

CONTRIBUCIÓN DE LOS PARQUES URBANOS A LA CONSERVACIÓN DE LA
DIVERSIDAD DE GRUPOS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL COMO LAS
HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EN AGUACHICA-CESAR

JENNYS GONZÁLEZ GALVIS
JHON JAIRO OSORIO SÁNCHEZ

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-SECCIONAL AGUACHICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
AGUACHICA CESAR
2025

CONTRIBUCIÓN DE LOS PARQUES URBANOS A LA CONSERVACIÓN DE LA
DIVERSIDAD DE GRUPOS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL COMO LAS
HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EN AGUACHICA-CESAR

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL Y
SANITARIA

JENNYS GONZÁLEZ GALVIS
JHON JAIRO OSORIO SÁNCHEZ

DIRECTOR
PhD(c). JORGE LUIS RANGEL ACOSTA

CODIRECTORA
MSc. GAVY GARY MERCADO MERCADO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO HUMANO SOSTENIBLE

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR–SECCIONAL AGUACHICA
FACULTAD INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS
INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
AGUACHICA CESAR
2025

NOTA DE APROBACIÓN

El trabajo de grado de los estudiantes Jennys González Galvis y Jhon Jairo Osorio Sánchez, titulado “Contribución de los parques urbanos a la conservación de la diversidad de grupos de importancia ambiental como las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en Aguachica-Cesar”, ha sido aprobado por los jurados, quien no se hace responsable de su contenido, pero lo ha encontrado correcto en su calidad y en su forma de presentación por lo que en fe de lo cual firman.

ROSSEMBER SALDAÑA ESCORCIA
EVALUADOR 1

JOSE LUIS RAMOS ANGARITA
EVALUADOR 2

PhD(c). JORGE LUIS RANGEL ACOSTA
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

MSc. GAVY GARY MERCADO MERCADO
CODIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A mi hijo, Sergio Andrés Sánchez González porque has sido mis ganas de seguir adelante cada día, incluso cuando sentí que no podía más. Gracias por ser ese hijo maravilloso, aun cuando muchas veces estuviste solo en mi compañía. A mi madre y hermanos por ser ese apoyo incondicional siempre. A mí misma, como recordatorio de que lo que se propone, se logra (Josué 1:9).

~Jennys González Galvis

DEDICATORIA

A mi familia, por ser mi roca y mi apoyo incondicional en cada paso de mi vida. A mis padres, por su amor, sacrificio y dedicación para brindarme la oportunidad de estudiar y crecer. A mis hermanos y hermanas, por su motivación y compañía en este camino.

~Jhon Jairo Osorio Sánchez

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro señor. Has sido tú quien ha hecho que todo esto sea posible

A nuestro director Jorge Luis Rangel Acosta, por su experiencia, sabiduría y orientación en este proceso, más que agradecidos siempre.

A nuestra Codirectora Gavy Gary Mercado Mercado, por su apoyo incondicional que ha sido fundamental para el desarrollo y culminación de esta investigación.

A la Universidad Popular del Cesar y cada uno de los docentes por sembrar aprendizajes y conocimientos a lo largo de nuestra formación profesional

A la Universidad del Atlántico por disponer a nuestro servicio las instalaciones del laboratorio de entomología.

A nuestros amigos, María José Rodríguez Montagut, Camila Andrea Salcedo y Cristian Elian Castañeda, quienes en algún momento fueron de ayuda en este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABLAS	X
LISTA DE ANEXOS	XI
GLOSARIO.....	XII
RESUMEN.....	XIV
1 INTRODUCCIÓN.....	15
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	18
2.2 HIPÓTESIS.....	18
3 JUSTIFICACIÓN	19
4 OBJETIVOS	20
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
5 MARCO TEORICO	21
5.1 HORMIGAS: GENERALIDADES.....	21
5.2 PAPEL DE LAS HORMIGAS DENTRO DE UN ECOSISTEMA.....	21
5.3 HORMIGAS COMO BIOINDICADORES.....	22
5.4 LA URBANIZACIÓN.....	23
5.5 LA HORMIGAS Y LA URBANIZACIÓN.....	24
5.6 ÁREAS VERDES URBANAS.....	24
6 MARCO LEGAL.....	26
7 ESTADO DEL ARTE	28
8 METODOLOGÍA.....	31
8.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	31
8.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO.....	32
8.2.1 Descripción de los sitios de muestreos.....	33
8.3 MÉTODOS DE CAPTURA.....	34
8.3.1 Trampas Cornell (TC).....	35

8.3.2	Trampas Winkler (W).....	35
8.3.3	Captura Manual.....	35
8.4	IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS HORMIGAS.....	36
8.5	MÉTRICAS Y CARACTERÍSTICAS DEL HÁBITAT.....	37
8.6	BIOÉTICA Y REGLAMENTACIÓN.....	37
8.7	ANÁLISIS DE DATOS.....	37
9	RESULTADOS Y ANÁLISIS	39
9.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE HORMIGAS.	39
9.2	VARIACIÓN DE LA RIQUEZA, ABUNDANCIA Y COBERTURA DEL MUESTREO DE LA COMUNIDAD DE HORMIGAS.....	39
9.3	EFEECTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES Y COMPOSICIONALES DE HORMIGAS.	46
9.4	MEDIDAS DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD EN LOS PARQUES URBANOS.	46
10	DISCUSIONES	49
11	CONCLUSIONES.....	57
12	BIBLIOGRAFÍA	58
13	ANEXOS	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa ubicación geográfica Aguachica Cesar y puntos de muestreo.....	31
Figura 2. Parques Urbanos seleccionados para el monitoreo de hormigas en la ciudad de Aguachica, Cesar.. ..	32
Figura 3. Métodos de muestreo empleados en la recolección de hormigas en parques urbanos y fragmento de bosque en Aguachica, Cesar.....	36
Figura 4. Variación de la abundancia y riqueza de las hormigas en los diferentes parque y fragmentos de bosque analizados.. ..	40
Figura 5. Cobertura del muestreo para cada parque y fragmento de bosque analizado.. ..	41
Figura 6. Análisis de la diversidad riqueza de especie ⁰ D (A), especies comunes ¹ D (B) y especies muy abundantes ² D (C), realizados para los diferentes parques y fragmento de bosque.....	43
Figura 7. Curvas de rango de abundancia de cada hábitat sin tener en cuenta los sitios de muestreo.	44
Figura 8. Análisis multidimensional no métrico (nMDS) realizado para los parques y el fragmento de bosque muestreado para la comunidad de hormigas.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los ambientes monitoreados para el estudio de hormigas asociadas a fragmentos de bosque seco y ambientes urbanos en Aguachica, Cesar.	33
Tabla 2. Variables ambientales medidas en los sitios de muestreo.	36
Tabla 3. Número de muestras y características del fragmento de bosque El Agüil y parques urbanos Aguachica, cesar	37
Tabla 4 Variación de la riqueza, abundancia y cobertura del muestreo de la comunidad de hormigas del Bosque del Agüil y Parques Urbanos Aguachica- Cesar.....	41
Tabla 5. Análisis de similitud ANOSIM de la composición y estructura de hormigas para el fragmento de bosque El Agüil y parques urbanos.....	46
Tabla 6. Análisis de correlación de las variables ambientales y características del fragmento de bosque El Agüil y parques urbanos. Valores en negrita indica correlación significativa	46

LISTA DE ANEXOS

Anexos 1. Permiso Marco De Recolección De Especímenes De Especies Silvestres De La Diversidad Biológica con fines de investigación científica no comercial.....	72
Anexos 2. Especies exclusivas	73
Anexos 3. Valores medios de variables ambientales por muestreo para cada parque y fragmento de bosque. Abreviaturas: parque las Acacias (AC), parque Romero Díaz (RD), parque La Esperanza (ES), parque Barahoja (BA), parque Potosí (PO), parque Ciudadela (CI), bosque El Agüil (BOS).....	74
Anexos 4. Hormigas colectadas en los ambientes muestreados.....	75
Anexos 5. Medición de las variables ambientales descritas (Tabla 2).....	76

GLOSARIO

Abundancia: Se refiere al número relativo de individuos de cada especie en una comunidad o ecosistema determinado. Indica cuánto dominan o contribuyen las diferentes especies a la composición y estructura del ecosistema (Villa et al., 2018).

Bioindicador: Se puede describir como un grupo de especies que tienen necesidades específicas en cuanto a ciertas variables físicas o químicas. Estos cambios en las variables pueden indicar a las especies involucradas que el ecosistema está llegando a los límites de las condiciones óptimas para su funcionamiento (Morales, 2011).

Comunidad: Se refiere a un conjunto de poblaciones de diferentes especies que coexisten e interactúan en un mismo hábitat o área geográfica. Estas interacciones pueden incluir competencia por recursos, depredación, simbiosis y mutualismo, entre otros (Arriols, 2018).

Distribución: Abarca el patrón geográfico que define la presencia y abundancia de una especie en un área específica. Este patrón está intrínsecamente vinculado a una variedad de factores, como las condiciones climáticas, las características del suelo y la disponibilidad de recursos esenciales. (Maciel et al., 2015).

Diversidad: Se refiere al número de especies que ocupan áreas específicas, estas especies se distribuyen en diversas poblaciones biológicas y su variabilidad genética está influenciada por los ecosistemas en los que viven y el paisaje o la región en la que se encuentran (Magurran, 2021).

Parques urbanos: Se definen comúnmente como espacios delimitados y accesibles al público, diseñados principalmente para el disfrute y recreación de las personas en entornos urbanos (Vargas & Roldán, 2017).

Población: Se caracteriza por estar compuesta por individuos de la misma especie, lo que implica que comparten características biológicas que promueven una fuerte cohesión tanto

en términos de reproducción como de interacciones ecológicas dentro del grupo (Anderson, 2008).

Riqueza: Se define como la diversidad de especies de plantas, animales y otros organismos presentes en un ecosistema o área geográfica determinada, abarcando tanto la cantidad de especies como la variabilidad genética dentro de esas especies (Cortez, 2006).

RESUMEN

El crecimiento urbano y desarrollo de las comunidades es una de las causas principales de pérdida de biodiversidad en todo el mundo, la planeación de zonas verdes dentro de la matriz urbana puede tener un papel fundamental en la conservación de dicha biodiversidad silvestre. Entre los organismos estudiados comúnmente en los entornos urbanos, se encuentran las hormigas, por lo cual este proyecto evalúa la contribución de los parques urbanos a la conservación de la diversidad de hormigas (Hymenoptera Formicidae) en Aguachica, Cesar y como sus características pueden influir en la riqueza y abundancia de estos insectos. Se estudiaron un fragmento del bosque El Agüil y seis parques urbanos, donde se realizaron cuatro muestreos para cada uno de los sitios, utilizando diferentes técnicas de captura (Cornell, captura manual y trampas Winkler). En total se registraron 80 especies distribuidas en 7 subfamilias, de las cuales las mejor representadas fueron Myrmicinae, Pseudomyrmecinae y Formicinae. Las especies más frecuentes *Ectatomma ruidum*, *Pheidole sp3*, *Solenopsis geminata* y *Tapinoma melanocephalum*. Se encontró una mayor riqueza y diversidad de especies especializadas en el bosque y parques con mayor área y cobertura vegetal que en los parques con mayor cobertura gris y menor riqueza de plantas, donde las especies generalistas fueron más dominantes, lo que indica que se encuentran en ambientes perturbados y sometidos a estrés ambiental. Finalmente, los parques estudiados poseen un alto potencial en pro de la conservación de la diversidad de hormigas, sin embargo, para aprovechar al máximo este potencial, es necesario la construcción de parques más heterogéneos, ya que son espacios con un mayor grado de conservación debido a que ofrecen una amplia variedad de microhábitats que promueven la riqueza y diversidad de especies.

Palabras clave: Bosque urbano, conservación de la biodiversidad, ecología urbana, hormigas urbanas, parques urbanos.

1 INTRODUCCIÓN

El incremento de la población y la expansión de los asentamientos humanos en áreas urbanas, han presentado un creciente aumento las últimas décadas, la cual, alrededor del 56% de la población total, vive actualmente en las áreas urbanas provocando una reducción en los hábitats naturales (World Bank Open Data, 2023). Este acontecimiento ha causado preocupaciones ambientales debido a las consecuencias negativas sobre algunos servicios ecosistémicos como lo son el clima, los recursos naturales, la captura de dióxido de carbono y la conservación de la biodiversidad (Grimm et al., 2008; Shochat et al., 2006). A pesar de que las ciudades solo representan el 3% del uso mundial de tierra (Naciones unidas, 2023) las alteraciones que estas causan se extienden mucho más allá de sus perímetros, afectando el medio ambiente y los ecosistemas locales (Grimm et al., 2008). La urbanización involucra convertir áreas naturales o parcialmente transformadas en entornos dominados por el ser humano, lo cual produce la fragmentación de hábitats, el aumento de la densidad poblacional y la alteración de los ecosistemas naturales (Pickett & Cadenasso, 2006).

En el desarrollo de la urbanización se crean diferentes tipos de entornos con diversos grados de complejidad (Faeth et al., 2012; Shochat et al., 2006), lo que implica una afección a las comunidades biológicas en cuanto a su composición, riqueza, abundancia y dinámica en la red trófica (Faeth et al., 2012; Shochat et al., 2006). Si bien se considera que la urbanización es una de las causas más relevantes en la pérdida de biodiversidad (Faeth et al., 2012; McKinney, 2002), algunos estudios realizados proponen que ciertos componentes urbanos, como parques, jardines y otras zonas verdes, logran ejercer un papel fundamental en preservar las especies autóctonas (Melo et al., 2014; Pacheco & Vasconcelos, 2007). Estas zonas verdes incrementan la heterogeneidad del paisaje urbano y brindan refugio a diversas especies, ayudando a la conservación de la biodiversidad local (Pacheco & Vasconcelos, 2007; Sattler et al., 2010). Por consiguiente, entender cómo influyen los parques urbanos de las ciudades sobre la conservación de la biodiversidad, es un factor clave para la gestión y planificación urbana efectiva (Byrne, 2007; Parris et al., 2018; Wu, 2014).

Por tanto, debido a la actual crisis ambiental y pérdida de la biodiversidad, especialmente a la asociada a la expansión urbana y sus impactos, esta investigación se enfoca concretamente en la ecología urbana y los procesos biológicos que tienen cabida dentro de las áreas verdes

urbanas del municipio de Aguachica, en el departamento del Cesar. Por medio de este planteamiento se busca entender como los parques urbanos afectan la biodiversidad local, particularmente en el caso de las hormigas que son organismos de importancia ambiental dada la relevancia de sus funciones ecosistémicas como lo son la descomposición de la materia orgánica, la dispersión de semillas y la polinización. La investigación a nivel local en cuanto a estos entornos es nula ya que no se han realizado estudios que enriquezcan esta área del conocimiento.

Esta investigación, desde el enfoque de la ecología urbana busca evaluar la contribución de los parques urbanos a la conservación de la diversidad de hormigas (Hymenoptera Formicidae) en Aguachica-Cesar. La exploración a nivel local permite comparar patrones característicos con otros estudios realizados en otras regiones de Colombia y otras partes del mundo, lo que refuerza los estudios realizados sobre ecología urbana. Asimismo, esta investigación puede ser usada para la toma de decisiones en la administración local, brindando información importante para la creación de políticas públicas que incorporen el componente ecológico, social y económico en la planificación urbana. La incorporación del enfoque ecológico en la planeación urbana garantiza que las urbes se desarrollen de manera sostenible, considerando y fomentando la biodiversidad de hormigas en áreas urbanas de Aguachica, Cesar, las cuales son cada vez más transformadas.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La expansión de las áreas urbanas es la causa principal que induce a cambios en la estructura y composición de las comunidades biológicas, lo que provoca la pérdida de la biodiversidad del paisaje, principalmente por el reemplazo de especies nativas por especies más comunes y generalistas, muchas de las cuales no son nativas, y por lo tanto se produce una homogeneización biótica (Concepción, 2022). Además, esta situación conlleva a otros impactos negativos como la destrucción de hábitats naturales lo que reduce el espacio disponible para las especies; la fragmentación de ecosistemas, que incrementa la proporción de bordes y hace que los hábitats sean más susceptibles a cambios microclimáticos; y la reducción de los corredores ecológicos lo cual dificulta el libre desplazamiento de las especies entre áreas naturales, lo que conduce a su aislamiento y en muchos casos al declive o extinción local. A esto se suma la pérdida de servicios ecosistémicos esenciales como la polinización, reducción de plagas y la regulación del clima (McDonald et al., 2019).

En Aguachica, Cesar durante los últimos años se ha experimentado un crecimiento significativo en su población. Según las proyecciones del DANE para el 2024 el municipio cuenta con un total de 128.425 habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2023). Este incremento ha impulsado la expansión del área urbana, ligado a la incorporación de colonos lo que ha contribuido a la reducción progresiva de este ecosistema natural. A esta presión se suman otras actividades no menos importantes como el establecimiento de cultivos, ganadería y tala para aprovechamiento doméstico, Dinámicas que han sido evidenciadas en estudios realizados al bosque del Agüil por imagen satelital entre los años 2009-2019, en los que se ha demostrado un aumento en la fragmentación del bosque (Castro Barbosa & Cabás Arriaga, 2020; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2023), agregando a esto la falta de planeación en el PBOT de zonas verdes dentro del perímetro urbano, debido a que solo se pueden encontrar dos espacios catalogados como parques ecológicos, los cuales son el parque ecológico de la ciudadela de la paz y el parque ecológico del potosí, (este último se encuentra en condiciones de abandono y deterioro con una marcada problemática ambiental de mal manejo de residuos sólidos ordinarios y peligrosos (objetos punzocortantes, jeringas, baterías, etc.), que no permite la recuperación de la flora y aumenta la proliferación de plagas, agravado por la presencia de habitantes de calle o drogodependientes). Dentro del área urbana también se pueden

encontrar varios subsistemas grises de descanso o parques urbanos, los cuales cuentan con muy pocas zonas verdes predominando las superficies cubiertas por concreto (Consejo municipal, Aguachica-Cesar, 2002).

Actualmente, no existen estudios que demuestren la biodiversidad presente en los parques ecológicos y urbanos del municipio de Aguachica Cesar, ni que analicen cómo estos espacios pueden promover su preservación, conservación, y otros beneficios socioambientales, ya que estos no solo ofrecen oportunidades para la recreación, sino que también mejoran la calidad del aire, sirven como refugio de animales e insectos encargados de la polinización, el secuestro de carbono, entre muchos otros servicios ecosistémicos, lo que los convierte en hábitats de suma importancia dentro de la matriz urbana (Medrano & Quintero, 2021).

Los artrópodos terrestres han sido utilizados en el monitoreo de las condiciones ambientales debido a su abundancia, variedad de especies, facilidad con la que pueden ser recolectados y su sensibilidad a los cambios ambientales (Casimiro et al., 2019). Diversos estudios han demostrado que los patrones de actividad colectiva de las hormigas (Formicidae) y la diversidad de especies de los Formicidae pueden verse influidos por las condiciones ambientales (Gordon, 2019), por lo tanto, al ser un grupo tan diverso y sensible a las perturbaciones las hace grandes indicadoras para estudiar cambios en los ecosistemas naturales (Gutiérrez, 2014), aunada con su gran importancia ecológica y su facilidad de muestreo, las convierte en una valiosa herramienta para el monitoreo de ecosistemas terrestres (Ramos, 2022).

2.1 Pregunta de investigación

¿Cómo los parques urbanos contribuyen a la conservación de la diversidad de hormigas (Hymenoptera Formicidae) en Aguachica-Cesar?

2.2 Hipótesis

- H_0 : La diversidad de hormigas disminuye con el aumento de la urbanización y su composición cambia en respuesta a esta intensificación, caracterizada por la disminución de las zonas verdes y el aumento de las áreas grises.
- H_a : La diversidad y composición de hormigas no presenta diferencias significativas con el aumento de la urbanización, caracterizada por la disminución de las zonas verdes y el aumento de las áreas grises.

3 JUSTIFICACIÓN

Los parques urbanos de Aguachica han sido el producto del “embellecimiento” de las zonas residenciales del urbanismo, pero a su vez se modifican hábitats y ecosistemas afectando la biodiversidad de la región y con ello, la reducción de los servicios ecosistémicos. (McDonald et al., 2019).

Actualmente, hay pocas investigaciones del impacto de la expansión urbanística sobre la biodiversidad, por lo cual es de suma importancia entender cuál es el efecto del crecimiento urbano sobre la misma. Hoy por hoy, los estudios realizados, se han enfocado en grupos como aves y reptiles (Cediel & Florez-Lozano, 2020; Cordier et al., 2021; Espitia, 2022), dejando de lado grupos más sobresalientes en los ambientes urbanos como lo es la mirmecofauna, en la cual la abundancia de una especie puede ser un indicador de aspectos ambientales y ecológicos como: perturbación, buena calidad del ambiente y del suelo (Busto & Chacón De Ulloa, 1996; Sierra, 2021), indicadoras de la salud ambiental debido a su sensibilidad y tolerancias específicas a cambios ambientales (Catalano et al., 2012), niveles de contaminación (Quintero et al., 2020), cambios climáticos (Verzero et al., 2011) y alteraciones en los patrones de temperatura y precipitación (Jiménez Carmona, 2021).

Aguachica, Cesar, no es la excepción a la ausencia de investigación, la diversidad en hábitats urbanos y las especies que albergan han sido muy poco documentadas; la elaboración de un registro y monitoreo de estos hábitats y especies sirve para predecir cambios y fenómenos ecológicos que pueden ser causados por aumento del urbanismo, como el cambio climático, deforestación y pérdida de hábitats, entre otras (Tiede et al., 2017). Por tanto, la información sobre el funcionamiento de estos ecosistemas, es elemental para entender como interactúan la gran variedad de especies que albergan y de esta forma contribuir en la proyección y gestión de infraestructura urbana y en la toma de decisiones políticas acerca de la conservación y rehabilitación de las zonas verdes que se encuentran dentro del municipio.

Los resultados obtenidos del análisis de este estudio, son importantes porque proporciona las bases para replantear estrategias de manejo y relación con el entorno. En el aspecto disciplinario, el presente estudio pretende contribuir a los estudios que se realizarán a nivel nacional, y en particular en Aguachica, Cesar, sobre la importancia de las zonas verdes representadas por bosques y parques urbanos, ya que son espacios que propician al mantenimiento y la conservación de la biodiversidad local.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la contribución de los parques urbanos a la conservación de la diversidad de hormigas (Hymenoptera Formicidae) Aguachica-Cesar.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la composición y estructura de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en parques urbanos y un fragmento de bosque en Aguachica-Cesar.
- Comparar la diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) entre parques urbanos y un fragmento de bosque en Aguachica-Cesar.
- Correlacionar las variables ambientales y composicionales de los parques urbanos y el fragmento de bosque con la riqueza y abundancia de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en Aguachica-Cesar.
- Proponer medidas de acción para la conservación de la diversidad de hormigas (Hymenoptera Formicidae) en los parques urbanos en Aguachica-Cesar.

5 MARCO TEORICO

5.1 Hormigas: generalidades.

Pertencientes al grupo de insectos sociales, las hormigas son notables por su diversidad y éxito, con alrededor de 14.000 especies descritas, divididas en 334 géneros y 17 subfamilias vivientes. La región neotropical destaca como una de las más ricas en especies y endemismos para estos insectos, albergando aproximadamente 3.100 especies distribuidas en 120 géneros y 14 subfamilias (Fernández, 2003; Fernández et al., 2019).

Por su ubicación geográfica, Colombia sobresale en diversidad con 11 subfamilias, 105 géneros y unas 1.166 especies; donde el número de géneros representa un 31% a nivel mundial y un 81% del Neotrópico, y el número de especies un 9% a nivel mundial y un 34% del Neotrópico (Fernández et al., 2019). Se encuentran presentes en todos los continentes, excluyendo la Antártica, y son organismos notables en la mayoría de los ecosistemas terrestres, alcanzando su máxima diversidad y biomasa en las regiones tropicales (Chacón De Ulloa & Abadía, 2014; Fernández, 2003).

Las hormigas son insectos pequeños en tamaño que pertenecen a la familia Formicidae y al orden Hymenoptera. Viven en refugios llamados nidos o hormigueros, que generalmente se ubican bajo tierra, en montículos a nivel del suelo, en árboles, en hojarasca, en troncos e incluso dentro de viviendas (National Geographic, 2010). En lo que respecta a su dieta, las larvas de hormigas, durante su fase de crecimiento, necesitan alimentos con alto contenido proteico, que pueden obtenerse de restos de animales fallecidos, huevos de artrópodos, excremento de aves, entre otras fuentes. Por otro lado, los adultos, debido a su elevado gasto energético, requieren alimentos ricos en carbohidratos, como néctar, frutas, savia de plantas, entre otros (Jaffé, 2004).

5.2 Papel de las hormigas dentro de un ecosistema.

Dentro de las diversas funciones desempeñadas por las hormigas en los ecosistemas, se destaca la dispersión de semillas. Esto se debe a que sus características morfológicas y su comportamiento social les permiten llevar las semillas desde las áreas de forrajeo hasta sus nidos, donde las condiciones propicias favorecen la germinación y el crecimiento de plántulas (Fernández et al., 2019). Asimismo, las hormigas mantienen una relación mutualista con las plantas, beneficiándose de las cavidades que estas ofrecen, utilizándolas, por ejemplo, para

almacenar semillas. A cambio, las hormigas brindan protección a las plantas contra la herbivoría por parte de otros artrópodos (Fernández et al., 2019).

En los ecosistemas tropicales, las hormigas desempeñan un papel crucial gracias a su actividad depredadora, siendo elementos fundamentales para preservar la dinámica natural tanto en entornos naturales como en aquellos que son urbanizados (Escárraga & Guerrero, 2014; Fernández et al., 2019). En calidad de ingenieras del ecosistema, las hormigas alteran la estructura del hábitat y regulan cambios en el contenido de nutrientes del suelo. Este proceso implica la modificación de parámetros físicos y químicos mediante la bioturbación y la acumulación de material orgánico (Fernández et al., 2019).

5.3 Hormigas como bioindicadores.

Organismos como las hormigas desempeñan un papel destacado como bioindicadores ambientales, ecológicos y de biodiversidad, principalmente debido a su elevada diversidad, abundancia en diversos tipos de ambientes, amplia variedad de funciones dentro de los ecosistemas, su capacidad de respuesta rápida a cambios ambientales y la facilidad con la que pueden ser muestreados (Fernández, 2003). Se ha establecido que son indicadores eficaces de las perturbaciones antropogénicas ocasionadas por incendios, la tala de árboles, el pastoreo, la contaminación industrial y la rehabilitación de minas (Belskaya et al., 2019).

Diversos estudios han explorado el papel de las hormigas como bioindicadores ambientales, revelando que, como consecuencia de la contaminación industrial, estos organismos muestran acumulación de metales pesados, alteraciones en su defensa inmunológica, modificaciones en su comportamiento, tamaño corporal, coloración, así como en el tamaño y estructura de sus colonias. Se ha evidenciado que las hormigas son capaces de tolerar concentraciones elevadas de metales pesados gracias a su organización social, la construcción de nidos que proporcionan un microclima propicio y la adaptación de sus actividades para periodos de menor exposición a la contaminación (Belskaya et al., 2019; Skaldina et al., 2018).

Adicionalmente, se ha demostrado que estos organismos desempeñan un papel crucial en la conservación y restauración del suelo en entornos rurales, siendo valiosos bioindicadores de la calidad del suelo (Lobry de Bruyn, 1999; Vanolli et al., 2021). Esto se debe a sus funciones

fundamentales, como la descomposición de materia orgánica y el transporte de nutrientes, resaltando su importancia en la salud y el equilibrio de los ecosistemas (García, 2020).

Las hormigas son comúnmente empleadas como bioindicadores ecológicos en investigaciones sobre bosques naturales y perturbaciones forestales. Esto se debe a que, al ser herbívoros generalistas, depredadores o carroñeros, suelen responder al estrés ambiental a una escala más detallada que muchos otros animales (Groc et al., 2017). Estos organismos se caracterizan por sus roles significativos en los ecosistemas, desempeñan funciones esenciales que los convierte en bioindicadores clave de la biodiversidad. Su abundancia y riqueza permiten utilizarlos como herramientas efectivas para evaluar el éxito en la recuperación de la biodiversidad en diversos entornos (Casimiro et al., 2019).

5.4 La urbanización.

En el último siglo, ha ocurrido una rápida urbanización a nivel mundial, y los humanos han experimentado una transformación significativa hacia una especie predominantemente urbana (UN-Habitat, 2020; Wu, 2014). Durante las últimas cinco décadas, la urbanización global no solo ha intensificado su crecimiento en términos de población urbana y desarrollo del entorno construido, sino que también ha adoptado nuevas modalidades de desarrollo. Estos cambios han tenido un impacto sustancial en la domesticación de ecosistemas, paisajes terrestres e incluso la biosfera, contribuyendo así a acelerar la transición hacia la era del Antropoceno (Wu, 2014).

Debido al rápido crecimiento de las áreas urbanas, uno de los principales desafíos en la investigación consiste en comprender cómo la urbanización afecta la biodiversidad (McKinney, 2002). La extinción de especies nativas destaca como uno de los efectos negativos más prevalentes; sin embargo, la complejidad de los usos del suelo urbano puede influir de manera diversa en la diversidad local (McKinney, 2008). Un aspecto de la urbanización que contribuye a la pérdida de biodiversidad es el conocido efecto especie-área, donde una extensa superficie impermeable en áreas urbanas reduce y fragmenta el espacio disponible para plantas y animales (Kotze et al., 2011; McKinney, 2002, 2008).

Otro impacto negativo se relaciona con la simplificación estructural de la vegetación, ya que el diseño y mantenimiento de zonas residenciales y comerciales a menudo implican la eliminación de vegetación arbórea y arbustiva, sustituyéndola por hierbas y pastos (Marzluff

& Ewing, 2001). Esto tiene consecuencias adversas para la diversidad de aves y otros grupos animales, cuyas características suelen correlacionarse con la complejidad vegetativa y la riqueza de especies de plantas (Savard et al., 2000).

5.5 La Hormigas y la urbanización.

Dentro de los elementos bióticos que pueden experimentar consecuencias negativas debido a la destrucción o alteración de hábitats naturales, se encuentran las hormigas. Este grupo de organismos se encuentra comúnmente en entornos urbanos, donde han logrado establecerse de manera exitosa, ocupando una amplia gama de lugares que van desde áreas verdes hasta espacios domésticos como cocinas y hospitales (Chacón De Ulloa et al., 2019). El éxito de las hormigas en entornos urbanos se atribuye a diversos factores, como la variabilidad de recursos alimentarios que utilizan (Blüthgen & Feldhaar, 2009), su habilidad para anidar en suelos compactos y superficies cubiertas de gris (Dáttilo & MacGregor-Fors, 2021), y una alta tolerancia al estrés por calor (Angilletta et al., 2007). A pesar de que algunas especies de hormigas se han adaptado a la vida urbana, se ha sugerido que las hormigas urbanas constituyen solo un subconjunto del conjunto de especies regionales, un patrón que se observa de manera consistente en varios grupos de artrópodos (McIntyre et al., 2001).

Se calcula que la expansión urbana podría resultar en la disminución de hasta el 84 % de la abundancia de hormigas en una determinada área geográfica (Buczowski & Richmond, 2012) y algunos estudios sugieren que la urbanización tiene un impacto negativo, especialmente en grupos de hormigas más especializadas que son más vulnerables a las perturbaciones, mientras que favorece a especies de hormigas más generalistas e invasoras (Melo & Delabie, 2017). Así, la influencia de la urbanización en la comunidad de hormigas parece depender del contexto espacial y de la capacidad de adaptación de las especies nativas a las nuevas condiciones del hábitat urbano, incluyendo la interacción con especies exóticas (Dáttilo & MacGregor-Fors, 2021; Rocha-Ortega & Castaño-Meneses, 2015).

5.6 Áreas verdes urbanas.

Las áreas verdes urbanas representan una parte significativa y relativamente extensa del espacio verde dentro de la ciudad, a pesar de su tamaño reducido. Estas áreas, que incluyen parques, bosques periféricos, humedales, corredores verdes, jardines, campos deportivos y otros lugares similares, tienen el potencial y la responsabilidad de desempeñar un papel clave

en la consolidación de ciudades sostenibles. Esto implica que, además de satisfacer las necesidades sociales, económicas, culturales y ambientales de los residentes urbanos, contribuyan a la creación de paisajes regionales y nacionales que promuevan la biodiversidad (Braschler et al., 2021).

Desde una perspectiva ecológica, las áreas urbanas se consideran hábitats modificados o fragmentados, donde espacios verdes como jardines y parques juegan un papel crucial al proporcionar recursos para diversas especies. No obstante, la mayoría de las especies presentes suelen ser aquellas con una alta capacidad de adaptación al entorno (Schütz & Schulze, 2015). En el caso específico de las hormigas, varios estudios han demostrado una disminución en la riqueza y abundancia de estos organismos en entornos urbanos en comparación con bosques o áreas menos urbanizadas (Buczowski & Richmond, 2012; Miguelena & Baker, 2019).

Los espacios verdes urbanos, concebidos principalmente con propósitos recreativos, tienen el potencial de servir como hábitats para animales y plantas, funcionando como extensiones de los recursos presentes en sus entornos naturales originales (Davies et al., 2009). Algunas especies silvestres, anteriormente comunes en bosques, ahora han adaptado su distribución a entornos urbanos, donde coexisten y prosperan en proximidad a los humanos (Hunter, 2007). Por lo tanto, comprender la biodiversidad asociada a los entornos urbanos puede ser fundamental para desarrollar y fomentar métodos efectivos de conservación (Gaston et al., 2005). De este modo, los parques destinados a actividades recreativas para la población local pueden desempeñar un papel crucial como refugios importantes para la fauna en ciudades tropicales, especialmente en el contexto de la expansión urbana (González-García et al., 2009).

6 MARCO LEGAL

En este apartado se describe la normativa más relevante aplicada a este trabajo de investigación, como soporte legal administrativo de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente en Colombia.

En principio el decreto 2811 de 1974., emitido por la Presidencia de la República de Colombia, establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente; establece las normas para la conservación, manejo sostenible y protección del medio ambiente. Regula aspectos como la conservación de recursos naturales renovables, la prevención de la contaminación y la protección de ecosistemas. Además, introduce el ordenamiento ambiental del territorio y establece procedimientos para obtener licencias ambientales, siendo una pieza clave en la gestión ambiental del país (Decreto 2811, 1974).

Para el presente trabajo se tiene en cuenta la Ley 84 de 1989. Conocida como la "Ley de Protección de Animales", la cual establece normas para garantizar el bienestar y la protección de los animales en el país. Asimismo, busca garantizar que el transporte y la investigación científica con animales se realicen de manera ética y responsable. Además, establece que la investigación científica con animales debe estar justificada y autorizada por las autoridades competentes (Ley 84, 1989).

Asimismo, se tiene en cuenta la Ley 99 de 1993 que es una pieza clave en la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible del país. Establece los principios y normas generales para la política ambiental, como la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales. Además, crea las instituciones necesarias para la gestión ambiental a nivel nacional, regional y local. Esta ley regula la evaluación de impacto ambiental de proyectos, promueve el uso de instrumentos económicos para incentivar la conservación y penaliza las infracciones ambientales (Ley 99, 1993).

De igual manera, la Ley 165 de 1994 es una normativa colombiana que ratifica el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) adoptado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Rio de Janeiro en 1992. Aborda la investigación científica en relación con la biodiversidad en el país, lo que incluye áreas donde se utilicen bioindicadores. Esta ley proporciona los principios éticos y normas para la realización de investigaciones en diversos campos del conocimiento, incluyendo aquellos que involucran el

uso de bioindicadores para evaluar y monitorear el estado del medio ambiente, la biodiversidad y otros aspectos relacionados con la ciencia ambiental y biológica (Ley 165, 1994).

Por su parte, la Ley 388 de 1997 también conocida como la "Ley de Desarrollo Territorial", regula el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano del país. Define instrumentos de planificación como los planes de ordenamiento territorial, regula la participación ciudadana en estos procesos, y asigna competencias a las autoridades locales y nacionales. Busca promover un desarrollo equilibrado y sostenible del territorio, gestionando de manera adecuada el suelo urbano y rural, protegiendo el medio ambiente (Ley 388, 1997).

Finalmente se tiene en cuenta el Decreto 1076 de 2015. También conocido como el "Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", compila y reglamenta todas las normas relacionadas con el sector ambiental y el desarrollo sostenible en el país. Contiene disposiciones sobre una amplia gama de temas, como la protección de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y menciona la importancia del uso de los instrumentos de planificación como los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). Es importante consultar este decreto junto con otras leyes y regulaciones complementarias para obtener información detallada sobre temas específicos, como la expansión urbana sostenible (Decreto 1076, 2015).

7 ESTADO DEL ARTE

La presencia de hormigas en entornos urbanos posee impactos de suma relevancia en la ecología y la interacción del ser humano con el ambiente, lo cual las vuelve objeto de diversas investigaciones. Algunos autores que han colaborado en las investigaciones sobre hormigas urbanas incluyen:

Santos (2016), realizó una revisión sistemática a nivel mundial sobre las hormigas, en publicaciones realizadas entre los años 1945-2012, e identificó 109 artículos, de los cuales alrededor del 3,7% conciernen a estudios realizados sobre hormigas urbanas; dentro de estos el 37,96% de las investigaciones trata sobre la ecología y diversidad de las hormigas, otro 30,56% de los estudios se centró en las hormigas invasoras, un 19,47% a el control de hormigas plagas y el 12,04% al tema de salud pública con las hormigas vectores patógenas. A pesar de ser una revisión global, se identificó que los estudios encontrados sobre hormigas urbanas se han realizado en 22 países, de los cuales destacan Estados Unidos (39,81%), Brasil, (29,63%), Japón (6,48 %), Australia (4,63 %), Finlandia, España y Nueva Zelanda (con 1,85 % cada uno). Para el resto de países fue muy poco el aporte encontrado sobre estudios realizados a las hormigas urbanas (0,93%), incluida Colombia. Se evidenció la ausencia de estudios en países con ciudades de alta densidad urbana ubicadas en Asia, África, Europa, Centro América y América del Sur, exceptuando a Brasil.

Ješovnik & Bujan (2021), realizaron un estudio de hormigas urbanas en Zagreb, Croacia, sobre los impactos que pueden causar las características de los hábitats de las zonas verdes urbanas en las hormigas, y encontró que los parques que contienen zonas boscosas más grandes poseen más riqueza de especies, aunque el tamaño del parque no influye en ello. Se evidenció que la temperatura sí influye en la actividad de las hormigas. Se encontró especies de hormigas urbanas típicas y otras de interés para la conservación. Se evidencia la importancia de los espacios verdes urbanos en la conservación y diversidad de hormigas, pero debe tenerse en cuenta en la planificación urbana, las características de su hábitat.

Chacón de Ulloa et al. (2019), por su parte, efectuaron una revisión bibliográfica en algunos países de América latina, en la cual incluye los principales estudios de especies de hormigas nativas e introducidas que colonizan ambientes urbanos y se comportan como plagas. Las investigaciones datan registros de 20 géneros y como mínimo 70 especies de hormigas, de estas, 28 se conocen hasta el nivel de especie y 42 solo fueron registradas hasta su género.

Por otro lado, en Guanajuato, México, Conti & Janda (2016), hicieron un estudio de las hormigas en zonas urbanas, en el que identificó un total de 19 especies, en su mayoría en las zonas con más vegetación.

En Brasil, Bueno et al. (2017), ejecutaron una recopilación de artículos científicos sobre las hormigas en ambientes urbanos. Esta recopilación bibliográfica se enfoca principalmente en el inventario de especies de hormigas, donde resalta la importancia de las áreas verdes y la heterogeneidad de los hábitats urbanos, ya que contribuyen a la conservación de la mirmecofauna y a una mayor riqueza de especies.

En Colombia, para el caso de las hormigas en ambientes urbanos, se citan algunas investigaciones:

Ramos et al. (2021), desarrollaron un estudio en Santa Marta para determinar la variación espacio-temporal de la diversidad taxonómica y funcional de hormigas en ambientes urbanos, y el impacto que las características de estos hábitats urbanos pueden tener sobre estos organismos; donde se logró demostrar que en las zonas con mayor heterogeneidad del paisaje hay mayor riqueza de especies, para lo cual se concluye que los espacios para la conservación de las hormigas, está determinado por el tipo de ambiente urbano y las características del hábitat (área, riqueza y cobertura vegetal).

Por otro lado, Sierra (2021), determinó la composición, riqueza y grupos funcionales de hormigas en parques temáticos y distritales de la ciudad de Santa Marta, así como su variación espacio-temporal, donde determinó que hay mayor riqueza y diversidad de especies en los parques temáticos que en los distritales, y entre los periodos climáticos no se presentó variaciones relevantes, pero sí diferencias significativas en la estructura de estas comunidades a nivel espacial.

Roncallo et al. (2022), realizaron una caracterización sobre hormigas exóticas en ambientes urbanos de Santa Marta, en la que se evaluó la riqueza y abundancia de especies exóticas y nativas en diferentes tipos de ambientes y periodos climáticos. Se encontró mayor riqueza de especies exóticas a nivel espacio-temporal en parques urbanos con más superficie de concreto y menos áreas verdes, contrario en las zonas de mayor diversidad y cobertura vegetal donde la presencia de las de estas fue menor.

Asimismo, Ramos & Guerrero, (2023) realizó una investigación de la diversidad de hormigas en cuatro fragmentos de bosque seco tropical en Santa Marta, en la cual se encontró siete

subfamilias, 37 géneros y 84 especies, lo que representa el 64% de las subfamilias documentadas para el neotrópico, así como el 35% de los géneros registrados en Colombia. La diversidad taxonómica varió espacialmente, de las que la subfamilia Myrmicinae fue la de mayor contribución al ensamblaje de hormigas en el BST. Los resultados sugieren que los fragmentos de bosque evaluados en la ciudad de Santa Marta contribuyen a la conservación de la diversidad de hormigas.

Por otro lado Mercado-Mercado et al., (2021) realizó un estudio donde su objetivo es reconocer taxonómicamente las hormigas que se distribuyen en el departamento del atlántico, de la región Caribe de Colombia, el cual recolectaron especímenes de bosque , zonas urbanas, entre otros. De los cuales representan 7 subfamilias, 40 géneros y 58 especies.

Por su parte, Guerrero & Sarmiento, (2010) determinó la composición y distribución de las hormigas en un gradiente altitudinal de la vertiente noroccidental de la sierra nevada de Santa Marta, en el cual se colectó 40 géneros y 136 especies.

En otro estudio realizado en el caribe colombiano, Camargo-Vanegas et al., (2024) evaluó la variación espacial y temporal de los grupos taxonómicos y funcionales de hormigas, en el cual se colectó 9 subfamilias, 57 géneros y 146 especies. Los muestreos fueron realizados en época seca y de lluvia. Los resultados resaltan la importancia de integrar el análisis funcional con la clasificación taxonómica para comprender la disposición e interacciones de las hormigas.

A nivel departamental, Dominguez-Haydar, (2011) realizó un estudio en la cuenca del rio Cesar cuyo objetivo identificar la respuesta del ensamblaje de hormigas en áreas afectadas por la ganadería sobre la cuenca. Se comparó la composición de hormigas en ambientes de bosque y potrero mediante dos muestreos, en los cuales, las áreas donde la presencia del ganado es más alta, presentó menos especies y mayor riqueza y abundancia de hormigas en los bosques.

8 METODOLOGÍA

8.1 Área de estudio.

El Municipio de Aguachica está localizado al sur del departamento del Cesar, ubicado entre el valle interandino del Magdalena medio y la Serranía de los Motilones, situado en las coordenadas 8°18' N y 73°36' O, a una altitud de entre 150 m en su parte basal hasta 200 m en su parte más alta (Cerro de la Cruz). Presenta una extensión total de 876,26 km², limita al norte con el municipio de La Gloria (Cesar) y El Carmen (Norte de Santander), al este limita con el municipio de Río de Oro (Cesar), por el sur con San Martín (Cesar) y Puerto Wilches (Santander), por el oeste con el municipio de Gamarra (Cesar) y Morales (Bolívar) (Alcaldía de Aguachica Cesar, 2017) (Figura 1).

La temperatura promedio máxima es de 31,6°C, la mínima es de 26,8°C y la media de 28,5°C. La precipitación total anual es 1372 mm y el promedio mensual multianual es de 114 mm; el régimen de distribución de lluvias es de tipo unimodal-biestacional; el periodo lluvioso se presenta entre abril y octubre, siendo septiembre el mes con mayor precipitación (203 mm). El período seco se presenta de noviembre a marzo, enero el más seco (21 mm). (Rangel-Ch et al., 2007)

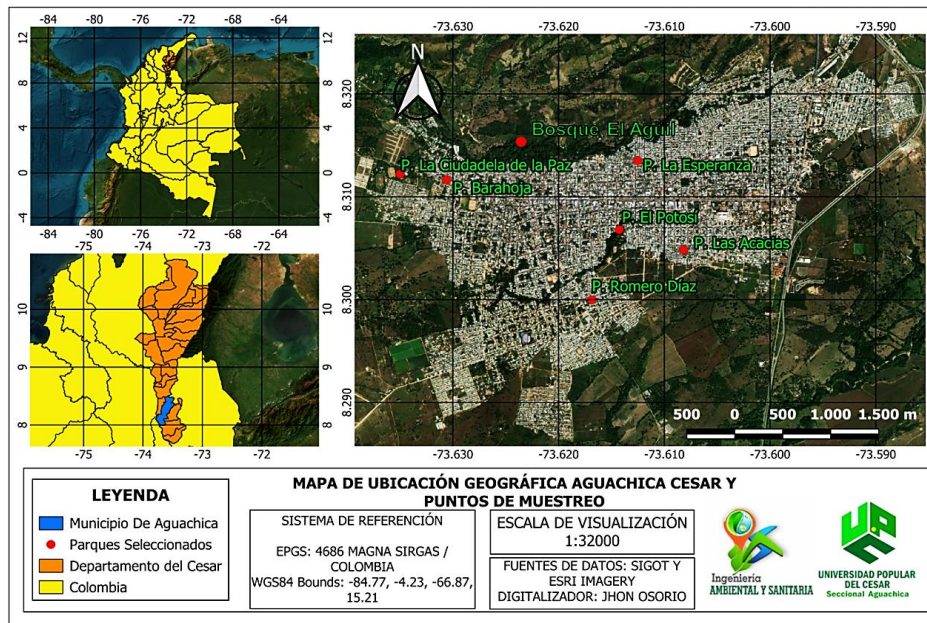


Figura 1 Mapa ubicación geográfica Aguachica Cesar y puntos de muestreo.

8.2 Diseño del experimento.

Este estudio se basa en la línea de investigación Gestión Ambiental y Desarrollo Humano Sostenible, y la sublínea de investigación: Biodiversidad Explora del Plan Educativo del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria (PEP) (Roper, 2015). Se enmarca en un enfoque mixto y adopta un tipo de investigación experimental (Hernández-Sampieri et al., 2014). Para ello este trabajo se realizó en los ambientes del paisaje urbano de la ciudad de Aguachica, los sitios seleccionados para el presente estudio son los subsistemas grises o de descanso y subsistemas verdes o de ecología, en los cuales las características que determinan sus diferencias son el área, la riqueza vegetal, densidad de árboles y cobertura gris (Consejo municipal, Aguachica-Cesar, 2002).

En primer lugar, los Subsistemas Verdes o de Ecología, cuyas áreas son objeto de conservación, se seleccionó al Bosque El Agüil, el Parque El Potosí y el Parque Ciudadela De La Paz. Por otro lado, las zonas grises de descanso son un tipo de ambiente urbano con menor zona verde y más áreas de concreto, de las cuales son objeto del presente estudio: Parque Las Acacias, Parque La Esperanza, Parque Barahoja, Parque Romero Díaz. (Figura2) (Tabla 1).



Figura 2. Parques Urbanos seleccionados para el monitoreo de hormigas en la ciudad de Aguachica, Cesar. a) bosque El Agüil (BO) b) Parque Ecológico el Potosí (PO); c) Parque Ecológico Ciudadela de la Paz (CI); d) Parque la Esperanza (ES) e) Parque el Barahoja (BA); f) Parque las Acacias (AC); g) Parque Romero Díaz (RD).

8.2.1 Descripción de los sitios de muestreos.

El bosque El Agüil se destaca por presentar un área y formación vegetal de bosque seco tropical y el bosque asociado al curso del agua. Originalmente contaba con 34 ha de las cuales actualmente tiene una extensión de 12 ha (Forestal Consultores SAS BIC, 2024). Es un lugar turístico frecuentado por instituciones y personas que realizan caminatas o recorridos por el bosque buscando aire puro y conexión con la naturaleza (Rangel-Ch et al., 2007). En su zona alta, caracterizada por colinas y lomeríos, afectada por la actividad humana, se establece parches de bosque seco, con árboles de hojas caducifolias y matorrales espinosos (Cactaceae). En contraste, la zona plana se caracteriza por su riqueza acuífera, con aproximadamente 30 nacederos de agua y alberga bosques multiestratificados dominados por especies como *Anacardium excelsum* (caracolí), *Brosimum alicastrum* (guaimaro) y *Spondias mombin* (jobo) (Rangel Ch., 2012) (Tabla1).

Por su parte, los parques urbanos son un tipo de ambiente donde el acceso al público es libre y continuo, las zonas verdes o de jardín son menos abundantes, y con mayor proporción de área construida o superficies de concreto a sus alrededores, que en la mayoría de los casos corresponden a escenarios deportivos y máquinas de ejercicio físico al aire libre.

Tabla 1. Descripción de los ambientes monitoreados para el estudio de hormigas asociadas a fragmentos de bosque seco y ambientes urbanos en Aguachica, Cesar.

Sitio	Extensión (ha)	Descripción
Bosque El Agüil (BOS)	12	Fragmento de bosque seco ubicado en el área periurbana de la Ciudad, en las coordenadas 8° 18'56.9" N - 73°37' 40.1" O, es una zona sujeta a conservación. (Consejo municipal, Aguachica-Cesar, 2002). Especies vegetales características de bosque seco con una riqueza alrededor de 217 especies (<i>Anacardium excelsum</i> (caracolí), <i>Brosimum alicastrum</i> (guaimaro), <i>Spondias mombin</i> (jobo), <i>Astronium graveolens</i> (gusanero), <i>Acrocomia aculeata</i> (palma tamaca), <i>Bactris guineensis</i> (corozo), <i>Tabebuia rosea</i> (guayacán rosado), <i>Ceiba pentandra</i> (ceiba), entre otras) (García-González & Rivera-Díaz, 2009).
P. Ciudadela de la Paz (CI)	5	Parque de acceso libre con mayor área que los demás parques urbanos. Moderada cobertura gris, rodeado de urbanización. con coordenadas 8°18'43.09"N - 73°38'4.39"O Tiene fines educativos, culturales y recreativos. Las especies vegetales son una combinación de especies nativas (<i>Albizia saman</i> (campano), <i>Guazuma ulmifolia</i> (Guásimo), <i>Tabebuia rosea</i> (guayacán rosado), <i>Coccoloba acuminata</i> (maíz tostado), entre otras) e introducidas (<i>Mangifera indica</i> (mango), <i>Azadirachta indica</i> (neem), <i>Licania tomentosa</i> (oití), entre otras).
P. Ecológico El Potosí (PO)	1	Declarado como parque ecológico. Presenta nacimientos de agua naturales, que surten al caño El Cristo que lo atraviesa de extremo a extremo (Consejo municipal, Aguachica-Cesar, 2002). Poca superficie de concreto, ubicado en el centro urbano, con coordenadas 8°18'24.42"N - 73°36'51.47"O, de acceso libre, con problemática ambiental (deforestación, residuos sólidos y líquidos, presencia de habitantes drogodependientes). La vegetación es una combinación de especies nativas (<i>Anacardium excelsum</i> (caracolí), <i>Spondias mombin</i> (jobo), <i>Acromia aculeata</i> (tamaca), <i>Crescentia cujete</i> (totumo), <i>Tabebuia rosea</i> (guayacán rosado), <i>Ceiba pentandra</i> (ceiba) entre otras), e introducidas

		(<i>Mangifera indica</i> (mango), <i>Terminalia catappa</i> (almendro), <i>Swinglea glutinosa</i> (limoncillo), <i>Licania tomentosa</i> (oití), entre otros).
P. Las Acacias (AC)	0,2	De acceso libre con amplias superficies de concreto, rodeado por la urbanización, con coordenadas 8°18'17.40"N - 73°36'29.53"O, con fines de recreación y deportivos. Las especies vegetales son pocas, casi en su totalidad son introducidas (<i>Mangifera indica</i> (mango), <i>Azadirachta indica</i> (neem), <i>Licania tomentosa</i> (oití)), con presencia de solo una especie nativa (<i>Hamelia patens</i> (coralillo)).
P. Romero Díaz (RD)	0,2	De acceso libre, con fines de recreación, con amplias superficies de concreto en su mayoría, rodeado por la urbanización, con coordenadas 8°17'59.56"N - 73°37'0.73"O. La zona verde gran parte introducidas (<i>Mangifera indica</i> (mango), <i>Licania tomentosa</i> (oití), y nativa (<i>Cascabela thevetia</i> (campanilla), <i>Coccoloba acuminata</i> (maíz tostao)).
P. La Esperanza (ES)	0,27	De acceso libre, con fines de recreación y deportivos, amplia cobertura gris, rodeado por la urbanización, con coordenadas 8°18'48.58"N - 73°36'44.82"O. Las especies vegetales introducidas (en su mayoría <i>mangifera indica</i> (mango)) y nativa (<i>Guazuma ulmifolia</i> (guásimo), <i>Coccoloba acuminata</i> (maíz tostao), <i>Hamelia patens</i> (coralillo), entre otros).
P. Barahoja (BA)	0,27	De acceso libre, con fines de recreación y deportivos, cobertura gris en su mayoría, rodeado por la urbanización, con coordenadas 8°18'42.05"N - 73°37'49.88"O. Sus especies vegetales son una combinación de especies nativas (<i>Albizia saman</i> (campano), <i>Guazuma ulmifolia</i> (guásimo), <i>Handroanthus chrysanthus</i> (cañahuate), <i>Tabebuia rosea</i> (guayacán rosado), entre otros), e introducidas (<i>Mangifera indica</i> (mango), <i>Syzygium cumini</i> (ciruela de java), <i>Licania tomentosa</i> (oití), entre otros).

8.3 Métodos de captura.

El presente trabajo se realizó en seis parques urbanos y un fragmento de bosque del municipio de Aguachica, Cesar, en cada uno se realizó cuatro muestreos, dos durante la época seca y dos durante la época de lluvia, con un intervalo de 15 días entre los muestreos de cada época. Lo anterior con el fin de capturar las especies de hormigas que se presentan en estos ambientes, por cada periodo climático. Para la captura de las hormigas fueron ubicados entre 10 y 15 puntos de muestreos de acuerdo con el tamaño de cada parque. En los parques de menor tamaño (0.2-0.4 ha) se tomaron 10 árboles como puntos de muestreo con una distancia mínima de 10 metros entre árbol, para el parque de la Ciudadela de la Paz por su tamaño y extensión se tomaron 15 árboles como puntos de muestreo con una distancia mínima de 30 metros entre árbol, para el bosque se trazó un transecto lineal de 500 m, donde se seleccionaron cinco estaciones distanciadas 100 m una de la otra y en cada una se seleccionaron tres puntos en forma triangular y distanciados 20 m uno del otro.

En cada punto de muestreos se aplicaron las siguientes técnicas de capturas Trampas Cornell (TC), Trampas Winkler (W) y Captura Manual (CM). En conjunto, estas técnicas son complementarias y permiten una recolección eficaz de numerosas especies de hormigas en una amplia gama de hábitats (Agosti & Alonso, 2000) (Figura 3).

8.3.1 Trampas Cornell (TC).

Consisten en un tubo de PVC con dimensiones de 15 cm de longitud y 7,0 cm de diámetro. Estas trampas incluyen hileras de orificios de 0,5 cm en los lados, los cuales están cerrados en ambos extremos con un tapón de PVC (Simanca & Martínez, 2010). Una de las trampas fue colocada en el suelo, en la base del árbol y otra trampa en el dosel sujetadas con una cuerda y con un trozo de madera para generar contrapeso, y así fueron bajadas más fácil y rápidamente. Estas trampas se cebaron con atún y miel (Figura 3d). De igual forma, se colocaron diez trampas Cornell dispersas por el área de cada parque con el mismo cebo. En total se instalaron 30 trampas Cornell por parque, desde las 8:00am y fueron retiradas después de dos horas de su colocación. Para el bosque y parque de la Ciudadela de la Paz por su extensión, en total se instalaron 45 trampas Cornell de igual forma que en los otros parques (Figura 3a, c).

8.3.2 Trampas Winkler (W).

Para esta trampa se recolectaron las hormigas asociadas a la hojarasca de la cual se recogió un 1 m², se tamizó y el material resultante se depositó en bolsas de plástico. Posteriormente, este contenido fue vertido en los sacos Winkler que contiene un frasco colector en su parte inferior, en el cual caen por gravedad los insectos presentes en la muestra. Debido a que en la mayoría de los parques carecen de hojarasca, se implementó este tipo de trampa en el fragmento de bosque y parque Ciudadela de la Paz, los demás sitios solo se implementaron los métodos de Trampas Cornell y captura Manual. En total se recolectó 5 puntos de hojarasca por muestreo (Figura 3b, e).

8.3.3 Captura Manual.

Se trata de una exploración activa en la que se llevó a cabo la captura de hormigas presentes en la corteza de árboles y arbustos, hojas y flores, hojarasca, piedras y material en descomposición. La captura manual fue realizada por una persona en cada punto de muestreo. Este procedimiento implicó el uso de pinzas y pinceles para recolectar las hormigas de manera cuidadosa.

Adicionalmente a lo anterior, durante el desarrollo de los muestreos de hormigas, se midieron las variables ambientales en cada uno de los sitios muestreados (Tabla 2). (Anexo 5).

8.4 Identificación taxonómica de las hormigas.

Todos los ejemplares recolectados de las diferentes técnicas fueron sometidas a un procedimiento de limpieza en campo con el fin de eliminar residuos vegetales, sedimentos y atrayentes usados para su captura. Posteriormente fueron conservados en viales de 1,5 ml con alcohol al 70%, debidamente etiquetados, incluyendo información detallada sobre el lugar, fecha, método de captura, para su posterior identificación en el laboratorio de en el laboratorio Ecofisiología de la Universidad del Atlántico. Las hormigas fueron identificadas con las guías taxonómicas desarrolladas por Fernando Fernández en 2015, de las cuales abarcará hasta el nivel de especie y que están detalladas en su obra titulada "Hormigas de Colombia" (Fernández et al., 2019).

Tabla 2. Variables ambientales medidas en los sitios de muestreo.

VARIABLE	UNIDAD	EQUIPO
Temperatura Ambiente	°C	Registrador de humedad y temperatura, Extech, RHT-50
Humedad ambiente	%	Registrador de humedad y temperatura, Extech, RHT-50
Intensidad lumínica	Lux	Luxómetro digital, Extech Instruments, EasyView 33.
Cobertura vegetal	%	Densitómetro, Spherical densiometer, Model-C
Riqueza vegetal	S	Observación directa



Figura 3. Métodos de muestreo empleados en la recolección de hormigas en parques urbanos y fragmento de bosque en Aguachica, Cesar. a) Esquema de las trampas Cornell. b) Hojarasca para Trampas Winkler. c) Trampas Cornell. d) cebo. e). Implementación de las trampas Winkler.

8.5 Métricas y características del hábitat.

Adicional a los muestreos de las comunidades de hormigas en cada sitio de muestreo se recopiló información de algunas características del hábitat, tales como área total del parque, área cubierta por vegetación, área gris, número de árboles, riqueza vegetal, abundancia de árboles. El inventario de las especies vegetales se realizó en toda el área de cada sitio por observación directa. La medición del área, perímetro y proporción de áreas pavimentadas (como canchas, senderos y zonas recreativas) se realizó utilizando el programa Google Earth. Expresadas en unidades de hectáreas (ha) (Tabla 3).

Tabla 3. Número de muestras y características del fragmento de bosque El Agüil y parques urbanos Aguachica, cesar

Sitios	Número de muestras	Área total (ha)	Riqueza de plantas	Número de árboles	Área cubierta por vegetación (ha)	Área gris (ha)
Bosque	4*80=320	12	217	>1000	11,888	0,112
Ciudadela de la Paz	4*65=260	4,805	42	556	3,768	1,037
Barahoja	4*40=160	0,268	15	41	0,071	0,197
Romero Díaz	4*40=160	0,200	8	32	0,086	0,114
Potosí	4*40=160	0,408	26	139	0,408	0,000
Esperanza	4*40=160	0,265	14	56	0,203	0,062
Acacias	4*40=160	0,178	5	37	0,113	0,066

8.6 Bioética y Reglamentación

La ejecución de esta propuesta de investigación siguió las pautas establecidas por el Congreso de la República de Colombia en la Ley 84 del 27 de diciembre de 1989, en la cual se adopta el “Estatuto Nacional de Protección de los animales” donde establece que el sacrificio de un animal podrá realizarse Con fines experimentales, investigativos o científicos, para el caso del estudio de la diversidad de hormigas y su conservación (Congreso de la República de Colombia, 1989). Con el Permiso Marco de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Investigación Científica No Comercial por el período 2016-2026, adscrito a la Universidad del Atlántico Grupo de Investigación Biodiversidad del Caribe Colombiano mediante resolución 00949 del 31 de agosto de 2016 otorgado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (Anexo 1).

8.7 Análisis de datos.

La riqueza de hormigas se determinó como el número de especies y la abundancia como el número de individuos recolectados por trampa y hábitat. La cobertura del muestreo se realizó utilizando el estimador de cobertura propuesto por Chao & Jost, (2012). La diversidad se

calculó como el número efectivo de especies, utilizando los números de Hill (i.e., número equivalentes) (Jost, 2006). En este caso se calcularon los números de Hill ($q=0$ riqueza de especies, $q=1$ exponencial de entropía de Shannon, $q=2$ inverso de Simpson), para calcular rarefacción, extrapolación y los intervalos de confianza (I.C.) al 95% de cada muestra y para realizar comparaciones entre los diferentes hábitats. El análisis fue realizado con el script *iNEXT* para R Studios (Chao et al., 2014) en el programa R versión 4.4.3 (R Core Team, 2014).

La estructura de las especies se analizó mediante curvas de rango abundancia, las cuales permiten comparar gráficamente la riqueza de especies, sus abundancias relativas, la forma de las curvas (equitatividad) y la secuencia de cada una de las especies que componen la comunidad sin perder su identidad (Feinsinger, 2004).

Para determinar la composición para los hábitats se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) con base al índice de similitud de Bray-Curtis, acompañado a posteriori por un análisis de similitud (ANOSIM), dado que sirve para encontrar relaciones de disimilitud entre sitios y distancias ecológicas entre especies. Este análisis fue realizado con el programa PRIMER 6.0 (Clarke, K. et al., 2001).

Por último, con el fin de determinar cómo las variables ambientales y composicionales (temperatura ambiente, intensidad lumínica, humedad ambiental, cobertura vegetal, riqueza de plantas, abundancia de plantas, área total del parque, área construida) influyen en la riqueza y abundancia de especies en los parques y fragmento de bosque, se realizó un Análisis de correlación. Este análisis se realizó con el programa R versión 4.4.3 y los paquetes MASS (Oksanen J et al., 2009; Venables & Ripley, 2002).

9 RESULTADOS Y ANÁLISIS

9.1 Descripción general de la estructura de la comunidad de hormigas.

En general teniendo en cuenta todos los ambientes muestreados se recolectaron 13403 individuos de hormigas, distribuidos siete subfamilias, 30 géneros y 80 especies (Tabla 4). Las subfamilias con mayor número de especies fueron Myrmicinae, Pseudomyrmecinae y Formicinae, con, 43, 12 y 11 especies, respectivamente. La suma de las especies de estas tres subfamilias representa el 82,5% del total de la riqueza colectada (Tabla 4). Las subfamilias, Ectatomminae, Ponerinae, Dorylinae presentaron menor número de especies, con 3, 3 y 1 especies, respectivamente. Asimismo, los géneros con mayor riqueza, fueron *Pheidole* con 13 especies, *Pseudomyrmex* con 12 especies, y *Camponotus* y *Cephalotes* ambas con siete especies cada una. Estos géneros en conjunto acumulan 48,8% del total de la riqueza colectada (Tabla 4).

Las especies más abundantes fueron, *Ectatomma ruidum* (Roger, 1860) con 1120 individuos, *Pheidole* sp3 con 1007 individuos, *Dorymyrmex biconis* (Forel, 1912) con 982 individuos, *Crematogaster crinosa* (Mayr, 1862) con 791 individuos, *Pheidole* sp7 con 737 individuos, *Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804) con 725 individuos, y *Solenopsis* sp1 con 707 individuos. La abundancia de estas hormigas representa el 45,8% del total de la abundancia colectada. Por otro lado, las hormigas menos abundantes fueron *Myrmicocripta* sp1 y *Pseudomyrmex filiformis* (Fabricius, 1804) con un individuo cada uno, representando solo el 0,014% del total de la abundancia colectada (Tabla 4).

9.2 Variación de la riqueza, abundancia y cobertura del muestreo de la comunidad de hormigas.

A nivel de parques, la mayor riqueza fue observada en el parque Ciudadela de la Paz con 47 especies, seguido del parque Potosí, parque La Esperanza y parque Romero Díaz con 38 especies cada uno; el Bosque El Agüil y el parque Barahoja presentaron 35 especies cada uno y el parque Las Acacias con 29, siendo este el parque con menor número de especies (Figura 4). Con respecto a la abundancia esta fue mayor en el Bosque El Agüil (2868 Individuos), seguido del parque Ciudadela de la Paz (2310 individuos), parque Potosí (2090 individuos), parque Barahoja (1721 individuos), parque Romero Díaz (1507 individuos) y la menor abundancia se presentó en los parques las Acacias (1454 individuos) y La Esperanza (1453 individuos) (Tabla 4).

Por otro lado, de las 80 especies reportadas 21 fueron exclusivas de algunos de los sitios muestreados, siendo el Bosque El Agüil el que presentó mayor número (11 especies), seguido del parque El Potosí (cuatro especies), parque La Ciudadela (tres especies), parque La Esperanza (dos especies), parque Romero Díaz (una especie) y parque Las Acacias (una especie). El parque Barahoja que no tuvo presencia de “especies exclusivas” (Anexo 2).

La cobertura del muestreo los parques y el fragmento de bosque analizados fue alta, con valores que oscilaron entre el 97%-99% (Tabla 4). Lo que indica que las muestras de hormigas recolectadas en parques urbanos y fragmento de bosque de Aguachica, es muy representativa de la diversidad total de especies de hormigas presentes en el área (Figura 5).

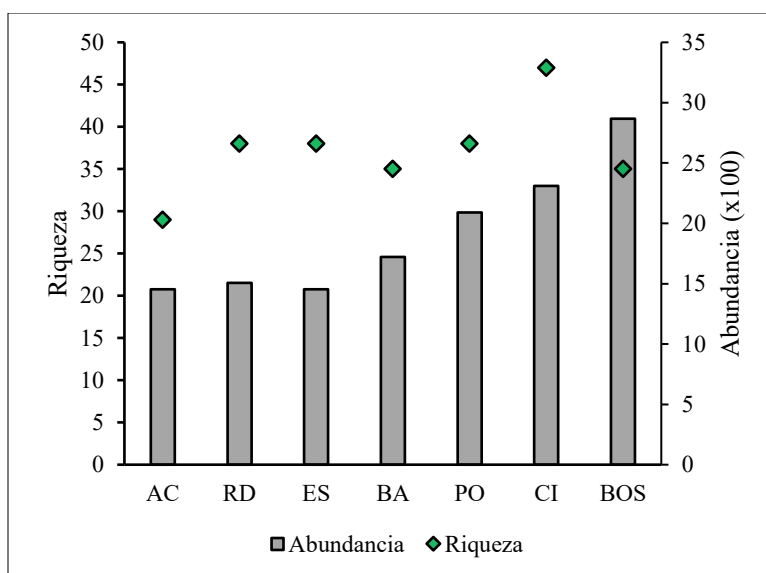


Figura 4. Variación de la abundancia y riqueza de las hormigas en los diferentes parque y fragmentos de bosque analizados. Abreviaturas: parque las Acacias (AC), parque Romero Díaz (RD), parque La Esperanza (ES), parque Barahoja (BA), parque Potosí (PO), parque Ciudadela (CI), bosque El Agüil, (BOS).

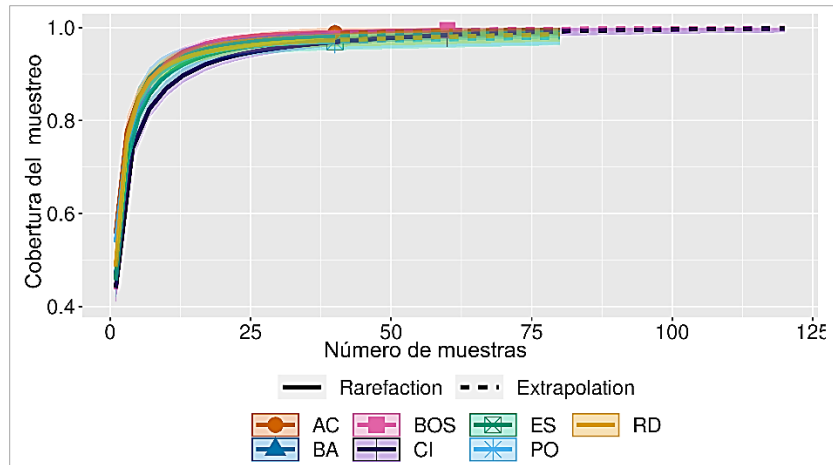


Figura 5. Cobertura del muestreo para cada parque y fragmento de bosque analizado. Abreviaturas: parque las Acacias (AC), parque Romero Díaz (RD), parque La Esperanza (ES), parque Barahoja (BA), parque Potosí (PO), parque Ciudadela (CI), bosque El Agüil, (BOS).

Tabla 4 Variación de la riqueza, abundancia y cobertura del muestreo de la comunidad de hormigas del Bosque del Agüil y Parques Urbanos Aguachica- Cesar. Abreviaturas: parque las Acacias (AC), parque Romero Díaz (RD), parque La Esperanza (ES), parque Barahoja (BA), parque Potosí (PO), parque Ciudadela (CI), bosque El Agüil, (BOS).

ID	Subfamilia	Especies	AC	RD	ES	BA	PO	CI	BOS	TOTAL
A		<i>Azteca alfari</i>	0	0	0	0	80	54	40	174
B		<i>Azteca velox</i>	0	0	0	0	0	0	52	52
C		<i>Azteca sp2</i>	0	0	0	0	0	0	27	27
D	Dolichoderinae	<i>Dolichoderus laminatus</i>	0	0	0	0	0	0	11	11
E		<i>Dolichoderus lutosus</i>	3	0	0	0	0	0	0	3
F		<i>Dorymyrmex biconis</i>	211	174	231	195	3	168	0	982
G		<i>Tapinoma melanocephalum</i>	18	31	47	151	116	270	24	657
H	Dorylinae	<i>Labidus coecus</i>	0	0	0	0	0	0	3	3
I		<i>Ectatomma ruidum</i>	189	67	154	30	156	329	195	1120
J	Ectatomminae	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	0	0	0	0	0	52	52
K		<i>Gnamptogenys sulcata</i>	0	0	2	0	0	0	0	2
L		<i>Brachymyrmex aphidicola</i>	172	53	68	112	8	264	0	677
M		<i>Brachymyrmex sp1</i>	0	2	8	32	0	37	3	82
N		<i>Camponotus atriceps</i>	0	0	5	5	0	4	19	33
O		<i>Camponotus blandus</i>	14	46	0	1	0	2	0	63
P		<i>Camponotus bugnioni</i>	4	42	1	19	14	3	21	104
Q	Formicinae	<i>Camponotus coloratus</i>	0	12	20	33	0	19	0	84
R		<i>Camponotus lindigi</i>	0	0	1	1	0	1	0	3
S		<i>Camponotus pittieri</i>	0	0	8	0	2	0	11	21
T		<i>Camponotus planatus</i>	0	1	0	0	0	0	57	58
U		<i>Nylanderia guatemalensis</i>	0	28	2	0	3	0	0	33
V		<i>Paratrechina longicornis</i>	46	5	0	0	467	1	12	531
W		<i>Trichomyrmex destructor</i>	0	3	0	0	282	143	0	428
X		<i>Acromyrmex octospinosus</i>	3	5	5	4	28	19	43	107
Y		<i>Acromyrmex santschii</i>	33	18	40	14	119	42	0	266
Z		<i>Carebara sp1</i>	1	6	0	0	9	0	216	232
AA		<i>Cephalotes columbicus</i>	7	1	71	38	0	75	0	192
AB	Myrmicinae	<i>Cephalotes cordiventris</i>	0	0	1	10	0	10	0	21
AC		<i>Cephalotes femoralis</i>	0	1	0	2	0	5	0	8
AD		<i>Cephalotes laminatus</i>	0	0	2	5	20	6	0	33
AE		<i>Cephalotes maculatus</i>	0	0	0	0	0	2	0	2
AF		<i>Cephalotes minutus</i>	0	0	0	0	0	0	22	22
AG		<i>Cephalotes pusillus</i>	0	0	6	0	0	6	0	12

AH		<i>Crematogaster crinosa</i>	218	210	173	93	11	86	0	791
AI		<i>Crematogaster curvispinosa</i>	0	6	0	20	0	2	0	28
AJ		<i>Crematogaster distans</i>	0	0	81	0	0	9	0	90
AK		<i>Crematogaster erecta</i>	0	0	0	58	1	0	32	91
AL		<i>Crematogaster limata</i>	180	154	63	5	0	66	146	614
AM		<i>Crematogaster rochai</i>	0	27	67	0	0	0	355	449
AN		<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	0	1	3	0	14	4	22	44
AO		<i>Cyphomyrmex transversus</i>	0	0	0	0	3	1	0	4
AP		<i>Hylomyrma columbica</i>	0	5	0	0	14	0	0	19
AQ		<i>Mirmicaria</i> sp1	0	0	0	0	0	0	5	5
AR		<i>Mycocepurus smithii</i>	0	0	0	0	2	0	0	2
AS		<i>Myrmicocrypta</i> sp1	0	0	0	0	1	0	0	1
AT		<i>Paratrachymyrmex cornetzi</i>	11	0	6	0	46	4	40	107
AU		<i>Paratrachymyrmex irmgardae</i>	4	0	0	0	7	6	0	17
AV		<i>Pheidole</i> sp1	42	44	103	30	64	122	129	534
AW		<i>Pheidole</i> sp2	20	32	62	3	155	58	0	330
AX		<i>Pheidole</i> sp3	189	122	126	99	229	73	169	1007
AY		<i>Pheidole</i> sp4	0	2	0	0	8	0	0	10
AZ		<i>Pheidole</i> sp5	9	15	12	67	0	27	0	130
BA		<i>Pheidole</i> sp6	0	0	4	0	0	6	0	10
BB		<i>Pheidole</i> sp7	13	167	5	362	46	143	0	736
BC		<i>Pheidole</i> sp8	21	46	17	95	0	17	0	196
BD		<i>Pheidole</i> sp9	0	1	2	2	0	0	81	86
BE		<i>Pheidole</i> sp10	7	12	0	0	0	0	0	19
BF		<i>Pheidole</i> sp11	0	5	0	0	6	0	0	11
BG		<i>Pheidole</i> sp12	0	0	7	0	0	0	0	7
BH		<i>Pheidole</i> sp13	0	3	0	0	0	0	0	3
BI		<i>Pogonomyrmex mayri</i>	0	0	0	0	0	0	33	33
BJ		<i>Solenopsis</i> sp1	0	0	0	0	0	0	707	707
BK		<i>Solenopsis geminata</i>	23	134	30	215	54	191	78	725
BL		<i>Strumigenys</i> sp1	0	0	0	0	0	0	4	4
BM		<i>Wasmannia auropunctata</i>	11	5	2	2	95	0	1	116
BN		<i>Hypoponera opaciceps</i>	0	0	0	0	0	2	0	2
BO	Ponerinae	<i>Odontomachus bauri</i>	0	0	0	0	0	0	216	216
BP		<i>Odontomachus haematodus</i>	0	0	0	5	0	2	0	7
BQ		<i>Pseudomyrmex boopis</i>	0	0	0	3	0	3	11	17
BR		<i>Pseudomyrmex cubaensis</i>	0	20	0	5	1	1	0	27
BS		<i>Pseudomyrmex eduardi</i>	0	0	0	0	6	0	0	6
BT		<i>Pseudomyrmex elongatus</i>	0	0	0	0	0	8	0	8
BU		<i>Pseudomyrmex filiformis</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
BV	Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	0	6	3	0	2	0	11
BW		<i>Pseudomyrmex holmgreni</i>	0	0	1	0	1	9	0	11
BX		<i>Pseudomyrmex lisus</i>	2	0	0	1	0	0	0	3
BY		<i>Pseudomyrmex pallidus</i>	0	0	0	1	2	5	0	8
BZ		<i>Pseudomyrmex simplex</i>	1	0	0	0	0	1	24	26
CA		<i>Pseudomyrmex spinicola</i>	1	0	0	0	15	0	0	16
CB		<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	1	1	11	0	1	2	7	23
Número de especies			29	38	38	35	38	47	35	80
Número de individuos			1454	1507	1453	1721	2090	2310	2868	13403
Especies únicas			1	1	2	0	4	3	11	
Cobertura del muestreo (Chao 1)			98%	97%	97%	98%	97%	98%	99%	

Con respecto a la riqueza de especies (0D), el análisis de interpolación y extrapolación (iNEXT) mostró que no existen diferencias significativas para los diferentes parques en cuanto al número de especies, excepto entre los parques La Ciudadela de la Paz (47 especies) y Las Acacias (29 especies), donde al realizar las comparaciones los intervalos de confianza no se superponen, demostrando que los valores de riqueza observados para ambos parques difieren significativamente (Figura 6A).

En cuanto a la diversidad de especies comunes (1D) y muy abundantes (2D) los valores más altos se observaron en los parques La Ciudadela de la Paz (${}^1D=25,47$; ${}^2D=18,14$ especies efectivas) y el fragmento de Bosque del Agüil (${}^1D=24,24$; ${}^2D=19,28$ especies efectivas), sin embargo estos no difieren de los observados para los otros parques, excepto para el parque de Las Acacias (${}^1D=17,74$; ${}^2D=13,69$ especies efectivas) el cual presentó los valores más bajos de diversidad siendo diferente de los otros parques (Figura 6B, 6C).

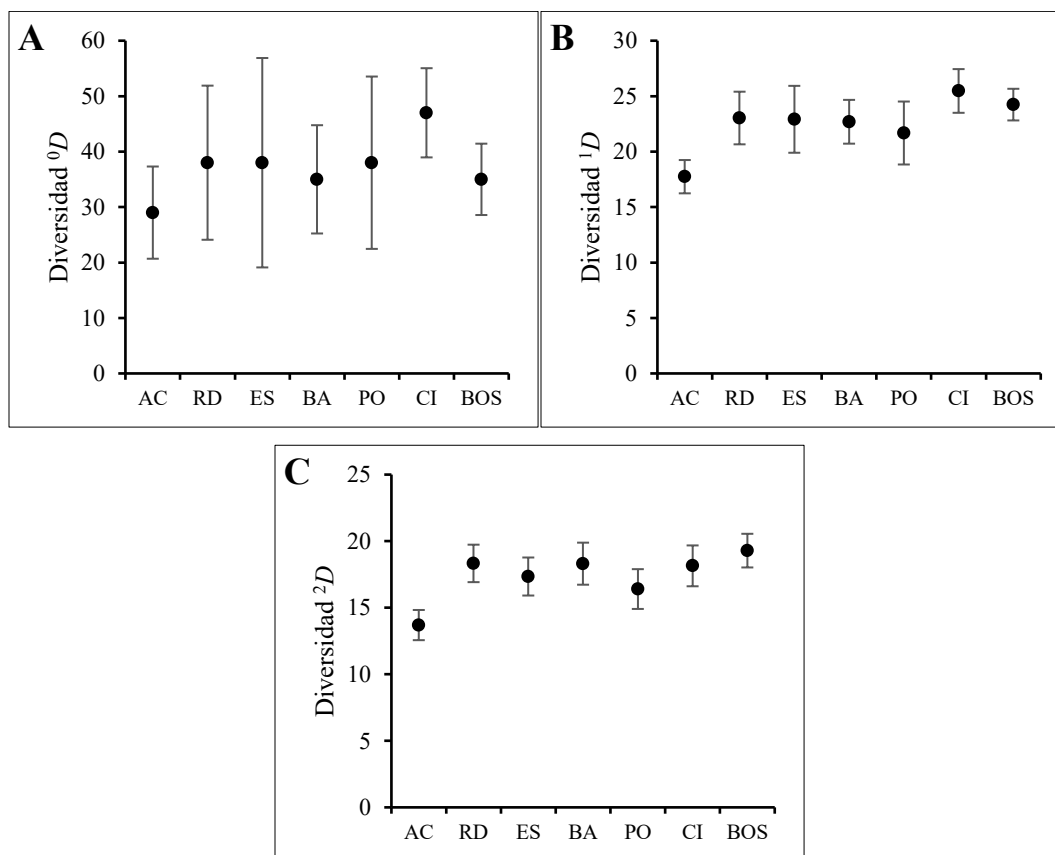


Figura 6. Análisis de la diversidad riqueza de especie 0D (A), especies comunes 1D (B) y especies muy abundantes 2D (C), realizados para los diferentes parques y fragmento de bosque. Abreviaturas: parque las Acacias (AC), parque Romero Díaz (RD), parque La Esperanza (ES), parque Barahoja (BA), parque Potosí (PO), parque Ciudadela (CI), bosque del Agüil, (BOS).

Con respecto a la estructura de la comunidad de las hormigas, las curvas de rango de abundancia mostraron que esta cambia entre los parques muestreados y el fragmento de bosque. Para el fragmento las especies *Solenopsis sp1*(BJ), *Crematogaster rochai* (AM), *Carebara sp1* (Z), *Odontomachus bauri* (BO), *Ectatomma ruidum* (I), *Pheidole sp 3* (AX), son las especies que más aportan a la abundancia; mientras que para el parque Ciudadela de la Paz *E. ruidum* (I), *Tapinoma melanocephalum* (G), *Brachymyrmex aphidicola* (L), *Solenopsis geminata* (BK), *Dorymyrmex biconis* (F), *Trichomyrmex destructor* (W); para el parque Potosí *Paratrechina longicornis* (V), *T. destructor* (W), *Pheidole sp 3* (AX), *E. ruidum* (I), *Pheidole sp 2* (AW), *Acromyrmex santschii* (Y); en el parque Barahoja *Pheidole sp 7* (BB), *S. geminata* (BK), *D. biconis* (F), *T. melanocephalum* (G), *B. aphidicola* (L), *Pheidole sp 3* (AX); para el parque La Esperanza *D. biconis* (F), *Crematogaster crinosa* (AH), *E. ruidum* (I), *Pheidole sp 3* (AX), *Pheidole sp 1* (AV), *Crematogaster distans* (AJ); en el Romero Díaz *C. crinosa* (AH), *D. biconis* (F), *Pheidole sp 7* (BB), *Crematogaster limata* (AL), *Solenopsis geminata* (BK) y finalmente en el parque Las Acacias las especies que más aportan a la abundancia de este hábitat son *C. crinosa* (AH), *D. biconis* (F), *E. ruidum* (I), *Pheidole sp 3* (AX), *C. limata* (AL), *B. aphidicola* (L), por lo tanto se evidencio que la estructura de las especies varía según cada uno de los parques y bosque muestreado (Figura 7).

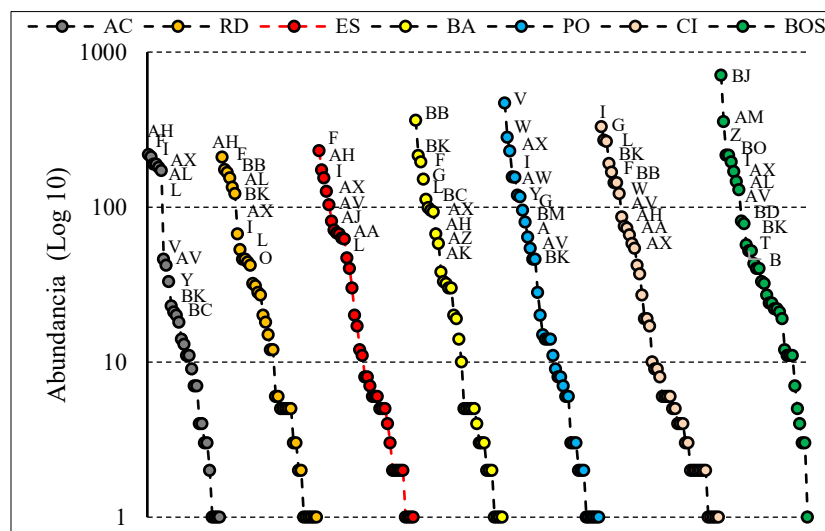


Figura 7. Curvas de rango de abundancia de cada hábitat sin tener en cuenta los puntos de muestreo. Abreviaturas: parque las Acacias (AC), parque Romero Díaz (RD), parque La Esperanza (ES), parque Barahoja (BA), parque Potosí (PO), parque Ciudadela (CI), bosque El Agüil (BOS).

Lo observado con las curvas de rango de abundancia fue también detectado con el análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (nMDS) y el análisis de similitud ANOSIM. El nMDS mostró la formación de varios grupos separados, evidenciado diferencia en la composición y estructura de la comunidad de hormigas. Exceptuado los parques Romero Díaz y Las Acacias que se agruparon juntos, los restante parques cada uno forman un grupo independiente, mientras que el fragmento de bosque, se ubicó bien alejado de todos los parques indicando una comunidad bien distinta (Figura 7). Lo descrito en el nMDS es reforzado por el ANOSIM que determinó que cada uno de los parques y el fragmento de bosque presentan una estructura comunitaria de hormigas diferente entre ellos (ANOSIM: $R=0,874$; $P= 0.001$) (Tabla 5).

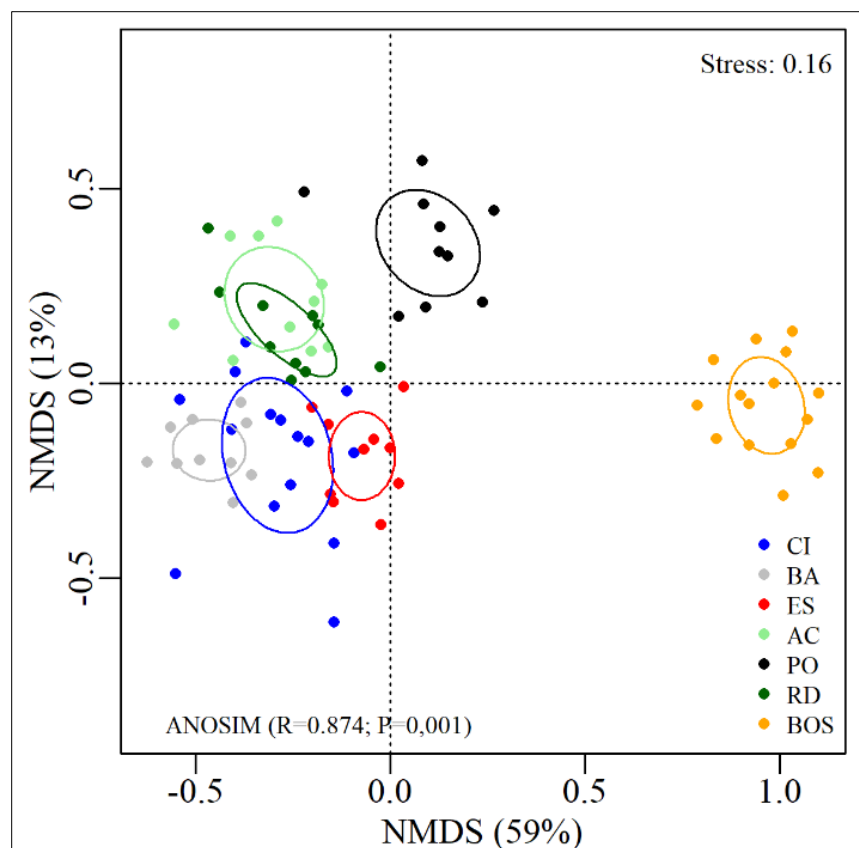


Figura 8. Análisis multidimensional no métrico (nMDS) realizado para los parques y el fragmento de bosque muestreado para la comunidad de hormigas. Abreviaturas: parque las Acacias (AC), parque Romero Díaz (RD), parque La Esperanza (ES), parque Barahoja (BA), parque Potosí (PO), parque Ciudadela (CI), bosque del Agüil, (BOS).

Tabla 5. Análisis de similitud ANOSIM de la composición y estructura de hormigas para el fragmento de bosque El Agüil y parques urbanos. Abreviaturas: parque las Acacias (PA), parque Romero Díaz (PRD), parque La Esperanza (PE), parque Barahoja (PB), parque Potosí (PP), parque Ciudadela (PC), bosque del Agüil, (Bos).

Grupos	R estadístico	P valor	Grupos	R estadístico	P valor
PC, PB	0,586	0,001	PE, PA	0,788	0,001
PC, PE	0,423	0,001	PE, PP	0,993	0,001
PC, PA	0,595	0,001	PE, PRD	0,847	0,001
PC, PP	0,9	0,001	PE, Bos	1	0,001
PC, PRD	0,67	0,001	PA, PP	0,991	0,001
PC, Bos	1	0,001	PA, PRD	0,582	0,001
PB, PE	0,924	0,001	PA, Bos	1	0,001
PB, PA	0,927	0,001	PP, PRD	1	0,001
PB, PP	0,996	0,001	PP, Bos	1	0,001
PB, PRD	0,786	0,001	PRD, Bos	1	0,001
PB, Bos	1	0,001			

9.3 Efecto de las variables ambientales y composicionales de hormigas.

El análisis de correlación determinó que las variables ambientales y composicionales del fragmento de bosque y los parques tiene un efecto sobre la riqueza y abundancia de hormigas. Se encontró que la riqueza de hormigas estuvo correlacionada positiva y significativamente ($P < 0,05$) con el área total del parque (ATP), intensidad lumínica (IL) y la riqueza de plantas (RP) (Tabla 6). Mientras que la abundancia se correlacionó positivamente con el área total del parque (ATP), humedad ambiental (HA), cobertura vegetal (CV), riqueza de plantas (RP) y abundancia de plantas (AP) y negativa con el área total construida (ATC) y la temperatura ambiente (T) (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de correlación de las variables ambientales y características del fragmento de bosque El Agüil y parques urbanos. Valores en negrita indica correlación significativa Abreviaturas: Área total del parque (ATP), Área total construida (ATC), Humedad ambiental (HA), Intensidad lumínica (IL), Cobertura vegetal (CV), Riqueza de plantas (RP), Abundancia de plantas (AP).

Variable	Riqueza		Abundancia	
	R	p-valor	R	p-valor
ATP	0.286	0.010	0.383	0.0004
ATC	-0.039	0.732	-0.444	0.0003
T	-0.022	0.849	-0.349	0.0010
HA	0.004	0.970	0.375	0.0006
IL	0.272	0.014	-0.102	0.3660
CV	0.164	0.147	0.214	0.0360
RP	0.284	0.010	0.404	0.0001
AP	0.201	0.074	0.354	0.0010

9.4 Medidas de acción propuestas para la conservación de biodiversidad en los parques urbanos.

A partir de los resultados obtenidos se proponen las siguientes medidas de acción para tener en cuenta en la planeación, construcción o reestructuración de las zonas verdes y parques, esto

teniendo como objetivo crear hábitats con las condiciones necesarias para las especies locales desplazadas de sus hábitats naturales y así contribuir a la conservación y preservación de un mayor número de especies autóctonas de la región. Estas medidas son:

- Aumentar y mantener la riqueza y abundancia de plantas nativas: La introducción de especies no nativas en los ecosistemas naturales es la segunda causa de pérdida de biodiversidad debido a que estas especies presentan una capacidad mayor de distribución (Traveset & Santamaría, 2004). Por esto mantener entornos con una gran riqueza de plantas oriundas de la región favorecen la conservación de estas, de igual forma preservar una mayor heterogeneidad en la estructura vertical fomenta la presencia de una alta biodiversidad que en otros entornos con composiciones vegetales más homogéneas (Fallas, 2018).
- Reducción de las áreas grises: Se ha demostrado que los parques urbanos con un porcentaje menor de área cubierta por concreto tienen la capacidad de hacer que estos ambientes dentro de la matriz urbana gozan de temperaturas más bajas dado a que estos permiten un mayor flujo de calor latente, aumento en la evaporación, disminución en el flujo de calor sensible y una reducción en el calentamiento del aire. Como resultado se convierten en espacios más frescos y húmedos comparados con el ambiente que los rodea, denominándose comúnmente como islas frías (Navarro et al., 2014). Estas islas frías favorecen a las hormigas y demás especies debido a que las altas temperaturas provocan que estas ajusten sus horarios de forrajeo, esto buscando compensar su capacidad de termorregulación a las altas temperaturas (Ramírez, 2023).
- Aumentar la cobertura vegetal del suelo: Continuamente los parques son sometidos a actividades constante de limpieza en las cuales se remueven maleza, hojas muertas y troncos en descomposición. Estos elementos son utilizados por las hormigas y otras especies que habitan el suelo, lo cual implica una alteración en los sitios de anidación, alimentación y distribución (Ramírez, 2023). La cobertura del suelo influye en la diversidad de especies esto a causa de las funciones y hábitos ecológicos que cumplen las hormigas en este recurso (Fernández et al., 2019).

- Se sugiere a las distintas áreas de gobierno municipal y demás entidades medioambientales el desarrollo de políticas y programas ambientales, que tengan como finalidad integrar la conservación de la biodiversidad en el diseño, gestión y planificación de la infraestructura verde de la ciudad, como por ejemplo, conectar el capital natural de las zonas verdes con los parques urbanos, mediante corredores y calles verdes lo que aumentará exponencialmente la capacidad de incrementar y conservar la biodiversidad y como consecuencia generar beneficios ecosistémicos. Sabemos que los espacios verdes promueven la diversidad biológica, pero sus efectos serán mucho más beneficiosos si están conectados con los demás parques urbanos de la ciudad, mediante estos corredores y calles verdes, que servirán para que la fauna pueda desplazarse entre zonas verdes y parques urbanos, a través del arbolado, o por los estratos más bajos cubiertos de vegetación y con superficies blandas sin cobertura gris, y que además resulta ser de beneficio para los ciudadanos (Molina, 2018).

10 DISCUSIONES

Los reportes de hormigas de este estudio representan alrededor del 41,18% de las subfamilias, el 8,98% de los géneros y el 0,57% de las especies de hormigas registradas en el mundo; así como el 58,33% de las subfamilias, el 23,26% de los géneros y el 2,35% de las especies registradas para la región neotropical. Para Colombia, las hormigas reportadas, representan el 63,64% de las subfamilias, el 28,57% de los géneros y el 6,86% de las especies registradas a nivel nacional (Fernández et al., 2019). En cuanto a la región Caribe, (Abadía, 2013) registró 44 géneros y 122 especies de hormigas asociadas a bosque seco y agrosistemas cítricos, por lo tanto, el presente estudio aporta el 68,18% de los géneros y 65,57% de las especies, lo cual indicaría que la zona mantiene una fauna típica de hormigas, de lo reportado para esta región del país. Cabe señalar que Abadía (2013) abarcó 13 municipios de los departamentos de Bolívar, César, Córdoba y Magdalena.

A nivel regional, este trabajo contiene entre el 55% y 95% del número de las especies de los trabajos realizados por Ramos & Guerrero, (2023); Ramos et al., (2021); Mercado-Mercado et al., (2021); Guerrero & Sarmiento, (2010) y Camargo-Vanegas et al., (2024), para los departamentos de Magdalena y Sucre-Bolívar. Asimismo, supera en 21 y 46 el número de especies reportadas en los trabajos realizados por Sierra (2021) y Fontalvo et al. (2012), para los departamentos de Magdalena y Atlántico, respectivamente.

A nivel departamental, este trabajo contiene el 58% y 69% del número de los géneros y las especies reportado por Dominguez-Haydar (2011) y Marquez-Peña & Domínguez-Haydar, (2023). No obstante, en el municipio de Aguachica, Cesar, no se tienen investigaciones anteriores de la comunidad de hormigas, por lo que este trabajo se convierte en una base de gran importancia de información de Hymenoptera Formicidae para la elaboración de planes de conservación, restauración y manejo ambiental en esta zona.

Con respecto a la riqueza de especies por subfamilia este trabajo mantuvo un patrón similar al observado en estudios previos sobre la caracterización de comunidades de hormigas; en el cual la subfamilia Myrmicinae fue la de mayor representación, aportando el 53% de los géneros y el 54% de las especies registradas en todos los ambientes urbanos y fragmento de bosque estudiados. La contribución de esta subfamilia al ensamblaje de hormigas es una tendencia observada en diversos ecosistemas terrestres de Colombia, lo que incluye parques

urbanos (Ramos et al., 2021; Sierra, 2021), y bosque seco tropical (Fontalvo et al., 2012; Ramos & Guerrero, 2023).

Esta tendencia también ha sido documentada en investigaciones realizadas en diferentes ecosistemas colombianos que abarcan paisajes rurales, áreas naturales protegidas, zonas agrícolas y áreas urbanas (Abadía, 2013; Chacón De Ulloa et al., 2023; Chacón De Ulloa & Abadía, 2014; Guerrero & Sarmiento, 2010; Marquez-Peña & Domínguez-Haydar, 2023; Mercado-Mercado et al., 2021). Este patrón observado se atribuye a la gran cantidad de especies diferentes dentro de la subfamilia, y también a la variedad de entornos y formas de vida que estas especies ocupan, las cuales van desde enfoques generalistas, estrategias para anidar y aprovechamiento de distintos recursos alimenticios (hojas, desechos animales y de plantas, artrópodos, néctar y otros recursos) (Ward et al., 2015).

Por su parte otras subfamilias como Pseudomyrmecinae y Formicinae también poseen un número representativo de especies, aportando el 15% y 13,65% del total de las especies, sin embargo, las pseudomyrmex están mejor representadas en los ambientes urbanos con más presencia arbórea, debido a sus asociaciones mutualistas con algunas especies de árboles que utilizan para alimentarse y anidar, por ejemplo, la *Pseudomyrmex boopis* (Ward, 1993). En contraste, la especie *Pseudomyrmex termitarius* está presente en casi todos los ambientes, debido a su habilidad para colonizar áreas urbanas y boscosas, aprovechando los recursos que ofrecen los Isópteros (Schultz & Brady, 2008). Por otro lado, la alta diversidad de Formicinae puede atribuirse a sus múltiples estrategias de vida que van desde especialistas a generalistas, por tanto, poseen diversidad de hábitos y hábitats en especial los géneros *Camponotus* de hábitos arborícolas; *Paratrechina* y *Brachymyrmex*, habitantes del suelo (Fernández, 2003).

Por otra parte, la abundancia de las hormigas parece estar influenciada por especies generalistas o adaptables que prosperan en entornos modificados, en este trabajo las especies *Dorymyrmex biconis*, *Ectatomma ruidum*, *Pheidole* sp 3 y *Solenopsis geminata* fueron las más abundantes, las características de los parques muestreados parecen promover la presencia de estas especies debido a su condición generalista y oportunista, ya que se adaptan fácilmente a estos ambientes perturbados y de estrés ambiental. Adicionalmente, la presencia de especies como *Paratrechina longicornis*, *Wasmannia auropunctata* y *Tapinoma*

melanocephalum son consideradas plagas e indicadores de áreas disturbadas y con alto grado de perturbación. Dadas sus abundancias y comportamiento agresivo suelen dominar las fuentes de alimentos excluyendo y compitiendo con otras especies. Además, donde son introducidas se vuelven muy abundantes causando impactos negativos al bienestar humano y ecológicos, compitiendo y desplazando a las especies nativas y nidificando en casi cualquier parte (Fernández et al., 2019). Para este estudio cabe destacar la alta abundancia de estas especies en los parques urbanos Potosí y Ciudadela, donde las características de estos hábitats parecen promover su numerosa presencia, lo que indica que estos son ambientes sometidos a estrés ambiental debido a los efectos de la urbanización.

En cuanto a los grupos especializados estuvieron muy enmarcados hacia el fragmento de bosque del Agüil, principalmente las especies depredadoras de otros artrópodos como las dacetinis depredadoras asociadas a la materia orgánica y la hojarasca, y hormigas legionarias como lo son las especies *Azteca alfari*, *Azteca velox*, *Dolichoderus laminatus*, *Labidus coecus*, *Ectatomma tuberculatum*, *Strumigenys* sp 1, entre otras.

Lo anterior se atribuye a que los bosques tienen una estructura del ecosistema más compleja, son ambientes heterogéneos que ofrecen una mayor diversidad de hábitats (Corro et al., 2019) que incluyen diferentes tipos de suelos, múltiples niveles de vegetación, mayor variedad de plantas, rocas, cuerpos de agua, variedad de microclimas (García-González & Rivera-Díaz, 2009) y mayor cantidad de recursos disponibles, lo que permite a estos grupos de hormigas especializadas encontrar nichos específicos para vivir y explotar recursos que no están disponibles en los parques urbanos. Tal es el caso de especies especializadas como las del género *Azteca*, que su presencia se ve favorecida por algunas plantas típicas del ecosistema de bosque seco tropical como las *Cecropias* y *Cordia* spp debido a que se alimentan de su néctar y estas a su vez le brindan protección contra la herbivoría de otros insectos. Además juegan un papel importante en el ecosistema al contribuir al control de plagas, la descomposición de materia orgánica, polinización de algunas plantas, dispersoras de semillas y depredadoras de pequeños insectos (Fernández et al., 2019).

En contraste, los parques urbanos son ambientes mucho más simplificados que suelen tener menor diversidad de hábitats, con áreas menos variadas, más homogéneas, cubiertas de concreto y desprovistas de vegetación. Sumado a esto, están sujetos a perturbación humana,

poda de árboles, remoción de la hojarasca, causando que la cantidad de recursos alimentarios disponibles sea menor, lo que repercute en que la diversidad de especies que poseen una alta especialización en actividades de forrajeo, calidad de presas y selectividad de sitios de anidación (suelo, hojarasca, madera en descomposición) (Fernández et al., 2019), sea casi nula, reflejando como los efectos de la urbanización afecta negativamente la diversidad de hormigas especializadas, ya que subfamilias como Dolichoderinae, Dorylinae y Ponerinae (*Azteca* en Dolichoderinae, *Labidus* en Dorylinae y *Odontomachus* en Ponerinae) no se encuentra en estos ambientes, lo que puede deberse a que estas especies no encuentran los recursos suficientes para establecerse en los parques urbanos.

Respecto al conjunto de especies exclusivas registradas en el bosque del Agüil, (11 spp recolectadas) que contribuyen al patrón de separación (diferencias en riqueza con relación a los parques), incluyen aquellas que habitan y forrajean en la hojarasca (*Strumigenys* sp 1), así como a las especies arbóreas (*Azteca velox*, *Dolichoderus laminatus*, *Ectatomma tuberculatum*, *Cephalotes minutus*) y del suelo (*Labidus coecus*, *Mirmicaria* sp 1, *Pogonomyrmex mayri*, *Odontomachus bauri*). Estas especies presentan requerimientos ecológicos más especializados para el establecimiento y mantenimiento de sus colonias, los cuales no pueden ser satisfechos por las condiciones ambientales simplificadas que caracterizan a los parques urbanos. En contraste, la mayor heterogeneidad estructural y mayor cantidad de recursos disponibles en el bosque El Agüil, favorece la presencia de estas hormigas especializadas, ya que ofrece nichos específicos y oportunidades ecológicas que no se encuentran en los parques urbanos. (Ramos et al., 2021).

Cabe destacar que del grupo de especies registradas para el bosque El Agüil algunas se destacan debido a que han sido catalogadas como plagas, entre las que se encuentran *Paratrechina longicornis*, *Tapinoma melanocephalum*, *Solenopsis geminata* y *Wasmannia auropunctata* (Fernández et al., 2019), resultados que concuerdan con otros estudios realizados (Chacón De Ulloa et al., 2019; Ramos et al., 2021), especies que pueden indicar un estado de disturbio en determinadas zonas del bosque, provocando un impacto ambiental y ecológico, que se manifiesta en efectos negativos en suelo, así como en el desequilibrio de las relaciones entre plantas y otras especies de hormigas o bancos de semillas para hormigas dispersoras (Wetterer et al., 1999).

Por su parte, los parques de Ciudadela y Potosí poseen un conjunto de características que los distingue de los demás parques urbanos tales como mayor área, mayor cobertura vegetal, riqueza de plantas nativas y una menor proporción de superficie construida. Estas condiciones generan un entorno más favorable para albergar un mayor número de especies, ubicando a ambos parques en un nivel intermedio con relación al valor de conservación. En particular, la presencia de especies arbóreas nativas como *Albizia saman* (campano), *Anacardium excelsum* (caracolí), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), *Coccoloba acuminata* (maíz tostado), *Tabebuia rosea* (Guayacán rosado), parece ser un factor clave para la coexistencia y preservación de una fauna de hormigas más diversa (Pacheco & Vasconcelos, 2007). Estas especies vegetales proveen una variedad de microhábitats y nichos ecológicos que favorecen el establecimiento de especies de hormigas con diferentes niveles de especialización.

En este ámbito, se destaca la presencia de hormigas cultivadoras de hongos, tales como *Cyphomyrmex rimosus*, *Cyphomyrmex transversus*, *Myrmicocripta* sp 1, *Paratrachymyrmex cornetzi*, *Paratrachymyrmex irmgardae*, así como hormigas depredadoras de suelo como las del género *Ponerinae* y arbóreas como las del género *Pseudomyrmex*, especies que son un aliciente indicador de la calidad debido a las características del hábitat que ofrecen estos dos ambientes y que promueve la anidación de grupos de hormigas no solo omnívoras y generalistas sino también grupos más especializados (Ramos et al., 2021). En este contexto, investigaciones realizadas en Brasil, han demostrado la relación entre la riqueza de especies de hormigas y las características de las zonas verdes urbanas (Dáttilo et al., 2011; Morini, 2014). En estos estudios se ha reconocido que las zonas verdes dentro de la ciudad son consideradas hábitats potenciales para la preservación de las especies de hormigas (Melo & Delabie, 2017; Santos et al., 2019).

Es de destacar la presencia de especies introducidas, consideradas como exóticas o catalogadas como hormigas vagabundas, las cuales son muy agresivas llegando a desplazar especies nativas (Chacón De Ulloa et al., 2019), entre las que se encontraron *Paratrechina longicornis*, *Tapinoma melanocephalum*, *Wasmannia auropunctata*, *Trichomyrmex destructor*, o nativa como *Solenopsis geminata*. Resultados que concuerdan con otros estudios realizados en ambientes urbanos del país (Chacón De Ulloa et al., 2019). Su presencia indica un alto grado de perturbación y estrés ambiental, esto debido a que

Ciudadela es un parque urbano con una gran cobertura vegetal nativa, pero a su vez, es un espacio de recreación por tanto es afectado por las intervenciones antropogénicas. Potosí por su parte, es un remanente importante de vegetación dentro del entorno urbano, pero actualmente se encuentra en condiciones de abandono y deterioro con una marcada problemática ambiental relacionada principalmente con el manejo inadecuado de residuos sólidos, tanto ordinarios como peligrosos que no permiten la recuperación de la flora y aumenta la proliferación de plagas, agravado por la presencia de habitantes de calle o drogodependientes.

En contraste, los parques urbanos que presentan un grado de urbanización más elevado (mayor cobertura gris) su valor de conservación es más bajo, dado a que presentan un mayor número de especies exóticas y menor diversidad. Por tanto, las hormigas presentes en estos espacios están representadas principalmente por grupos generalistas que se adaptan fácilmente a condiciones de estrés ambiental y perturbación, y que además poseen estrategias de anidación y aprovechamiento de una mayor variedad de recursos (Brandão et al., 2012), como es el caso de especies como *Dorymyrmex biconis*, *Tapinoma melanocephalum*, *Ectatomma ruidum*, *Solenopsis geminata*, *Wasmannia auropunctata*, además géneros como *Pheidoles*, *Camponotus*, y *Crematogaster*. Resultados que concuerdan con estudios realizados sobre la caracterización de las hormigas urbanas en Santa Marta (Sierra, 2021). Por otro lado, se resalta que *Dorymyrmex biconis*, fue recolectada en todos los parques urbanos con una baja frecuencia de captura en el Potosí y sin registros el bosque del Agüil, por lo que se sugiere, poseen una alta preferencia por los espacios secos, desprovistos de vegetación y con un alto grado de perturbación, atribuida a sus hábitos generalistas y carroñeros y a su facilidad de explotar recursos y establecerse en ambientes donde otras especies no logran (Cuezzo & Guerrero, 2012).

Por su parte, el género *Pheidole* estuvo presente en todos los ambientes, pero con frecuencias de captura más alta en los parques urbanos. Esta es una especie que es considerada una de las más invasivas del mundo, presentes en un amplio espectro de hábitats, especialmente en hojarasca y suelo. Es abundante y prevalece en lugares con climas cálidos. Este género no sólo es hiperdiverso sino que está entre los géneros de hormigas dominantes (Fernández, 2003) y son favorecidas por la deforestación y el crecimiento urbano (Fernández et al., 2019). Además de sus hábitos generalistas tienen la capacidad de desplazar especies nativas

(Collingwood et al., 1997), lo cual se considera un aspecto a tener en cuenta en la conservación de la diversidad.

Asimismo, los parques urbanos más pequeños (0,2-0,4 ha) mostraron una menor riqueza de especies en comparación con los parques El Potosí, Ciudadela De La Paz y el fragmento de bosque del Agüil. Estos resultados concuerdan con otros estudios realizados a fragmentos de bosque seco y ambientes urbanos en Santa Marta (Ramos et al., 2021). Lo cual puede atribuirse a la limitada disponibilidad y variedad de los recursos alimenticios y de nidificación en los parques más urbanizados, que probablemente favorece la presencia de especies generalistas que compiten y desplazan a otras especies nativas especializadas (Dáttilo & MacGregor-Fors, 2021), lo que se refleja en la casi nula presencia de especies con alta especialización como las subfamilias Dolichoderinae, Dorylinae y Ponerinae que son más comunes en los ambientes con mayor riqueza y abundancia vegetal. Un elemento determinante que limita la presencia de estas especies en los parques urbanos, se atribuye a la ausencia o remoción de la hojarasca ya que es un microhábitat esencial para la supervivencia de las especies cultivadoras de hongos o depredadoras especializadas (Ramos et al., 2021).

Estudios han demostrado que los parques urbanos requieren de ciertas características esenciales para mantener una fauna de hormigas relativamente diversa y común a las de zonas de bosques, las cuales incluyen la proximidad a otras áreas naturales (p. ej., remanentes de bosque seco) y la presencia de una vegetación más variada y abundante dentro del parque (Ješovnik & Bujan, 2021; Kamura et al., 2007; Pacheco & Vasconcelos, 2007; Santos et al., 2019). En consecuencia, los parques más urbanizados del presente estudio son ambientes altamente homogeneizados, debido a que poseen una riqueza de especies de plantas limitada, con poca vegetación nativa y mayor cantidad de vegetación exótica, como en el caso de los parques Las Acacias, Romero Díaz, La Esperanza, y Barahoja, que se encuentran representados principalmente por especies como *Mangifera indica* (mango) y *Licania tomentosa* (oití), ambas especies introducidas. Por su parte, Faeth et al., (2011), indica que la vegetación nativa o exótica de los ambientes urbanos es donde se desarrollan los procesos ecológicos que determinan la diversidad y abundancia de especies. Por lo tanto, los esfuerzos de conservación deben orientarse a la mayoría de los sitios urbanos en el presente estudio y no necesariamente solo a los más ricos en especies (Baselga, 2010).

Los resultados muestran que la transformación de hábitats naturales a ambientes urbanos contribuye a la pérdida de la biodiversidad, aunque especies más generalistas pueden no verse afectadas por las conversiones de los ambientes naturales mientras que las especies especializadas son las más afectadas por estos cambios (Santos et al., 2021).

En cuanto a las características de los ambientes muestreados y su relación con la riqueza de hormigas, los resultados nos indican que los parques con mayor área, albergan un mayor número de especies, datos que concuerdan con otros estudios realizados en cuanto a la relación de la riqueza de especies-área (Carpintero & Reyes-López, 2014; Pacheco & Vasconcelos, 2007; Ramos et al., 2021), esto puede deberse a que en los parques con áreas más grandes como el bosque del Agüil, Potosí y Ciudadela presentan una mayor riqueza vegetal, destacada por árboles nativos de la región tropical que brindan más alimento y microhábitats para el establecimiento de un mayor número de especies.

Los parques de la ciudad de Aguachica cesar, están constituidos por una variedad de especies arbóreas y ornamentales, nativas tales como *Albizia saman* (campano), *Anacardium excelsum* (caracolí), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), *Coccoloba acuminata* (maíz tostado), *Tabebuia rosea* (Guayacán rosado), *Crescentia cujete* (totumo) y también por especies introducidas como almendro (*Terminalia catappa*), *Azadirachta indica* (neem), *Licania tomentosa* (oití), *Mangifera indica* (mango), *Swinglea glutinosa* (limoncillo). Teniendo en cuenta la relevancia de la vegetación, tamaño, riqueza vegetal y número de árboles en la diversidad y establecimiento de las comunidades de hormigas, es de suma importancia entender las dinámicas gubernamentales de la ciudad para la planificación y gestión de los parques urbanos teniendo en cuenta aspectos ecológicos como la estructura y la conectividad (Collinge, 2000; Faeth et al., 2011).

Para finalizar, nuestros resultados apoyan nuestra hipótesis de trabajo, ya que a medida que aumenta la urbanización, la diversidad de hormigas disminuye y su composición se altera en respuesta a esta intensificación, caracterizada por la pérdida de espacios verdes y el aumento de las áreas grises, en comparación con el fragmento de bosque El Agüil.

11 CONCLUSIONES

La riqueza de hormigas presentó pocas variaciones entre el fragmento de bosque y los parques analizados. Sin embargo, la diversidad del orden uno y dos fue mayor en el fragmento de bosque y los parques de mayor extensión, lo anterior indica la necesidad de proteger los hábitats naturales y las áreas urbanas que mantienen algunos aspectos estructurales similares a las áreas naturales.

El fragmento de bosque registró mayor número de especies especialistas y exclusivas, mientras que, en los parques urbanos, la diversidad se vio influenciada por especies de hábitos generalistas que presentan mayor facilidad para establecerse en ambientes alterados. Por su parte, CI y PO presentaron similitud entre ellos, esto sugiere que posiblemente se encuentren es un estado intermedio de perturbación y a su vez pueden presentar un mayor potencial para la conservación de la diversidad de hormigas dado que presentan mayor semejanza con la riqueza de especies del fragmento de bosque del Agüil.

Los parques con mayor área y cobertura vegetal albergan una mayor riqueza de especies que aquellos que poseen un mayor grado de urbanización. Lo que demuestra la importancia de los parques con mayor cobertura vegetal y menor área construida para la conservación de hormigas en las zonas urbanas.

Las variables ambientales evaluadas tienen un impacto significativo en el ensamblaje de hormigas en los parques urbanos de Aguachica Cesar, específicamente, el área total del parque, la intensidad lumínica y la riqueza de plantas. Este hecho sugiere que la gestión efectiva de estos factores ambientales en parques urbanos puede contribuir a la conservación de la biodiversidad de grupos de importancia ambiental como las hormigas.

12 BIBLIOGRAFÍA

- Abadía, J. C. (2013). *Hormigas en cultivos de naranja (Citrus sinensis (L.) Osbeck) de la costa Caribe de Colombia* (Versión 17.2, p. 3119 records) [Data as a Darwin Core Archive file, Metadata as an EML file, Metadata as an RTF file]. Universidad del Valle. <https://doi.org/10.15472/6EQX8O>
- Agosti, D., & Alonso, L. E. (2000). The ALL protocol: A standard protocol for the collection of ground-dwelling ants. En D. Agosti, J. D. Majer, L. E. Alonso, & T. R. Schultz, *Ants: Standard Methods For Measuring And Monitoring Biodiversity* (pp. 204-206). Smithsonian Institution Press. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.11736>
- Alcaldía de Aguachica Cesar. (2017). *Nuestro municipio* [Gubernamental]. Alcaldía de Aguachica Cesar. <https://www.aguachica-cesar.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Anderson, M. J. (2008). Animal-sediment relationships re-visited: Characterising species' distributions along an environmental gradient using canonical analysis and quantile regression splines. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366(1-2), 16-27. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2008.07.006>
- Angilletta, M. J., Wilson, R. S., Niehaus, A. C., Sears, M. W., Navas, C. A., & Ribeiro, P. L. (2007). Urban Physiology: City Ants Possess High Heat Tolerance. *PLoS ONE*, 2(2), e258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000258>
- Arriols, E. (2018, abril 19). *Comunidad ecológica: Definición y características*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/comunidad-ecologica-definicion-y-caracteristicas-1188.html>
- Baselga, A. (2010). Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19(1), 134-143. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>
- Belskaya, E., Gilev, A., Trubina, M., & Belskii, E. (2019). Diversity of ants (Hymenoptera, Formicidae) along a heavy metal pollution gradient: Evidence of a hump-shaped effect. *Ecological Indicators*, 106, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105447>
- Blüthgen, N., & Feldhaar, H. (2009). Food and Shelter: How Resources Influence Ant Ecology. En C. P. y K. A. L. Lach (Ed.), *Ant Ecology* (pp. 115-136). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199544639.003.0007>

- Brandão, C., Silva, R., & Delabie, J. (2012). Neotropical Ants (Hymenoptera) Functional Groups. En *Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management* (pp. 213-236).
https://www.researchgate.net/publication/300823709_Neotropical_Ants_Hymenoptera_Functional_Groups
- Braschler, B., Gilgado, J. D., Rusterholz, H.-P., Buchholz, S., Zwahlen, V., & Baur, B. (2021). Functional diversity and habitat preferences of native grassland plants and ground-dwelling invertebrates in private gardens along an urbanization gradient. *Ecology and Evolution*, *11*(23), 17043-17059. <https://doi.org/10.1002/ece3.8343>
- Buczkowski, G., & Richmond, D. S. (2012). The Effect of Urbanization on Ant Abundance and Diversity: A Temporal Examination of Factors Affecting Biodiversity. *PLoS ONE*, *7*(8), e41729. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041729>
- Bueno, O. C., Campos, A. E. de C., & Morini, M. S. de C. (Eds.). (2017). *Formigas em ambientes urbanos no Brasil*. Canal6.
- Busto, J., & Chacón De Ulloa, P. (1996). Mirmecofauna y perturbación en un bosque de niebla neotropical (Reserva Natural Hato Viejo, Valle del Cauca, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, *44*(3A), 259-266.
- Byrne, L. B. (2007). Habitat structure: A fundamental concept and framework for urban soil ecology. *Urban Ecosystems*, *10*(3), 255-274. <https://doi.org/10.1007/s11252-007-0027-6>
- Camargo-Vanegas, J., De La Hoz-Pedraza, S., Sierra-Chamorro, H., & Guerrero, R. J. (2024). The Taxonomic and Functional Diversity of Leaf-Litter Dwelling Ants in the Tropical Dry Forest of the Colombian Caribbean. *Diversity*, *16*(11), 687. <https://doi.org/10.3390/d16110687>
- Carpintero, S., & Reyes-López, J. (2014). Effect of park age, size, shape and isolation on ant assemblages in two cities of Southern Spain. *Entomological Science*, *17*(1), 41-51. <https://doi.org/10.1111/ens.12027>
- Casimiro, M. S., Sansevero, J. B. B., & Queiroz, J. M. (2019). What can ants tell us about ecological restoration? A global meta-analysis. *Ecological Indicators*, *102*, 593-598. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.03.018>

- Castro Barbosa, S. F., & Cabás Arriaga, J. A. (2020). *Análisis de la fragmentación del paisaje como herramienta de conservación del área natural denominada «Bosque del Agüil» del Municipio de Aguachica, Cesar*. 1-96.
- Catalano, P., Culebra, S., Sgarbi, C., & Ricci, M. (2012). Primeros aportes al conocimiento de la Mirmecofauna presente en un establecimiento productivo de la localidad de Saladillo. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 111(1), 31-40.
- Cediel, F., & Florez-Lozano, A. J. (2020). Aves urbanas en zonas verdes del área metropolitana de Bucaramanga, Santander, Colombia: Urban birds in green zones of the metropolitan area of Bucaramanga, Santander, Colombia. *Ornitología Colombiana*, 18, 1-20.
- Chacón De Ulloa, P., & Abadía, J. C. (2014). Dos décadas de estudio de la diversidad de hormigas en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(148), 250-260. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.124>
- Chacón De Ulloa, P., Jaramillo, G. I., & Lozano, M. M. (2023). HORMIGAS URBANAS EN EL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 30(116), 435-442. [https://doi.org/10.18257/raccefyn.30\(116\).2006.2270](https://doi.org/10.18257/raccefyn.30(116).2006.2270)
- Chacón De Ulloa, P., Montoya-Lerma, J., Abadía, J. C., Rodríguez, J., & Castaño-Quintana, K. (2019). Hormigas urbanas. En F. Fernández, R. J. Guerrero, & T. Delsinne (Eds.), *Hormigas de Colombia* (pp. 1171-1185). Universidad Nacional de Colombia.
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., & Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1), 45-67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: Standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533-2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Clarke, K., Gorley, RN, Somerfield, Paul, & Warwick, Richard. (2001). *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation* (2nd ed.). Plymouth.

- Collinge, S. K. (2000). EFFECTS OF GRASSLAND FRAGMENTATION ON INSECT SPECIES LOSS, COLONIZATION, AND MOVEMENT PATTERNS. *Ecology*, 81(8), 2211-2226. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2000\)081\[2211:EOGFOI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2000)081[2211:EOGFOI]2.0.CO;2)
- Collingwood, C. A., Tigar, B. J., & Agosti, D. (1997). Introduced ants in the United Arab Emirates. *Journal of Arid Environments*, 37(3), 505-512. <https://doi.org/10.1006/jare.1997.0309>
- Concepción, E. D. (2022). Expansión urbana o cómo el suelo urbanizado se dispersa por el paisaje: Implicaciones para la conservación de la biodiversidad. *Ecosistemas*, 31(1), 2165-2165. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2165>
- Congreso de la República de Colombia. (1989). *Ley 84 de 1989*. Gaceta oficial del Congreso. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=8242>
- Congreso de la República de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993*. Gaceta oficial del Congreso. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Congreso de la República de Colombia. (1994). *Ley 165 de 1994*. Gaceta oficial del Congreso. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37807>
- Congreso de la República de Colombia. (1997). *Ley 388 de 1997*. Gaceta oficial del Congreso. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- Consejo municipal, Aguachica-Cesar. (2002). *Plan de Ordenamiento Territorial Aguachica, 2001-2010*.
- Conti, E. A., & Janda, M. (2016). Hormigas en ambientes urbanos. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 2(1), 294-298.
- Cordier, J. M., Aguilar, R., Lescano, J. N., Leynaud, G. C., Bonino, A., Miloch, D., Loyola, R., & Nori, J. (2021). A global assessment of amphibian and reptile responses to land-use changes. *Biological Conservation*, 253, 108863. <https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2020.108863>
- Corro, E. J., Ahuatzin, D. A., Jaimes, A. A., Favila, M. E., Ribeiro, M. C., López-Acosta, J. C., & Dáttilo, W. (2019). Forest cover and landscape heterogeneity shape ant–plant

- co-occurrence networks in human-dominated tropical rainforests. *Landscape Ecology*, 34(1), 93-104. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0747-4>
- Cortez, C. (2006). Variación altitudinal de la riqueza y abundancia relativa de los anuros del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata. *Ecología en Bolívar*, 41(1), 46-64.
- Cuezzo, F., & Guerrero, R. J. (2012). The Ant Genus *Dorymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae) in Colombia. *Psyche: A Journal of Entomology*, 2012, 1-24. <https://doi.org/10.1155/2012/516058>
- Dáttilo, W., & MacGregor-Fors, I. (2021). Ant social foraging strategies along a Neotropical gradient of urbanization. *Scientific Reports*, 11(1), 6119. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85538-2>
- Dáttilo, W., Sibinel, N., Falcão, J. C. de F., & Nunes, R. V. (2011). Mirmecofauna em um fragmento de floresta atlântica urbana no município de Marília, SP, Brasil. *Bioscience Journal*, 27(3), 494-504.
- Davies, Z. G., Fuller, R. A., Loram, A., Irvine, K. N., Sims, V., & Gaston, K. J. (2009). A national scale inventory of resource provision for biodiversity within domestic gardens. *Biological Conservation*, 142(4), 761-771. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.12.016>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023). *Proyecciones de población* [Dataset]. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Dominguez Haydar, Y. (2011). *Diversidad De Hormigas En Remanentes De Vegetación Afectados Por El Ganado Y Propuesta De Algunas Medidas De Rehabilitación (Cuenca Del Río Cesar, Colombia)* [Master, Universidad del Alcalá]. <https://www.corpocesar.gov.co/files/Anexo%20Tesis%20Hormigas.pdf>
- Escárraga, M., & Guerrero, R. (2014). Hormigas un mundo de meñiques gigantes. *InfoZoa*, 4, 1-16.
- Espitia, M. C. (2022). *Diversidad y composición del ensamblaje de aves en zonas urbanas y periurbanas de la ciudad de Manizales, Andes Centrales de Colombia* [Trabajo de grado, Universidad de Caldas]. <https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/18130>

- Faeth, S. H., Bang, C., & Saari, S. (2011). Urban biodiversity: Patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 69-81. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05925.x>
- Faeth, S. H., Saari, S., & Bang, C. (2012). Urban Biodiversity: Patterns, Processes and Implications for Conservation. En Wiley, *Encyclopedia of Life Sciences* (1.^a ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0023572>
- Fallas, A. (2018). Tamaño y vegetación de parques urbanos en el cantón Central de San José, Costa Rica. *UNED Research Journal*, 10.
- Feinsinger, P. (2004). *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*.
- Fernández, F. (Ed.). (2003). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org/bitstream/handle/20.500.11761/32961/978-958-8151-23-6.pdf>
- Fernández, F., Guerrero, R., & Delsinne, T. (Eds.). (2019). *Hormigas de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Fontalvo, R., Fajardo-Herrera, R., & Martínez, N. (2012). FAUNA DE HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EN DOS REMANENTES DE BOSQUE SECO TROPICAL (BS-T) EN CORRALES DE SAN LUIS, ATLÁNTICO, COLOMBIA. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*.
- Forestal Consultores SAS BIC. (2024). *Plan de Manejo Ambiental (PMA) «Recuperación, Protección y Conservación del Bosque Natural del Agüil, en el Municipio de Aguachica, Departamento Cesar»*.
- García, P. (2020). ¿Por qué son importantes las hormigas en los ecosistemas? Restauración de ecosistemas. <https://www.restauraciondeecosistemas.com/por-que-son-importantes-las-hormigas-en-los-ecosistemas/>
- García-González, J. D., & Rivera-Díaz, O. (2009). Composición florística del bosque del agüil (Aguachica, Cesar) con anotaciones sobre su estructura. En J. O. Rangel-Ch (Ed.), *COLOMBIA DIVERSIDAD BIOTICA VIII: Media y baja montaña de la serranía de Perijá* (pp. 575-601). Universidad Nacional de Colombia.

- Gaston, K. J., Smith, R. M., Thompson, K., & Warren, P. H. (2005). Urban domestic gardens (II): Experimental tests of methods for increasing biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, *14*(2), 395-413. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-6066-x>
- González-García, A., Belliure, J., Gómez-Sal, A., & Dávila, P. (2009). The role of urban greenspaces in fauna conservation: The case of the iguana *Ctenosaura similis* in the 'patios' of León city, Nicaragua. *Biodiversity and Conservation*, *18*(7), 1909-1920. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9564-4>
- Gordon, D. M. (2019). The Ecology of Collective Behavior in Ants. *Annual Review of Entomology*, *64*, 35-50. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ENTO-011118-111923>
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global Change and the Ecology of Cities. *Science*, *319*(5864), 756-760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>
- Groc, S., Delabie, J. H. C., Fernandez, F., Petitclerc, F., Corbara, B., Leponce, M., Céréghino, R., & Dejean, A. (2017). Litter-dwelling ants as bioindicators to gauge the sustainability of small arboreal monocultures embedded in the Amazonian rainforest. *Ecological Indicators*, *82*, 43-49. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.06.026>
- Guerrero, R. J., & Sarmiento, C. E. (2010). Distribución altitudinal de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Acta zoológica mexicana*, *26*(2), 279-302.
- Gutiérrez, P. R. (2014). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del bosque tropical lluvioso de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, Costa Rica. *Entomotropica*, *29*(2), 69-76.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C. F., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición). McGraw-Hill Education.
- Hunter, P. (2007). The human impact on biological diversity. How species adapt to urban challenges sheds light on evolution and provides clues about conservation. *EMBO Reports*, *8*(4), 316-318. <https://doi.org/10.1038/SJ.EMBOR.7400951>
- Jaffé, K. (2004). *El mundo de las Hormigas* (2.^a ed.). Equinoccio.
- Ješovnik, A., & Bujan, J. (2021). Wooded areas promote species richness in urban parks. *Urban Ecosystems*, *24*(6), 1305-1315. <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01112-8>

- Jiménez, F. (2021). *Las hormigas como bioindicadores de calidad ambiental en el marco de la gestión de los recursos naturales en el sur de la península ibérica*. [Universidad de Córdoba].
<https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/21440/2021000002268.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363-375.
<https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Kamura, Cm., Morini, Msc., Figueiredo, Cj., Bueno, Oc., & Campos-Farinha, Aec. (2007). Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic Rainforest. *Brazilian Journal of Biology*, 67(4), 635-641.
<https://doi.org/10.1590/S1519-69842007000400007>
- Kotze, J., Venn, S., Niemelä, J., & Spence, J. (2011). Effects of Urbanization on the Ecology and Evolution of Arthropods. En *Urban Ecology: Patterns, processes, and applications* (pp. 159-166). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199563562.003.0019>
- Lobry de Bruyn, L. A. (1999). Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1), 425-441.
[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00047-X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00047-X)
- Maciel, C. A., Manríquez, N., Octavio, P., & Sánchez, G. (2015). Geographical distribution of the species: A concept review. *Acta Universitaria*, 25(2), 3-19.
<https://doi.org/10.15174/au.2015.690>
- Magurran, A. E. (2021). Measuring biological diversity. *Current Biology*, 31(19), R1174-R1177. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.07.049>
- Marquez-Peña, J., & Domínguez-Haydar, Y. (2023). Riqueza y diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) según uso de suelo en dos paisajes agroforestales de Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 71(1), e52087.
<https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71i1.52087>
- Marzluff, J. M., & Ewing, K. (2001). Restoration of Fragmented Landscapes for the Conservation of Birds: A General Framework and Specific Recommendations for Urbanizing Landscapes. *Restoration Ecology*, 9(3), 280-292.
<https://doi.org/10.1046/J.1526-100X.2001.009003280.X>

- McDonald, R. I., Mansur, A. V., Ascensão, F., Colbert, M., Crossman, K., Elmqvist, T., Gonzalez, A., Güneralp, B., Haase, D., Hamann, M., Hillel, O., Huang, K., Kahnt, B., Maddox, D., Pacheco, A., Pereira, H. M., Seto, K. C., Simkin, R., Walsh, B., ... Ziter, C. (2019). Research gaps in knowledge of the impact of urban growth on biodiversity. *Nature Sustainability*, 3(1), 16-24. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0436-6>
- McIntyre, N. E., Rango, J., Fagan, W. F., & Faeth, S. H. (2001). Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Planning*, 52(4), 257-274. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00122-5](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00122-5)
- McKinney, M. L. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation: The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. *BioScience*, 52(10), 883-890. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- McKinney, M. L. (2008). Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11(2), 161-176. <https://doi.org/10.1007/s11252-007-0045-4>
- Medrano, L. J., & Quintero, J. R. (2021). Experiencias de valoración de los parques urbanos en las ciudades. Contextos regionales, prospectiva para Colombia. *AREA - Agenda De Reflexión En Arquitectura, Diseño Y Urbanismo*, 27(1), 1-13.
- Melo, T. D. S., & Delabie, J. H. (2017). ECOLOGIA Y CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DE FORMIGAS EN AMBIENTES URBANOS. En O. C. Bueno, A. E. de C. Campos, & M. S. de C. Morini (Eds.), *Formigas em ambientes urbanos no Brasil* (1.^a ed., pp. 189-240). Canal 6.
- Melo, T. D. S., Peres, M. C. L., Chavari, J. L., Brescovit, A. D., & Delabie, J. H. C. (2014). Ants (Formicidae) and Spiders (Araneae) listed from the Metropolitan Region of Salvador, Brazil. *Check List*, 10(2), 355. <https://doi.org/10.15560/10.2.355>
- Mercado-Mercado, G., Serna, F., Domínguez-Haydar, Y., & Vergara-Navarro, E. V. (2021). *Lista de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del departamento del Atlántico, Colombia*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21834.08640>

- Miguelena, J. G., & Baker, P. B. (2019). Effects of Urbanization on the Diversity, Abundance, and Composition of Ant Assemblages in an Arid City. *Environmental Entomology*, 48(4), 836-846. <https://doi.org/10.1093/ee/nvz069>
- Molina, G. (2018, junio 25). Resumen ejecutivo del Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad del Ayuntamiento de Madrid. *AEPJP*. <https://www.aepjp.es/resumen-ejecutivo-del-plan-de-infraestructura-verde-y-biodiversidad-del-ayuntamiento-de-madrid/>
- Morales, N. E. (2011). *¿Qué es un bioindicador? Aprendiendo a partir del ciclo de indagación guiada con macroinvertebrados bentónicos* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Morini, M. S. (2014). Diversity of Epigeal Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Urban Areas of Alto Tietê. *Sociobiology*, 59(3), 703-717. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v59i3.543>
- Naciones unidas. (2023). Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. *Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- National Geographic. (2010, septiembre 5). *Hormigas: Datos e información básica*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/animales/hormiga>
- Navarro, E., Garcia, R., Castro, J. R., & Santillán-Soto, N. (2014). Estudio de caso de la onda cálida de 2006 en el noroeste de México: Valuación y análisis para una modelación. En *Cambio climático y expansión territorial* (pp. 15-31).
- Oksanen J, Kindt R, Legendre P, O'hara B, Simpson G L, Solymos P, Henry M, & Wagner H S. (2009). *Vegan: Community Ecology Package. R Package Version 1. 15-2*. (Versión 1) [Software].
- Pacheco, R., & Vasconcelos, H. L. (2007). Invertebrate conservation in urban areas: Ants in the Brazilian Cerrado. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 193-199. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.11.004>
- Parris, K. M., Amati, M., Bekessy, S. A., Dagenais, D., Fryd, O., Hahs, A. K., Hes, D., Imberger, S. J., Livesley, S. J., Marshall, A. J., Rhodes, J. R., Threlfall, C. G., Tingley, R., Van Der Ree, R., Walsh, C. J., Wilkerson, M. L., & Williams, N. S. G. (2018).

- The seven lamps of planning for biodiversity in the city. *Cities*, 83, 44-53.
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.06.007>
- Pickett, S. T. A., & Cadenasso, M. L. (2006). Advancing urban ecological studies: Frameworks, concepts, and results from the Baltimore Ecosystem Study. *Austral Ecology*, 31(2), 114-125. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2006.01586.x>
- Presidencia de la República de Colombia. (1974). *Decreto 2811 de 1974*. Fución Pública.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>
- Presidencia de la República de Colombia. (2015). *Decreto 1076 de 2015*. Fución Pública.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- Quintero, Y., Rodríguez, Y. K., & Bello, A. M. (2020). Efecto de la contaminación atmosférica y calidad del aire sobre la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae). *Revista de Investigaciones Agroempresariales*, 7, 80-81.
- R Core Team. (2014). *A language and environment for statistical computing*. R foundation for Statistical Computing [Software]. <https://www.r-project.org/>
- Ramírez, J. C. (2023). *Estrategias de forrajeo de las hormigas en áreas verdes y grises de la ciudad de Xalapa, Veracruz*. [Posgrado, Universidad Veracruzana].
https://www.uv.mx/mbi/files/2024/04/Tesis_Estrategias_forrajeo_hormigas_Xalapa_EM_Juan_Carlos_Ramirez_Ramon.pdf.
- Ramos, L. M. (2022). *Diversidad de hormigas en ambientes urbanos de Santa Marta, Colombia* [Tesis de maestría, Univesidad del Magdalena].
<http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/6747>
- Ramos, L. M., & Guerrero, R. J. (2023). Spatial Turnover and Functional Redundancy in the Ants of Urban Fragments of Tropical Dry Forest. *Diversity*, 15(7), 880.
<https://doi.org/10.3390/d15070880>
- Ramos, L. M., Sierra, H. A., Roncallo, J. D., & Flórez, R. J. G. (2021). Hormigas asociadas a fragmentos de bosque seco y ambientes urbanos de Santa Marta, Colombia. *Biota Colombiana*, 23(1). <https://doi.org/10.21068/2539200X.978>
- Rangel Ch., O. (Ed.). (2012). *Colombia diversidad biótica: Bosque del Agüil, (Aguachica-Cesar), biodiversidad, educación ambiental y conservación. No. 4: Publicación especial* (Primera edición). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales : CORPOCESAR.

- Rangel-Ch, J. O., Arellano-P., H., & Carvajal-Cogollo, J. E. (2007). *Estudio de la Caracterización Biológica Integral* (p. 199). Corpocesar. <https://www.corpocesar.gov.co/files/Informe%20Final-Final%20del%20Aguil%202.pdf>
- Rocha-Ortega, M., & Castaño-Meneses, G. (2015). Effects of urbanization on the diversity of ant assemblages in tropical dry forests, Mexico. *Urban Ecosystems*, 18(4), 1373-1388. <https://doi.org/10.1007/s11252-015-0446-8>
- Roncallo, J., Ortega, L. M. R., Guerrero, R. J., & Sierra, H. (2022). Las hormigas exóticas en ambientes urbanos de Santa Marta, Colombia. *Intropica*, 202-217. <https://doi.org/10.21676/23897864.4758>
- Roper, R. (2015). *Proyecto Educativo del Programa (Ingeniería Ambiental y Sanitaria)* (p. 109). <https://es.scribd.com/document/474145692/PEP-INGENIERIA-AMBIENTAL-Y-SANITARIA-AGUACHICA-pdf>
- Santos, Dodonov, P., & Delabie, J. H. C. (2021). Effects of Habitat Conversion on Ant Functional Groups: A Global Review. *Sociobiology*, 68(2), e6071. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v68i2.6071>
- Santos, M. N. (2016). Research on urban ants: Approaches and gaps. *Insectes Sociaux*, 63(3), 359-371. <https://doi.org/10.1007/S00040-016-0483-1/METRICS>
- Santos, M. N., Delabie, J. H. C., & Queiroz, J. M. (2019). Biodiversity conservation in urban parks: A study of ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae) in Rio de Janeiro City. *Urban Ecosystems*, 22(5), 927-942. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00872-8>
- Sattler, T., Duelli, P., Obrist, M. K., Arlettaz, R., & Moretti, M. (2010). Response of arthropod species richness and functional groups to urban habitat structure and management. *Landscape Ecology*, 25(6), 941-954. <https://doi.org/10.1007/s10980-010-9473-2>
- Savard, J.-P. L., Clergeau, P., & Mennechez, G. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 48(3-4), 131-142. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00037-2)

- Schultz, T. R., & Brady, S. G. (2008). Major evolutionary transitions in ant agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(14), 5435-5440. <https://doi.org/10.1073/pnas.0711024105>
- Schütz, C., & Schulze, C. H. (2015). Functional diversity of urban bird communities: Effects of landscape composition, green space area and vegetation cover. *Ecology and Evolution*, 5(22), 5230-5239. <https://doi.org/10.1002/ece3.1778>
- Shochat, E., Warren, P., Faeth, S., Mcintyre, N., & Hope, D. (2006). From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(4), 186-191. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.11.019>
- Sierra, H. A. (2021). *Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) urbanas de Santa Marta, Colombia: Diversidad y dinámica espacio-temporal* [Trabajo de grado, Univesidad del Magdalena]. <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/6750>
- Simanca, R. M., & Martínez, N. J. (2010). Nueva técnica de captura para evaluar la estratificación vertical de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en el bosque seco tropical, colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 46, 311-318.
- Skaldina, O., Peräniemi, S., & Sorvari, J. (2018). Ants and their nests as indicators for industrial heavy metal contamination. *Environmental Pollution*, 240, 574-581. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.134>
- Tiede, Y., Schlautmann, J., Donoso, D. A., Wallis, C. I. B., Bendix, J., Brandl, R., & Farwig, N. (2017). Ants as indicators of environmental change and ecosystem processes. *Ecological Indicators*, 83, 527-537. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.029>
- Traveset, A., & Santamaría, L. (2004). Alteración de mutualismos planta-animal debido a la introducción de especies exóticas en ecosistemas insulares. *Ecología Insular*, 251, 276.
- UN-Habitat (Ed.). (2020). *World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization*. ONU-Hábitat.
- Vanolli, B. S., Canisares, L. P., Franco, A. L. C., Delabie, J. H. C., Cerri, C. E. P., & Cherubin, M. R. (2021). Epigeic fauna (with emphasis on ant community) response to land-use change for sugarcane expansion in Brazil. *Acta Oecologica*, 110, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2021.103702>

- Vargas, A., & Roldán, P. (2017). Ni muy cerca ni muy lejos: Parques urbanos y bienestar subjetivo en la ciudad de Barranquilla, Colombia. *Lecturas de Economía*, 88, 183-205. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n88a06>
- Venables, W. N. & Ripley. (2002). *Modern Applied Statistics with S (MASS)* [Software].
- Verzero, F., Sgarbi, C., Culebra, M. S., & Ricci, E. M. (2011). *Grupos funcionales de hormigas: Evaluación de su utilización como indicadores del impacto ambiental producto de la agricultura y el cambio climático*. III Congreso Internacional sobre Cambio Climático y Desarrollo Sustentable., La Plata.
- Villa, P. M., Cardinelli, L. D. S., Magnago, L. F., Heringer, G., Martins, S. V., Campos, P. V., Rodrigues, A. C., Neri, A. V., & Meira-Neto, J. A. A. (2018). Relación especie-área y distribución de la abundancia de especies en una comunidad vegetal de un inselberg tropical: Efecto del tamaño de los parches. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 937. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i2.33424>
- Ward, P. S., Brady, S. G., Fisher, B. L., & Schultz, T. R. (2015). The evolution of myrmicine ants: Phylogeny and biogeography of a hyperdiverse ant clade (Hymenoptera: Formicidae). *Systematic Entomology*, 40(1), 61-81. <https://doi.org/10.1111/syen.12090>
- Wetterer, J. K., Miller, S. E., Wheeler, D. E., Olson, C. A., Polhemus, D. A., Pitts, M., & Burgess, T. L. (1999). Ecological dominance by *Paratrechina longicornis* (Hymenoptera: Formicidae), an invasive tramp ant, in biosphere 2. *Florida Entomologist*, 381-388.
- World Bank Open Data. (2023). *World Bank Open Data*. World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org>
- Wu, J. (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 125, 209-221. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.018>

13 ANEXOS

Anexos 1. Permiso Marco De Recolección De Especímenes De Especies Silvestres De La Diversidad Biológica con fines de investigación científica no comercial


Libertad y Orden
República de Colombia
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS
AMBIENTALES
- ANLA -
RESOLUCIÓN
(00949)**

Fecha 31 de agosto de 2016

"Por la cual se otorga un Permiso Marco de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Investigación Científica No Comercial, y se toman otras determinaciones."

**EL SUBDIRECTOR (E) DE INSTRUMENTOS, PERMISOS Y TRÁMITES
AMBIENTALES DE LA AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS
AMBIENTALES – ANLA**

En uso de las facultades conferidas en la Ley 99 de 1993, en el Decreto Ley 3573 del 27 de septiembre de 2011, el Decreto 1076 de 2015, la Resolución 1349 de 2015 y 0648 del 14 de junio del 2016, y

CONSIDERANDO:

Que la UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO identificada con NIT 890.102.257-3 y Número de Aprobación del Ministerio de Educación (SNIIES) No. 1202, mediante solicitud radicada con número 2015026283-1-000 del 20 de mayo de 2015 presentó a esta Autoridad Permiso Marco de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Investigación Científica No Comercial.

Que a través del oficio radicado con número 2015026283-2-001 del 2 de junio de 2015, esta Autoridad requirió información complementaria a la UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO, necesaria para dar inicio al trámite solicitado, la cual fue presentada mediante comunicaciones radicadas con números 2015037209-1-000 y 2015037209-1-001 del 14 y 15 de julio de 2015 respectivamente.

Que mediante el Auto 3176 del 6 de agosto de 2016, esta Autoridad dio inicio al trámite administrativo, tendiente a aprobar un Permiso Marco de Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Investigación Científica No Comercial y declaró formalmente la apertura del expediente IDB 0465-00.

Que por medio del Auto 4390 del 15 de octubre de 2015, esta Autoridad, una vez evaluada la documentación allegada por la UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO, solicitó entre otros aspectos, los relacionados a revisar y ajustar las inconsistencias presentadas respecto a la falta de un investigador asociado al Grupo de "Investigación en Genética" y a las del grupo "Genética y Bioquímica".

Anexos 2. Especies exclusivas

ID	Subfamilia	Especies	AC	RD	ES	BA	PO	CI	BOS	TOTAL
B		<i>Azteca velox</i>	0	0	0	0	0	0	52	52
C	Dolichoderinae	<i>Azteca sp2</i>	0	0	0	0	0	0	27	27
D		<i>Dolichoderus laminatus</i>	0	0	0	0	0	0	11	11
E		<i>Dolichoderus lutosus</i>	3	0	0	0	0	0	0	3
H	Dorylinae	<i>Labidus coecus</i>	0	0	0	0	0	0	3	3
J	Ectatomminae	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	0	0	0	0	0	52	52
K		<i>Gnamptogenys sulcata</i>	0	0	2	0	0	0	0	2
AE		<i>Cephalotes maculatus</i>	0	0	0	0	0	2	0	2
AF		<i>Cephalotes minutus</i>	0	0	0	0	0	0	22	22
AQ		<i>Mirmicaria sp1</i>	0	0	0	0	0	0	5	5
AR		<i>Mycocepurus smithii</i>	0	0	0	0	2	0	0	2
AS	Myrmicinae	<i>Myrmicocrypta sp1</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
BG		<i>Pheidole sp12</i>	0	0	7	0	0	0	0	7
BH		<i>Pheidole sp13</i>	0	3	0	0	0	0	0	3
BI		<i>Pogonomyrmex mayri</i>	0	0	0	0	0	0	33	33
BJ		<i>Solenopsis sp1</i>	0	0	0	0	0	0	707	707
BL		<i>Strumigenys sp1</i>	0	0	0	0	0	0	4	4
BN	Ponerinae	<i>Hypoponera opaciceps</i>	0	0	0	0	0	2	0	2
BO		<i>Odontomachus bauri</i>	0	0	0	0	0	0	216	216
BS		<i>Pseudomyrmex eduardi</i>	0	0	0	0	6	0	0	6
BT	Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex elongatus</i>	0	0	0	0	0	8	0	8
BU		<i>Pseudomyrmex filiformis</i>	0	0	0	0	1	0	0	1

Anexos 3. Valores medios de variables ambientales por muestreo para cada parque y fragmento de bosque. Abreviaturas: parque las Acacias (AC), parque Romero Díaz (RD), parque La Esperanza (ES), parque Barahoja (BA), parque Potosí (PO), parque Ciudadela (CI), bosque El Agüil (BOS).

VARIABLES	AC	RD	ES	BA	PO	CI	BOS
Muestreo 1	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM
Intensidad luminica (KLux)	3219,40	26121,40	2517,10	10283,10	1438,62	8416,60	270,28
Temperatura (°C)	32,09	34,56	28,31	34,61	30,23	32,86	27,97
Humedad Ambiental (%)	71,80	64,10	76,80	64,40	84,10	65,33	86,20
Cobertura vegetal %	60,74	74,65	71,24	62,92	97,37	93,33	96,67
Muestreo 2	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM
Intensidad luminica (KLux)	3044,60	9796,60	9621,00	9564,20	1681,85	10649,37	289,84
Temperatura (°C)	32,03	32,54	32,18	32,93	28,54	33,50	29,96
Humedad Ambiental (%)	71,20	70,10	67,80	65,10	81,40	59,93	87,13
Cobertura vegetal %	60,74	74,65	71,24	62,92	97,37	93,33	96,53
Muestreo 3	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM
Intensidad luminica (KLux)	4413,00	5215,80	3931,49	9151,30	1190,62	8995,63	5,12
Temperatura (°C)	30,57	32,36	35,39	32,45	32,15	32,01	26,23
Humedad Ambiental (%)	72,30	68,30	54,60	69,60	68,50	71,13	96,80
Cobertura vegetal %	60,74	74,65	71,24	62,92	97,37	93,33	98,47
Muestreo 4	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM
Intensidad luminica (KLux)	2201,85	5637,50	2917,40	12135,25	954,15	5605,97	5,41
Temperatura (°C)	31,14	31,09	30,94	34,59	29,07	32,91	28,49
Humedad Ambiental (%)	74,60	75,80	72,70	58,00	77,30	66,00	95,00
Cobertura vegetal %	60,74	74,65	71,24	62,92	97,37	93,33	98,41

Anexos 4. Hormigas colectadas en los ambientes muestreados



Acromyrmex Octospinosus



Pheidole Sp1



Camponotus Atriceps



Brachymyrmex Sp1



Crematogaster rochai



Cyphomyrmex rimosus



Ectatoma ruidum



Wasmannia auropunctata

Anexos 5. Medición de las variables ambientales descritas (Tabla 2).

