legionarias, que están dentro de las especies de artrópodos dominantes en los ecosistemas terrestres tropicales, (Fernández, F; Guerrero, R.J; Delsinne, T. 2019). Se conoce muy poco de la biología de *Dorylinae*, aunque se han realizado pocos reportes de los géneros que se han encontrado para Cundinamarca, pocos de esos reportes datan de la biología de esta subfamilia, ya que la mayoría data de su morfología y estudios monofiléticos y algunas sinapomorfias. Las relativamente pocas líneas de Gallo, L. (1998) por las que se conoce la biología de la alimentación, que generalmente se alimentan de otras hormigas o insectos sociales, aunque ocurren excepciones notables y varias de las 'hormigas ejército' desarrollaron hábitos depredadores más generalizados. Hay alrededor de 25 géneros descritos con una estimación de la diversidad total de al menos 1,000 (Gallo, L. 2004). Sin embargo, aunque de esta subfamilia, en el reporte que se observa (Figura 06) es mínimo en relación con los reportes que se han realizado para Colombia, se considera relativamente alto en relación con la cantidad de muestreos y registros que se han hecho para el departamento, teniendo en cuenta que es un grupo de hormigas difícil de coleccionar y además de identificar, ya que su biología es en gran medida desconocida y sus hábitos de forrajeo son subterráneos. En este sentido se conoce que en *Dorylinae*, todas o algunas de las especies en cada uno de los géneros son depredadores especializados de insectos sociales, en especial otras hormigas (Brown, 1975; Rettenmeyer *et al.*, 1983; Mackay, 1996; De Andrade, 1998; Borowiec y Longino, 2011).

En cuanto a las subfamilias *Dolichoderinae* y *Ectatomminae* se reportan 4 géneros para cada uno de los grupos (Figura 06) para el primer grupo posiblemente se debe a que las hormigas dolichoderinas son generalmente, uno de los grupos que se recolectan en estudios sobre el ensamblaje de hormigas de determinado lugar. Frecuentemente presentan hábitos arbóreos y tienen una amplia distribución, con un mayor número de especies en la franja tropical y subtropical; en la región Neotropical se encuentra más del

30% de los géneros dolichoderinos, donde seis de éstos se restringen a esta región biogeográfica (Bolton *et al.*, 2007; Bolton, 2014). Aunque Dolichoderinae representa un componente importante en la fauna de hormigas en Colombia, no existe un compendio actualizado sobre los aspectos generales de su biología y distribución en el país. Este vacío de información para Colombia aumenta el desconocimiento respecto a datos sobre la composición, relaciones filogenéticas, distribución, hábitos alimenticios, estructura de las colonias, modos de reproducción y otros aspectos de la biología de las tribus y géneros de la subfamilia en el país y por supuesto para Cundinamarca.

Para esta segunda subfamilia (*Ectatomminae*) aunque Feitosa y Brandão, (en prensa, 2005) reportan que en Colombia y la región neotropical se encuentran todos los géneros excepto *Aulacopone* y *Rhytidoponera* y presentan las claves taxonómicas e información sobre la distribución de las especies de la subfamilia presentes en el país, para Cundinamarca sólo se reportan 4 géneros, posiblemente por las modificaciones taxonómicas que se han estudiado de esta subfamilia y aun así Fernández, F; Guerrero, R.J; Delsinne, T. (2019) reportan que Feitosa (2011) explora las relaciones filogenéticas internas de Heteroponerinae con base en caracteres morfológicos, y confirma la relación entre Ectatomminae y Heteroponerinae (que autores anteriores habían propuesto) apoyado en siete sinapomorfias. Los géneros *Acanthoponera* y *Heteroponera* aparecen como monofiléticos en todas las topologías encontradas. Este estudio está siendo actualmente complementado con la obtención de datos moleculares para nuevas inferencias sobre la filogenia de la subfamilia.

Es así como, las evidencias moleculares y morfológicas, incluyendo el trabajo de Feitosa (2011), sugieren que la separación entre Ectatomminae y Heteroponerinae por Bolton (2003) puede haber sido una acción innecesaria y que todos los géneros pertenecientes a las dos subfamilias podrían combinarse en Ectatomminae (nombre prioritario). La misma conclusión ya había sido alcanzada por Keller (2011) que nota las innumerables similitudes entre las dos subfamilias y menciona que la unión de estas sería una acción más sensata. Se menciona incluso que la fusión de Heteroponerinae con Ectatomminae evita el uso del incómodo término “ectaheteromorfos” (Delsinne, T. 2012). Feitosa y Brandão (en prensa), en su revisión taxonómica de Heteroponerini para América, formalizarán el nuevo arreglo de Ectatomminae (Feitosa 2011, citado en Fernández, F; Guerrero, R.J; Delsinne, T. 2019). Por otro lado, la subfamilia *Formicinae* se registran 3 géneros para el Departamento, posiblemente por los pocos muestreos que se han realizado en la zona que comprende Cundinamarca, ya que los géneros de esta subfamilia son generalistas, además según Fernández, F (2019) la propuesta más reciente a Formicinae se le ubica como el grupo hermano de Ectatomminae y también de Myrmicinae.

Seguidamente, se reportan 2 géneros en Cundinamarca pertenecientes a la subfamilia *Proceratiinae* este bajo reporte se debe a que son un grupo pequeño de hormigas poneroides escasamente representadas en las colecciones entomológicas debido a su tamaño pequeño y hábitos crípticos, Según Fernández, F (2019) se encuentran distribuidas en todo el mundo y el 26% de las especies conocidas habitan en América,

distribuyéndose desde Canadá hasta Argentina y en algunas islas del Caribe. Además, es importante resaltar que debido a los análisis filogenéticos con datos moleculares varían en la ubicación y relación de Proceratiinae con otras subfamilias en el clado poneroide (Brady *et al.*, 2006; Moreau *et al.*, 2006; Rabeling *et al.*, 2008; Kück *et al.*, 2011; Moreau y Bell, 2013; Branstetter *et al.*, 2017), mientras que los resultados de Keller (2011) con caracteres morfológicos sugieren una relación cercana con las hormigas mirmecomorfas (Agroecomyrmecinae y Myrmicinae). La posición filogenética de Proceratiinae entre las poneroideas sigue siendo ambigua, al igual que su relación con las demás hormigas (Ward, 2014).

Las últimas dos subfamilias que se registran para Cundinamarca son *Paraponerinae* y *Pseudomyrmecinae* para las cuales se reporta 1 género para cada subfamilia. Del primer grupo se tiene que el conocimiento de la biología de las Proceratiinae se limita a unos pocos estudios de comportamiento, los cuales sugieren un alto grado de especialización. Brown (1954, 1979) reportó que individuos de *Proceratium* y *Discothyrea* usualmente acumulan y se alimentan de diferentes tipos de huevos de artrópodos. En sus experimentos de laboratorio, este autor demostró que *Proceratium* prefería los huevos de arañas en lugar de partes de insectos. Estudios posteriores (Dejean y Dejean, 1998; Dejean *et al.*, 1999). En este sentido, para *Pseudomyrmecinae* se tiene que el género *Pseudomyrmex* es ampliamente distribuido en regiones templadas cálidas y tropicales del Nuevo Mundo, desde el sur de los Estados Unidos hasta Chile y Argentina (Fernández, F; Guerrero, R.J; Delsinne, T. 2019), de los cuales existen reportes biológicos y ecológicos debido a su hábito arbóreo e incluso mirmecófitas.

8.2.1. Localización de Formícidos por Zonas de Vida para Cundinamarca

Para identificar las zonas de vida para Cundinamarca y así mismo la distribución de las subfamilias por el departamento y así poder agruparlas por gremios para lograr su identificación a partir de su ecología se identifican 5 zonas de vida para el departamento que son: **Zona tropical**; que se encuentra localizada entre 300 y 1.000 metros de altura; **Zona Subtropical** incluye formaciones entre 1.000 y 2.000 metros de altura; **Zona Montana Baja** comprendida entre 2.000 y 3.000 metros de altura; **Zona Montana** comprendida entre 3.000 y 4.000 metros de altura y **Zona Subalpina** que se encuentra sobre 4.000 metros de altura. Así permite la comprensión más amplia de la distribución de la mirmecofauna en Cundinamarca.

De acuerdo con la literatura y los reportes que se han realizado se tiene que, para los géneros *Azteca*, *Dolichoderus* y *Linepithema* se encuentran distribuidos en las Zona tropical y Subtropical del departamento (Figura 07) ya que formaciones de Bosque Seco, Bosque Húmedo y Bosque muy Húmedo, en las que a través de todo el año se encuentra generalmente una abundancia de alimentos consistentes en frutas e insectos de gran variedad. (Valdivieso, D. 2017). Se localizan en abundancia en estas zonas del departamento ya que las Dolichoderinae anidan en lugares muy variados, desde suelo con o sin cobertura vegetal, madera viva o muerta hasta el dosel arbóreo (*Tapinoma*, *Dolichoderus*, *Azteca*). Según Fernández, F. (2003) algunas especies construyen nidos con cartón (*Azteca*, *Technomyrmex*, *Dolichoderus*). Las colonias pueden estar formadas

por unos pocos centenares de individuos a varios miles; el fenómeno de polidomía es bastante frecuente (Forelius, *Linepithema*, etc.). Algunas de sus especies han sido ampliamente distribuidas con el comercio, un claro ejemplo es el de la llamada “hormiga argentina”, *Linepithema humile* que se reconoce como una plaga importante en Estados Unidos, Europa, Sudáfrica, parte de Australia y Hawai (Fernández, F. 2003), Colombia y también se halla que en el departamento de Cundinamarca también se comportan como ‘plaga’.

Para los géneros que se muestran en la figura 07 que van desde *Tapinoma* hasta *Camponotus* se encuentran entre las zonas Subtropical y zona Montana baja ya que la mayor parte de las regiones orientales del Departamento de Cundinamarca se encuentran localizadas dentro de esta zona. Gran parte del área comprendida por esta zona dentro del territorio cundinamarqués es plana y se encuentran extensas llanuras adaptadas al cultivo, como la Sabana de Bogotá. (Valdivieso, D. 2017). Estos géneros nidifican generalmente en cultivos y en bosques precisamente por ser generalistas en la elección de su alimento, por ejemplo, en sistemas cafeteros sin agroquímicos, se presentan altas poblaciones de *Solenopsis*, *Pheidole*, *Wasmannia*, *Paratrechina*, *Crematogaster*, *Brachymyrmex* y *Nylanderia* las cuales transportan estados inmaduros de la broca a sus nidos (Bustillo et al., 2002). Para los géneros *Nylanderia* y *Brachymyrmex* se observa que existe una plasticidad muy alta en el rango de zonas de vida que pueden ocupar estos géneros, esto se debe a que son habitantes de suelo y hojarasca, donde actúan como generalistas en sus hábitos de alimentación y nidificación. Algunas *Brachymyrmex* parecen estar asociadas a árboles (Delsinne, T. 2019). También en este género se han detectado repletas, como casta especializada en almacenar ligamaza para sus compañeras.

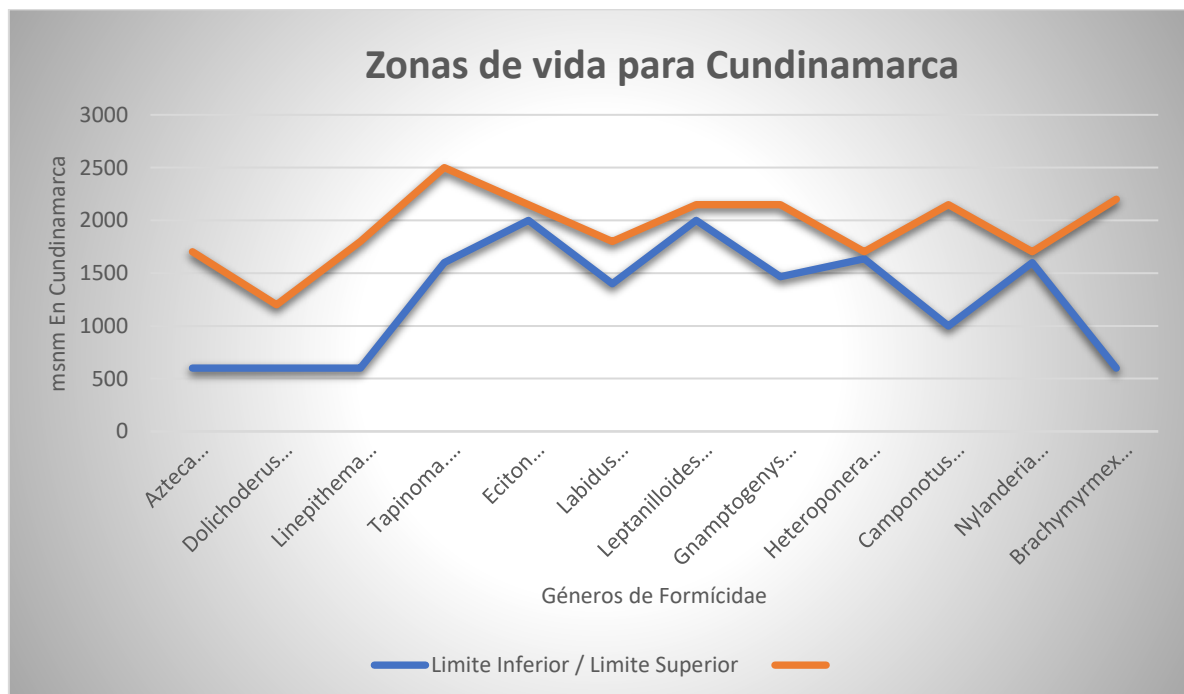


Figura 07. Zonas de vida (msnm) en Cundinamarca. (Azteca. – *Brachymyrmex*). Hidalgo, D. (2020)

A diferencia de estos géneros anteriores, en la figura 08 se observa que el género *Megalomyrmex* presenta un rango mínimo de ubicación en el departamento, se halla en la zona tropical del departamento sin embargo no en toda la zona tropical, sino que en un rango mínimo de esta zona de vida. Se infiere la posibilidad en que esto se debe a que

nidifican en el suelo o en troncos caídos, en bosques húmedos secos en altitudes bajas a medias (Longino, 2012), aun así, en este caso se considera que falta el desarrollo de mayores trabajos de investigación de este género en la región de Cundinamarca. Por el contrario, la distribución que se observa entre los géneros *Rogeria* y *Acanthognathus* es diversa entre las zonas Montana baja y Montana, posiblemente porque estos géneros que se encuentran entre estos rangos (Figura 08) los nidos se pueden encontrar en troncos caídos y en pudrición o en hojarasca, entre los 100 y 1200 metros de altitud, y preferentemente en bosque. Una especie no identificada se recolectó por los 2500 m de altitud, sin embargo, no hay publicaciones sobre biología de *Rogeria* y *Acanthognathus*, pero si reportes de ubicación y macro morfología y algunas observaciones, aún así de la biología de estos géneros no se conoce mayores datos.

El género *Atta* y *Acromyrmex* conforman las hormigas cortadoras de hojas o arrieras, y ambos géneros forman parte de un clado derivado dentro del grupo *Atta* con *Trachymyrmex* y *Cyphomyrmex* (Ward *et al.*, 2015). A pesar de la gran importancia biológica y económica de *Acromyrmex*, no existe ninguna revisión moderna, ni ninguna filogenia interna, aunque Christian Rabeling, Mauricio Bacci (2008) investigan la filogenia molecular de este género sin hallar mayores novedades sobre estos géneros. Por el contrario, a los géneros anteriores, de estas hormigas se conoce una gran cantidad de datos a nivel ecológico y morfológico lo que facilitó la construcción de la clave dicotómica a partir de grupos funcionales que se propone para el presente trabajo de investigación. En este sentido se tiene que las hormigas cortadoras de hojas poseen obreras que cortan trozos de hojas y otras partes vegetales para ser transportados al nido y ser procesados como alimento para los hongos que constituyen el alimento básico de la colonia. *Acromyrmex* parece preferir las zonas abiertas como sabanas, donde usa con preferencia hierbas monocotiledóneas y algunas dicotiledóneas (Fowler *et al.*, 1988; Fernández *et al.*, 2015).

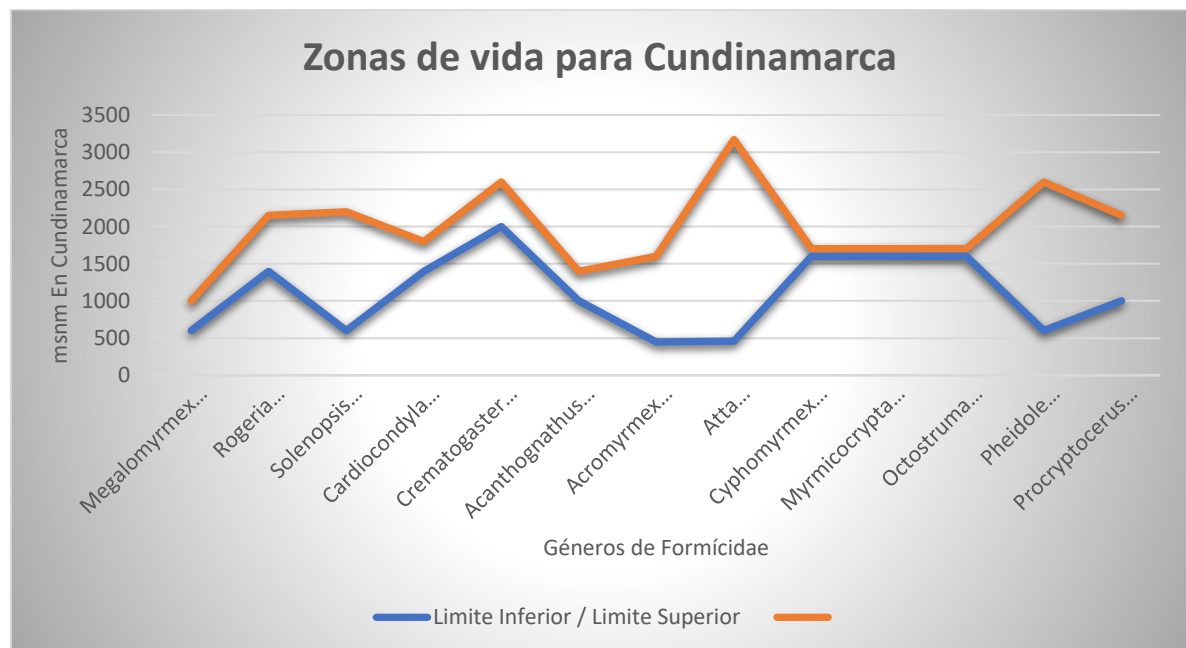


Figura 08. Zonas de vida (msnm) en Cundinamarca. (Megalomyrmex. – Procryptocerus). Hidalgo, D. (2020)

Para los géneros *Strumigenys* y *Neoponera* (Figura 09) se evidencia el menor rango de distribución para el departamento de Cundinamarca, estas hormigas, aunque

pueden ser depredadoras, carroñeras o participar en asociaciones simbióticas con “homópteros” (Hölldobler y Wilson, 1990; Dix *et al.*, 2005; Serna y Vergara, 2007), además posee un amplio espectro de hábitos de reproducción e interacciones en sus colonias (Hölldobler y Wilson, 2014). Las obreras pueden buscar alimento solitariamente en el suelo o en los árboles, o cazar en grupos seminómadas recordando las hormigas legionarias (Serna y Vergara, 2007, citado en Fernández, F. 2019), se analiza que posiblemente se reporta este mínimo rango de distribución porque se han realizado muestreos para estos géneros en cultivos y pocos estudios en bosques o parques nacionales. Para los géneros *Trachymyrmex* hasta *Paraponera* se muestra un rango de distribución más amplio (Figura 09) que para *Strumigenys* y *Neoponera*. De *Trachymyrmex* de la biología de este género se registra según Ward, L. (2015) la dependencia de los hongos como fuente de alimento dominante evolucionó solo una vez en las hormigas, en attinas, que incluye especies que dependen necesariamente del cultivo de un hongo mutualista para alimentar a adultos y larvas (Mueller *et al.*, 2001).

En la figura 09 hay una particularidad y es que la mayoría de los géneros que allí se reportan han sido más estudiados y hay rico material biológico y reportes ecológicos, esto se debe a la importancia agronómica que hay en estos géneros, ya que varias subfamilias denominadas poneromorfas, se destacan como controladoras biológicas o cazadoras y cuyo número de especies aumenta en los ecosistemas a medida que disminuye el grado de intervención en ellos (Zanabria-Blandón y Chacón de Ulloa, 2011). Entre las poneromorfas, se encuentran también especies generalistas como *Paraponera clavata* (Paraponerinae) y varias especies de los géneros *Ectatomma*, *Odontomachus*, *Hypoconera*, *Neoponera* y *Pachycondyla* (Ponerinae), que pueden ser depredadoras, carroñeras o participar en asociaciones simbióticas con “homópteros” (Hölldobler y Wilson, 1990; Dix *et al.*, 2005; Serna y Vergara, 2008). Dentro de la subfamilia Myrmicinae, *Crematogaster* se reconocen también como especies controladoras en cultivos de palma de aceite (Calvache, 1995).

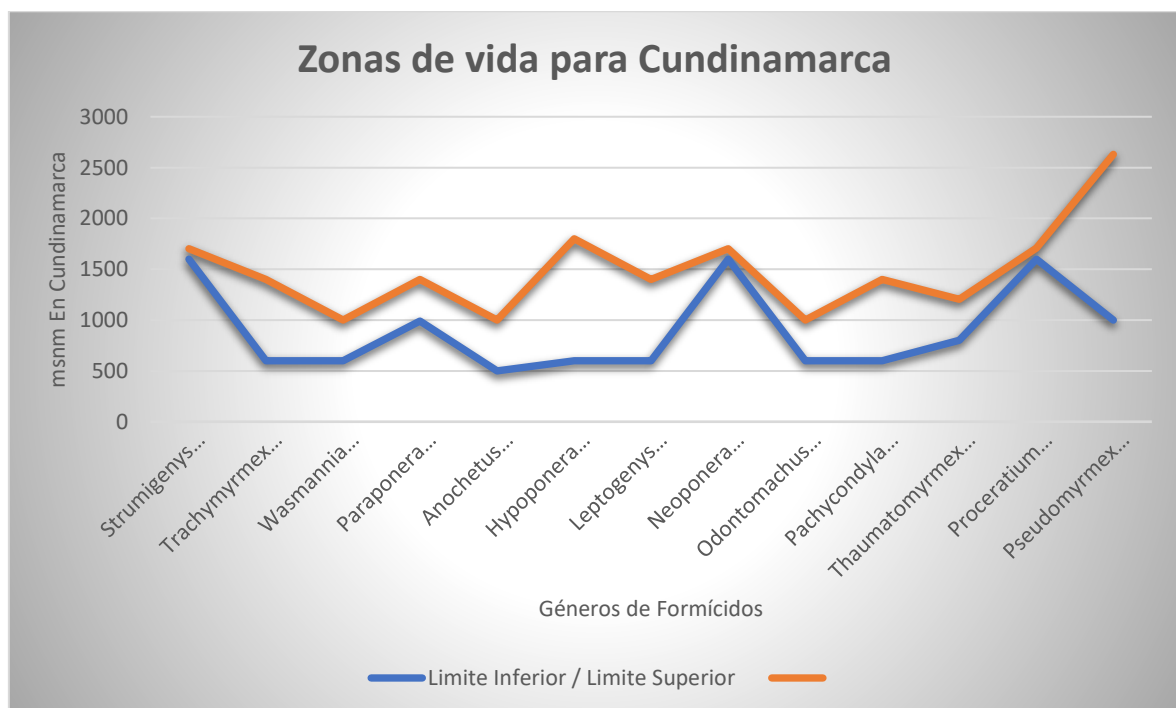


Figura 09. Zonas de vida (msnm) en Cundinamarca. (Strumigenys. – Pseudomyrmex). Hidalgo, D. (2020)

Para el género *Pseudomyrmex* se tiene que es uno de los géneros que mayores impactos registra en la agricultura colombiana, varios autores reportan esto, además porque según Ramos y Serna, (2004) presenta asociación trofobiótica con cochinillas (Hemíptera: Sternorrhyncha: Coccothraupidae) de las familias Coccidae. Además, que se han registrado nidos en edificaciones como casas, hospitales, edificios etc. Se comporta como invasora de diferentes espacios y su capacidad reproductiva es alta (Ramos, *et al.* 2004), esto explica la amplia distribución de este género que abarca desde la zona Tropical hasta la zona montana baja como se indica en la Figura 09.

El comportamiento y distribución que presentan la mirmecofauna según la Figura 10 es diferente a las figuras anteriormente expuestas, debido a que estos géneros son los que menos reportes e investigaciones se han descrito, incluso solo se registra un único punto en la zona de muestreo en el departamento. En el caso de las hormigas Dolichoderinae pueden aprovechar cualquier tipo de alimento, incluyendo la carroña. Hay especies depredadoras de otros artrópodos y hay algunas que se alimentan de carcasas de artrópodos, ligamaza o exudados vegetales (Shattuck, 1992 citado en Delsine, T. 2019). También exhiben un alto grado de asociación simbiótica, principalmente con otros insectos; algunas especies dolichoderinas protegen membrácidos y áfidos (Hemíptera) a cambio de los exudados azucarados, sin embargo, ciertas especies pueden comportarse como parásitos, por ejemplo, el grupo aurita del género *Azteca* (Longino, 2007; Guerrero *et al.*, 2010) como es el caso para el caso de *Dorymyrmex* y *Neivamyrmex* que si se reporta su biología pero no los datos de colecta específicos, de modo que se hace una aproximación de la ubicación de estos géneros.

En este sentido, sorprende que del género *Ectatomma* alcanza la zona de vida más alta que se registra para el departamento Zona comprendida entre 3.000 y 4.000 metros de altura y que incluye las siguientes formaciones: Bosque Húmedo, Bosque muy Húmedo y Bosque Pluvial. (Valdivieso, D. 2017). Aunque de su ecología se registra que se encuentran en bosques húmedos, sabanas, ambientes secos, zonas de cultivos y rastrojos; las especies pueden ser muy conspicuas y abundantes. De hábitos generalistas y oportunistas (Brown, 1958), posiblemente su forma de nidificación sea la que permita la adaptación de este género a estas alturas. Sus nidos en general son simples, bajo el suelo, en el estrato herbáceo donde forrajea y en el estrato arbustivo en busca de artrópodos y restos orgánicos, incluso nidifican en ambientes urbanos. Estas hormigas se consideran depredadores generalizados de diversos artrópodos y anélidos, también recolectan líquidos azucarados procedentes de las secreciones de membrácidos y otros hemípteros, como de los nectarios extraflorales de algunas plantas, o de los líquidos de frutas, su forrajeo es solitario (Fernández, 1991).



Figura 10. Zonas de vida (msnm) en Cundinamarca. (Rhopalothrix. – Probolomyrmex). Hidalgo, D. (2020)

Posteriormente, y luego de tener la claridad respecto a los caracteres ecológicos que se registran y se pueden identificar por medio de la distribución de los géneros de hormigas para Cundinamarca, se realizó una encuesta que permite seleccionar algunos caracteres que se tienen en cuenta desde la mirada rápida a las hormigas que son comunes a las comunidades humanas. A continuación, en la tabla 10 se muestran las preguntas que se realizaron y las categorías en las que se asumieron las respuestas por parte de los maestros en formación de la Licenciatura en Biología en etapa de Profundización, ya que en un principio se consideró que posiblemente exista un conocimiento previo respecto a los Formícidos. Es así como en este punto se analizan y se exponen las respuestas que se consideran relevantes para la continuidad del presente trabajo de investigación.

Encuesta: El Mundo de las Hormigas

Pregunta	Categoría
1 En ¿Qué lugares ha observado hormigas? y describa algunas características que recuerde. (color, tamaño, cantidad, etc.)	Zona Cálida
	Zona Templada
	Zona Fría
	Solitaria
	En colonia
	Otras
2 ¿Qué conoce de las hormigas? (Importancia, morfología, ecología, fisiología, biología etc.)	Nada
	Orden Taxonómico
	Ecología
	Morfología
	Ecológico - fisiológico
3 Conoce la diferencia entre una clave común y una clave dicotómica ¿Qué diferencias tienen?	Si
	No
	Caracteres morfológicos

	Cantidad de caracteres
4 Al identificar organismos con claves dicotómicas ¿Qué se le ha dificultado?	No presenta dificultad
	Otras respuestas
	Caracteres morfológicos
	Dificultad gráfica
	No ha utilizado clave Dicotómica
5 De la imagen ¿Qué elementos considera que son difíciles de entender? (Imagen tomado de: Fernández, F. 2003).	Términos
	Gráfico
	Todo lo entiende
6 Del siguiente párrafo qué elementos considera que son difíciles de entender.	Términos
	No entiende Nada
	Lo entiende todo
	No entiende porque no hay esquema
	Otras respuestas

Tabla 11. Encuesta – El Mundo de Las Hormigas. Hidalgo, D. (2020).

Respecto a la primera pregunta se tiene las distribuciones de las zonas de acuerdo con sensación térmica que perciben los maestros en formación, y permite la identificación de posibles caracteres morfológicos y ecológicos de los formícidos, para los que se hallaron respuestas como “Por lo general en espacios verdes bastante grandes, como fincas o bosques, por lo general son pequeñas, sin embargo hay unas bastante grandes, con diversos colores principalmente rojas y negras, andan siempre en grandes grupos, aunque se hallan algunas como perdidas” (Estudiante 03, 2020) se pudo evidenciar en esta respuesta que se reconocen de caracteres como el color y el tamaño del organismo, cosa que en el proceso de identificación y caracterización de una hormiga son importantes, como lo menciona Fernández, F. (2003) los caracteres morfológicos son importantes para la identificación de la mirmecofauna, sin embargo para las comunidades que no están familiarizadas con el lenguaje científico se deben desarrollar claves que reflejen también caracteres cualitativos como los tonos y las texturas de los cuerpos pilosos de las hormigas.

En este sentido, lo que menciona este autor se considera fundamental para el desarrollo de la presente clave dicotómica ya que su núcleo son los caracteres ecológicos y macro morfológicos que posibilitan la identificación de la mirmecofauna presente en Cundinamarca. De modo que en la encuesta se puede identificar que los maestros en formación tienen un conocimiento previo acerca de biología de las hormigas, y que además reconocen las zonas de vida por medio de la sensación térmica a la que se exponen donde han observado algunos grupos de hormigas, la respuesta del estudiante 02 responde que “En la mayoría de los ambientes, sin embargo, la mayor concentración en ambientes de clima templado y cálido”, reconociendo además la cosmopolia de las hormigas.

8.2.2. Subfamilias y géneros para Cundinamarca

Luego de esta revisión se elabora un listado de las subfamilias y géneros de hormigas para Cundinamarca con los investigadores que han hecho registro de los géneros para la región (Tabla 09). Además, se puede observar que del mismo género existen varios reportes de diferentes autores de modo que se le pudo realizar un seguimiento en el tiempo y evidenciar las actualizaciones que se han venido trabajando a nivel de género, sin embargo, respecto a esto se evidenció que las actualizaciones a nivel de género son pocas debido a los estudios monofiléticos que se han venido realizando, más bien si se registran importantes cambios en cuestión de las subfamilias y especies, por ejemplo en el caso de los géneros que son crípticos, de modo que, Delsinne, T. (2012) menciona que en las especies crípticas, la separación descansa más en aspectos de biología o geografía que en morfología (Seifert, 2009 citado en Delsinne, T. 2012). En algunos géneros, la proporción de especies crípticas es enorme, por ejemplo, se estima que más de la mitad de las especies de *Cardiocondyla* son crípticas (Fagua, G. 2009). Esto implica que, si es cierto que hay géneros con especies donde no funciona el criterio de brecha morfológica, se debe buscar otras aproximaciones o herramientas, en estos casos los caracteres ecológicos son de gran utilidad en el proceso de identificación a nivel de género.

REGISTRO DE SUBFAMILIAS Y GÉNEROS DE HORMIGAS PARA CUNDINAMARCA	
Subfamilia	Género
Subfamilia Dolichoderinae	Azteca (Fagua,G., 1999; Martínez., 2018). Dolichoderus (Fagua,G., 1999; Fernández, f., 2019). Dorymyrmex (Amberch, 2005). Linepithema (Inge, A., 2017; Fagua,G., 1999). Tapinoma. (F, f., 2002; Martínez., 2018).
Subfamilia Dorylinae	Cylindromyrmex (Gyne,L.; Escobar,F., 1997). Cheliomyrmex (Fuhrmann,O. S.f.). Eciton (Sarmiento,M.; Carlos,E., 2000). Labidus (Fagua,G., 1999). Leptanilloides (Sarmiento,M.; Carlos,E., 2000). Neivamyrmex (Inge, 2005).
Subfamilia Ectatomminae	Ectatomma (Sendoya,S., 2001). Gnamptogenys (Inge, 2006; Martinez,R., 2018; Sarmiento,M.; Carlos,E., 2000). Heteroponera (Martinez,R., 2018). Typhlomyrmex (Palacio leg,E., 1990).
Subfamilia Formicinae	Camponotus (Fagua,G., 1999; Martínez., 2014; Martínez., 2018; Sarmiento,M.; Carlos,E., 2000). Nylanderia (Fernandez,F., 2000; Martínez., 2018).

	Brachymyrmex (Martínez., 2014; Martínez., 2018; Sarmiento,M; Carlos,E., 2000; Fagua,G., 1999).
Subfamilia Myrmicinae	Adelomyrmex (Fagua,G., 1999). Megalomyrmex (Fagua,G., 1999). Rogeria (Fagua,G., 1999; Martínez., 2018; Sarmiento,M; Carlos,E., 2000;). Solenopsis (Fagua,G., 1999). Cardiocondyla (Fagua,G., 1999). Crematogaster (Martínez., 2014,2018; Sarmiento,M; Carlos,E., 2000). Xenomyrmex. (Mayr, 1870). Acanthognathus. (Fagua.G., 1999). Acromyrmex (Perez, L., 1998; Escobar,F., 1997; Devia,R., 2008; Portero,C., 2002). Atta (Florez, E; et al., Convenio Unal-Corpoguavio (ICN), 1998; Jaramillo,T., 2000; Devia,R., 2008; Restrepo,R., 1968). Cephalotes (Martinez, R., 2018). Cyphomyrmex (Martinez,R., 2018). Eurhopalothrix (Mann, 1922) Kalathomyrmex (Forel, 1907) Myrmicocrypta (Weber, 1937; Martinez,R., 2018). Octostruma (Emery, 1894; Longino, 2013; Martinez, R., 2018) Pheidole (Fagua, G., 1999; Van der Hammen, T., 1981; Caceres,C., 2014) Procryptocerus (Fagua,G., 1999; Martinez,R., 2018). Rhopalothrix (Mayr, 1870; Martinez,R., 2018). Sericomyrmex (Wheeler, 1925; Mayr, 1887; Fagua,G., 1999) Strumigenys (Kempf, 1958; Martinez,R., 2018). Trachymyrmex (Forel, 1912; Fagua,G., 1999) Wasmannia (Roger, 1863; Fagua, G.1999).
Subfamilia Paraponerinae	Paraponera (Gallego, F.L. 1950).

Subfamilia Ponerinae	Anochetus (Emery, 1894). Hypoponera (Mayr, 1887; Emery, 1890; Fagua,G., 1999) Leptogenys (Lattke, 2011; Fagua,G., 1999). Neoponera (Smith F., 1858; Martinez,R., 2018) Odontomachus (Emery, 1890; Fagua,G., 1999). Pachycondyla (Emery, 1890; Fagua,G., 1999). Rasopone (Forel, 1901) Thaumatomyrmex (Legg,C., 1965)
Subfamilia Proceratiinae	Probolomyrmex (Weber, 1940) Proceratium (Martinez,R., 2018)
Subfamilia Pseudomyrmecinae	Pseudomyrmex (F, F., 2004; Fagua,G., 1999; Martinez, R., 2018)

Tabla 12. Subfamilias y géneros de hormigas para Cundinamarca.

Como menciona Fernández, F, *et al*, (2019) Las hormigas dolichoderinas son generalmente, uno de los grupos que se recolectan en estudios sobre el ensamblaje de hormigas de determinado lugar. Frecuentemente presentan hábitos arbóreos y tienen una amplia distribución, con un mayor número de especies en la franja tropical y subtropical. En este sentido, sorprende que la primera subfamilia que está representada en la tabla 11, representa un componente importante en la fauna de hormigas en Colombia, (aunque para Cundinamarca esté representada por 5 géneros) no existe un compendio actualizado sobre los aspectos generales de su biología y distribución en el país. Es importante resaltar que este vacío de información para Colombia e incluye datos sobre la composición, relaciones filogenéticas, distribución, hábitos alimenticios, estructura de las colonias, modos de reproducción y otros aspectos de la biología de las tribus y géneros de la subfamilia en el país. Se tiene información más general, ya que se conoce que en la región Neotropical se encuentra más del 30% de los géneros dolichoderinos, donde seis de éstos se restringen a esta región biogeográfica (Guerrero, R. 2019).

En cuanto a la subfamilia *Dorylinae* se reporta que reúne un conjunto de géneros relativamente heterogéneos biológicamente. Tal vez el rasgo biológico común más distintivo sea el hecho de que todas las *Dorylinae* efectúan batidas colectivas en busca de presas, con las obreras desplazándose ya sea en columnas compactas o en enjambres masivos (Brown, 1975; Brandão *et al.*, 1999; Gobin *et al.*, 2001. Citados en Donoso *et al.*, 2006). Sin embargo, sus hábitos de forrajeo y los patrones de nidificación son diferentes para cada género, y los géneros que están reportados para Cundinamarca no son la excepción, de modo que esto generó un grado de dificultad para categorizar los géneros de esta subfamilia en los grupos funcionales, para la construcción de la clave. De igual modo sucede con la subfamilia *Ectatominae* que según Gobin *et al.*, (2001), citados en Donoso *et al.*, (2006), hace parte de las subfamilias más comunes en el Neotrópico, generalmente nidificando en el suelo o en madera descompuesta, y rara vez es arbórea. La mayoría de las especies son depredadoras, aunque también pueden ser omnívoras.

En cuanto a las subfamilias *Myrmicinae* y *Formicinae* en Feitosa y Prada-Achiardi. (2019) se encuentra que las hormigas mirmicinas son las más exitosas de todas las subfamilias de hormigas con respecto a la diversidad taxonómica, la distribución geográfica y la amplitud ecológica. Entre las “cinco grandes” (*Myrmicinae*, *Formicinae*, *Dolichoderinae*, *Ponerinae*, *Dorylinae*), *Myrmicinae* es biológicamente la más prolífica y diversa. Esto se ve reflejado en la cantidad de géneros que se reportan de esta subfamilia

para Cundinamarca (ver tabla 11). En cuanto a *Formicinae* en la propuesta más reciente a Formicinae se le ubica como el grupo hermano de Ectatomminae + Myrmicinae. En conjunto, la subfamilia comprende especies generalistas a especializadas, desde subterráneas como *Acropyga* a arborícolas como *Camponotus* (Gobin *et al.*, 2001, citados en Donoso *et al.*, 2006). Muchas viven en el suelo y hojarasca explotando amplias fuentes de alimentación. Algunas se especializan en convivir con plantas (*Myrmelachista*) y otras pueden tener “repletas”, obreras con estómagos que sirven como odres vivos e intercastas (*Brachymyrmex*).

De la subfamilia *Formicinae* la sistemática ha sido cuestionada en las últimas décadas, sin embargo, para la construcción de la presente propuesta, se tienen en cuenta los caracteres actuales a nivel ecológicos de los géneros que se reportan para el Departamento, y teniendo en cuenta que ésta es una de las subfamilias más conspicuas de hormigas, es de esperarse un amplio espectro de estrategias de vida en sus numerosos integrantes. Seguidamente, para la subfamilia *Ectatomminae* se reporta una novedad y es el género *Heteroponera*, Feitosa (2011) explora las relaciones filogenéticas internas de Heteroponerinae con base en caracteres morfológicos, y confirma la relación entre Ectatomminae y Heteroponerinae apoyado en siete sinapomorfias. Los géneros *Acanthoponera* y *Heteroponera* aparecen como monofiléticos en todas las topologías encontradas. Las relaciones internas según el estudio que se reporta indican una posición basal para el género paleártico *Aulacopone*, que según Feitosa (2011) figura como grupo hermano del clado *Acanthoponera* y *Heteroponera*.

Este estudio está siendo actualmente complementado con la obtención de datos moleculares para nuevas inferencias sobre la filogenia de la subfamilia (Fernández, Guerrero, T. Delsinne, L. 2019). De modo que esto se tiene en cuenta para la construcción de la presente propuesta, también se tiene en cuenta para el orden taxonómico del género entre la subfamilia. En cuanto a las subfamilias Poneromorfas (*Paraponerinae*, *Ponerinae*, *Proceratiinae*) el conocimiento de la biología de las Proceratiinae se limita a unos pocos estudios de comportamiento, los cuales sugieren un alto grado de especialización. Brown (1954, 1979) citado en Fernández, F. *et al.* (2019) reportó que individuos de *Proceratium* y *Discothyrea* usualmente acumulan y se alimentan de diferentes tipos de huevos de artrópodos. En sus experimentos de laboratorio, este autor demostró que *Proceratium* prefería los huevos de arañas en lugar de partes de insectos. Estudios posteriores (Dejean y Dejean, 1998; Dejean *et al.*, 1999) con *Discothyrea*, sugieren que las especies dentro de este género no sólo se alimentan de los huevos de las arañas, sino que también construyen sus nidos en las ootecas.

En cuanto a la última subfamilia *Pseudomyrmecinae* (ver tabla 11) en Ward, P. (2014) se reconoce que son arborícolas, ocupando ramitas o ramas muertas de varias plantas leñosas y herbáceas; algunas especies son habitantes de plantas especializadas (mirmecófitas), en cuyos espacios las hormigas mantienen su cría y (generalmente) cochinillas. En Colombia la fauna pseudomyrmecina comprende una especie de *Myrcidris* (*M. epicharis*, especialista que vive en la mirmecófita *Myrcia*). Las especies de *Pseudomyrmex* están distribuidas entre doce grupos de especies (con cuatro especies adicionales no asignadas a algún grupo de especies), y la mayoría de las especies tienen su centro de distribución en América del Sur, y a menudo alcanzan su límite norte en Colombia. Razón por la cual la clave de este trabajo se logra llegar con caracteres ecológicos y macro morfológicos a nivel de género. Del único género reportado para Cundinamarca se tiene que presentan hábitos de anidación se analizan en el tratamiento

de la subfamilia. Especies de *Pseudomyrmex* ocurren en una gran variedad de hábitats, incluyendo desiertos, matorrales, manglares, bosques secos tropicales, bosques húmedos tropicales y bosques lluviosos. Aunque todas las especies tienen una picadura potente, aquellas que habitan ramitas muertas tienden a ser más tímidas, mientras que la mayoría de las especies que viven en mirmecófitas son bastante agresivas (Ward, 1991).

8.3. Grupos Funcionales y caracteres ecológicos de los Formícidos de Cundinamarca.

Teniendo en cuenta lo que menciona Fernández, F; Guerrero, R.J; Delsinne, T. (2019) que aún hay mucho por hacer respecto al estudio específico de la biología de las subfamilias de hormigas y géneros de Colombia, porque falta más para tener una razonable apreciación de la diversidad taxonómica, lo que hay que saber en biología es casi todo. Por un lado, géneros como *Leptanilloides* y *Tatuidris* (aunque este último no está reportado para Cundinamarca) se conoce muy poco material, por ejemplo, del género *Martialis* se conoce un ejemplar y absolutamente nada de su biología. Por otro lado, las distribuciones necesitan explorarse más, como se debe hacer con *Pheidole*, *Camponotus* y quizá *Nylanderia*, además estos géneros que son de alta diversidad necesitan ser descritos con mayor detalle su biología y ecología. En cuanto a los gremios en este espacio se describen los caracteres biológicos y ecológicos que se encontraron en la bibliografía revisada y que aplica para los formícidos de Cundinamarca, además de los anteriormente descritos (ver pág. 36). En este sentido se tiene en cuenta los reportes en prensa, y en simposios, o los reportes derivados de métodos de muestreo que miden la actividad de las colonias y de los organismos.

8.3.1. Arbóreas

Pueden relacionarse directamente a árboles en particular, a ciertas partes del árbol o al volumen de la copa (Stork, 1988). Nidifican en la vegetación, tienen actividad exclusivamente en la vegetación. (Silvestre, Carlos Roberto F. Brandão y Rogério Rosa da Silva. 2014). Construyen los nidos con hojas que cosen y aseguran con seda producida por las larvas. La primera hilera de hormigas se forma en línea y se aferran del borde de una hoja cercana, acercando ambas hojas, ya que están presente en todos los árboles, pero solo en el Tachuelo se encuentran *Azteca* y *Pseudomyrmex* las cuales tienen un papel fundamental en los cafetales de sombra y están implicadas en el servicio de regulación de insectos (Perfecto *et al.*, 2010. Citado en Martínez, R. 2012).

8.3.2. Cultivadoras de hongos

Mantienen una relación de simbiosis con el hongo que cultivan para su alimentación (Weber, 1972; Ward *et al.*, 2015), polimórficas de colonias grandes, con diferentes castas y que cultivan hongos a partir de la colecta de hojas frescas. Son más

abundantes en áreas abiertas del Cerrado, con predominancia de gramíneas. Tienen actividad focal, con reclutamiento masivo, recorriendo largos rastros de cargamento. Se encuadran en este gremio las especies de los géneros *Atta* y *Acromyrmex*. La disminución de los sus depredadores naturales (aves, reptiles y anfibios) por la deforestación y apertura de áreas para plantaciones favorece la diseminación de ese grupo (R. Silvestre, C.R.F. Brandão y R. Rosa da Silva 2002. Citado en Fernández, F 2003). Además, cultiva hongos sobre cáscaras, heces y materia vegetal en descomposición, también se reconoce que son individuos de tamaño medio a pequeño y colonias de tamaño pequeño a medio. son protagonistas de unas de las interacciones más complejas en la naturaleza, que involucra tres reinos en mutualismo (animal-hongo-bacteria) con sus parásitos (Schultz y Brady, 2008; Poulsen *et al.*, 2005; Attili-Angelis *et al.*, 2014).

De acuerdo con los anteriores autores, se reconoce que posiblemente la asociación simbiótica permite que las hormigas se benefician de las enzimas producidas por el hongo, las cuales convierten la celulosa y la lignina de las plantas en azúcares digeribles. El hongo tiene un aspecto de esponja y está mantenido en cámaras específicas en el nido subterráneo (Delsinne, T. 2019). Las hormigas se nutren parcialmente (y sus larvas exclusivamente) de las estructuras producidas durante el crecimiento de las hifas del hongo, los llamados gongylidia. El hongo, el cual está esparcido por las jóvenes hembras fundadoras cuando dejan el nido madre, está constantemente aprovisionado con varios fragmentos vegetales, y mantenido y protegido por las obreras.

8.3.3. Colectoras de exudados

Poseen el tegumento con espinas, nidifican exclusivamente en la vegetación, con pequeñas poblaciones en la colonia, reclutamiento parcial y actividad focal. En conjunto los géneros encontrados son colonizadores de agroecosistemas, con hábitos forrajeadores, cazadoras, recolectoras de néctar, semillas y restos de animales muertos, entre las recolectas que realizan este gremio de hormigas incluye néctares florales, savia o líquidos exudados por las plantas (Franco, A; Posada, L; Polanía, I. S.f). La mayoría se especializan en fluidos azucarados de plantas que pueden obtener directamente de los nectarios florales, o indirectamente por parte de ligamaza excretada de algunos chupadores de savia. También de frutos caídos y en descomposición.

8.3.4. Depredadora generalizada

Son consideradas hormigas cazadoras que pueden actuar como controladores biológicos (Lattke, 2003). Casi nunca suben a la superficie del suelo para buscar alimentos y son fácilmente muestreadas por el extractor de Winkler. Este gremio debe estar asociado con la cantidad de materia orgánica en descomposición en el suelo, donde se desarrollan pequeños insectos *Entomobridae* (*Collembola*) y *Diplura*. La riqueza de especies dentro de este gremio debe estar también relacionada con la espesura de la hojarasca. Predadoras pequeñas que nidifican en la hojarasca de la subfamilia *Ponerinae*; con actividad hipogea, de baja agilidad y colonias pequeñas. Son citados en la literatura como depredadores de larvas de *Collembola* *Entomobridae* (Silvestre *et al.* 2014).

8.3.5. Nómadas

Principalmente con reclutamiento del tipo legionario, extremadamente agresivas e invasoras de nidos de colémbolos, abejas, avispas y hormigas, causando un gran impacto en la estructura de la fauna por donde pasan. Géneros como *Neivamyrmex* forrajea en rastros subterráneos. Se encuadran aún en este gremio, también se tiene que del género *Leptogenys* (Ponerinae), especialistas en preda isópteros; otros ponerinos presentan un nomadismo menos acentuado. La mayoría de las especies nómadas presentan un gran polimorfismo entre castas y división de trabajo (Bustillo *et al.*, 1998 Citado en Martínez, R. 2012). Al anochecer forman su nido, que cambian casi diariamente. Algunas especies protegen sus rutas con soldados. Durante la caza son acompañados por varias aves, como hormigueros, tordos y chochines, que devoran a los insectos que huyen al paso de las hormigas. Entre las hormigas guerreras también hay especies que solo salen por la noche, aunque no hay estudios en profundidad de sus actividades.

8.3.6. Omnívoras

Se identifica este gremio por ser de tamaño medio a grande, omnívoras, nidifican preferencialmente en troncos podridos, o con nidos construidos con pajas y astillas. Son patrulleras y reclutan obreras masivamente cuando descubren una fuente alimenticia abundante, exhibiendo la región del abdomen como defensa química en la disputa de la fuente de alimento. Sin embargo, La amplitud de este gremio puede estar relacionada con la cantidad de troncos en estado de pudrimiento dentro del bosque, con la biomasa vegetal, como la densidad de homópteros presentes (Silvestre *et al.* 2014).

8.3.7. Oportunistas

Están presentes en todos los árboles y esto se debe a que construyen nidos en sitios diversificados (pero no construyen nidos de cartón) y patrullan grandes áreas tanto en el suelo como en la vegetación, tienen colonias grandes y reclutamiento masivo (Silvestre *et al.*, 2003 Citado en Martínez, R. 2012). En donde se encuentra *Brachymyrmex* como potencial agente controlador de la broca de café (Bustillo *et al.*, 1998 Citado en Martínez, R. 2012). Especies que construyen nidos en sitios diversificados y patrullan grandes áreas tanto en el suelo como en la vegetación, tienen colonias grandes y reclutamiento masivo, y evitan interacciones agresivas con las otras especies. (Silvestre *et al.* 2014). Las obreras menores realizan la mayor parte de las tareas y la búsqueda de alimento dentro de la jerarquía, mientras que las obreras mayores de cabeza grande se especializan en la defensa de la colonia o procesamiento de alimentos (Moreau, 2008). Se conoce un gran número de obreras mayores involucradas en la molienda de las semillas recolectadas por la obrera menor y mayor; estas semillas se almacenan a menudo en graneros dentro del nido (Moreau, 2008).

8.4. Clave dicotómica a partir de grupos funcionales: Caracteres ecológicos diagnósticos

En esta clave se describe las subfamilias por cada grupo funcional de hormigas que se ha registrado para Cundinamarca, además se describen los géneros de hormigas de tamaño grande e identificables por sus caracteres ecológicos en consecuencia con cada gremio que se tiene en cuenta para la clave dicotómica. Además, se hacen descripciones sencillas para separar los gremios y las subfamilias a partir de la funcionalidad del grupo de hormigas, ya que esta clave está basada en aspectos netamente ecológicos, comportamentales y a partir de la detallada y rigurosa observación se puede lograr separar, reconocer e identificar. A partir de la matriz elaborada con los caracteres ecológicos y macro morfológicos de cada grupo y para cada subfamilia. Se muestra a continuación lo caracteres para los géneros de Cundinamarca.

Para esta construcción se tiene en cuenta los reportes de Hormigas por Fernández (2019) para Cundinamarca de subfamilias y géneros. Además de los reportes de géneros por diferentes investigadores como Fagua, G., (1999); Martínez. R, (2018); Amberch, (2005) Inge, A., 2017; F, f., 2002; Martínez. R, (2018); Gyne, L.; Escobar, F, (1997); Sarmiento, M.; Carlos, E., (2000); Mayr, (1870) y Emery, (1894); Longino, (2013), Fernández, F (2003). A partir de las anotaciones a nivel ecológico que se registran. En este sentido, se reporta que, para Cundinamarca, la Mirmecofauna está representada por 9 subfamilias y de acuerdo con la clasificación reciente reportada por Fernández, F. *et al* (2019). Donde retoman algunas descripciones por Bolton (2016), además de las descripciones y revisiones realizadas por Brady, *et al* (2014). Se reportan 52 géneros de hormigas para Cundinamarca. En este sentido, se categorizan en grupos funcionales generalizados para la inclusión de todas las subfamilias y algunos géneros identificables ecológicamente.

Arbóreas: En este gremio se reportan las subfamilias Myrmicinae, Dolichoderinae Pseudomyrmecinae.

Azteca: Hormigas muy agresivas, su actividad de forrajeo es únicamente sobre la vegetación; se observa cabeza acorazonada y alargada, además hay dimorfismo en la casta de obreras (obreras menores y mayores), a veces en el grupo se puede observar diferentes tonos de cafés claros y otras de café oscuro a veces la cabeza más oscura que el cuerpo.

Linephitema: Se observa que entran y salen de brácteas de Heliconiaceae, o en las grietas de grandes árboles. Algunas cargan trozos de hojas, ramas, secos (algunos trozos de frutos en descomposición) en pequeños grupos. Posee ojos compuestos, en la parte exterior de la mandíbula se observa un diente más largo que el resto, y el gáster se observa con muchas y finas vellosidades.

Cardiocondyla: Posiblemente pueden observarse forrajeando sobre el suelo en los días húmedos, especialmente después de llover. Sus nidos son aperturas de 1-2 mm de diámetro sin ningún tipo de materia acumulada a su alrededor. Ojos situados cerca del

margen anterior de la cabeza, un pospeciolo ancho, muy poca pilosidad. En vista lateral, tienen el peciolo pedunculado, con el pedúnculo estrecho y el nodo muy desarrollado.

Crematogaster: Se observa sobre las yemas axilares de los árboles sobre los líquidos dulces, alrededor de todo tipo de insectos e incluso pequeños animales muertos arrastrándole o mordiendo pequeñas porciones de la presa para llevar al nido. Si se siente amenazada toma una posición en la que se observa que levanta el abdomen como apuntando a su contrincante. Se puede observar aguijón. Se le observa forrajeando en el dosel del bosque.

Xenomyrmex: Forrajean solitariamente sobre el dosel y la parte alta de troncos de árboles. Se observa ojos pequeños, cabeza más grande que el gáster.

Pseudomyrmex: No son muy agresivas, prefieren retirarse de la presa para evitar enfrentamientos, su tamaño es pequeño. Cabeza alargada, ojos grandes y alargados, su tamaño es pequeño y color es café claro, cuando estas hormigas caminan algunas se pueden observar con el abdomen doblado debajo de su cuerpo. Entran y salen de las espinas que desarrollan algunas plantas.

Colectora de exudados: En este gremio se reportan las subfamilias Dolichoderinae, Myrmicinae.

Dolichoderus: Se observa la columna de hormigas caminando por el borde de algunas zonas inundadas y no hay otras hormigas cerca a esta columna. Se pueden observar en bromelias, entre raíces de orquídeas y en capullos de polilla abandonados. Su nido se encuentra en la hojarasca. Se pueden ver forrajeando también sobre cactácea. Se observa que colectan ligamaza de algunos áfidos como *Cerataphis*. de color café oscuro.

Procryptocerus: Se observa el nido en tallos o ramas de *Cecropia*. Todo el cuerpo es de color negro, metasoma compuesto de bipeciolo y opistogáster.

Cultivadoras de Hongos: En este gremio se reporta la subfamilia **Myrmicinae**

Acromyrmex: Se observa en la cabeza al menos con un par de espinas o denticulos dorsales bien definidos, sobre el tórax cuatro pares de espinas sobresalientes, el cuerpo es áspero y de color café rojizo.

Atta: Se encuentran forrajeando en plantas de café, maíz, y algunos frutales, su nido se encuentra en la base del árbol con varios orificios de entrada y salida, se observa montículos de suelo removidos y sobrepuestos alrededor de la entrada y salida de los túneles. Alrededor del nido se observa bastante material vegetal. Sobre el tórax dos pares de espinas y la cabeza es acorazonada con dos protuberancias en la parte anterior de la cabeza.

Cyphomyrmex: Las colonias se localizan en el suelo o madera en descomposición en el suelo, o distribuidas dentro de la hojarasca. También se pueden localizar en ramas muertas de árboles en descomposición, en matorrales de musgos. Alrededor del nido se pueden ver colonias de hongo en forma de queso de hasta 0.5mm de diámetro. Sobre el tórax se

observa algunas protuberancias, en su cabeza sobre la cara tiene escobos antenales (protuberancias).

Kalathomyrmex: Se observa hormiga sobre excrementos de otros insectos, principalmente Lepidóptera, y cargando trozos de este material orgánico. Se observa su actividad de forrajeo en la noche y en el día, también cargan ramas y trozos de madera en descomposición. Cuerpo alargado y cubierto por pelos cortos aplacados, cabeza cuadrada, mandíbula triangular.

Myrmicocrypta: Se encuentra su nido en la hojarasca y alejada de los grandes árboles, cerca de plantas pequeñas sobre sus raíces. El parche de hormigas que caminan no es agresivo, si se les molesta se dispersan. Cabeza redonda, ojos, al final de tórax una espina pequeña.

Sericomyrmex: Se encuentran comúnmente en pastos, y se observa una entrada elevada al nido. Siempre se levantan en suelos ricos en arcilla; las entradas son cilíndricas y se levantan casi 3 cm por encima de la superficie. Su cuerpo está cubierto por una densa capa de pelos suaves, que dan la apariencia de terciopelo. Cabeza acorazonada sin tubérculos o espinas.

Trachymyrmex: Nidos observables en la sabanas o pastizales, alrededor el orificio del nido se observa el montículo de suelo como una ola de agua. Alrededor del nido se observa hongo color gris como mota de algodón. Cuerpo con numerosos tubérculos, mandíbula triangulada como finos tubos doblados.

Depredadoras generalizadas: En este gremio se reportan las subfamilias Proceratiinae, Ectatominae, Ponerinae.

Dorymyrmex: La entrada del nido siempre está rodeada de un montículo de tierra fina que por lo general es en forma de anillo. Presentan un tubérculo propodeal desarrollado, aunque algunas especies sólo exhiben una protuberancia apenas visible, gáster pequeño y cada tergo del gáster sobre puesto como pétalo de rosa.

Cylindromyrmex: Nido en tronco caído en proceso de descomposición. Mandíbulas subtriangulares, margen masticador sin dientes. Antenas cortas y acodadas, en la cabeza se puede observar rugosidades lineales.

Typhlomyrmex: Hábitos crípticos, y se encuentran por debajo de la hojarasca. Cuerpo color café claro, ojos compuestos atrofiados o ausentes, peciolo brevemente pedunculado.

Cheliomyrmex: Las obreras más grandes se desplazan debajo de un techo formado por los cuerpos densamente apretados de obreras menores todas con sus mandíbulas en el aire. A su paso se llevan invertebrados grandes como las lombrices de tierra e incluso pequeños vertebrados dentro de su espectro de presas. Cuerpo marrón, con pelos erectos sobre el gáster, presencia de aguijón.

Ectatomma: Hormiga sobre materia en descomposición (insectos y frutas) o quieta sobre la corteza de árboles o sobre arbustos muy quieta en posición de caza cerca a pequeños

insectos como gusanos, lombrices, membrácidos. Cuerpo rugoso, en el tórax dos tubérculos y en el peciolo un tubérculo bien pronunciado

Hypoponera: Se puede ver que la hormiga que va adelante lleva la presa y la que va atrás no carga nada, va cuidando la hormiga de adelante. Cabeza cuadrada, ojos pequeños y cuerpo alargado

Gnamptogenys: El forrajeo es hecho al nivel del suelo, debajo de la hojarasca y bajo el suelo. Se observan cerca a ciertos diplópodos, coleópteros y otras hormigas pequeñas. Nidifican en madera descompuesta, en la hojarasca y en ocasiones, debajo de piedras y en el suelo. Cuerpo rugoso con el tórax cubierto de finos pelitos inclinados. Al final del tórax una muy pequeña protuberancia.

Leptogenys: Depredan los isópodos terrestres, milípedos, actividad nocturna de forrajeo, se debe a la actividad de su presa favorita, los isópodos terrestres. Cargan con el crustáceo subyugado por su cuenta. Mandíbulas subtriangulares a sublineares, color café oscuro, de tamaño mediano

Heteroponera: Se encuentra en la zona entre hojas en las capas más profundas de hojarasca, nidifican entre las raíces de epífitas. Cuando son perturbadas, las obreras tienden a rodear a la prole y posicionar el gáster por encima suyo, mostrándose agresivas, permaneciendo inmóviles o si está lejos del nido en ocasiones finge estar muerta. De tamaño pequeño a mediano, color café oscuro espinas propodeales generalmente poco desarrollados, reducidos a dientes; peciolo normalmente con una proyección postero-dorsal discreta

Anochetus: Hace uso de sus mandíbulas especializadas para la captura de sus presas de insectos pequeños, las cuales pueden someterse eventualmente con la ayuda del aguijón. La cabeza y el gáster son de color café oscuro y el tórax y las patas son de color café claro.

Neoponera: Son cazadoras de termitas. Cuando está en grupo produce sonido con el gáster arrastrándolo por el suelo o la roca. Las mandíbulas son triangulares y alargadas, la cabeza es redonda, ojos sobresalientes, tamaño mediano de color negro o café oscuro peciolo grueso.

Odontomachus: Nidifican bajo rocas grandes, cerca al nido se observa formaciones húmicas de color amarillo o transparente, mandíbulas largas y dobladas hacia dentro al final, Hormigas color negro de tamaño grande, color negro o café claro, peciolo terminado en punta como una espina.

Pachycondyla: Hormiga de gran tamaño solitaria sobre el dosel del bosque, cazando lepidópteros y sobre la hojarasca casando algunos gusanos de cuerpos blandos, o casan algunos pequeños coleópteros. Cuerpo negro, robusto, mandíbulas largas negras y triangulares, cabeza triangulada.

Probolomyrmex: Hormigas medianas de color rojizo solitarias, forrajean debajo de la hojarasca, no son agresivas, mandíbulas cortas y redondas.

Rasopone: Cuerpo color rojizo, se observa en grupo cargando pequeños lepidópteros vivos subyugados, son muy agresivas, en ocasiones se puede ver que en grupo cargan hormigas subyugadas.

Thaumatomyrmex: Se observa que cazan milípedos del orden Polyxenida. Estos miriápodos están protegidos por pelos duros desprendibles que causan molestia en un potencial enemigo. Las hormigas usan sus mandíbulas especializadas para capturar y posteriormente “depilar” a estas presas para ofrecerlas “desnudas”, y por lo tanto inofensivas, a sus larvas en el nido. Mandíbulas con dientes bien pronunciados, cabeza en forma de medialuna y ojos pronunciados, las antenas son de color claro y el cuerpo de color oscuro

Nómadas: Para este gremio se reportan los géneros de la subfamilia Dorylinae

Eciton: Las colonias se desplazan hacia un nuevo vivaque temporal cada noche y efectúan batidas desde el amanecer hasta el anochecer. Desarrolla asociaciones facultativas u obligadas con un nutrido conjunto de animales que acompañan sus batidas como algunas aves. Mandíbulas triangulares con numerosos dentículos en el margen masticador, soldados casi siempre con mandíbulas al menos tan largas como la anchura de la cabeza y en forma de anzuelo, generalmente sin dientes.

Neivamyrmex: La duración de la fase migratoria y de la fase estacionaria es de alrededor de 18 días. Patas largas de color claro, cabeza redonda y mandíbulas cortas, de comportamiento muy agresivo.

Leptanilloides: Transportan sus larvas bajo el cuerpo, de manera similar a como lo hacen las hormigas legionarias. Mandíbulas subtriangulares, sin dientes y romos en los bordes basal y masticador.

Labidus: Sus batidas subterráneas tienden a concentrarse en otras hormigas y se observan ataques sobre colonias de Dorymyrmex, Pheidole y Solenopsis. Su zona de actividad generalmente es en zonas poco húmedas. Son de color rojizo, antenas cortas, cabeza más grande que el gáster.

Omnívoras: En este gremio se reportan las subfamilias Myrmicinae, Paraponerinae

Adelomyrmex: Hormiga solitaria caminando sobre el suelo en sabanas y lugares secos. Cuerpo color marrón oscuro y patas y antenas color café claro, cabeza redonda y pequeña espina al final del tórax.

Megalomyrmex: Cerca al nido se encuentran gran cantidad de membrásidos, se observa ligmaza color naranja alrededor de la entrada del nido. Hormigas pequeñas cuerpo rojizo y en la cabeza ojos negros. Su medida es aproximadamente de 3 y 3,5 milímetros.

Rogeria: Cerca al nido se oye un sonido (cantidad de hojas secas trituradas) su cuerpo es café oscuro y está cubierto por pelos de color claro

Solenopsis: Pueden verse en grietas de edificios o casa, en lugares húmedos, su cabeza parda bronceada y cuerpo con abdomen más oscuro. son negruzcas a rojizas, y su tamaño

varía de 2 a 6 mm. Con aguijón, cuando se les molesta producen un sonido como chasquido y levantan el gáster

Cephalotes: Se puede observar cerca al nido insectos vivos relativamente pequeños, restos de carroña de insectos, excremento de aves, secreciones azucaradas producidas por otros insectos, polen. Su nido está en grietas de árboles grandes o en troncos huecos. No hay restos de suelo alrededor de la grieta de la corteza del árbol. Lóbulos frontales ampliamente expandidos a manera de placa sobre su cabeza, que se extienden lateral y anteriormente que cubren gran parte de las mejillas, lo que hace que su cabeza se vea grande tanto como su gáster. Presenta al final de la patas uñas tarsales

Rhopalothrix: Hormigas caminando en grupos de tres o de a parejas cargando entre todas algún insecto, o trozo de madera. Mandíbulas largas; no triangulares; arqueadas hacia afuera.

Octostruma: Nidos en conchas de caracoles, y en masas de turba apilada sobre helechos epífitos. Se mueven lentamente y capturan una variedad de presas pequeñas de cuerpo blando, como arañas, sínfilos, colémbolos (Entomobridae), dipluros Campodeidae y ninfas de Hemíptera. Se encuentran a menudo cubiertas con una capa de suelo firmemente adherida, la cual se piensa que funciona como camuflaje, para mejorar la crípsis. Cabeza ancha en la parte posterior, con los lóbulos occipitales proyectados lateralmente. Antenas de 8 segmentos, el último largo y grueso.

Strumigenys: Se encuentra solitaria sobre la hojarasca o sobre flores, es territorial cuando está sobre las flores. Mandíbula en forma de gancho con tres dientes hacia adentro, y la cabeza tiene una hendidura en la parte anterior y hace que se observe como dos lóbulos bien pronunciados a cada extremo

Paraponera: La entrada a los nidos subterráneos es conspicua, con 1-2 cm de ancho y 5-10 cm de largo. El eje principal está orientado paralelamente a la base del tronco de un árbol vivo, el cual forma a menudo uno de los lados de la abertura. Algunas aberturas pueden también encontrarse a varios centímetros por arriba del suelo, en la cima de torres apoyadas contra el tronco y formadas por la acumulación de tierra o de material vegetal. Alrededor del nido puede haber tierra excavada y este puede tener una o varias aberturas. Es de gran tamaño (30-33 mm aproximadamente) y sus surcos antenales en forma de V.

Oportunistas: En este gremio se reportan las subfamilias Formicinae, Myrmicinae

Tapinoma: Pueden anidar tanto en el suelo arenoso de las playas, suelo desprovisto de vegetación, debajo de rocas, en ramas de la hojarasca, en troncos caídos en descomposición, o en vegetación viva donde construyen nidos en el envés de las hojas. Son pequeñas de aproximadamente 1,5 mm primer segmento del gáster proyectado hacia adelante, de tal forma que cubre el peciolo en vista dorsal.

Brachymyrmex: Presentan asociación con plantas y nectarios extraflorales; además, se han encontrado asociaciones con otros insectos como cóccidos, cucarachas, y escarabajos de la familia Staphylinida.

Camponotus: Son activas y rápidas. Se observa la presencia de acidoporo, antenas de 12 segmentos e inserción de la antena distante del borde posterior del clípeo. Su tamaño es muy grande (aproximadamente 0.64 – 2.5 cm).

Nylanderia: Nidos en el suelo, bien sea en la hojarasca o debajo de piedras o ramas caídas. Mandíbulas pequeñas, cabeza redonda y ojos posicionados en la parte adelante. Color claro, su cuerpo está cubierto de pelos que son gruesos y de estructura barbulada su medida es aproximadamente 1,5 mm.

Acanthognathus: Cuando la presa toca unos pelos especializados que actúan como gatillo disparador, un músculo pequeño de cierre rápido desbloquea las mandíbulas y las libera velozmente en un zarpazo, cerrando las mandíbulas en menos de 2.5 milisegundos y capturando la presa. Esta acción puede ser acompañada por el aguijoneo de la presa, al menos una vez, hasta que es inmovilizada.

Wasmannia: Se encuentra en hábitats que van de húmedos a secos. El nido es pequeño y se puede encontrar en hojas enrolladas o ramas secas en la hojarasca, bajo rocas, en madera descompuesta, en huecos en los tallos suspendidos arriba del suelo, y bajo epífitas. Son muy pequeñas 1.5 mm, color café claro y con pelos erectos por todo el cuerpo.

Eurhopalotrix: Son depredadoras en hojarasca tropical, con el hábito de practicar técnicas de sigilo y espera. Se observa abundancia y distribución de pilosidad en área facial, dorso del mesosoma, y tergo mayor del gáster. Pilosidad grandes y pequeñas por todo el cuerpo.

Pheidole: Se alimentan de artrópodos muertos o vivos, semillas y productos para consumo humano; las obreras menores realizan la mayor parte de las tareas y la búsqueda de alimento dentro de la jerarquía, mientras que las obreras mayores de cabeza grande se especializan en la defensa de la colonia o procesamiento de alimentos. Se puede observar que son depredadoras de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) El cuerpo mide aproximadamente 2.5 a 6 mm.

Para la estructuración del material educativo, se tuvieron en cuenta trabajos previos que fueron guía para establecer los parámetros en el diseño del material educativo digital. Dichos trabajos se mencionan en la Tabla 10. En lo que respecta a la fundamentación teórica y el lenguaje científico que se desarrolla para describir las hormigas se emplea un lenguaje sencillo para que la población en general pueda acercarse al conocimiento de la mirmecofauna, en este caso a su identificación a partir de la ecología, se escogió el trabajo didáctico de Laborda y Fernández (2012), mediante el cual se introduce al lector en una ligera fundamentación sobre las generalidades de las hormigas, su fisiología y la importancia que tienen en los ecosistemas. Las guías ilustradas de Ayerbe-Quñones (2018) y de McMullan (2018), son de referencia primordial, por sus apuntes ecológicos en los procesos de colecta que llevaban de la mirmecofauna. Esta perspectiva se

complementa con el trabajo que realizó Camacho y Velandia (2018), quienes realizaron una descripción detallada acerca del lugar donde fueron colectadas además de comportamientos que observaron sobre la colonia.

Las guías de morfología de Fernández, F. (2000) y Hilty & Brown (2001), son referentes especiales para la descripción detallada de algunos géneros. En contexto, es esencial que la población que desee acercarse al mundo de la mirmecología tenga nociones acerca del hábitat en donde se desarrolla su ecología comportamental y biología reproductiva, ya que esto le permitirá comprender las dinámicas que existen en las colonias. A partir de este conocimiento, se podrán desarrollar proyectos educativos que tengan como énfasis la conservación de las hormigas y del hábitat en particular. Asimismo, se puede implementar proyectos de ecoturismo en el que, su enfoque principal, sea el reconocimiento de las Hormigas y abogar por el respeto en relación con estos géneros y su respectivo hábitat.

9. CONCLUSIONES

La información sobre la ecología y manejo de la mirmecofauna urbana de Colombia es muy escasa. Solo se cuenta con 35 estudios realizados en algunas ciudades de las regiones Pacífica, Andina e Insular, y no se hallaron publicaciones actualizadas para las regiones Caribe, Amazonia y Orinoquia en cuanto a la mirmecofauna asociada a las zonas urbanas. De modo que para Cundinamarca no existe tales trabajos, sin embargo, los pocos

datos disponibles sugieren que las zonas verdes que preservan cobertura vegetal nativa, como los campus universitarios, jardines botánicos y parques de diversos tipos, ofrecen condiciones abióticas apropiadas. Sin embargo, en la distribución que se realiza en este trabajo de grado, se identifica que para Cundinamarca la distribución de hormigas en las zonas de vida del departamento muestra la plasticidad ecológica a nivel adaptativo de estos organismos, incluso el registro de *Ectatomma* en la zona montana del departamento.

En cuanto a los reportes ecológicos de los géneros que se reportan para Cundinamarca se conoce muy poco debido a la escasez de estudios que se han desarrollado en el departamento. Sin embargo, es posible la construcción de una clave a partir de caracteres ecológicos, pero siempre es importante agregar un poco de la morfología de los organismos para que el rango de error sea mínimo en el momento de la identificación. Para el caso de géneros que pertenecen al gremio de cultivadoras de hongo pero que se comportan como plagas, respecto a la poca información que se encuentra, se infiere que es un aspecto que demanda especial atención es el progresivo avance de *Cephalotes* como plaga urbana. Es necesario adelantar estudios dirigidos a entender mejor la simbiosis que mantienen las hormigas arrieras con el hongo, que le sirve de alimento, y con los microorganismos que la protegen, además de la compleja arquitectura de sus nidos y su rápida capacidad de respuesta frente a cualquier perturbación. Todos estos son factores que hacen que el control de esta hormiga sea una labor compleja y que demanda esfuerzo y dedicación.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la revisión de la ecología de las subfamilias se halla que varias de estas subfamilias tienen una alta plasticidad ecológica ya que en sus géneros poseen diferentes hábitos de forrajeo, sin embargo, en su comportamiento a nivel de colonia tenían aspectos similares. De modo que se infiere que las hormigas son uno de los grupos de insectos más estudiados a pesar de la cantidad de especies y géneros que tienen. El hecho de la cosmopolia que presenta la mirmecofauna hace que sean de fácil acceso para su identificación, sin embargo, aún falta mucho por describir a nivel comportamental, hábitos de forrajeo, nidificación y reproducción de estos organismos. En este sentido, se resalta que aún está en discusión un reporte reciente del género *Pheidole* en ámbar del Báltico ya que sugiere la posibilidad de otra colonización más temprana, posiblemente por un grupo de *Pheidole* basal. A pesar de sus marcadas diferencias morfológicas, el grupo hermano de *Pheidole* parecen ser las hormigas tortugas o grupo de géneros *Cephalotes* (Ward et al., 2015). Lo que posiblemente daría explicación al comportamiento agresivo de este género.

De acuerdo con los resultados y análisis se evidencia que los hallazgos confirman la enorme importancia de Formicidae, no solo en aporte a la biodiversidad del país y del departamento, sino a las complejas interacciones ecológicas y funciones en los ecosistemas. Por su dominancia en número y en biomasa en los ecosistemas tropicales, por su carácter eusocial, su ubicuidad y por las relaciones evolutivas expresadas en sinnúmero de interrelaciones ecológicas, se puede afirmar que las hormigas son una inagotable fuente de conocimiento. Como menciona Fágua, R. (2018) es necesario multiplicar los esfuerzos en investigación porque todavía es mucho lo que falta por conocer, con miras al desarrollo de la enorme potencialidad que las hormigas ofrecen para brindar información ecológica diagnóstica y como agentes funcionales. En cuanto a los estudios que se han realizado en el departamento de Cundinamarca se identifica que la

mayoría han sido desarrollados en zonas de cultivo y solo dos trabajos han sido desarrollados en parques nacionales.

Debido a que el departamento es altamente intervenido con diferentes cultivos se infiere que los cultivos de sombra mantienen una parte importante de la diversidad de hormigas de la localidad, mientras que los cultivos de sol ofrecen menor calidad de hábitat para la misma. Por otro lado, pese a que los parches de vegetación natural en el departamento son pequeños y degradados, su conservación representa un valioso patrimonio para la protección de la fauna de hormigas local, albergando una gran cantidad de especies exclusivas, entre ellas los géneros crípticos. Por otro lado, la construcción de claves dicotómicas a partir de la funcionalidad ecológica del grupo propone una forma novedosa de identificar la mirmecofauna, además, el construir la clave a partir de caracteres ecológicos permite reconocer el entorno ecosistémico en el que se encuentran los organismos y establecer posibles relaciones de acercamiento al conocimiento biológico y análisis de poblaciones.

Como Licenciada en biología, estos tipos de estudios son fundamentales para contribuir a procesos de conservación y educación en un futuro. La razón principal de ello se debe a que, en la presente tesis de investigación, se realizaron análisis teniendo en cuenta el espacio y los recursos que utilizan la mirmecofauna de Cundinamarca que fueron objeto de estudio. De igual forma, estos análisis son preliminares que sirven para la enseñanza de la ecología, ya que tiene como eje principal las múltiples relaciones que se evidencian en el espacio, añadiendo también las interacciones con otros grupos de organismos como aves y artrópodos en el Departamento de Cundinamarca. El conocer sobre las hormigas que se encuentran en Cundinamarca, contribuye al estado de conocimiento, aportando desde la perspectiva de la ecología, sin dejar de lado la importancia de divulgar los resultados a la comunidad en un lenguaje ameno para ellos.

10. RECOMENDACIONES

- En estudios posteriores de carácter disciplinar, deben realizarse análisis de carácter biológico y su relación con la abundancia y riqueza de las aves (para el caso del grupo de hormigas nómadas), con especial énfasis en el comportamiento de estas dos poblaciones. Además de este enfoque, también se debe procurar realizar trabajos que integren caracteres ecológicos de las hormigas según los cambios temporales que se tengan en un periodo de tiempo determinado.
- Se sugiere realizar estudios en los que se tenga como objetivo determinar la biología de *Ectatomminae* y *Trachymyrmex* y de hormigas que se han descrito como crípticas en el departamento de Cundinamarca. A partir de los resultados que se obtengan, se

podrá comprender la estructura de este tipo de poblaciones teniendo en cuenta las variables tróficas, esto permitirá identificar con mayor eficacia y a nivel ecológico estos géneros.

- A partir de diversas investigaciones disciplinares sobre las hormigas que fueron objeto de estudio en la presente investigación, es importante diseñar proyectos educativos que estén encaminados hacia la sensibilización, consciencia y conocimiento sobre la fauna endémica que habita el departamento, y generar guías de identificación a nivel ecológico con un lenguaje claro y entendible para la población que no tiene conocimiento profundo respecto a la mirmecofauna.
- Teniendo en cuenta la distribución y los registros sobre los Formícidos, es importante cuantificar el uso del hábitat por parte de los géneros, con el objetivo de esclarecer la biología reproductiva y comportamental y poder diseñar procesos de conservación evitando, en la medida de lo posible, afectaciones por parte de las comunidades humanas.

11. BIBLIOGRAFÍA

Armbrecht, I. Arenas-Clavijo. (2017). Gremios y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en tres usos del suelo de un paisaje cafetero del Cauca-Colombia. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle.

Amat-G. M. Gonzalo Andrade -C. Fernando Fernández. (1999). Insectos de Colombia. Volumen II. Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas y naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 13.

Achury, L; Sanabria, S. (2011). Hormigas legionarias (Formicidae: Ecitoninae) en sistemas productivos de Caquetá (Colombia). Acta Biológica colombiana 16(1):219-224

Bracamontes-Alatorre, C. A., Bolaños-Vásquez, M. (2010). Lista comentada de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del norte de México. <https://n9.cl/s4z2>

Bustos H. J & Ulloa-Chacón. P. (1996). Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla Neotropical (Reserva Natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia). <https://n9.cl/cwni>

Brown, W.L. Jr. 1975. Contributions toward a reclassification of the Formicidae V. Ponerinae, tribes Platythyreini, Cerapachyini, Cyldromyrmecini, Acanthostichini and Aenictogitonini. *Search Agriculture* 15(1):1-115.

Bueno, O; Morini, A. (2017). Formigas em ambientes urbanos no Brasil / Odair Correa Bueno, Ana Eugênia de Carvalho Campos e Maria Santana de Castro Morini (Editores). — Bauru, SP: Canal 6.

Calle, A. (2016). Metodologías para hacer la revisión de literatura de una investigación. Universidad Católica. Santiago de Guayaquil.

Cerpa, Patrich & Segura, Bernardo & Medrano, Fernando. (2015). Introducción a la ecología de las hormigas de la Región Metropolitana. *La chiricoca*. 19. 4-20.

Convenio: Andrés Bello. (2001). Memorias: Encuentro internacional de materiales educativos y práctica pedagógica. Bogotá, Colombia: Convenio Andrés Bello.

Crisci, J. V. (2006). Espejos de nuestra época: Biodiversidad, Sistemática y Educación. *Gayana bot.* 63(1): 106114.

Calvache, H. 1995. Manejo integrado de plagas de la palma de aceite. *Palmas*, Volumen 16, Número Especial. Pp. 255-264.

Calvache, H. 2002. Manejo integrado de plagas en el Agroecosistema de la palma de aceite. En: *Curso Nacional Manejo Integrado de Plagas en Palma de Aceite*. Fonade.

Calvache, H. 2003. Manejo integrado de plagas en palma de aceite. Centro de Investigación en palma de aceite. Nueva Gente Ltda., Bogotá.

Chacón de Ulloa, P., S. Valdés-Rodríguez, A. Hurtado-Giraldo y M.C. Pimienta. (2013). Hormigas arbóreas del Parque Nacional Natural Gorgona (Pacífico de Colombia). *Revista de Biología Tropical* 62 (Suppl. 1):277-287.

Chacón de Ulloa, P., G. I. Jaramillo y M. M. Lozano (2006), “Hormigas urbanas en el departamento del valle del Cauca, Colombia”, *Revista Académica Colombiana de Ciencias*, 116(3), 435-441.

Chinome, D. Rincón, W. (2014). Aproximación a la mirmecofauna de tres zonas del municipio de Choachi (Cundinamarca, Colombia)

Dejean, A. y A. Dejean. 1998. ¿Cómo una hormiga Ponerinae adquirió el modo más evolucionado de fundación de colonia? *Insectes Sociaux* 45:343-346.

Dejean, A., A. Grimal, M.C. Marherbe y J.P. Suzzoni. 1999. De la especialización en la depredación de huevos de araña a un modo original de anidación en una hormiga «primitiva»: un nuevo tipo de leptobiosis. *Naturwissenschaften* 86:133-137.

Delsinne, T. y F. Fernández. (2012). Primer registro de *Lenomyrmex inusitatus* en Ecuador y descripción de la reina. *Psyche* 2012:5. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/145743>

Delsinne, T., G. Sonet, Z.T. Nagy, N. Wauters, J. Jacquemin y M. Leponce. (2012). Alto recambio de especies del género de hormigas *Solenopsis* (Hymenoptera: Formicidae) a lo largo de un gradiente altitudinal en los Andes ecuatorianos, indicado por una secuenciación combinada de ADN y un enfoque morfológico. *Invertebrate Systematics* 26:457-469.

Donoso, D.A., J.M. Vieira y A.L. Wild. (2006). Tres nuevas especies de *Leptanilloides* Mann del Ecuador Andino (Formicidae: Leptanilloidinae). *Zootaxa* 1201:47-62.

Echavarría, A; Vergara, E; Sánchez, L; Cardona, F. (s.f.). Hormigas (Hymenoptera Formicidae) Asociadas al Arboretum de la Universidad Nacional De Colombia, Sede Medellín.

Fernández, F., Castro-Huertas, V. & Serna, F. (s.f). Hormigas cortadoras de hojas de Colombia: *Acromyrmex* & *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). Fauna de Colombia, Monografía No.5, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 350p.

F. Fernández, R.J. Guerrero & T. Delsinne, editores. (2019). Hormigas de Colombia. Primera edición. -- Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.

Fagua, G. (1999). Capítulo XI. Variación de las mariposas y hormigas de un gradiente altitudinal de la Cordillera Oriental (Colombia). págs.: 317 – 362. en: G. Amat, M. G. Andrade-C. & F. Fernández (eds). "Insectos de Colombia. Vol. 2". Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleraz No 13-Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. 433 pp.

Fanaro, M., Otero, M., & Greca, I. (2005). Las imágenes en los materiales educativos: las ideas de los profesores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 4(2) ,1-24.

Feitosa, R.M., C.R.F. Brandão, F. Fernández y J.C.H. Delabie. (2012). The ant genus *Sphinctomyrmex* Mayr (Hymenoptera, Formicidae, Cerapachyinae) in the Neotropical region, with the description of two new species. *Psyche* 342623.

Feitosa y Prada-Achiardi. (2019) Cap. 23. Subfamilia Myrmicinae. Hormigas de Colombia. Grupo de Investigación Insectos Neotropicales. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Magdalena.

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

F. Fernández, R.J. Guerrero & T. Delsinne, editores. 1ra ed. (2019). Hormigas de Colombia / Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.

Fernández, F., Castro-Huertas, V. & Serna, F. Hormigas cortadoras de hojas de Colombia: *Acromyrmex* & *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). Fauna de Colombia, Monografía No.5, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 350p.

Fernández, F. (1993). Hormigas de Colombia III: Los géneros *Acanthoponera* Mayr, *Heteroponera* Mayr y *Paraponera* Fr. Smith (Formicidae: Ponerinae: Ectatommini). *Caldasia*, Vol. 17, No. 2(81) (diciembre 1993), pp. 249-257.

Fowler, H.G. (1979). Notes on *Labidus* (Fr. Smith) in Paraguay (Hymenoptera: Formicidae: Dorylinae: Ecitonini). *Journal of Natural History* 13:3-10.

González-Valdivia, Noel A., González-Escolástico, Gabriela, Barba, Everardo, Hernández-Daumás, Salvador, & Ochoa-Gaona, Susana. (2013). Mirmecofauna asociada con sistemas agroforestales en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(1), 306-317. <https://doi.org/10.7550/rmb.30996>

Guerrero, J; Fernández, F; Escarraga, M; Mackay, W. (2018). Nuevos registros de hormigas Myrmicinae (Hymenoptera: Formicidae) para Colombia. 238 *Revista Colombiana de Entomología* 44 (2): 238-259

Guerrero, J. (2019). Cap. 24. Subfamilia Dolichoderinae. Hormigas de Colombia. Grupo de Investigación Insectos Neotropicales. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Magdalena.

Hernández, B. (2014). Caracterización de la macrofauna asociada a los detritos producidos por hormigas del género *Atta*. Universidad Pedagógica Nacional.

Herrera, W. Charlotte, E. Fernández, F (s.f). Estudio de especies invasoras y diversidad de invertebrados terrestres en las Islas Galápagos. (Estudio de especies invasoras y diversidad de invertebrados terrestres en las Islas Galápagos). Universidad Nacional de Colombia.

Herrera, W. Charlotte, E. Ascunse, M. Campaña, Y. Vender, K. (2019). Hormigas de fuego tropicales invasoras, *Solenopsis*, en las Islas Galápagos. Reunión anual de la ESA.

Hölldobler, B. y E.O. Wilson. 1990. The ants. The Belknap Press of the Harvard University Press, eua. 732 pp.

Jaramillo, G.I. y P. Chacón de Ulloa. (2003). La hormiga fantasma *Tapinoma* (Hymenoptera: Formicidae): fecundidad de reinas y desarrollo de colonias experimentales. *Revista Colombiana de Entomología* 29:227-230.

Jiménez, R. (2009). Medios y materiales: Concepto de Material Educativo. Visitado el 22 de junio del 2018 del sitio web: <http://rociomarilynjimenez.blogspot.com/2009/09/concepto-dematerial-educativo.html>

Jiménez E., Fernández F., Arias T.M. y Lozano-Zambrano F. H. (2007). Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia 622 p. <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=20003111>

Jiménez, E.; Fernández, F.; Arias, T.M.; Lozano Zambrano, F. H. (eds.) (2008). Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D. C., Colombia. xiv + 609 p.

Kemp, F. Walter, W. (1975). A revision of the Neotropical Ponerine Ant Genus *Thaumatomyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). Departamento de Biología Animal, Universidad de Brasilia. *Studia Ent*, vol 18. Fasc. 1-4.

La Polla, J.S., U.F. Mueller, M. Seid y S.P. Cover. (2002). Predation by the army ant *Neivamyrmex rugulosus* on the fungus-growing ant *Trachymyrmex arizonensis*. *Insectes Sociaux* 49:251-256.

Longino, J.T., J. Coddington y R.K. Colwell. (2002). La hormiga fauna de una selva tropical: estimación de la riqueza de especies tres formas diferentes. *Ecología* 83: 689-702.

López, C.T. y H.L. Vasconcelos. (2008). Evaluación de tres métodos de muestreo de hormigas terrestres en el Brasil Cerrado. *Entomología neotropical* 37: 399-405.

Luna, J.M. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 37:385- 408.

Mera Velasco, Y. A., Gallego Roper, M. C., & Armbrrecht, 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.

Moreau, C.S. 2008. Desentrañar la historia evolutiva del género de hormigas hiperdiverso *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae). *Filogenética molecular y evolución* 48: 224-239.

Martínez, Gamba, R. (2012). Hormigas asociadas a los árboles de sombrío en cafetales de Quipile (Cundinamarca, Colombia).

Martínez, Gamba, R. (2018). Relaciones Socio-Ecológicas Entre Hormigas Y Agricultores Como Estrategia Sustentable En Cafetales De Sombrío (Quipile, Cundinamarca)

Muñoz, J (2019). Diseño de un material educativo para la enseñanza de los flujos de materia, energía e información. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.

Muñoz-Saba, Y. y J.E. Simmons. (2005). Manejo integrado de plagas. Pp. 162-188 en: J.E. Simmons y Y. Muñoz-Saba (eds.) *Cuidado, Manejo y Conservación de las*

Colecciones Biológicas. Conservación Internacional, Serie Manuales de Campo 1, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.

Morton, W. (1921). Observations on army ants in british guiana. Rescatado de: 186.154.37.222 on Mon, 09 Nov 2020 00:48:08 UTC All use subject to http

NC State University and Speaking Tutorial Service Tutors durante Otoño (2006). Escribiendo Una Revisión de Literatura y Usando Una Matriz de Síntesis. Center For Excellence in Writing de Florida International University.

Nascimento, I.C., J.H.C. Delabie y T. Della Lucia. (2011). Phenology of mating flight in Ecitoninae (Hymenoptera: Formicidae) in a Brazilian Atlantic Forest location. *Annales de la Société Entomologique de France* 47:112-118.

Noordijk, J., R. Morssinkhof, P. Boer, A.P. Schaffers, Th. Heijerman y K.V. Sýkora. (2008). How ants find each other; temporal and spatial patterns in nuptial flights. *Insectes Sociaux* 266-273.

Nunes, F.A., G.B. Martins Segundo, Y.B. Vasconcelos, R. Azevedo y Y. Quinet. (2011). Ground-foraging ants (Hymenoptera: Formicidae) and rainfall effect on pitfall trapping in a deciduous thorn woodland (Caatinga), Northeastern Brazil. *Revista de Biología Tropical* 59:1637- 1650.

Oliveira-Santos, L.G.R., R.D. Loyola y A.B. Vargas. (2009). Armadilhas de dossel: uma técnica para amostrar formigas no estrato vertical de florestas. *Neotropical Entomology* 38:691-694.

Orsolon-Souza, G., C.E.L. Esbérard, A.J. Mayhé-Nunes, A.B. Vargas, S. Veiga-Ferreira y E. Folly-Ramos. 2011. Comparison between Winkler's extractor and pitfall traps to estimate leaf litter ants richness (Formicidae) at a rainforest site in southest Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 71:873-880.

Odair Correa Bueno; Ana Eugênia de Carvalho Campos; Maria Santina de Castro Morini. (2017). Formigas em ambientes urbanos no Brasil / Odair Correa Bueno, Ana Eugênia de Carvalho Campos e Maria Santina de Castro Morini (Editores). — Bauru, SP: Canal 6, 2017

Ramírez, M., Herrera, J., & Armbrrecht, I. (2010). ¿Bajan de los árboles las hormigas que depredan en potreros y cafetales colombianos? *Revista Colombiana de Entomología*, 36(1), 106-115.

Rivera, L., & Armbrrecht, 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.

Rojas, L. (2008). Concepto de material educativo. Aportes para el docente. Tomado de <http://materialseducativos.blogspot.com/2009/10/concepto-demateriales-educativos.html>

Rojas-Jiménez. J., Tinaut. A. & Pascual. R. (1994). Estudio de la Mirmecofauna de los bosques de Quercus Linneo 1753 de la provincia de granada (Hymenoptera; Formicidae). <https://n9.cl/um0gd>

Sarmiento, E. (2000). Comparación de tres clases de transectos para la captura de hormigas en dos formaciones vegetales. *Caldasia* 22 (2): 317-326.

Sánchez, O.A., P.C. Castañeda, G. Muños y G. Téllez. 2013. Aportes para el análisis del sector apícola colombiano. *CienciAgro* 2(4):469-483.

Serna, F.J. y E.V. Vergara-Navarro. (2008). Hormigas cazadoras de Porce (Antioquia, Colombia). Pp. 553-569 en: F. Fernández, E. Jiménez, T. Arias y F. Lozano Zambrano (eds.) *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. Colombia. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/download/andes/IAVH-00958.pdf>.

Silvestre, R., Brandão, C. R. F., & Rosa da Silva, R. (2003). Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*, 7, 113-148.

Sosa-Calvo, J. y J.T. Longino. 2008. Subfamilia Proceratiinae. Pp. 219-237 en: E. Jiménez, F. Fernández, T.M. Arias y F.H. Lozano-Zambrano (eds.) *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, xiv + 609 pp.

Solomon, S.E., C. Rabeling, J. Sosa-Calvo, C.T. Lopes, U.G. Mueller, H.L. Vasconcelos, M. Bacci y T.R. Schultz. (2018). Molecular phylogenies of *Trachymyrmex* ants and their fungal cultivars provide insights into the origin and co-evolutionary history of “higher” ant agriculture. *Sometido a publicación*.

Vilches, A. M.; Legarralde, T. I.; Berasain, G. (2012) Elaboración y uso de claves dicotómicas en las clases de biología [en línea]. III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, 26, 27 y 28 de septiembre de 2012, La Plata, Argentina. En *Memoria Académica*. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3723/ev.3723.pdf.

Ward, P.S. (2014). The phylogeny and evolution of ants. *Annual Review of Ecology Evolution, and Systematics* 45:23-43.

Ward, P.S., S.G. Brady, B.L. Fisher y T.D. Schultz. (2015). The evolution of myrmicine ants: phylogeny and biogeography of a hyperdiverse ant clade (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology* 40:61-81.

Zabala, G. A., Arango, L. M., & Chacón de Ulloa, P. (2013). Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un paisaje cafetero de Risaralda, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 141-149.

Zanabria, M.C. y P. Chacón de Ulloa. 2011. Hormigas cazadoras en sistemas productivos del piedemonte amazónico colombiano: diversidad y especies indicadoras. *Acta Amazónica* 41(4):503-512.

Zambrano, L; Arias, M; Fernández, F; Jiménez, E. (2007). *Sistemática, biogeografía y conservación de las Hormigas Cazadoras de Colombia*.

ANEXOS

Anexo. 01. Tabla de datos por zonas de muestreo

Género de hormiga	Límite Inferior / Limite Superior			Pueblo
Azteca msnm (Fagua, G., 1999; Martínez, R., 2018).	600	1702	msnm	Vereda Gasaduje
Dolichoderus (Fagua,G., 1999; Fernandez, f., 2019).	600	1200	msnm	Medina
Linepithema (Inge, A., 2017; Fagua,G., 1999).	600	1800	msnm	Medina
Tapinoma. (F, f., 2002; Martinez,R., 2018).	1599	2500	msnm	Boquerón
Eciton (Sarmiento,M.; Carlos,E., 2000).	2000	2150	msnm	Quipile
Labidus (Fagua,G., 1999).	1400	1800	msnm	Pulí
Leptanilloides (Sarmiento,M.; Carlos,E., 2000).	2000	2150	msnm	San Luis
Gnamptogenys (Inge, 2006; Martinez,R., 2018; Sarmiento,M.; Carlos,E., 2000).	1465	2150	msnm	Tibacuy.
Heteroponera (Martinez,R., 2018).	1635	1702	msnm	Reserva Cerro Quininí.
Camponotus (Fagua,G., 1999; Martinez,R., 2014; Martinez,R., 2018; Sarmiento,M.; Carlos,E., 2000).	1000	2150	msnm	Paratebueno
Nylanderia (Fernandez,F., 2000; Martinez,R., 2018).	1599	1702	msnm	Pedro Pablo
Brachymyrmex (Martinez,R., 2014; Martinez,R., 2018; Sarmiento,M; Carlos,E., 2000; Fagua,G., 1999).	600	2200	msnm	Lengua- Zaque
	Límite Inferior / Limite Superior			Anapoima

Megalomyrmex (Fagua, G., 1999).	600	1000	msnm	Ubalá
--	-----	------	------	-------

Anexo. 02. Tablas. Caracteres ecológicos de las hormigas por gremios.

Gremio Arbóreas		
Construyen sus nidos ramas secas de árboles (vivos), ramas o troncos caídos. Forman nidos de cartón que pueden colgar de los árboles.		
Subfamilia Dolichoderinae	Subfamilia Pseudomyrmecinae	Subfamilia Myrmicinae
• Presentan hábitos arbóreos.	La mayoría de las especies coloniza ramas muertas que han sido excavados por otros insectos (principalmente larvas de escarabajos y lepidópteros)	Construye sus nidos en ramas caídas y troncos de los árboles
• habitan ambientes áridos secos o fríos, o en selva lluviosa en bosques altoandinos.	más de 40 especies se han asociado con plantas especializadas (mirmecófitas).	Forrajea en el dosel y en el suelo
• Pueden aprovechar cualquier tipo de alimento, incluyendo la carroña.	relación mutualista con su anfitrión, defendiendo las plantas contra los herbívoros y los competidores, y recibiendo refugio y sustento a cambio	Establecen interacción mutualista con su Hospedador

Gremio Oportunista	
Forrajea grandes áreas tanto en el suelo como en la vegetación, Evitan interacciones agresivas con las otras especies.	
Subfamilia Formicinae	Subfamilia Myrmicinae
• Especies crípticas, subterráneas o de suelo	Nidos en el suelo y forrajea en el dosel
• Algunas asociadas a raíces conviviendo con cochinillas de la familia Coccoidea.	

Gremio Depredadora generalizada		
Generalmente son solitarias ó patrulleras. Tamaño mediano a grande y presentan mandíbula desarrolladas.		
Subfamilia Ponerinae	Subfamilia Ectatomminae	Subfamilia Proceratiinae

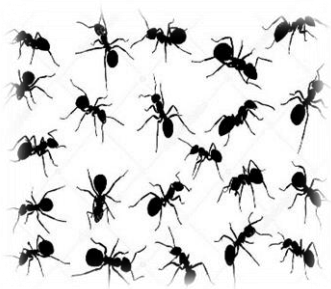
organización social "primitiva" y de hábitos cazadores.	• Tienen afinidad por áreas boscosas húmedas (Lattke, 2003)	usualmente acumulan y se alimentan de diferentes tipos de huevos de artrópodos
polimorfismo, poliginia, asociación con otras hormigas o plantas, intercastas, partenogénesis,	• Nidifican en el suelo, hojarasca, troncos en descomposición o en el estrato arbóreo y arbustivo del bosque, incluyendo el dosel (Arias-Penna, 2008a; Lattke, 1995, 2003; Feitosa y Brandão, en prensa)	no sólo se alimentan de los huevos de las arañas, sino que también construyen sus nidos en las ootecas.
	• Predadoras generalistas, con algunas especies especializadas en determinadas presas (Lattke, 1995).	registra la depredación de milpiés polixénidos
	• Se conocen especies que colectan ligamaza de hemípteros y néctar extra floral de plantas.	Las colonias son pequeñas, generalmente no contienen más de un centenar de individuos

Gremio Nómadas
Con reclutamiento del tipo legionario.
Agresivas e invasoras depredando todo lo que encuentran a su paso.
Subfamilia Dorylinae
efectúan batidas colectivas en busca de presas, con las obreras desplazándose ya sea en columnas compactas o en enjambres masivos
• Efectúan batidas colectivas en busca de presas, con las obreras desplazándose ya sea en columnas compactas o en enjambres masivos (Brown, 1975; Brandão et al., 1999b; Gobin et al., 2001; Donoso et al., 2006).
• Son depredadores especializados de insectos sociales, en especial otras hormigas (Brown, 1975; Rettenmeyer et al., 1983; Mackay, 1996; De Andrade, 1998; Borowiec y Longino, 2011).
• Poseen colonias con ciclos de vida que se caracterizan por presentar fases estacionarias y migratorias, alternadas de manera muy precisa, y con una duración controlada de manera endógena por el desarrollo de las crías (Schneirla, 1971; Gotwald, 1996; Kronauer, 2009).
• Durante la fase migratoria solo se observan larvas, mientras que durante la fase estacionaria están presentes únicamente huevos y pupas
• La emergencia sincrónica y masiva de las obreras jóvenes es el estímulo que da inicio a cada fase migratoria (Schneirla, 1971)
• presencia de reinas ápteras subdictadiformes (Brown, 1975; Mackay, 1996, Donoso et al., 2006, Borowiec y Longino, 2011)
• Hábitos migratorios, como el transporte de las larvas bajo el cuerpo por parte de las obreras de la colonia (Brandão et al., 1999a; Donoso et al., 2006).

Omnívoras	Cultivadoras de Hongo	Colectoras de exudados
------------------	------------------------------	-------------------------------

Generalistas en la elección de sus alimentos.	Cultivan hongos a partir de la colecta de hojas frescas, cáscaras, heces y materia vegetal en descomposición. (Hormiga cargando hojas, cascara, y material orgánico en descomposición)	Colectoras de polen y néctar. (Hormigas que se encuentran forrajeando en flores, tallos o yemas axilares. Interacción con hemípteros) Reclutamiento parcial y actividad focal.
---	--	--

CLAVE A PARTIR DE GRUPOS FUNCIONALES PARA LA DETERMINACIÓN DE HORMIGAS DE CUNDINAMARCA-COLOMBIA



Grupo de Investigación Cascada.

Line de Investigación: La ecología en la Educación Colombiana (LEE)

Director: MEd. Francisco Medellín Cadena

Codirector: MSc. Ricardo Martínez Gamba.

Elaborado por: J Daniela Hidalgo A.



HYMENOPTERA: FORMICIDAE

Las hormigas constituyen el principal grupo de insectos eusociales, los cuáles se caracterizan por presentar: individuos adultos que cooperan en la construcción del nido y el cuidado de la progenie, división de la labor reproductiva, con individuos estériles (hembras) que trabajan a favor de la fecundidad del nido (solo la reina es fértil), y sobreposición de generaciones, las cuáles son capaces de contribuir a las tareas de la colonia (Folgarait, P. 1998). Una característica distintiva de las hormigas es que presentan tres castas morfológicas de sexo femenino - obreras, soldados y reinas y una casta de individuos machos que cumple una breve función reproductiva durante el vuelo nupcial. En una colonia, la casta obrera es la que desempeña una mayor variedad de tareas como, por ejemplo, forrajeo, cuidado de progenie y construcción de nidos, además de su biología (Fernández, F. et al. 2019).

Es así como, las hormigas transforman en gran medida la estructura de sus ambientes como “ingenieros ecólogos”, organismos que modifican una y otra vez el ambiente en tal manera que afectan a otros organismos (Lawton 1994). Una forma de hacer esto es la remoción y enriquecimiento del suelo; grandes colonias de hormigas pueden excavar metros de suelo en sus vidas, aireando el suelo e incorporando restos en la superficie como lo hacen las lombrices (Elmes 1991). Lesica y Kanno (1998) sugieren que ciertas formaciones en las turbas pueden ser nidos abandonados de algunas hormigas, con base en niveles similares y elevados de nutrientes. Dado que las hormigas toman alimento de todo su territorio de forrajeo, además, pertenecen a diferentes gremios con un rol importante ecológico por parte de cada una. Lo que indica la cosmopolia de las hormigas en el planeta. A partir de estos caracteres ecológicos se posibilitan diferentes formas de identificar la Mirmecofauna y sus relaciones ecosistémicas.



HORMIGAS DE COLOMBIA - CUNDINAMARCA

Para esta construcción se tiene en cuenta los reportes de Hormigas por Fernández (2019)

para Cundinamarca de subfamilias y géneros. Además de los reportes de géneros por diferentes investigadores como Fagua, G., (1999); Amberch, (2005) Inge, A., 2017; F, f., 2002; Martínez. R, (2018); Gyne, L.; Escobar, F, (1997); Sarmiento, M.; Carlos, E., (2000); Mayr, (1870) y Emery, (1894); Longino, (2013), Fernández, F (2003). A partir de las anotaciones a nivel ecológico que se registran.

En este sentido, se reporta que, para Cundinamarca, la Mirmecofauna está representada por 9 subfamilias y de acuerdo con la clasificación reciente reportada por Fernández, F. et al (2019). Donde retoman algunas descripciones por Bolton (2016), además de las descripciones y revisiones realizadas por Brady, et al (2014). Se reportan 52 géneros de hormigas para Cundinamarca. En este sentido, se categorizan en grupos funcionales generalizados para la inclusión de todas las subfamilias y algunos géneros identificables ecológicamente, como se registra gran parte de estos géneros en Fernández, F. (2019).

También se recomienda consultar la página mundial de hormigas ‘Antweb’ para Colombia donde están representadas las subfamilias.: <https://www.antweb.org/fieldGuide.do?countryName=Colombia&rank=subfamily>

Tres páginas importantes que son de apoyo para el reconocimiento y distribución de hormigas son

<http://antmaps.org/>,

http://www.antwiki.org/wiki/Welcome_to_AntWiki y <http://www.antcat.org/>

La primera nos muestra la aproximación de los reportes de hormigas por cada región geográfica, la segunda indica aproximadamente 600 claves basadas en las revisiones recientes y finalmente la tercera nos evidencia los cambios recientes en clasificación de hormigas como su literatura para consultar.

CLAVE A PARTIR DE GRUPOS FUNCIONALES PARA LA DETERMINACIÓN DE HORMIGAS DE CUNDINAMARCA-COLOMBIA

En esta clave se describe las subfamilias por cada grupo funcional de hormigas que se ha registrado para Cundinamarca, además se describen los géneros de hormigas de tamaño grande e identificables por sus caracteres ecológicos en consecuencia con cada gremio que se tiene en cuenta para la clave dicotómica. Además, se hacen descripciones sencillas para separar los gremios y las subfamilias a partir de la funcionalidad del grupo de hormigas, ya que esta clave está basada en aspectos netamente ecológicos, comportamentales y a partir de la detallada y rigurosa observación se puede lograr separar, reconocer e identificar. Para ejemplificar los caracteres descritos en la clave se presentan fotografías tomadas en campo por: MSc. Martínez, Ricardo; MSc. Rincón, W; y PhD. Wild, A.

Glosario

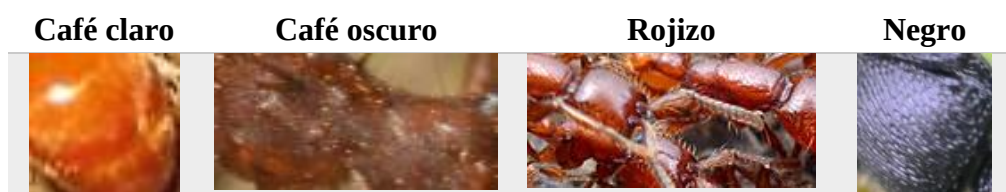
Tamaños de las hormigas: Para la identificación de las hormigas se tienen en cuenta la descripción de tamaños cualitativos generalizadores como ‘pequeño, mediano, grande’. Los rangos de aproximación de medidas en mm y cm para cada apreciación son:

Pequeño: de 5mm hasta 10mm aproximadamente

Mediano: de 11mm a 19mm aproximadamente

Grande: de 20mm a 35mm aproximadamente

Color de las hormigas: El color que se describe de las hormigas en esta clave, corresponde a apreciaciones cualitativas, de modo que se establece los rangos de color café claro, café oscuro, rojizo, y negro. A continuación, se presentan los colores a percepción del observador:



Críptica: Estas hormigas tienen hábitos de forrajeo debajo de la hojarasca del bosque, debajo de las raíces de árboles grandes, cavan túneles y muy rara vez salen a la superficie; es así como son consideradas hormigas poco comunes (Armbrecht, I. Arenas-Clavijo. 2017). Se conoce poco de su biología. Generalmente, las obreras forrajean en solitario en el suelo o en vegetación baja, aparentemente ellas no reclutan a otros individuos de sus nidos o forman caminos marcados por feromonas (Fernández, f. et al. 2019).

Esclerotizado: Según el diccionario y enciclopedia, *Nómbrame* (2013-2021) menciona que proviene Del inglés = *to sclerotize*, = duro). Endurecer un tejido u órgano por la formación de escleroproteínas. Tejido de textura dura.

Generalistas: Del grupo de hormigas se consideran que sus hábitos de forrajeo son amplios, desde encontrarse en trozos de golosinas caídos en el suelo, materia orgánica en descomposición, hasta encontrarlas cazando otros insectos de tejidos blandos. También son consideradas hormigas cazadoras que pueden actuar como controladores biológicos (Lattke, 2003). Casi nunca suben a la superficie del suelo



para buscar alimentos y son fácilmente muestreadas por el extractor de Winkler. Este gremio debe estar asociado con la cantidad de materia orgánica en descomposición en el suelo, donde se desarrollan pequeños insectos *Entomobridae* (*Collembola*) y *Diplura*. La riqueza de especies dentro de este gremio debe estar también relacionada con la espesura de la hojarasca. Predadoras pequeñas que nidifican en la hojarasca de la subfamilia *Ponerinae*; con actividad hipógea, de baja agilidad y colonias pequeñas. Son citados en la literatura como depredadores de larvas de *Collembola* *Entomobridae* (Silvestre *et, al.* 2014).

Hormiga Patrullera: Estas hormigas son aquellas que se encuentran alrededor de los senderos que hacen las hormigas que cargan el alimento, y su labor es cuidar la colonia de posibles depredadores que intervienen en el proceso de forrajeo de la colonia (Silvestre *et, al.* 2014).

Vivaque: Consisten en nidos vivientes, conformados por los cuerpos entrelazados de las obreras, en cuyo interior se aloja la reina y las crías, son típicos de las especies en las que se ha desarrollado el síndrome legionario (Schneirla, 1933, 1971).



HORMIGAS DE CUNDINAMARCA – COLOMBIA

1. Habitan en bosques tropicales en zonas de árboles, en el suelo y el dosel. Además de habitar zonas urbanas, como jardines, casas, edificios, hospitales, universidades, de vida libre o parasitaria.....2

-No se encuentran en bosques tropicales y tampoco se observan en zonas urbanas.
2. Hacen parte del grupo de los insectos y habitan en colonias, generalmente se observan desplazándose en grupos o en hileras una detrás de otra.....3
3. Su tamaño generalmente es aproximadamente desde los 0,2 cm hasta 2,5 cm; además tienen cabezas grandes en relación con su cuerpo y cinturas reducidas.....4

-Su tamaño supera los 4cm y además no se diferencia la cabeza del tórax. No tienen cintura reducida.
4. Se observan antenas más largas que la cabeza (antenas con nudillos), sistema masticador reducido o atrofiado, pero no chupador, Abdomen unido al tórax por un pedicelo más o menos delgado; tegumentos endurecidos.....**Hormigas**



Nota: Para la utilización de esta clave dicotómica se recomienda que sea en campo y con instrumentos que permitan la observación con mayor acercamiento del organismo. Instrumentos como: lupa, cámara con lentes macro (puede utilizar la cámara del celular) para observar más de cerca y detalladamente el color, forma, y comportamiento de las hormigas observables.

Grupos Funcionales de Hormigas para Cundinamarca - Colombia

1	Generalistas en la elección de su alimento	2
	-No son generalistas y no eligen su alimento.....	3
2.	(1) Sus nidos se encuentran en el suelo y algunas veces forrajean en la parte alta del dosel.....	Omnívora



Figura 01. Hormigas Omnívoras desplazando restos de raíces hacia el nido.
Fotografía: Peeters, C. (2016). Tomado de: AntWiki: The Ants.

-No forrajean en la parte alta del dosel y sus nidos nunca se encuentran en el suelo.....	4
3. Reclutamiento de tipo legionario y son muy agresivas.....	5
-No se movilizan en legiones y nunca son agresivas.....	6
5. Construyen sus nidos en los árboles en ramas y troncos.....	7
-No construyen sus nidos en los árboles.....	8

6. (3) Invasoras y depredan todo lo que encuentran a su paso, siempre andan en grandes incursiones que eliminan y transportan pupas (y otros artrópodos) para consumo inmediato. Se puede observar pocos insectos a su paso, son muy agresivas.....**Nómadas**



Figura 02. Un grupo de asalto de hormigas nómadas se dirige hacia el vivaque mientras un soldado hace guardia. **Fotografía:** Wild, A. PhD. (s.f.). Reserva Maquipucuna, Pichincha, Ecuador. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net

-No son agresivas, se observa solo una hormiga desplazándose por el suelo o en la base de árboles grandes9

7. (3 -) Evitan interacciones agresivas con las otras especies, Forrajean grandes áreas tanto en el suelo como en la vegetación.....**Oportunistas**



Figura 03. Hormigas oportunistas organizando su nido bajo la madera.

Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f.). Pichincha, Ecuador. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net

- En la interacción con otras especies no son agresivas, y se observan cargando trozos de hojas de plantas, pétalos y algunas semillas.....10



8. (4) Forman nidos de cartón que pueden colgar de los árboles y también establecen sus nidos en ramas, troncos de plantas vivas o ramas y troncos caídos.....**Arbóreas**



Figura 04. Un nido de cartón arbóreo. **Fotografía:** Wild, A. PhD. (s.f.). Pichincha, Ecuador. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net

9. Generalmente son solitarias o patrulleras.....11
10. Forrajean en flores, tallos, o yemas axilares de las plantas.....12
-No forrajean en flores, nunca se observan en tallos ni en las yemas.
11. (6-) Caminan en línea una detrás de otra o en columnas.....13
12. (8) Su tamaño es mediano a grande y presentan mandíbula desarrolladas**Depredadoras generalizadas**



Figura 05 y Figura 06. Captura de una polilla (imagen de lado derecho). Hormigas en posición de caza, al acecho debajo de una hoja de *Cecropia obtusa*. **Fotografía:** En Fernández, F. et al. (2019). Guyana Francesa. Tomado de B. Corbara, C. Leroy, J. Orivel, A. Dejean y T. Delsinne. (2019).

13. (9) Colectoras de polen y néctar, presentan reclutamiento parcial y actividad focal.....**Colectora de exudados**



Figura 07 Nectarios extraflorales visitados por hormigas Colectoras de exudados. **Fotografía:** En Fernández, F. et al. (2019). Guyana Francesa. Tomado de B. Corbara, C. Leroy, J. Orivel, A. Dejean y T. Delsinne. (2019)

14. (10) Hormiga cargando hojas, cascaras, y material orgánico en descomposición..... **Cultivadoras de Hongo**



Figura 08. Hormigas Cultivadoras de hongo cargando hojas.
Fotografía: Rincón, W. (2017).



GRUPOS FUNCIONALES Y LAS SUBFAMILIAS

Nota: Debido a la Plasticidad ecológica de las subfamilias podría encontrarse casos en que una subfamilia se encuentre en diferentes gremios de hormigas, especialmente en las subfamilias más grandes de hormigas como Dolichoderinae, Formicinae, Myrmicinae y Ponerinae. Esto se debe a los reportes ecológicos que se han realizado para las subfamilias que se registran para Cundinamarca. Fernández, F (2019).

Subfamilias Arbóreas

1. habitan ambientes áridos secos o fríos, o en selva lluviosa en bosques altoandinos.....2
-Se encuentran generalmente en el dosel del bosque.....3
2. Presentan relación mutualista con la planta4
-Sus nidos se encuentran en árboles viejos de troncos grandes.....5
3. Anidan en la copa de los árboles.....6
-No anidan en la copa de los árboles, por el contrario, hacen sus nidos en ramas y troncos de árboles caídos y en madera en descomposición.....7
4. (2) Defienden las plantas en las que se hospedan contra los herbívoros y los competidores.....8
5. (2-) Nidifica, en la madera ya degradada de árboles vivos, atacados por hongos, por xilófagos, o quemados en parte.....**Myrmicinae**



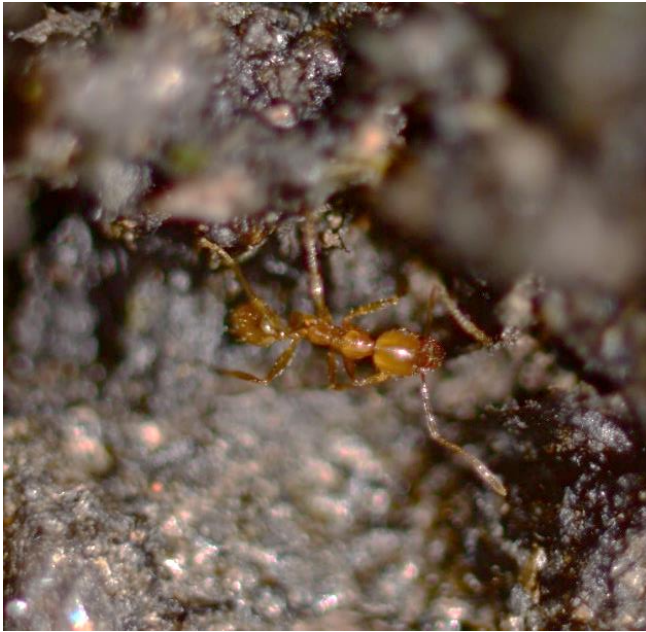


Figura 09. Fotografía: Martínez, R. (2015). Espinal, Tolima.

6. (3-) Marcha en forma lineal una detrás de otra subiendo y bajando del árbol, agresivas, No presentan aguijón, tienen mandíbulas, pero no son alargadas ni lineares, últimos tergos móviles, cabeza acorazonada.....**Dolichoderinae**



Figura 10. Dolichoderinae en nectario extrafloral. Fotografía: Fernández, F. et al. (2019). Guyana Francesa. Tomado de B. Corbara, C. Leroy, J. Orivel, A. Dejean y T. Delsinne. (2019)

8. (4) Coloniza ramas muertas que han sido excavados por otros insectos (principalmente larvas de escarabajos y lepidópteros). Se puede observar articulación promesonotal flexible y en general por la presencia de dos dientes del tarso. Se han asociado con plantas especializadas (mirmecófitas), Su comportamiento es agresivo, defienden la planta de los herbívoros y los competidores, a cambio recibiendo refugio y sustento

.....**Pseudomyrmecinae**





Figura 11. Fotografía: Martínez, R. (2017). Acacias, Meta.

Subfamilias Colectoras de exudados

1. Su nido se encuentra sobre el suelo en la base del tronco de árboles o sobre las raíces de lo arboles construido con cúmulos de suelo y se observa húmedo el montículo de suelo que hay alrededor de la entrada del nido, generalmente en forma de anillo.....2
 - Nido en el suelo, se observan como huecos sin montículo alrededor de la entrada del nido. Está alejado de las raíces de los árboles.....3
2. (1) Forrajean en flores, en yemas axilares.....4
 - (1-) Actividad de forrajeo solamente en los troncos de árboles grandes, reclutamiento parcial.....5
3. Forrajean en la parte alta del dosel y su nido está en el suelo en la base de los árboles, palmas y lianas.....4
 - Son podadoras de hojas se encuentran en jardines.....(diríjase al apartado de ‘cultivadoras de hongo’).



4. (2) Generalmente anidan junto a otras especies como en nido de termitas, son agresivas y defienden el área de anidamiento.....5
 -No anidan con otras especies de hormigas, son territoriales y agresivas.....(diríjase al apartado de ‘nómadas’).
5. (4) Se anidan generalmente en implantaciones de café, cacao, y jardines grandes. También se encuentran en grietas o rincones húmedos de viviendas.....6
 - Se anidan en la rizosfera de plantas pequeñas o arbustivas, o en suelos rocosos agrietados y su colonia es pequeña.....8
6. (5) Donde está su nido expide olor agri dulce. Se encuentran forrajeando en los nectarios florales.....7
 - Su nido está bajo tierra, y alrededor del nido se encuentra restos de materia orgánica en descomposición (raíces, trozos de hojas y semillas).....(diríjase al apartado de Cultivadoras de Hongos)
7. (6) Tienen mayor actividad en la noche. A veces sus nidos están en los techos o rincones húmedos de viviendas. No presentan aguijón, tienen mandíbulas, pero no son alargadas ni lineares, Últimos tergos móviles, cabeza acorazonada.....**Dolichoderinae**



Figura 12. Fotografía. Martínez, R. (2017). Acacias, Meta.

8. (5-) Posee tegumento con espinas; ojos compuestos y dispuestos en cada extremo. Agresiva dominante, su marcha es en columnas y dispersa.....**Myrmicinae**





Figura 13. Fotografía: Martínez, R. (2014). Quipile, Cundinamarca.

Subfamilias Cultivadoras de hongo

1. Hormigas en línea una detrás de otra cargando trozos de hojas.....2
 - Hormigas cargando otros insectos muertos.....(diríjase al apartado de oportunistas)
2. Largas filas de hormigas sobre la hojarasca o los tallos de árboles o arbustos en bosques.....3
 - Hormiga solitaria, patrullando o cargando un insecto.....(diríjase al apartado de depredadoras generalizadas)
3. (2) Cargan cascara de frutas, o trozos de frutas en descomposición en el suelo, se pueden observar alrededor de frutas o materia en descomposición en el suelo.....4
 - Grupos de hormigas muy agresivas con nidos en las grietas de grandes arboles.....(diríjase al apartado de Omnívoras)
- 4.(3) Individuos de tamaño medio a pequeño, su comportamiento es críptico.....5
 - Hormigas de tamaño pequeño en línea una detrás de otra subiendo y bajando de árboles o arbustos.....(diríjase al apartado de Arbóreas)



5. (4) La materia en descomposición que cargan se puede observar con hongo, alrededor del nido que se encuentra en el suelo con un pequeño hueco de entrada y salida de la colonia se observan restos de esqueletos de insectos descompuestos. Su cuerpo posee espinas pequeñas y esclerotizado.....**Myrmicinae**



Figura 14. Hormiga cargando un trozo de pétalo. **Fotografía:** Martínez, R. (2020). Venecia, Cundinamarca.

Subfamilias Depredadoras generalizadas

1. Nidifican principalmente en la hojarasca y el suelo.....2
 - Anidan en madera descompuesta, hojarasca y con menor frecuencia debajo de piedras, fisuras y en el suelo.....2
2. (1) Depredan milpiés y polixénidos.....3
 - (1-) buscan presas a nivel del suelo o bajo la hojarasca, pero también cazan bajo el suelo y forrajean en la vegetación herbácea.....4
3. pueden encontrarse ocupando pequeñas galerías dentro de madera en descomposición o debajo de piedras en bosques secos.....4
 - (3) Forrajeadoras patrulleras solitarias.....5
4. (3) Acumulan y se alimentan de diferentes nidos de artrópodos. A veces se encuentran nidos en las ootecas**Proceratiinae**
 - (2-) se pueden observar en cacería de otras hormigas, coleópteros o diplópodos. La cacería se puede efectuar en solitario, pero también pueden reclutar para someter



- presas más grandes entre un grupo de obreras.....5
5. Los restos de sus presas los suelen depositar cerca del nido o al lado en fisuras de la madera donde están alojadas. Estas hormigas son de tamaño mediano a grande.....**Ectatominae**



Figura 15. Fotografía: Martínez, R. (2017). Quipile, Cundinamarca.

- (3-) Cazan artrópodos en general, y se caracterizan por cazar presas vivas de larvas de mariposas, escarabajos y moscas. Predominantemente durante la noche.....6
6. (5-) Son hormigas con un comportamiento activo de reclutamiento. Forrajean en el suelo y vegetación baja. Son hormigas de gran tamaño y mandíbulas bien desarrolladas.....**Ponerinae**





Figura 16. Fotografía: Martínez, R. (2017). Mesa, Cundinamarca.

Subfamilia Nómadas

1. Hormigas que no construyen hormigueros, y se observa un gran cúmulo de hormigas en movimiento de un lado a otro.....2
 - Una sola hormiga grande arrastrando algún insecto muerto.....(diríjase al apartado de Omnívoras)
2. (1) Se observan batidas colectivas en busca de presas, con las obreras desplazándose ya sea en columnas compactas o en enjambres masivos.....3
 - El grupo de hormigas se encuentra entrando y saliendo de una grieta del tronco de un árbol o su nido se encuentra en el suelo.....(diríjase al apartado de Omnívoras)
3. (2) Durante la fase migratoria solo se observan larvas, mientras que durante la fase estacionaria están presentes únicamente huevos y pupas, además presenta hábitos migratorios, como el transporte de las larvas bajo el cuerpo por parte de las obreras de la colonia.....4
 - Las obreras buscan solitariamente el alimento para la colonia..... (diríjase al apartado de Oportunistas)
4. (3) Observe que cerca al grupo de hormigas donde se encuentra alrededor del grupo hay muy poca presencia de otros insectos. El nido son el conjunto de todas ellas (vivaque), a su paso capturan insectos, arañas y pequeños vertebrados su comportamiento es legionario.....**Dorylinae**





Figura 17. Hormiga patrullando el transporte de cría. **Fotografía:** Rincón, W. (2020). Venecia, Cundinamarca.

Subfamilias Omnívoras

1. Nidifican en troncos caídos en descomposición en la hojarasca.....2
 - Nidifican en el suelo en la base de los árboles grandes y en raíces de arbustos grandes.....2
2. (1) Habitan en nidos pequeños en el suelo, algunas son cripticas; también nidifican en barrancos de arcilla.....3
 - (1-) Las colonias pueden instalarse también en cavidades de árboles o entre horcaduras gruesas hasta por lo menos, 14 m de altura. Alrededor del nido puede haber tierra excavada y este puede tener una o varias aberturas.....3
3. (2) Buscan solitariamente semillas, artrópodos, materia orgánica, trozos de hojas como alimento, conviven machos grandes con obreras diminutas, su marcha es dispersa y solitaria. Seca a su nido se observan restos de diferente material orgánico.....**Myrmicinae**





Figura 18. Fotografía: Matínez, R. (2019). Rivera, Huila.

-(2-) Algunas aberturas del nido pueden también encontrarse a varios centímetros por arriba del suelo, en la cima de torres apoyadas contra el tronco y formadas por la acumulación de tierra o de material vegetal.....4

4. (3-) Forrajean principalmente en las partes altas del dosel, pero la gran mayoría de sus nidos se encuentran en el suelo, en la base de árboles. Tamaño muy grande, aguijón presente y mandíbulas desarrolladas.....**Paraponerinae**



Figura 19. Fotografía: Martínez, R. (2011). San Martín, Meta.



Subfamilias Oportunistas

1. Hacen sus nidos bajo el suelo, y nidifican en el suelo.....2
 - Se alimentan de artrópodos muertos o vivos, semillas y productos para consumo humano.....2
2. (1) Asociadas a raíces conviviendo con cochinillas y debajo de piedras o incluso en las grietas cercanas al suelo de grandes edificios3
 - (1-) Son agresivas y defienden la colonia.....5
3. (2) Almacenan ligmaza para sus compañeras, y toman pequeños artrópodos muertos.....4
 - (2-) Se alimentan de insectos vivos y carroña.....5
4. (3) En su mayoría parecen estar asociadas a árboles. Las obreras buscan solitariamente el alimento para la colonia. Ojos compuestos conspicuos situados a la mitad de la línea cefálica. Asociación con cucarachas, escarabajos y algunos estaphilínidos.....**Formicinae**



Figura 20. Fotografía: Martínez, R. (2019). Vega, Cundinamarca.

5. Forrajeras nocturnas, y no son agresivas, evitan enfrentamientos con otras especies. Su marcha es en columnas dispersas, no tiene un orden.....**Myrmicinae**



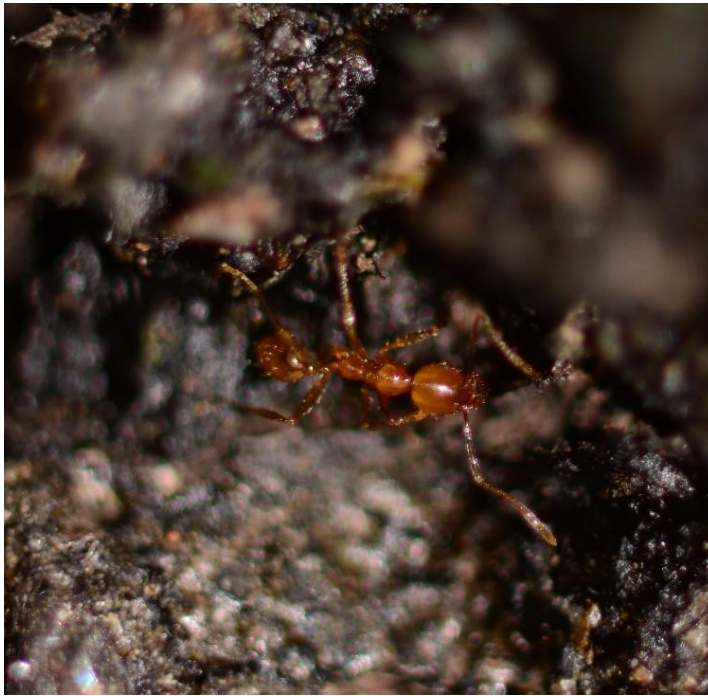


Figura 21. Fotografía: Martínez, R. (2015). Espinal, Tolima.

GRUPOS FUNCIONALES Y LOS GÉNEROS

Nota: En este punto se propone algunas descripciones ecológicas reportadas para los géneros, sin embargo, se toman referentes morfológicos importantes en el proceso de identificación. Se recomienda el uso de lupa, cámara, bandeja, y hoja milimétrica.

Géneros del gremio Arbóreas

1. Hormigas desplazándose desorganizadamente sobre el tronco y las partes altas del dosel, de color café oscuro.....2
 - Hormigas desplazándose muy organizadamente una detrás de otra de color claro subiendo y bajando del árbol6
2. (1) Se observan muchas hormigas pequeñas alrededor de un insecto muerto arrastrándolo, pero esto ocurre sobre la vegetación, no se observa en el suelo.....3
 - Hormigas de color oscuro pequeñas caminando desorganizadamente en columna y haciendo paradas como reconociendo lentamente cada centímetro que recorren, sus movimientos son lentos9



3. (2) Comportamiento muy agresivo y protege el árbol sobre el que está su nido, alrededor del nido de cartón no se observan otros insectos vivos.....4

-Del árbol se observa nido de cartón que cuelga del árbol, o se observa columna de hormigas pequeñas alrededor de los frutos del árbol.....10



Figura 22. Nido de cartón arbóreo entre diferentes plantas. **Fotografía:** Wild, A. PhD. (s.f.). tomado de: alwild -at- myrmecos.net



Figura 23. Mirmecodomancios. **Fotografía:** Rincón, W. (s.f). Guaviare, Colombia.

4. (3) Establece un mutualismo con varias especies vegetales del bosque, sobre todo con especies del género *Cecropia*. En las cavidades naturales del tronco se observa la formación de cuerpos alimenticios llamados corpúsculos de Müller en estructuras llamadas trichilium en la base del peciolo de las hojas.....5



- Caminan solitarias de tamaño pequeño, color café oscuro, se ven cerca a gotas de rocío.....12
5. (4) Hormigas muy agresivas, su actividad de forrajeo es únicamente sobre la vegetación; se observa cabeza acorazonada y alargada, además hay dimorfismo en la casta de obreras (obreras menores y mayores), a veces en el grupo se puede observar diferentes tonos de cafés claros y otras de café oscuro a veces la cabeza más oscura que el cuerpo.....**Azteca**



Figura 24. Fotografía: Martínez, R. (2019). La Vega, Cundinamarca.

- Se observan caminando sobre plantas Myrtaceae y junto a ellas se pueden observar cochinillas (Coccoidea)13
6. (1-) Movimientos rápidos y organizados entre todas, caminan una detrás de otras, se evidencian largas líneas de estas hormigas sobre la vegetación.....7
7. (6) Alrededor del nido y de la marcha de hormigas se observan pulgones (vivos) algunos membrásidos son hormigas pequeñas8
8. (7) Se observa que entran y salen de brácteas de Heliconiaceae, o en las grietas de grandes árboles. Algunas cargan trozos de hojas, ramas, secos (algunos trozos de frutos en descomposición) en pequeños grupos. Posee ojos compuestos, en la parte exterior de la mandíbula se observa un diente más largo que el resto, y el gáster se observa con muchas y finas vellosidades.....**Linepithema**





Figura 25. Fotografía: Martínez, R. (2016). Quipile, Cundinamarca.

9. (2-) Posiblemente pueden observarse forrajeando sobre el suelo en los días húmedos, especialmente después de llover. Sus nidos son aperturas de 1-2 mm de diámetro sin ningún tipo de materia acumulada a su alrededor. Ojos situados cerca del margen anterior de la cabeza, un pospeciolo ancho, muy poca pilosidad. En vista lateral, tienen el peciolo pedunculado, con el pedúnculo estrecho y el nodo muy desarrollado.....**Cardiocondyla**



Figura 26. Hormiga en medio de las crías. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f.). tomado de: alwild -at-myrmecos.net

10. (3-) Alrededor del nido puede observarse algunas hormigas de tamaño grande forrajeando junto a las pequeñas hormigas, nidifican en alcornoques de estas hormigas pequeñas se observa su cabeza roja y su abdomen en forma de pica o corazón.....11



11. (10) Se observa sobre las yemas axilares de los árboles sobre los líquidos dulces, alrededor de todo tipo de insectos e incluso pequeños animales muertos arrastrándole o mordiendo pequeñas porciones de la presa para llevar al nido. Si se siente amenazada toma una posición en la que se observa que levanta el abdomen como apuntando a su contrincante. Se puede observar aguijón. Se le observa forrajeando en el dosel del bosque.....**Crematogaster**



Figura 27. Fotografía: Martínez, R. (2020). Venecia, Cundinamarca.



Figura 28. Fotografía: Rincón, W. (2019). San Luis, Antioquia.

12. (4-) Forrajean solitariamente sobre el dosel y la parte alta de troncos de árboles. Se observa ojos pequeños, cabeza más grande que el gáster.....(posiblemente) **Xenomyrmex**





Figura 29. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f.). Florida, EE. UU. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

13. (5-) No son muy agresivas, prefieren retirarse de la presa para evitar enfrentamientos, su tamaño es pequeño. Cabeza alargada, ojos grandes y alargados, su tamaño es pequeño y color es café claro, cuando estas hormigas caminan algunas se pueden observar con el abdomen doblado debajo de su cuerpo. Entran y salen de las espinas que desarrollan algunas plantas,**Pseudomyrmex**



Figura 30. Fotografía: Martínez, R. (2018). Pasuncha, Cundinamarca.

Géneros del gremio Colectoras de exudados



1. Hormigas de color café oscuro desplazándose organizadamente en columna en pocas cantidades de individuos.....2
 - Hormiga de color negro forrajeando solitariamente en la corteza de árboles o en arbustos con inflorescencias.....5
2. (1) Hormigas dentro de flores, o alrededor de madera en descomposición.....3
3. (2) Se desplazan en pequeñas columnas desorganizadamente y en pequeños parches, se encuentran alrededor o dentro de las flores, y yemas axilares de las plantas, generalmente en plantas de hábito arbustivo.....4
4. (3) Se observa la columna de hormigas caminando por el borde de algunas zonas inundadas y no hay otras hormigas cerca a esta columna. Se pueden observar en bromelias, entre raíces de orquídeas y en capullos de polilla abandonados. Su nido se encuentra en la hojarasca. Se pueden ver forrajeando también sobre cactácea. Se observa que colectan ligmaza de algunos áfidos como *Cerataphis*. de color café oscuro.....**Dolichoderus**



Figura 31. Fotografía: Martínez, R. (2016). Tobia, Cundinamarca.



Figura 32. Fotografía: Rincón, W. (2020). La Vega, Cundinamarca.



5. (1-) En la noche se observa hormiga solitaria de tamaño mediano alimentándose del néctar o alrededor de yemas axilares de los arbustos, en la noche se moviliza cerca a las luces o pequeños destellos de luz.....6
6. (5) Se observa el nido en tallos o ramas de *Cecropia*. Todo el cuerpo es de color negro, metasoma compuesto de bipectiolo y opistogáster.....**Procryptocerus**



Figura 33. Fotografía: Martínez, R. (s.f). Quipile, Cundinamarca.

Géneros del gremio Cultivadoras de hongo

1. Se observa camino de hormigas una detrás de otras caminando muy organizadamente y cargando trozos de hojas redondos de bordes mordisqueados.....2
 - Se observa columna de hormigas desorganizadamente caminando, cargando hojas, pétalos, ramas secas4
2. (1) El camino de hormigas dirige al nido que está generalmente en el suelo cerca a las raíces de grandes árboles o de pequeños arbustos o en la base cerca a algunas rocas, con varios orificios donde entran y salen constantemente durante el día.....3
 - Columnas de hormigas pequeñas de color rojo amarillento alrededor de heces de insectos y heces de vaca.....3
3. (2) Se observa en la cabeza al menos con un par de espinas o dentículos dorsales bien definidos, sobre el tórax cuatro pares de espinas sobresalientes, el cuerpo es áspero y de color café rojizo.....**Acromyrmex**





Figura 34. Fotografía: Martínez, R. (2019). Rivera, Huila.

- (2-) Las hormigas son de movimientos lentos y cuando son molestadas se quedan inmóviles, algunas veces por varios minutos y aparentan estar muertas. Durante este comportamiento, las hormigas acoplan sus apéndices contra el cuerpo y entonces se asemeja a una pequeña partícula de suelo u otro detrito.....6
4. (1-) Largas columnas de hormigas de tamaños mediano a grande, en algunas se puede observar una hormiga más pequeña encima del trozo de hoja que está siendo ‘cargada’ por una hormiga más grande que se dirige con el trozo de hoja hacia el nido.....5
- Hormiga solitaria de color café claro caminando sobre suelos arenosos y de poca cubierta vegetal.....7
5. (4) Se encuentran forrajeando en plantas de café, maíz, y algunos frutales, su nido se encuentra en la base del árbol con varios orificios de entrada y salida, se observa montículos de suelo removidos y sobrepuestos alrededor de la entrada y salida de los túneles. Alrededor del nido se observa bastante material vegetal. Sobre el tórax dos pares de espinas y la cabeza es acorazonada con dos protuberancias en la parte anterior de la cabeza.....**Atta**



Figura 35. Hormigas cargando un pétalo. **Fotografía:** Martínez, R. (2020). Venecia, Cundinamarca.

-Hormigas pequeñas de color café claro caminando en pequeños parches alrededor de materia orgánica como sustrato para sus jardines de hongos, que incluyen excrementos de artrópodos, trozos de madera, insectos muertos, semillas, hojas secas, y otros restos vegetales.....7

6. (3-) Las colonias se localizan en el suelo o madera en descomposición en el suelo, o distribuidas dentro de la hojarasca. También se pueden localizar en ramas muertas de árboles en descomposición, en matorrales de musgos. Alrededor del nido se pueden ver colonias de hongo en forma de queso de hasta 0.5mm de diámetro. Sobre el tórax se observa algunas protuberancias, en su cabeza sobre la cara tiene escobos antenales (protuberancias)**Cyphomyrmex**



Figura 36. **Fotografía:** Wild, A. PhD. (s.f.). Pichincha, Ecuador. Tomado de: alwild -at-myrmecos.net.

-Hormigas solitaria mediana, de color marrón, cargando trozos de frutos caídos en descomposición.....8

7. (4-) Se observa hormiga sobre excrementos de otros insectos, principalmente Lepidóptera, y cargando trozos de este material orgánico. Se observa su actividad de forrajeo en la noche y en el día, también cargan ramas y trozos de madera en descomposición. Cuerpo alargado y cubierto por pelos cortos aplacados, cabeza cuadrada, mandíbula triangular.....**Kalathomyrmex**



Figura 37. Cargando una semilla en descomposición. **Fotografía:** Wild, A. PhD. (s.f.). Córdoba, Argentina. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

-(5-) Se encuentra su nido en la hojarasca y alejada de los grandes árboles, cerca a plantas pequeñas sobre sus raíces. El parche de hormigas que caminan no es agresivo, si se les molesta se dispersan. Cabeza redonda, ojos, al final de tórax una espina pequeña..... **Myrmicocrypta**





Figura 38. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f.). Napo, Ecuador. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

8. (6-) Se encuentran comúnmente en pastos, y se observa una entrada elevada al nido. Siempre se levantan en suelos ricos en arcilla; las entradas son cilíndricas y se levantan casi 3 cm por encima de la superficie. Su cuerpo está cubierto por una densa capa de pelos suaves, que dan la apariencia de terciopelo. Cabeza acorazonada sin tubérculos o espinas.....**Sericomyrmex**



Figura 39. Hormiga cargando un trozo de hoja para el nido. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f.). Amazonas, Perú. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

-Hormigas medianas de color café oscuro, caminando una detrás de otra cargando montículos de suelo.....9

(8-) Nidos observables en la sabanas o pastizales, alrededor el orificio del nido se observa el montículo de suelo como una ola de agua. Alrededor del nido se observa hongo color gris como mota de algodón. Cuerpo con numerosos tubérculos, mandíbula triangulada como finos tubos doblados..... **Trachymyrmex**





Figura 40. Hormiga con un pétalo en descomposición. **Fotografía:** Wild, A. PhD. (s.f.). Arizona, EE. UU. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

Géneros del gremio Depredadoras generalizadas

1. Hormiga de tamaño mediano a grande de color café claro, solitaria sobre la hojarasca arrastrando algún insecto muerto2

-Hormiga solitaria forrajeando debajo de la hojarasca no sale a la superficie en ningún momento.....10
2. (1) solitariamente arrastra el cadáver (carroña) de otro insecto, su nido se encuentra en el suelo con poca vegetación alrededor3



Figura 41. Entrada de un nido de hormigas. **Fotografía:** Wild, A. PhD. (s.f.). California, EE. UU. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.



- Se encuentra en zonas cerca a fuentes de agua, y en suelos húmedos, en el interior de troncos caídos en descomposición.....11
- 3. (2) La entrada del nido siempre está rodeada de un montículo de tierra fina que por lo general es en forma de anillo. Presentan un tubérculo propodeal desarrollado, aunque algunas especies sólo exhiben una protuberancia apenas visible, gáster pequeño y cada tergo del gáster sobre puesto como pétalo de rosa.....**Dorymyrmex**



Figura 42. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f.). California, EE. UU. Tomado de: alwild -at-myrmecos.net.

- Hormigas desplazándose en grupo sin organización, pequeñas de movimiento lento y dispersas por todo lado.....6
- 4. Hormiga de tamaño grande solitaria forrajeando de noche cerca a termitas o sobre hojarasca quieta en posición de caza, movimientos lentos.....5
- Hormigas de color café claro moviéndose rápidamente en diferentes direcciones sobre la corteza de los árboles en la parte baja.....12
- 5. (4) Nido en tronco caído en proceso de descomposición. Mandíbulas subtriangulares, margen masticador sin dientes. Antenas cortas y acodadas, en la cabeza se puede observar rugosidades lineales **Cylindromyrmex**
- Buscan alimento solitariamente en el suelo o en los árboles, o cazar en grupos esto se ve de la misma hormiga en diferentes parches cercanos.....13
- 6. Se observan grande columna se hormigas muy juntas movilizándose bajo a la hojarasca en corta distancia.....7



-(3-) Hábitos crípticos, y se encuentran por debajo de la hojarasca. Cuerpo color café claro, ojos compuestos atrofiados o ausentes, peciolo brevemente pedunculado..... ***Typhlomyrmex**



Figura 43. Fotografía: Wild, A. PhD. (2005). Arizona, EE. UU. Tomado de: alwild -at-myrmecos.net.

7. (6) Las obreras más grandes se desplazan debajo de un techo formado por los cuerpos densamente apretados de obreras menores todas con sus mandíbulas en el aire. A su paso se llevan invertebrados grandes como las lombrices de tierra e incluso pequeños vertebrados dentro de su espectro de presas. Cuerpo marrón, con pelos erectos sobre el gáster, presencia de aguijón**Cheliomyrmex**

- Hormigas color café claro caminando en parejas una adelante y otra atrás.....9

8. Hormigas desplazándose en parches de tres a cuatro hormigas por la vegetación arbustiva, depredadores generalizados de diversos artrópodos y anélidos, también recolectan líquidos azucarados procedentes de las secreciones de membrácidos y otros hemípteros, como de los nectarios extraflorales de algunas plantas, o de los líquidos de frutas.....9

- Suelen hacer nidos en madera podrida sobre el suelo, entre la hojarasca y en el suelo mismo. Son muy veloces y rápidamente huyen al ser descubiertas.....10

9. (8) Hormiga sobre materia en descomposición (insectos y frutas) o quieta sobre la corteza de árboles o sobre arbustos muy quieta en posición de caza cerca a pequeños insectos como gusanos, lombrices, membrácidos. Cuerpo rugoso, en el tórax dos tubérculos y en el peciolo un tubérculo bien pronunciado.....**Ectatomma**



*Este individuo fue visto y fotografiado por Alex Wild en las montañas del sur de Arizona en 2005, pero no ha sido recolectado en ningún otro lugar. La especie permanece sin nombre y es el único miembro del género que se encuentra fotografiado en su hábitat.



Figura 44. Fotografía: Martínez, R. (2016). Tobia, Cundinamarca.



Figura 45. Fotografía: Rincón, W. (2018). La Mesa, Cundinamarca.

-(7-) Se puede ver que la hormiga que va adelante lleva la presa y la que va atrás no carga nada, va cuidando la hormiga de adelante. Cabeza cuadrada, ojos pequeños y cuerpo alargado..... **Hypoconera**

10. (1-) El forrajeo es hecho al nivel del suelo, debajo de la hojarasca y bajo el suelo. Se observan cerca a ciertos diplópodos, coleópteros y otras hormigas pequeñas. Nidifican en madera descompuesta, en la hojarasca y en ocasiones, debajo de piedras y en el suelo. Cuerpo rugoso con el tórax cubierto de finos pelitos inclinados. Al final del tórax una muy pequeña protuberancia..... **Gnamptogenys**



Figura 46. Hormiga luchando con insecto para ser llevado al nido. **Fotografía:** Wild, A. PhD. (s.f). Distrito de Cayo, Belice. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

- (8-) Depredan los isópodos terrestres, milípedos, actividad nocturna de forrajeo, se debe a la actividad de su presa favorita, los isópodos terrestres. Cargan con el crustáceo subyugado por su cuenta. Mandíbulas subtriangulares a sublineares, color café oscuro, de tamaño mediano.....**Leptogenys**

11. (2-) Se encuentra en la zona entre hojas en las capas más profundas de hojarasca, nidifican entre las raíces de epífitas. Cuando son perturbadas, las obreras tienden a rodear a la prole y posicionar el gáster por encima suyo, mostrándose agresivas, permaneciendo inmóviles o si está lejos del nido en ocasiones finge estar muerta. De tamaño pequeño a mediano, color café oscuro espinas propodeales generalmente poco desarrollados, reducidos a dientes; peciolo normalmente con una proyección postero-dorsal discreta.....**Heteroponera**

-Hormigas cerca a nidos de avispas o sobre la vegetación, pero su nido está entre las raíces de grandes árboles sobre el suelo.....14

12. (4-) Hace uso de sus mandíbulas especializadas para la captura de sus presas de insectos pequeños, las cuales pueden someterse eventualmente con la ayuda del aguijón. La cabeza y el gáster son de color café oscuro y el tórax y las patas son de color café claro.....**Anochetus**



Figura 47. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Florida, EE. UU. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

-Hormigas color negra organizadas una detrás de otra subiendo y bajando del bejuco del Yarumo.....15

13. (5-) Son cazadoras de termitas. Cuando está en grupo produce sonido con el gáster arrastrándolo por el suelo o la roca. Las mandíbulas son triangulares y alargadas, la cabeza es redonda, ojos sobresalientes, tamaño mediano de color negro o café oscuro peciolo grueso..... **Neoponera**



Figura 48. Fotografía: Martínez, R. (2016). Tobia, Cundinamarca.



Figura 49. Fotografía: Rincón, W. (2018). San Luis, Cundinamarca.

-Nidifican en madera podrida o en la planta de café sobre la raíz, solitarias.....16

- 14. (11-)** Nidifican bajo rocas grandes, cerca al nido se observa formaciones húmicas de color amarillo o transparente, mandíbulas largas y dobladas hacia dentro al final, Hormigas color negro de tamaño grande, color negro o café claro, peciolo terminado en punta como una espina.....**Odontomachus**



Figura 50. Fotografía: Martínez, R. (s.f). N.R.



Figura 51. Fotografía: Rincón, W. (2018). La Mesa, Cundinamarca.

-Se observa hormigas grandes en grupo desplazándose desorganizadamente por las raíces de grandes árboles y raíces de arbustos.....16

15. (12-) Hormiga de gran tamaño solitaria sobre el dosel del bosque, cazando lepidópteros y sobre la hojarasca casando algunos gusanos de cuerpos blandos, o casan algunos pequeños coleópteros. Cuerpo negro, robusto, mandíbulas largas negras y triangulares, cabeza triangulada..... **Pachycondyla**



Figura 52. Hormiga cargando una semilla en descomposición. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Pichincha, Ecuador. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

-Hormigas medianas de color rojizo solitarias, forrajean debajo de la hojarasca, no son agresivas, mandíbulas cortas y redondas.....**Probolomyrmex**

16. (13-) Cuerpo color rojizo, se observa en grupo cargando pequeños lepidópteros vivos subyugados, son muy agresivas, en ocasiones se puede ver que en grupo cargan hormigas subyugadas.....**Rasopone**

-(14-) Se observa que cazan milípedos del orden Polyxenida. Estos miriápodos están protegidos por pelos duros desprendibles que causan molestia en un potencial enemigo. Las hormigas usan sus mandíbulas especializadas para capturar y posteriormente “depilar” a estas presas para ofrecerlas “desnudas”, y por lo tanto inofensivas, a sus larvas en el nido. Mandíbulas con dientes bien pronunciados, cabeza en forma de medialuna y ojos pronunciados, las antenas son de color claro y el cuerpo de color oscuro.....**Thaumatomyrmex**



Figura 53. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Venezuela. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

Géneros del gremio Nómadas

1. Hormigas muy juntas como unida; los vivaques son formados en lugares expuestos que incluso pueden estar a 30 m por encima del suelo.....2
 - Hábitos subterráneos, comportamiento de seguimiento de rutas químicas y actividad nocturna.....5
2. (1) Las batidas de la fase estacionaria pueden ser efectuadas en cualquier momento del día, pero al parecer existe una tendencia hacia la actividad nocturna.....3

- Fundamentalmente depredadoras especializadas de otras hormigas, en especial las del género *Pheidole*. Capturan tanto adultos como larvas.....4

3. (2) Las colonias se desplazan hacia un nuevo vivaque temporal cada noche y efectúan batidas desde el amanecer hasta el anochecer. Desarrolla asociaciones facultativas u obligadas con un nutrido conjunto de animales que acompañan sus batidas como algunas aves. Mandíbulas triangulares con numerosos denticúlos en el margen masticador, soldados casi siempre con mandíbulas al menos tan largas como la anchura de la cabeza y en forma de anzuelo, generalmente sin dientes.....**Eciton**



Figura 54. Fotografía: Martínez, R. (2017). Quipile, Cundinamarca.

4. Organiza batidas masivas en enjambre, formando un tapete de hormigas que cubre el suelo del bosque.....5

-(2-) Duración de la fase migratoria y de la fase estacionaria es de alrededor de 18 días. Patas largas de color claro, cabeza redonda y mandíbulas cortas, de comportamiento muy agresivo..... **Neivamyrmex**



Figura 55. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). California, EE. UU. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

5. (4) Tienen un efecto de mayor impacto sobre las poblaciones de invertebrados de hojarasca. Es más frecuente en agroecosistemas tropicales, imponiéndose sobre especies de insectos, incluso arañas.....6

- (1-) Transportan sus larvas bajo el cuerpo, de manera similar a como lo hacen las hormigas legionarias. Mandíbulas subtriangulares, sin dientes y romos en los bordes basal y masticador.....**Leptanilloides**
6. (5) Sus batidas subterráneas tienden a concentrarse en otras hormigas y se observan ataques sobre colonias de *Dorymyrmex*, *Pheidole* y *Solenopsis*. Zona de actividad es en zonas poco húmedas. Son de color rojizo, antenas cortas, cabeza más grande que el gáster.....**Labidus**



Figura 56. Fotografía: Martínez, R. (2017). Quipile, Cundinamarca.

Géneros del gremio Omnívoras

1. La oposición de dientes laterales clipeales con los del borde basal de las mandíbulas implica algún tipo de acción mecánica de agarrar alguna presa de cuerpo blando.....2
 - Los nidos se pueden encontrar en troncos caídos y en pudrición o en hojarasca, entre los 100 y 1200 metros de altitud, y preferentemente en bosque.....5
2. (1) Hormiga solitaria caminando sobre el suelo en sabanas y lugares secos. Cuerpo color marrón oscuro y patas y antenas color café claro, cabeza redonda y pequeña espina al final del tórax.....**Adelomyrmex**
 - Se observa un grupo grande de hormigas caminando en diferentes direcciones sobre una planta de hábito arbustivo, o debajo de rocas y son muy agresivas.....5
3. Su nido está en troncos caídos, pero que aún no se han descompuesto, cerca a los nidos de *Atta*.....4
 - Hormigas robustas de color negro caminando sobre la hojarasca o el dosel.....6

4. (3) Cerca al nido se encuentran gran cantidad de membrásidos, se observa ligmaza color naranja alrededor de la entrada del nido. Hormigas pequeñas cuerpo rojizo y en la cabeza ojos negros. Su medida es aproximadamente de 3 y 3,5 milímetros.....**Megalomyrmex**



Figura 57. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Iconozo, Tolima, Colombia. Tomado de: alwild -at-myrmecos.net.

-Viven primariamente en las capas superiores del suelo y de la cubierta de suelo, incluyendo piezas grandes y pequeñas de madera en descomposición.....7

5. (1-) Cerca al nido se oye un sonido (cantidad de hojas secas trituradas) su cuerpo es café oscuro y está cubierto por pelos de color claro.....**Rogeria**



Figura 58. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Pichincha, Ecuador. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

-(2-) Pueden verse en grietas de edificios o casa, en lugares húmedos, su cabeza parda bronceada y cuerpo con abdomen más oscuro. son negruzcas a rojizas, y su tamaño varía de 2 a 6 mm. Con aguijón, cuando se les molesta producen un sonido como chasquido y levantan el gáster.....**Solenopsis**



Figura 59. Fotografía: Martínez, R. (2016). Juan Chaco y Ladrillero, Choco.

6. (3-) Se puede observar cerca al nido insectos vivos relativamente pequeños, restos de carroña de insectos, excremento de aves, secreciones azucaradas producidas por otros insectos, polen. Su nido está en grietas de árboles grandes o en troncos huecos. No hay restos de suelo alrededor de la grieta de la corteza del árbol. Lóbulos frontales ampliamente expandidos a manera de placa sobre su cabeza, que se extienden lateral y anteriormente que cubren gran parte de las mejillas, lo que hace que su cabeza se vea

grande tanto como su gáster. Presenta al final de la patas uñas tarsales.....**Cephalotes**



Figura 60. Fotografía: Martínez, R. (2019). Rivera, Huila.

-(3-) Hormigas caminando en grupos de tres o de a parejas cargando entre todas algún insecto, o trozo de madera. Mandíbulas largas; no triangulares; arqueadas hacia afuera..... **Rhopalothrix**

7. (4-) Nidos en conchas de caracoles, y en masas de turba apilada sobre helechos epífitos. Se mueven lentamente y capturan una variedad de presas pequeñas de cuerpo blando, como arañas, sínfilos, colémbolos (Entomobridae), dipluros Campodeidae y ninfas de Hemíptera. Se encuentran a menudo cubiertas con una capa de suelo firmemente adherida, la cual se piensa que funciona como camuflaje, para mejorar la crípsis. Cabeza ancha en la parte posterior, con los lóbulos occipitales proyectados lateralmente. Antenas de 8 segmentos, el último largo y grueso.....**Octostruma**



Figura 61. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Pichincha, Ecuador. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

- Los nidos se pueden encontrar en áreas de cultivo y rastrojos, en zonas muy húmedas del bosque.....8

8. Hormigas cazadoras que atrapan colémbolos (entomóbridos e isotómidos), ácaros, termitas y algunas larvas.....9

-(7-) Forrajean principalmente en las partes altas del dosel, pero la gran mayoría de sus nidos se encuentran en el suelo, en la base de árboles. Las colonias pueden instalarse también en cavidades de árboles o entre horcaduras gruesas hasta por lo menos, 14 m de altura.....9



Figura 62. establecido a la base de una palma con raíces fúlcreas en el Parque Nacional Yasuní,

Ecuador. Túneles de tierra y materiales vegetales se apoyan contra el tronco realzando las dos entradas visibles (flechas). Varias obreras están sobre el tronco. **Foto:** Thibaut Delsinne (s.f). Tomado de Fernández, F. et al. (2019).

9. (8) Se encuentra solitaria sobre la hojarasca o sobre flores, es territorial cuando está sobre las flores. Mandíbula en forma de gancho con tres dientes hacia adentro, y la cabeza tiene una hendidura en la parte anterior y hace que se observe como dos lóbulos bien pronunciados a cada extremo **Strumigenys**



Figura 63. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Florida, EE. UU. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

- (8-) La entrada a los nidos subterráneos es conspicua, con 1-2 cm de ancho y 5-10 cm de largo. El eje principal está orientado paralelamente a la base del tronco de un árbol vivo, el cual forma a menudo uno de los lados de la abertura. Algunas aberturas pueden también encontrarse a varios centímetros por arriba del suelo, en la cima de torres apoyadas contra el tronco y formadas por la acumulación de tierra o de material vegetal. Alrededor del nido puede haber tierra excavada y este puede tener una o varias aberturas. Es de gran tamaño (30-33 mm aproximadamente) y sus surcos antenales en forma de V.....**Paraponera**



Figura 64. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Amazonas, Ecuador. Tomado de:alwild -at- myrmecos.net.

Géneros del gremio Oportunistas

1. Pueden alimentarse de restos de alimentos como las especies “invasoras”, de cadáveres de otros artrópodos, aprovechar nectarios florales o la ligamaza de áfidos y cóccidos.....2
 - Anidan en tallos y ramas vacías, en troncos podridos y en el suelo, usualmente debajo de piedras.....3
2. (1) Pueden anidar tanto en el suelo arenoso de las playas, suelo desprovisto de vegetación, debajo de rocas, en ramas de la hojarasca, en troncos caídos en descomposición, o en vegetación viva donde construyen nidos en el envés de las hojas. Son pequeñas de aproximadamente 1,5 mm primer segmento del gáster proyectado hacia adelante, de tal forma que cubre el peciolo en vista dorsal.....**Tapinoma**



Figura 65. Hormigas cargando crías a un lugar seguro, luego de ser intervenido el nido. **Fotografía:** Wild, A. PhD. (s.f). California, EE. UU. Tomado de: alexwild -at- myrmecos.net.

-Se pueden ver alrededor de trozos de alimentos en el suelo por ejemplo migajas de pan.
No son agresivas.....5

3. (1-) Usan animales muertos, secreciones de plantas, de áfidos y de otros hemípteros como fuente de alimento.....4

-Presentan asociación con plantas y nectarios extraflorales; además, se han encontrado asociaciones con otros insectos como cóccidos, cucarachas, y escarabajos de la familia Staphylinida..... **Brachymyrmex**



Figura 66. **Fotografía:** Martínez, R. (2019). Dorada, Caldas.

4. (3) Son activas y rápidas. Se observa la presencia de acidoporo, antenas de 12 segmentos e inserción de la antena distante del borde posterior del clípeo. Su tamaño es muy grande (aproximadamente 0.64 – 2.5 cm)**Camponotus**



Figura 67. Fotografía: Martínez, R. (2019). Rivera, Hula.

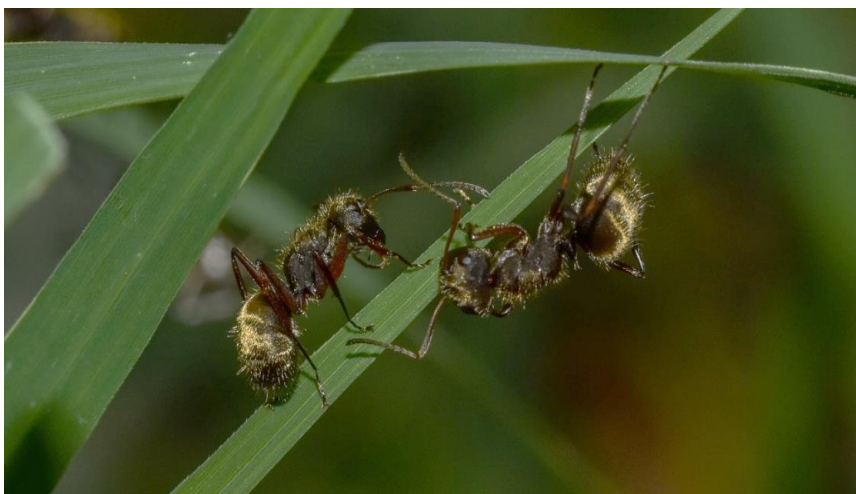


Figura 68. Fotografía: Rincón, W. (2018).

-Anidan en ramas en descomposición o pequeñas piezas de madera descompuesta en hojarasca forestal.....6

5. (2-) Nidos en el suelo, bien sea en la hojarasca o debajo de piedras o ramas caídas. Mandíbulas pequeñas, cabeza redonda y ojos posicionados en la parte adelante. Color claro, su cuerpo está cubierto de pelos que son gruesos y de estructura barbulada su medida es aproximadamente 1,5 mm..... **Nylanderia**



Figura 69. Hormigas estableciendo nido en una semilla en descomposición. **Fotografía:** Wild, A. PhD. (s.f). Dixon Springs, Illinois, EE. UU. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

-La hormiga en el área facial, a menudo los especímenes se encuentran cubiertos con una capa delgada de arcilla. Se sugiere que este hábito corresponde a un tipo de camuflaje, que les permitiría aumentar su crípsis.....8

6. (4-) Las colonias son usualmente pequeñas, a menudo con solo 10-20 o menos obreras adultas. Las obreras capturan y se alimentan de Collembola. con las mandíbulas abiertas, la obrera se aproxima lentamente hacia la presa; el músculo de cierre mandibular se divide en dos partes (como sucedería en una retroexcavadora)7

-Se observan abundantes hormigas en la hojarasca y el suelo. Son recolectoras generalistas; se alimentan de artrópodos, semillas y productos para consumo humano.....8

7. (6) Cuando la presa toca unos pelos especializados que actúan como gatillo disparador, un músculo pequeño de cierre rápido desbloquea las mandíbulas y las libera velozmente en un zarpazo, cerrando las mandíbulas en menos de 2.5 milisegundos y capturando la presa. Esta acción puede ser acompañada por el agujijoneo de la presa, al menos una vez, hasta que es inmovilizada.....

Acanthognathus



Figura 70. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Venezuela. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

- Se encuentra en hábitats que van de húmedos a secos. El nido es pequeño y se puede encontrar en hojas enrolladas o ramas secas en la hojarasca, bajo rocas, en madera descompuesta, en huecos en los tallos suspendidos arriba del suelo, y bajo epífitas. Son muy pequeñas 1.5 mm, color café claro y con pelos erectos por todo el cuerpo..... **Wasmannia**



Figura 71. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Tambopata, Perú. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

8. (5-) Son depredadoras en hojarasca tropical, con el hábito de practicar técnicas de sigilo y espera. Se observa abundancia y distribución de pilosidad en área facial, dorso del mesosoma, y tergo mayor del gáster. Pilosidad grandes y pequeñas por todo el cuerpo..... **Eurhopalothrix**



Figura 72. Fotografía: Wild, A. PhD. (s.f). Tambopata, Perú. Tomado de: alwild -at- myrmecos.net.

-(6-) Se alimentan de artrópodos muertos o vivos, semillas y productos para consumo humano; las obreras menores realizan la mayor parte de las tareas y la búsqueda de alimento dentro de la jerarquía, mientras que las obreras mayores de cabeza grande se especializan en la defensa de la colonia o procesamiento de alimentos. Se puede observar que son depredadoras de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) El cuerpo mide aproximadamente 2.5 a 6 mm..... **Pheidole**



Figura 73. Fotografía: Martínez, R. (2020). Bogotá, D.C.

Bibliografía

Ambrecht, I. Arenas-Clavijo. (2017). Gremios y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en tres usos del suelo de un paisaje cafetero del Cauca-Colombia. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle.

Achury, L; Sanabria, S. (2011). Hormigas legionarias (Formicidae: Ecitoninae) en sistemas productivos de Caquetá (Colombia). *Acta Biologica Colombiana* 16(1):219-224

Bueno, O; Morini, A. (2017). Formigas em ambientes urbanos no Brasil / Odair Correa Bueno, Ana Eugênia de Carvalho Campos e Maria Santana de Castro Morini (Editores). — Bauru, SP: Canal 6.

Cerpa, Patrich & Segura, Bernardo & Medrano, Fernando. (2015). Introducción a la ecología de las hormigas de la Región Metropolitana. *La chiricoca*. 19. 4-20.

Chacón de Ulloa, P., G. I. Jaramillo y M. M. Lozano (2006), “Hormigas urbanas en el departamento del valle del Cauca, Colombia”, *Revista Académica Colombiana de Ciencias*, 116(3), 435-441.

Donoso, D.A., J.M. Vieira y A.L. Wild. (2006). Tres nuevas especies de Leptanilloides Mann del Ecuador Andino (Formicidae: Leptanilloidinae). *Zootaxa* 1201:47-62.

Echavarría, A; Vergara, E; Sánchez, L; Cardona, F. (s.f.). Hormigas (Hymenoptera Formicidae) Asociadas al Arboretum de la Universidad Nacional De Colombia, Sede Medellín.

Fagua, G. (1999). Capítulo XI. Variación de las mariposas y hormigas de un gradiente altitudinal de la Cordillera Oriental (Colombia). págs.: 317 – 362. en: G. Amat , M. G. Andrade-C. & F. Fernández (eds). Insectos de Colombia. Vol. 2. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Alvarez Lleraz No 13-Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. 433 pp. ISBN 958-9205-36-4.

F. Fernández, R.J. Guerrero & T. Delsinne, editores. (2019). Hormigas de Colombia. Primera edición. -- Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales.

Feitosa y Prada-Achiardi. (2019) Cap. 23. Subfamilia Myrmicinae. Hormigas de Colombia. Grupo de Investigación Insectos Neotropicales. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Magdalena.

Fernández, F. (1993). Hormigas de Colombia III: Los géneros *Acanthoponera* Mayr, *Heteroponera* Mayr y *Paraponera* Fr. Smith (Formicidae: Ponerinae: Ectatommini). *Caldasia*, Vol. 17, No. 2(81) (diciembre 1993), pp. 249-257.

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

Fernández, F., Castro-Huertas, V. & Serna, F. (2015). Hormigas cortadoras de hojas de Colombia: *Acromyrmex* & *Atta* (Hymenoptera: Formicidae). *Fauna de Colombia*, Monografía No.5, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, 350p.

Folgarait, P. (1998). La biodiversidad de hormigas y su relación con el funcionamiento de los ecosistemas: una revisión. *Biodiversity and Conservation* 7, 1221-1244.

Guerrero, J. (2019). Cap. 24. Subfamilia Dolichoderinae. Hormigas de Colombia. Grupo de Investigación Insectos Neotropicales. Programa de Biología, Facultad de Ciencias Básicas. Universidad del Magdalena.

Guerrero, J; Fernández, F; Escarraga, M; Mackay, W. (2018). Nuevos registros de hormigas Myrmicinae (Hymenoptera: Formicidae) para Colombia. 238 *Revista Colombiana de Entomología* 44 (2): 238-259

Herrera, W. Charlotte, E. Fernández, F (s.f). Estudio de especies invasoras y diversidad de invertebrados terrestres en las Islas Galápagos. (Estudio de especies invasoras y diversidad de invertebrados terrestres en las Islas Galápagos). Universidad Nacional de Colombia.

Herrera, W. Charlotte, E. Ascunse, M. Campaña, Y. Vender, K. (2019). Hormigas de fuego tropicales invasoras, *Solenopsis*, en las Islas Galápagos. Reunión anual de la ESA.

Jiménez, E.; Fernández, F.; Arias, T.M.; LozanoZambrano, F. H. (eds.) (2008). Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D. C., Colombia. xiv + 609 p.

Kemp, F. Walter, W. (1975). A revision of the Neotropical Ponerine Ant Genus *Thaumatomyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). Departamento de Biología Animal, Universidad de Brasilia. *Studia Ent*, vol 18. Fasc. 1-4.

Mera Velasco, Y. A., Gallego Roper, M. C., & Armbricht, 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.

Moreau, C.S. (2006). Desentrañar la historia evolutiva del género de hormigas hiperdiverso *Pheidole* (Hymenoptera: Formicidae). *Filogenética molecular y evolución* 48: 224-239.

Martínez, Gamba, R. (2012). Hormigas asociadas a los árboles de sombrío en cafetales de Quipile (Cundinamarca, Colombia).

Martínez, Gamba, R. (2018). Relaciones Socio-Ecológicas Entre Hormigas Y Agricultores Como Estrategia Sustentable En Cafetales De Sombrío (Quipile, Cundinamarca).

Morton, W. (1921). Observations on army ants in british guiana. Rescatado de: 186.154.37.222 on Mon, 09 Nov 2020 00:48:08 UTC All use subject to http

Rojas-Jiménez. J., Tinaut. A. & Pascual. R. (1994). Estudio de la Mirmecofauna de los bosques de *Quercus Linneo 1753* de la provincia de granada (Hymenoptera; Formicidae). <https://n9.cl/um0gd>

Sarmiento, E. (2000). Comparación de tres clases de transectos para la captura de hormigas en dos formaciones vegetales. *Caldasia* 22 (2): 317-326.

Serna, F.J. y E.V. Vergara-Navarro. (2008). Hormigas cazadoras de Porce (Antioquia, Colombia). Pp. 553-569 en: F. Fernández, E. Jiménez, T. Arias y F. Lozano Zambrano (eds.) Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. Colombia. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/download/andes/IAVH-00958.pdf>.

Silvestre, R., Brandão, C. R. F., & Rosa da Silva, R. (2003). Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*, 7, 113-148.

Sosa-Calvo, J. y J.T. Longino. (2008). Subfamilia Proceratiinae. Pp. 219-237 en: E. Jiménez, F. Fernández, T.M. Arias y F.H. Lozano-Zambrano (eds.) Sistemática, biogeografía

y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, xiv + 609 pp.