REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA DIVERSIDAD Y FUNCIONALIDAD ECOSISTÉMICA DE LAS HORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) Y SU EFECTIVIDAD COMO ESPECIES BIOINDICADORAS EN EL PARQUE NACIONAL YASUNÍ

[1]*Verónica Lesly Córdova Juep*
pblg2016003@uea.edu.ec

[2] *Msc. Deisy Valeria Quevedo Amay*
dv.quevedo@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida

Carrera de Biología, Puyo, Pastaza. Ecuador

RESUMEN

Se realizó una revisión bibliográfica de dos estudios en el Parque Nacional Yasuní, el primero estudio en la Zona Guiyero donde se registraron un total 153 morfoespecies dentro de 37 géneros, agrupados en 8 subfamilias. De aquellas, Myrmicinae posee la mayor riqueza, con 75 especies y 19 géneros. En segundo lugar está Formicinae, con 30 especies y 19 géneros y el segundo estudio en "La Estación Científica Yasuní a la Ribera del Río Tiputini Dentro del Campo Petrolero Bloque 16", aquí se registraron, un total de 72 morfoespecies, dentro de 29 géneros agrupados en 7 subfamilias, el grupo con mayor riqueza de especies es la subfamilia Myrmicinae con 47 individuos y 13 géneros, y el segundo la subfamilia Formicinae con 12 especies y 6 géneros. Y para los estudios de caso, la cantidad de morfoespecies está entre los 7.500 a 7948 dentro de un rango de 12 a 32 géneros, agrupados de 6 a 8 subfamilias, donde Myrmicinae y Formicinae poseen gran riqueza y dominio en los casos. Por consiguiente; se tienen los siguientes grupos funcionales destacados los dos estudios del Yasuní y los estudios de caso, Predadoras Especialistas, Crípticas y Dolicherinae Dominantes, la cual esta clasificación fue aportada por Andersen en su artículo Functional groups in relation to stress and environmental disturbance. Finalmente se evidenció que en los dos estudios del PNY y en los ocho estudios de caso, los formícidos encontrados si cumplen una función como bioindicadoras de perturbaciones antropogénicas como la fragmentación del habitad y algunas causados de manera natural como el aumento de temperatura, con los géneros más destacados que son: Dolichoderus, Azteca, Crematogaster, Pyramica, Pheidole, Myrmelachistas, Gigantiops, Pachycondyla, Odontomachus, Cephalotes, Solenopsis, Brachymyrmex, Dorymyrmex y Odontomachus.

Palabras clave: formícidos, subfamilia, diversidad, bioindicador, género

ABSTRAB

A bibliographic review of two studies was carried out in Yasuní National Park, the first study in the Guiyero Zone where a total of 153 morphospecies were recorded within 37 gender, grouped into 8 subfamilies. Of these, Myrmicinae has the highest richness, with 75 species and 19 gender. In second place is Formicinae, with 30 species and 19 gender and the second study in "The Yasuní Scientific Station on the banks of the Tiputini River within the Block 16 Oil Field", here a total of 72 morphospecies were recorded, within 29 gender grouped into 7 subfamilies, the group with the highest species richness is the subfamily Myrmicinae with 47 individuals and 13 gender, and the second is the subfamily Formicinae with 12 species and 6 gender. And for the case studies, the number of morphospecies is between 7,500 to 7948 within, a range of 12 to 32 gender, grouped in 6 to 8 subfamilies, where Myrmicinae and Formicinae, have great richness and dominance in the cases. Therefore, the following functional groups are highlighted in the two Yasuní studies and the case studies, which are Generalist Myrmicinae, Predatory Specialists, Cryptic and Dominant Dolicherinae, which this classification was provided by Andersen in his article Functional groups in relation to stress and environmental disturbance. Finally, it was evidenced that in the two YNP studies and in the eight case studies, the formicidae found do fulfill a function as bioindicators of anthropogenic disturbances such as habitat fragmentation and some caused naturally such as temperature increase, with the most prominent gender being: Dolichoderus, Azteca, Crematogaster, Pyramica, Pheidole, Myrmelachista, Gigantiops, Pachycondyla, Odontomachus, Cephalotes, Solenopsis, Brachymyrmex, Dorymyrmex and Odontomachus.

Keywords: formicidae, Subfamily, diversity, bioindicators, gender

1. INTRODUCCIÓN

El presente artículo se desarrolla con el propósito de investigar la diversidad y funcionalidad ecosistémica de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) y su efectividad como especies bioindicadoras en el Parque Nacional Yasuní (PNY).

El Parque Nacional Yasuní protege un gran número de especies amenazadas y endémicas, algunos estudios han sugerido que el Yasuní es uno de los lugares más diversos en el planeta (Reyes y Ríos, 2015). Esta área protegida ha sufrido grandes cambios, atraves del tiempo, lo cual enmarca el problema de perturbaciones y alteraciones ambientales que afectan a esta reserva, algunas provenientes de cambios naturales y por actividades antrópicas, por el uso de los recursos naturales. Estos cambios se han podido reconocer gracias a los grupos de especies indicadoras, según el Ministerio del Ambiente (MAE, 2014).

De acuerdo a esto, se estudia a las hormigas por su efectividad bioindicadora en el PNY ante estas perturbaciones ambientales ya que comprenden un grupo muy importante debido a que resaltan atributos como, por ejemplo: riqueza, abundancia, especialización, facilidad de muestreo, respuesta a cambios ambientales, conocimiento taxonómico e importancia funcional en los ecosistemas (Bustos y Ulloa, 1997). Mediante las evidencias de su presencia o ausencia, alteraciones en la distribución, abundancia, diversidad y composición en las comunidades de formícidos (Fuster, 2006). Se puede detectar la alteración que ha tenido el medio natural del PNY como es la construcción de carreteras, colonización, deforestación, tala selectiva ilegal, la explotación petrolera, etc (Zapata, et al. 2006).

Este trabajo tiene como primer objetivo dar a conocer información bibliográfíca sobre estudios realizados en el PNY sobre diversidad ecosistémica de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae), como objetivo previo damos a conocer sus grupos funcionales mediante una tabla que contenga subfamilia y género, finalmente como tercer objetivo de acuerdo a los formícidos clasificados en los grupos funcionales, identificar cuáles son los géneros bioindicadores e indicando si son efectivas como indicadoras biológicas respecto a la función que cumplen estos Formícidos en el Parque Nacional Yasuní.

Esta investigación tendrá mucha importancia para algunos biólogos especialistas en ecología, taxonomía, evolución y biogeografía la cual se verán beneficiados con este trabajo (Pazmiño, Patrones de diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Bosque Protector Cerro Blanco, Guayas, Ecuador, 2018). Los formícidos investigados en este estudio pueden servir como modelos para estudiar los procesos de la biología social de las colonias de hormigas logrando ampliar más el estudio sobre este grupo de Himenópteros.

2. METODOLOGÍA

2.1 Localización: La presente investigación se realizará, mediante, estudios de caso en el Parque Nacional Yasuní de Ecuador, el cual está localizado en el sector centro oriental de la región amazónica ecuatoriana, en las provincias de Orellana (cantones Aguarico y Coca) y Pastaza (cantón Pastaza), entre los ríos Napo y Curaray (MAE, 2014).

2.2 Diseño de la investigación: El diseño de la presente investigación se desarrollará con estudios de caso, mediante un enfoque colectivo, que se orienta en los estudios de varios casos con la misma problemática del sujeto de estudio. La intención es utilizar cada caso como un instrumento para conocer la situación en su conjunto, sobre un mismo aspecto (Stake, 2007).

2.3 Recolección y Análisis de datos: La metodología aplicada para llegar al primer objetivo se basa en un diagnóstico mediante la revisión bibliográfica-documental y el análisis de estudios exploratorios-descriptivos con ruta cualitativa, para esto se trabajará con la revisión de artículos científicos, tesis o trabajos de titulación, textos, guías científicas, capítulos de libros, libros de textos, revistas entre otros; tomadas de Scielo, PubMed, Smarteca, Web of Science, Dialnet plus, Refworks etc, que permitan obtener información respectiva relacionada con la diversidad y funcionalidad ecosistémica de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) y su efectividad como bioindicadora en el PNY.

En base a los resultados previos se desarrolló el segundo objetivo, que se basó en el análisis de los grupos funcionales mediante la organización y estructuración de los datos que obtuvimos sobre las principales subfamilias y géneros encontrados. Finalmente, con los resultados de los objetivos anteriores, se realizó la clasificación en grupos funcionales de los formícidos, para la identificación de los géneros bioindicadores e indicando si son efectivas como indicadoras biológicas del ecosistéma, respecto a la función que cumplen estos formícidos en el Parque Nacional Yasuní.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

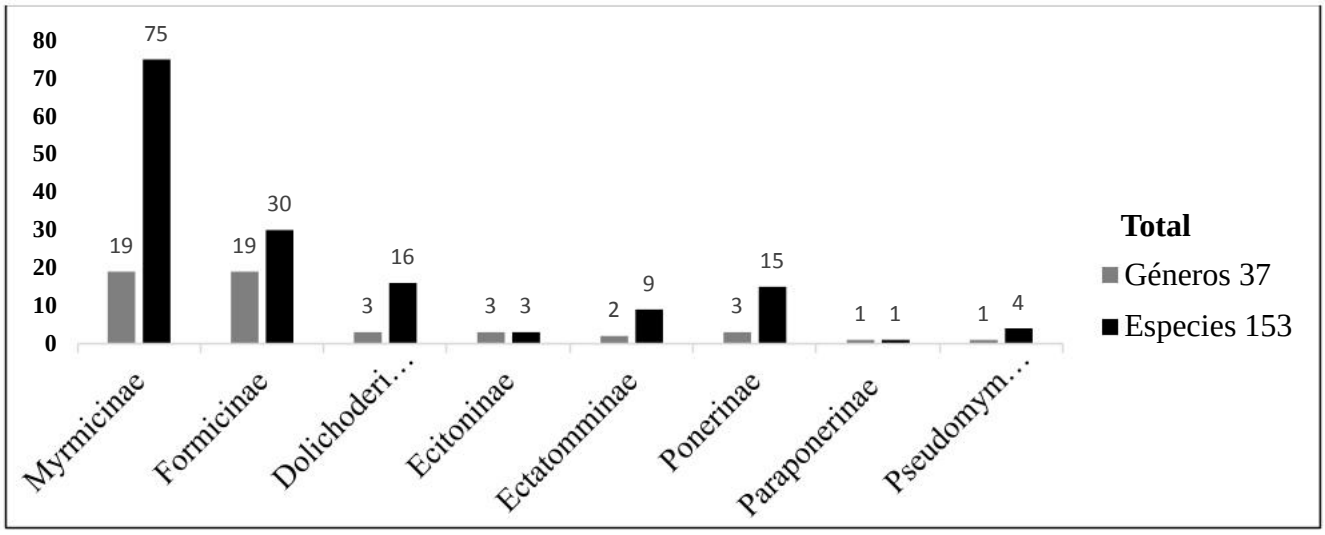
En los resultados de nuestro primer objetivo en la revisión bibliográfica-documental y análisis de estudios con la revisión de artículos científicos, tesis, trabajos de titulación, textos guías científicas, capítulos de libros, libros de textos, revistas entre otros; tomadas de Scielo, PubMed, Smarteca, Web of Science, se obtuvo dos trabajos que hacen referencia específica a la diversidad y funcionalidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) y su efectividad como especies bioindicadoras en el PNY. El primero en la Zona de Guiyero se realizó en los años de Noviembre 2006 hasta mayo 2008 (Albuja V, 2011, como se cita en Troya 2008). El segundo en "La Estación Científica Yasuní a la ribera del río Tiputini dentro del campo petrolero Bloque 16" la cual se realizó en octubre del 2015. (Reyes y Ríos, 2015).

Como segundo aspecto una tabla de los "grupos funcionales la cual fueron empleados para poder evidenciar el uso de hormigas como bioindicadoras, al tener una eficiencia alta, actualmente los grupos funcionales son utilizados en varias partes del mundo" (Nañez, 2016, pág. 4). Para esto se evalúa una clasificación dada por Andersen en su artículo (*Functional groups in relation to stress and environmental disturbance*) que menciona 7 grupos funcionales de hormigas que operan a escala global que son importantes para entender la estructura y funcionamiento de las comunidades de hormigas entre bosques tropicales y biomas en respuesta al estrés, daño ambiental y algunos aspectos de su conducta (Mendoza , 2016). Finalmente los géneros bioindicadores con un análisis si

son efectivas como indicadoras biológicas respecto a la función que cumplen en los sitios estudiados en el PNY y en cada estudio de caso.

Resultado 1

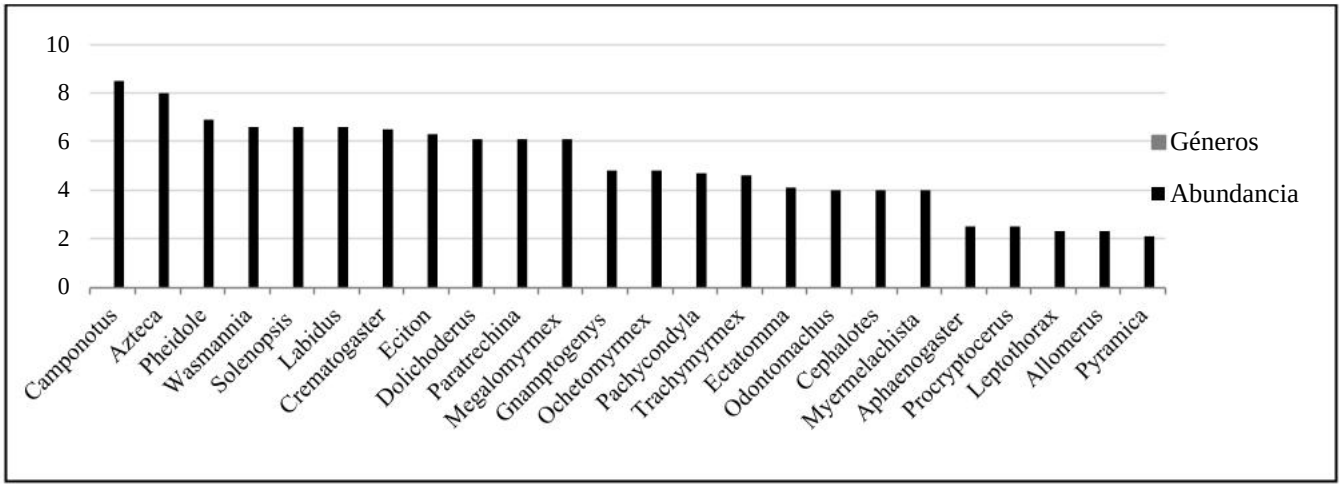
Figura 1. Géneros y Especies a Nivel de Subfamilias Registradas en el Área (Zona Guiyero)



Fuente: Elaborado por (Córdova, 2022)

Del aporte bibliográfico se destacan un total 153 morfoespecies dentro de 37 géneros, agrupados en 8 subfamilias. De aquellas, Myrmicinae posee la mayor riqueza, con 75 especies y 19 géneros, ocupando casi el 50% del total. En segundo lugar está Formicinae, con 30 especies y 19 géneros (19% del total), mientras las demás subfamilias registraron menos de 20 especies, siendo Pseudomyrmecinae, Ecitoninae y Paraponerinae en las que se halló menor riqueza.

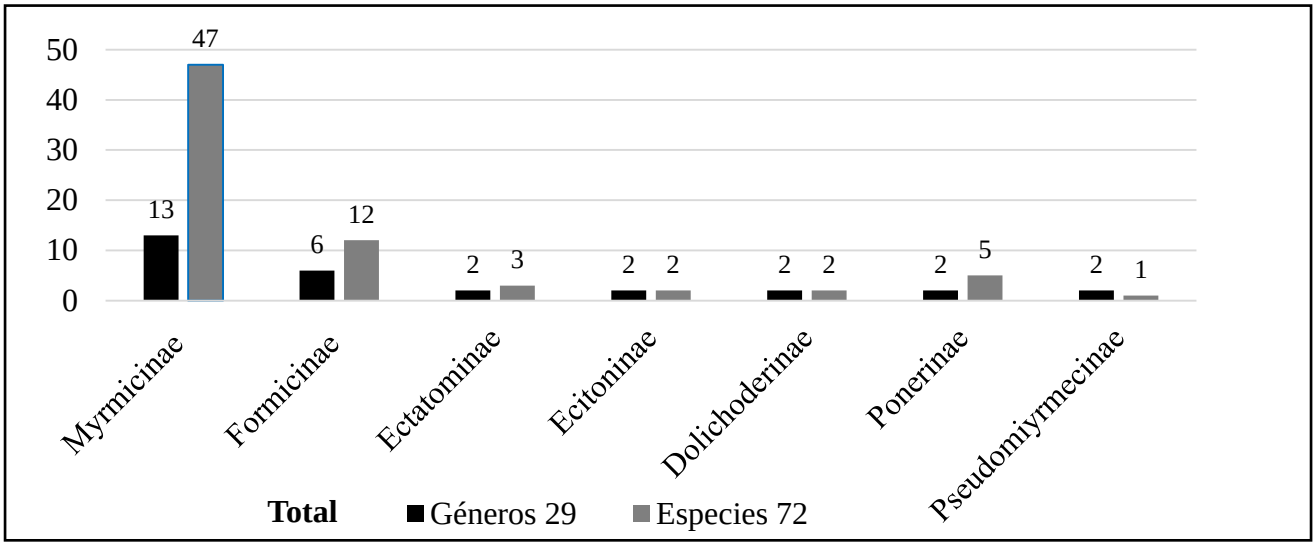
Figura 2. Distribución de Abundancias por Géneros



Fuente: Elaborado por (Córdova, 2022)

En la Figura se indica la distribución de abundancias a nivel de géneros, los grupos con más abundancia es el género Camponotus la cual es el género dominante, como segundo en la lista está el género Azteca. Los géneros servirán para la clasificación de los grupos funcionales.

Figura 3. Géneros y Especies a Nivel de Subfamilias Registradas en el Área (Estación Científica Yasuní a la Ribera del Río Tiputini Dentro del Campo Petrolero "Bloque 16")



Fuente: Elaborado por (Córdova, 2022)

Se registraron un total de 72 morfoespecies, dentro de 29 géneros agrupados en 7 subfamilias, el grupo con mayor riqueza de especies es la subfamilia Myrmicinae con 47 individuos y 13 géneros, y el segundo la subfamilia Formicinae con 12 especies y 6 géneros. Mientras que Ectatomicinae, Ecitocinae, Dolichoderina, Ponerinae y Pseudomirymecinae obtuvieron valores bajos.

Tabla 1. Géneros y Especies Documentadas ("Estación Científica Yasuní a la Ribera del Río Tiputini Dentro del Campo Petrolero Bloque 16")

Géneros	Especies	Géneros	Especies
Atta	*Atta cephalotex*	Brachymyrmex	*Brachymyrmex sp1*
Azteca	*Azteca sp1*	Camponotus	*Camponotus sericeiventris*
Cephalotes	*Cephalotes atratus*	Camponotus	*Camponotus sp5*
Cephalotes	*Cephalotes opacus*	Gigantiops	*Gigantiops destructor*
Cephalotes	*Cephalotes sp1*	Myrmelachista	*Myrmelachista sp1*
Crematogaster	*Crematogaster sp3*	Nylanderia sp1	*Nylanderia sp2*
Cyphomyrmex	*Cyphomyrmex sp2*	Sericomyrmex	*Sericomyrmex sp1*
Hylomyrma	*Hylomyrma sp1*	Ectatomma	*Ectatomma tuberculatum*
Megalomyrmex	*Megalomyrmex sp1*	Gnamptogenis	*Gnamptogenis sp2*
Mycocepurus	*Mycocepurus sp1*	Labidus	*Labidus coecus*

Pheidole	*Pheidole xantogaster*	Nomamyrmex	*Nomamyrmex esenbeckii*
Pheidole	*Pheidole "small"*	Linepithema	*Linepithema humile*
Pheidole	*Pheidole sp19*	Tapinoma	*Tapinoma melanocephalum*
Solenopsis	*Solenopsis globularia*	Odontomachus	*Odontomachus bauri*
Solenopsis	*Solenopsis invicta*	Pachycondyla	*Pachycondyla apicalis*
Solenopsis	*Solenopsis sp4*	Pachycondyla	*Pachycondyla obscurans*
Tetramorium	*Tetramorium bicarinatum*	Pachycondyla	*Pachycondyla obscuricornis*
Trachymyrmex	*Trachymyrmex sp5*	Pachycondyla	*Pachycondyla sp1*
Xenomyrmex	*Xenomyrmex stollii*	Pseudomyrmex	*Pseudomyrmex sp1*

Fuente: Elaborado por (Córdova, 2022)

En el estudio se utilizaron especies, pero para esto se elaboró esta tabla para la obtención de géneros.

Otros estudios de caso: Durante la aplicación del primer objetivo, pudimos obtener dos trabajos referentes al caso de estudio y se revisar ocho trabajos que guardan similitud con los trabajos en cuestión, en cuanto a subfamilia y género.

De este modo se procede a la descripción de diversidad de cada uno de los trabajos. Para el primer trabajo, como título **"Grupos funcionales dominantes de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en pastizales naturales con pastoreo (PNP) y sin pastoreo (PP) del noreste de Buenos Aires, Argentina"**. En este estudio se identificaron 4.533 morfoespecies, agrupadas en 4 subfamilias y 11 géneros, la subfamilia Myrmicinae fue la más abundante, que presentó 3 géneros que son Acromyrmex, Pheidole y Solenopsis , 2 especies y dos morfoespecies en PNP, mientras que en PP con 5 géneros. La siguiente subfamilia Formicidae con un género Nylanderia para PNP y en PP por los géneros Brachymyrmex, Nylanderia y Camponotus y la subfamilia con baja frecuencia fue la Dolichoderinae con los géneros Linepithema y Dorymimex (Villalba, et al. 2014).

Segundo estudio **"Patrones de diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Bosque Protector Cerro Blanco, Guayas, Ecuador"** Se colectaron en total 4.587 individuos, pertenecientes a 84 especies de 32 géneros y 8 subfamilias de Formicidae. La subfamilia con mayor riqueza específica y abundancia fue Myrmicinae con 39 especies los géneros más representativos fueron Pheidole y Pseudomyrmex , seguido por Formicinae con 13 especies, con el género destacado Camponotus, las subfamilias menos representativitas fueron Proceratiinae y Dorylinae con una sola especie (Pazmiño, 2018).

Tercer estudio **"Grupos funcionales de hormigas: Evaluación de su utilización como indicadores del impacto ambiental producto de la agricultura y el cambio climático,**

Argentina". Se capturaron e identificaron en total 4.533 hormigas agrupadas en 4 subfamilias y 12 géneros. Los géneros colectados con mayor frecuencia fueron Solenopsis (Myrmicinae) con (51,69%); Pheidole (Formicidae) con (35,76%) y Linepithema (Dolichoderinae) con (6,13%). Las demás géneros presentaron frecuencias menores al 1% como el género Prenolepsis (Villalba, et al. 2015).

Cuarto estudio **"Hormigas (Hymenoptera: Formicidae), indicadoras de perturbación en un ecosistema forestal, en el Chaco Semiárido Argentino"**. Se identificaron 6 subfamilias, Dolichoderinae, Myrmicinae, Formicinae, Ponerinae, Pseudomyrmecinae y Dorylinae, 18 géneros, 38 especies con un total de 7711 individuos. Myrmicinae es la subfamilia que presenta mayor porcentaje de géneros de formícidos (38%), que son Crematogaster, Acromyrmex, Cephalotes, Letothorax Pheidole y Solenopsis; seguida por Dolichoderinae con el género Dorymyrmex, Ponerinae con los géneros; Pachycondyla, Odontomachus y Leptogenys, estas con 17% y Formicinae con 16% con los géneros Camponotus, Brachymyrmex y Myrmelachista y en último lugar se encuentran Pseudomyrmecinae y Dorylinae con 6% (Fuster, 2006).

Quinto estudio **"Patrones de Diversidad de Hormigas del Bosque Seco de la Región Sur del Ecuador"**. Se registraron un total de 29 especies pertenecientes a 17 géneros de 6 subfamilias. La subfamilia Myrmicinae cuenta con la mayor riqueza, con el género Pheidole y Solenopsis le sigue la subfamilia Formicinae (Camponotus), la subfamilia Pseudomyrmecinae con el género Pseudomyrmex, las subfamilias Dolichoderinae (Azteca) y Pseudomyrmecinae (Pseudomyrmex). Finalmente los géneros con la menor riqueza registrada son: Acromyrmex, Cardiocondyla, Cephalotes, Crematogaster, Cyphomyrmex, Dorymyrmex, Ectatomma, Labidus, Neivamyrmex, Odontomachus, Rogeria y Tapinoma con una sola especie cada uno (Vélez, 2015).

Sexto estudio **"Diversidad de Hormigas en Remanentes de vegetación Afectados por el Ganado y Propuesta de algunas medidas de rehabilitación (Cuenca del Río Cesar, Colombia)"**. Se colectó un total de 7948 individuos los cuales pertenecen a 33 géneros y 90 Morfoespecies. Los géneros con mayor riqueza fueron Pheidole (16) y Solenopsis (10) con su subfamilia Myrmicinae, Camponotus (11) con su subfamilia Formicinae y Pseudomyrmex (8) con su familia Pseudomyrmecinae (Del Carmen , 2011).

Séptimo estudio **"Diversidad y grupos funcionales de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) de la reserva natural educativa Colonia Benítez (Provincia del Chaco, Argentina)"**. Se detectaron 21 morfoespecies, distribuidas en 6 subfamilias y 14 géneros. La subfamilia Myrmicinae resultó la de mayor riqueza específica, con el 53% (Atta, Acromyrmex,

Pheidole, Solenopsis, Strumigenys) especies, seguida por Ponerinae (Pachycondyla, Odontomachus) y Formicinae (Brachymyrmex, Camponotus) ambas con igual número de especies (Gómez y Godoy, 2010).

Octavo estudio **"Variación espacial y temporal de la diversidad de hormigas en el Jardín Botánico del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla"**. Los individuos encontrados durante el estudio fueron 1024 pertenecientes a 27 especies de 19 géneros y 6 subfamilias. De las 27 especies, 12 identificadas resultaron registros nuevos para la región. El mayor número de especies pertenecen a Myrmicinae con el género Pheidole y Pogonomyrmex, con mayor abundancia y la subfamilia Dolichoderinae con el género Dorymyrmex la especie más abundante. (Guzmán y Castaño, 2010)

Discusión: En cada estudio bibliográfico principalmente basándonos en los dos estudios del PNY, con respecto a diversidad en la Zona Guiyero y en Estación Científica Yasuní, a la Ribera del Río Tiputini Dentro del Campo Petrolero Bloque 16, se denota que los trabajos poseen una gran similitud, en abundancia y riqueza entre subfamilias Myrmicinae y Formicinae y son las que más predominan en el PNY. Por otra parte tomando en comparación los ocho estudios de caso, indican que a nivel de Latino América las subfamilias Myrmicinae y Formicinae predominan en los estudios, a excepto de Pseudomyrmecinae que es el grupo que les sigue con mayor individuos en los estudios de caso. De esta manera son grupos que son cosmopolitas, la mayor riqueza de especies se presentan en las comunidades biogeográficas de sabanas y selvas o en las regiones bioclimáticas comprendidas entre la mediterránea árida y la oceánica con influencia mediterránea (Ipinza y Covarrubias, 1982)

Resultado 2

Tabla 2. Grupos funcionales de Acuerdo a la Diversidad Prevista en la Zona Guiyero

Subfamilia	Géneros	Grupo Funcional
Myrmicinae	Cephalotes	C
	Solenopsis	EC
	Megalomyrmex	O
	Ochetomyrmex	SC
	Crematogaster	GM
	Trachymyrmex	SC
	Aphaenogaster	O
	Leptothorax	EC
	Allomerus	EC
	Pyramica	GM
	Procryptocerus	O

Formicinae	Pheidole	GM
	Camponotus	SC
	Wasmannia	DD
	Paratrechina	O
	Myrmelachista	GM
Dolichoderinae	Dolichoderus	DD
	Azteca	DD
Ecitoninae	Labidus	EC
	Eciton	EC
Ectatomminae	Gnamptogenys	O
	Ectatomma	O
Ponerinae	Pachycondyla	DE
	Odontomachus	DE

Fuente: Elaborado por (Córdova, 2022)

En esta tabla se le asigna a cada género y subfamilia el grupo funcional de acuerdo a la clasificación de Andersen (2000) la cual es: Dominantes Dolichoderinae **(DD);** Subordinadas Camponotini **(SC);** Especialistas Climáticas **(EC);** Oportunistas **(O);** Generalistas Myrmicinae **(GM);** Depredadoras Especialistas **(DE);** Cripticas **(C).**

Tabla 3. (Estación Científica Yasuní a la Ribera del Río Tiputini Dentro del Campo Petrolero "Bloque 16")

Subfamilia	Géneros	Grupo funcional
Myrmicinae	Atta	O
	Cephalotes	C
	Crematogaster	GM
Formicinae	Brachymyrmex	C
	Camponotus	SC
	Gigantiops	GM
Ectatomminae	Ectatomma	O
	Gnamptogenys	O
Ecitoninae	Labidus	EC
Dolichoderinae	Linepithema	DD
	Azteca	DD

Fuente: Elaborado por (Córdova, 2022)

En esta tabla se le asigna a cada género y subfamilia el grupo funcional de acuerdo a la clasificación de Andersen (2000) la cual es: Dominantes Dolichoderinae **(DD);** Subordinadas Camponotini **(SC);** Especialistas Climáticas **(EC);** Oportunistas **(O);** Generalistas Myrmicinae **(GM);** Depredadoras Especialistas **(DE);** Cripticas **(C).**

Otros estudios de caso: Posteriormente ya se tiene la clasificación en grupos funcionales de los formícidos encontrados en los dos primeros trabajos del PNY y se procede a obtener los grupos funcionales de los ocho casos en cuestión obtenidos de cada estudio.

1. "Grupos funcionales dominantes de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en pastizales naturales con pastoreo (PNP) y sin pastoreo (PP) del noreste de Buenos Aires, Argentina". En el PNP los formícidos hallados se distribuyeron en cuatro grupos funcionales siendo los grupos mayoritarios Myrmicinae Generalistas (46,57%), con los géneros (Pheidole y Monomorium) y Especialistas de Clima Cálido (40,79%) con los géneros (Solenopsis), mientras que en el PP creció la abundancia relativa de Especialistas de Clima Cálido (52,76%) con el mismo género (Solenopsis) con respecto a Myrmicinae Generalistas (35,5%) con los mismo géneros (Pheidole y Monomorium) (Villalba, et al. 2014).

2. "Patrones de diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Bosque Protector Cerro Blanco, Guayas, Ecuador". Se determinó la presencia de 8 grupos funcionales, de los cuales las omnívoras epigeas (Generalistas) ocuparon el mayor número de especies (18), (Camponotus, Pheidole, Nylanderia) seguido por las forrajeras arbóreas (Cephalotes, Azteca) y Pseudomyrmecinas ágiles (Pseudomyrmex) (Pazmiño, 2018).

3. "Grupos funcionales de hormigas: Evaluación de su utilización como indicadores del impacto ambiental producto de la agricultura y el cambio climático, Argentina". Se repartieron en 6 grupos funcionales: Especialistas de Climas Tropicales (54,12%) (Brachymyrmex, Acromyrmex, Solenopsis, Pseudomyrmex), Myrmicinae Generalistas (35,76%) (Pheidole y Monomorium) y Dolicherinae Dominantes (6,13%) (Dorymyrmex). Los restantes grupos presentaron abundancias menores al 5% (Villalba, et al. 2015).

4. "Hormigas (Hymenoptera: Formicidae), indicadoras de perturbación en un ecosistema forestal, en el Chaco Semiárido Argentino". Los grupos funcionales que se destacaron en el estudio son los Dominantes Dolichoderinae (Forelius, Linepithema), Generalistas Myrmicinae (Crematogaster, Pheidole) Especialistas Predadoras (Pachycondyla, Odontomachus, Leptogenys) Especies Crípticas (Solenopsis y Myrmelachista) (Fuster, 2006).

5. "Patrones de Diversidad de Hormigas del Bosque Seco de la Región Sur del Ecuador". Se identificaron 4 grupos funcionales: generalistas omnívoras epigeas con (Dorymyrmex, Camponotus, Pheidole, Solenopsis Pseudomyrmex), generalistas (Odontomachus), cazadoras

nomádicas (Labidus, Neivamyrmex) cultivadoras de hongo tanto de follaje fresco y detritus (Acromyrmex, Cyphomyrmex) (Vélez, 2015).

6. "Diversidad de Hormigas en Remanentes de vegetación Afectados por el Ganado y Propuesta de algunas medidas de rehabilitación (Cuenca del Río Cesar, Colombia)". Se analiza la composición con base en grupos funcionales, se destaca que los gremios conformados por especies Oportunistas, generalistas, destacándose los géneros Pheidole, Solenopsis, Dorymirmex y Tapinoma (Del Carmen , 2011).

7. "Diversidad y grupos funcionales de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) de la reserva natural educativa Colonia Benítez (Provincia del Chaco, Argentina)". Se registraron siete grupos funcionales, siendo el mejor representado el de las Myrmicinae generalistas (Crematogaster y Pheidole) (Gómez y Godoy, 2010).

8. "Variación espacial y temporal de la diversidad de hormigas en el Jardín Botánico del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México". Presenta los grupos funcionales los cuales son: Dolichoderinae dominantes (Dorymyrmex y Pheidole), especialistas de climas cálidos (Pogonomyrmex y Solenopsis), especialistas de climas fríos (Tetramorium), crípticos (Odontomachus) y subordinados (Camponotus) (Guzmán y Castaño, 2010).

Discusión: Para los dos estudios tomados del PNY se destacan los grupos funcionales; Dominantes Dolicherinae (DD), Generalistas Myrmicinae (GM), Predadoras Especialistas (DE) y Crípticas (C), la cual en los estudios indican que son específicamente grupos que se encuentran donde hay daño del ecosistema, con esto se puede denotar los principales grupos funcionales como; (DD) Dolichoderinae: Dolichoderus, Azteca y Linepithema; (GM) Myrmicinae: Crematogaster, Pyramica-Formicinae: Pheidole, Myrmelachista, Gigantiops; (DE) Ponerinae: Pachycondyla, Odontomachus y (C); Myrmicinae: Cephalotes y Brachymyrmex. La cual se relacionan con los estudios de caso, el grupo funcional que se pudo encontrar en la mayoría de los casos fue la Generalista Myrmicinae ya que estas especies son de hábitos generalistas y de amplia distribución geográfica, cuenta con la presencia en todos los ambientes y temporadas, poseen la capacidad de anidar en diversos sitios y utilizar distintas fuentes de alimento, lo que les permite colonizar y sobrevivir en ambientes variados, y son sensibles al estrés provocado por las bajas temperaturas (Mendoza , 2016).

Resultado 3

Para lograr obtener los grupos Bioindicadoras y dar respuesta al objetivo 3 se hizo la clasificación de grupos funcionales, en donde se ha observado que de acuerdo a los cambios en el

número y la composición de poblaciones de hormigas en un área determinada refleja cambios en el ecosistema, al proveer información en periódos cortos o largos de tiempo y la presencia de otros organismos como resultado de las interacciones obligadas que establecen con plantas y otros seres vivos. La forma en el que el disturbio y las de perturbaciones ambientales afecta a las comunidades de hormigas se presenta de dos formas; de manera indirecta través de cambios en las condiciones microclimáticas del ambiente, que son provocados por el cambio en la estructura de la vegetación, los cambios en la húmedad, temperatura, exposición al viento y la radiación solar, lo cual son factores que afectan a la respuesta fisiológica de las hormigas y alteran sus hábitos de alimentación. Por otra parte de manera directa las hormigas pueden verse afectadas por la remoción de colonias a través de la reducción en la disponibilidad de recursos de anidación, refugio y alimentación (Mendoza , 2016).

En este contexto de las dos zonas estudiadas del PNY se tienen los siguientes géneros Bioindicadores la cual son; (Dominantes Dolicherinae) Dolichoderus, Azteca y Linepithema; (Generalistas Myrmicinae) Crematogaster, Pyramica, Pheidole, Myrmelachista, Gigantiops; (Predadoras Especialistas) Pachycondyla, Odontomachus, Cephalotes y Brachymyrmex. De esta manera el estudio demuestra que si son bioindicadoras respecto a factores antrópicos ambientales, como la construcción de carreteras y fragmentación de habitad por la explotación de petróleo, el cual ocasionó alteraciones de la dinámica natural dentro del ecosistema, por cuanto se puede decir que existe una perturbación moderada en cuanto a los formícidos encontrados en las 2 zonas del Parque Nacional Yasuní. Por consiguientes los grupos funcionales experimentan cambios en su distribución y su diversidad que son principalmente a afectados por perturbaciones humanas, que son más frecuentemente invalidados por especies exóticas o especies trampa, hormigas saciadas a las perturbaciones de origen antrópico que se han establecido a lo largo de todo el mundo y que han sido dispersadas por el comercio humano, en comparación con los ecosistemas afectados por perturbaciones es naturales (incendios e inundaciones) en los cuales ciertas especies de hormigas nativas son resistentes a la invasión por estar mejor adaptadas a las condiciones locales. Asimismo los sitios perturbados se encuentran dominados por especies oportunistas o generalistas porque pueden aprovechar el cambio en la disponibilidad de recursos especialmente cuando la perturbación los pone en una ventaja competitiva. (Mendoza , 2016).

Otros estudios de caso: Para los grupos bioindicadores de cada estudio de caso, se toma en cuenta que se tomó variables propias de cada investigación de acuerdo a lo que se quiere llegar a definir como grupo bioindicador y se tomas lo siguiente:

1. Nuestros resultados sugieren que el predominio de las Especialistas de Climas Tropicales (Pheidole) y de las Myrmicinae Generalistas (Solenopsis) son géneros bioindicadores que estarían indicando que dichos ambientes se encuentran bajo condiciones de estrés intermedio y disturbio moderadamente alto (Villalba, et al. 2014).

2. Los géneros Camponotus (generalistas) y Cephalotes (forrajeras arbóreas) son Bioindicadores porque son sensibles a la presencia de especies invasoras e incendios forestales y se ha correlacionado con la pérdida de diversidad de otras hormigas a pesar de que actualmente la comunidad de formícidos de Cerro Blanco, está afectada gravemente por su presencia, es posible que en un futuro escenario de cambio climático puedan expandir sus poblaciones debido a la potencial migración de las especies nativas hacia nuevos sitios donde encuentren condiciones ambientales óptimas (Pazmiño, 2018).

3. Con los géneros Brachymyrmex (especialistas climáticas) Pheidole (Myrmicinae generalistas) y Dorymyrmex (Dolicherinae Dominantes), son Bioindicadores de un ambiente que se encuentra bajo condiciones de estrés intermedio y disturbio moderadamente alto y que la utilización de estos grupos funcionales con las especies constituye una herramienta a implementar en el seguimiento y diagnóstico de los cambios ambientales (Villalba, et al. 2015).

4. El grupo funcional Dominantes Dolichoderinae con el género Forelius es el más apropiado para ser empleado como indicador biológico, ya que reacciona rápidamente ante disturbios o perturbaciones, causadas por aperturas en la estructura vegetal, aumentando la densidad de sus poblaciones en las áreas alteradas. Los grupos funcionales Generalistas Myrmicinae (Crematogaster), Especialistas Predadoras (Pachycondyla) y Especies Crípticas (Solenopsis), también pueden ser utilizados como indicadores biológicos, estas reaccionan en forma inversa ante este tipo de perturbación, disminuyendo el número de sus poblaciones (Fuster, 2006).

5. Se menciona a los géneros Dorymyrmex y Odontomachus con el grupo funcional de generalistas, porque bioindicadores de alteraciones en el ambiente con respecto a la actividad de forrajeo y algunos factores del clima como la temperatura y precipitación, menciona que las hormigas cortadoras de hojas tienen poca resistencia a los periodos secos prolongados; en Laipuna se observó gran cantidad de cadáveres de hormigas cerca del refugio de la reserva, tal vez debido a las altas temperaturas, bajas precipitaciones, escasez de alimentos o agresión entre colonias por competencia (Vélez, 2015).

6. Se tiene que los grupos funcionales como oportunistas (Tapinoma) y generalistas (Pheidole y Solenopsis) son grupos bioindicadores de cambios microclimáticas que afectan a las especies

adaptadas a los bosques, los cambios en la temperatura y humedad afectan directamente a los insectos por deshidratación. Entre los factores ecológicos se destacan la pérdida de calidad de los sitios de nidificación, el tipo, número y amplitud de los microhábitats y la disponibilidad de alimento de los formícidos (Del Carmen , 2011).

7. El grupo funcional mejor representado en este estudio fue Myrmicinae Generalista con los géneros Crematogaster y Pheidole que son Bioindicadores de alteraciones y fragmentaciones de ambientes terrestres debido a que indican un grado de disturbio y de restauración en los ecosistemas (Gómez y Godoy, 2010).

8. Los grupos funcionales con sus géneros como; Dolichoderinae dominantes (Dorymyrmex y Pheidole), especialistas de climas cálidos (Pogonomyrmex y Solenopsis), especialistas de climas fríos (Tetramorium), crípticos (Odontomachus) y subordinados (Camponotus), vienen siendo bioindicadoras de la calidad del hábitat y controladoras biológicas de plagas Se les considera ingenieras del ambiente, por sus actividades mecánicas que mantienen y restauran el suelo e influyen en los flujos de energía de los ecosistemas, lo que conlleva efectos en cascada que se reflejan sobre la composición y estructura de las comunidades vegetales (Guzmán y Castaño, 2010).

Discusión: Respecto a los dos estudios hechos en el Parque Nacional Yasuní, con los estudios de caso se relacionan porque existen grupos Bioindicadores que denotan factores antrópicos ambientales y naturales en donde los géneros más destacados Crematogaster, Solenopsis, Pheidole Cephalotes, Odontomachus y Dolicherinae, nos ayudan a bioindicar el estado en que se encuentra el ambiente, respecto a estos variables como; fragmentación de habitad, disturbio, especies invasoras, cambios ambientales, aperturas en la estructura vegetal, temperatura- precipitación- humedad y pérdida de calidad de los sitios de nidificación.

5. CONCLUSIONES

Como primera conclusion del primer objetivo se tiene, que en este trabajo de revisión bibliográfica, de acuerdo a la investigación exhaustiva que se realizó, se logró obtener solo dos trabajos de diversidad de formícidos en el Parque Nacional Yasuní, mediante esto se solventó con la consulta de ocho estudios de caso que tienen similitud respecto a los temas de diversidad de formícidos, ya que poseen igualdad con la subfamilias y géneros, dando así lugar a los grupos funcionales, para llegar así a sus géneros bioindicadores, que en total con los dos estudios del PNY y los ocho estudios de caso Myrmicinae y Formicinae son las subfamilias con la mayor similitud, en relación con riqueza y abundancia de formícidos.

Como segunda conclusión se tienen los siguientes grupos funcionales destacados los dos estudios del Yasuní y en los ocho estudios de caso, la cual son Myrmicinae Generalistas, Predadoras Especialistas, Crípticas, Dolicherinae Dominantes y Oportunistas , se destacaron por su abundancia en todos los habitad y principalmente por que experimentan cambios en su distribución y su diversidad que son especialmente afectadas por perturbaciones humanas, las hormigas asociadas a las perturbaciones de origen antrópico que se han establecido a lo largo de todo el mundo y que han sido dispersadas por el comercio humano.

Por último, se evidencia que en los dos estudios del PNY y en los ocho estudios de caso, los formícidos encontrados si cumplen una función como bioindicadoras de perturbaciones antropogénicas como la fragmentación del habitad, deforestación, tala selectiva ilegal y la explotación petrolera y algunas causados de manera natural como el aumento de temperatura y precipitaciones, con los géneros más destacados que son: Dolichoderus, Azteca, Crematogaster, Pyramica, Pheidole, Myrmelachista, Gigantiops, Pachycondyla, Odontomachus, Cephalotes, Solenopsis, Brachymyrmex, Dorymyrmex y Odontomachus, ya que estos géneros se encuentran a nivel cosmopolita, con alta predominancia en sitios donde el estrés y el disturbio limitan la productividad y diversidad de estos formícidos.

5. REFERENCIAS

Albuja V, L. (2011). Fauna de Guiyero. Parque Nacional Yasuní. Recuperado de http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/3855

Bustos, P., & Ulloa, J. (1997). *Mirmeeofauna y Perturbación en un Bosque de Niebla Neotropical. 44(3),259. Recuperado de* file:///D:/Downloads/22042 Article%20Text%20(please%20provide%20a%20single%20file%20with%20figures%20and%20tables%20integrated)-51987-1-10-20151126.pdf

Del Carmen , Y. (2011). *Diversidad de Hormigas en Remanentes de Vgetación Afectados por el Ganado y Propuesta de algunas Medidas de Rehabilitación (Cuenca del Río Cesar, Colombia. (Trabajo de Master,Universidad de Alcalá)*. Recuperado de https://www.corpocesar.gov.co/files/Anexo%20Tesis%20Hormigas.pdf

Fuster, A. (2006). *Hormigas (Hymenoptera: Formicidae),indicadoras de perturbación en un ecosistema forestal, en el Chaco Semiárido Argentino.*(Trabajo de Tesis,Universidad Nacional de Santigo del Estero). Recuperado de https://fcf.unse.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/Trabajo-final-Andrea-Fuster.pdf

Gómez, L., & Godoy , M. (2010). Revista Fabicib. *Diversidad y grupos funcionales de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) de la reserva natural educativa Colonia Benítez (Provincia del*

*Chaco, Argentina),*14(1),180-195. *Recuperado de* https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FABICIB/article/view/863/1248

Guzmán, R., & Castaño, G. (2010). Revista Mexicana de Biodiversidad. *Variación espacial y temporal de la diversidad de hormigas en el Jardín Botánico del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla,* 81(427), 427-435. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v81n2/v81n2a16.pdf

Ipinza, J., & Covarrubias , R. (1982). Revista Española de Entomologia. *Distribución de especies de la subfamilia Myrmicinae Formicinae en CHile,* 58(1),135-141. Recuperado de https://digital.csic.es/bitstream/10261/169124/1/1982-58-1_4-008.pdf

MAE. (2014). Resultados de la implementacion del plan de manejo de visitantes del Parque Nacional Yasuni Quito, Ecuador. Recuperado de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Parque-Nacional-Yasuni.pdf

Mendoza , A. (2016). *Caracterizacion de las comunidades de Hormigas (Hymenptera:Formicidae en ambientes conservados y perturbados de la selva baja caudocifolia de la Reserva de la biosfera Chamela- Cuimal, en la costa de Jalisco, México.*(Trabajo de Tesis, Universidad Nacional Autonoma de México). Recuperado de http://132.248.9.195/ptd2016/agosto/0749443/0749443.pdf

Nañes, M. (2016). *Uso de hormigas como bioindicadores en el Parque Estatal General Lázaro Cárdenas del Río "Flor del Bosque".* (Tesis profesional ,Universidad de las Americas Puebla . Recuperado de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lbi/nanez_pon_a/index.html

Pazmiño, A. (2018). *Patrones de diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) del Bosque Protector Cerro Blanco, Guayas, Ecuador.* (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil). Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29649

Reyes, C., & Ríos, G. (2015). CIBA. *Diversidad en formícidos y plantas vasculares en el Parque Nacional Yasuní,* 10(11).28. Recuperado de https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1465/1050

Stake, R. (2007). *Investigacion con estudios de caso.* Madrid. Recuperado de https://www.nelsonreyes.com.br/LIVRO%20STAKE.pdf

Vélez, M. (2015). *"Patrones de Diversidad de Hormigas del Bosque Seco de la Región sur del Ecuador".* (Tesis de grado,Universidad Nacional de Loja). Recuperado de http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/11319

Villalba, V., Sgarbi , C., Culebra , S., & Ricci, M. (2015). UNNOBA. *Grupos Funcionales de Hormigas: Evaluación de su Utilización como Indicadores del Impacto Ambiental Producto de la Agricultura y el Cambio Climático,* 60(23),247-258. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/78199/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Villalba, V., Sgarbi, C., Culebra, S., & Ricci, M. (2014). Revista de la Facultad de Agronomia, la Plata. *Grupos funcionales dominantes de hormigas (Hymenoptera:Formicidae) en pastizales naturales con y sin pastoreo del noroeste de Buenos Aires, Argentina. Facultad de Agronomía, La Plata,* 113(2), 107-113. Recuperado de file:///D:/Downloads/Dialnet-GruposFuncionalesDominantesDeHormigasHymenoptera-5718123.pdf

Zapata, G., Suárez, E., Utreras , V., & Vargas, J. (2006). Iyonia a journal of ecology and application. *Evaluación de Amenazas Antropogénicas en el Parque Nacional Yasuní y sus implicaciones para la Conservación de Mamíferos Silvestres.* 10(1),31-34. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Galo-Zapata-Rios/publication/261947017_Evaluacion_de_amenazas_antropogenicas_en_el_Parque_Nacional_Yasuni_y_sus_implicaciones_para_la_conservacion_de_mamiferos_silvestres/links/02e7e535fb17c2bb38000000/Evaluacion-de-am

6. ANEXOS

1. Antecedentes

Realizar una revisión bibliográfica de la diversidad y funcionalidad ecosistémica de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) y su efectividad como especies bioindicadoras en el Parque Nacional Yasuní. En PNY ha sufrido grandes cambios, atraves del tiempo, lo cual enmarca el problema de perturbaciones o variables ambientales que afectan a esta reserva que pueden ser de manera natural o antrópica natural mediante el uso de grupos funcionales, ya que gracias a estos se reconocen los grupos bioindicadores. El fenómeno que se investiga, mediante revisión bibliográfica se trata de diversidad, grupos funcionales y géneros Bioindicadores de Formícidos. Para dar respuesta a los 3 objetivos: primero se determinó su diversidad mediante figuras y tablas, luego se realizó un cuadro de grupos funcionales y por último se obtuvieron los géneros bioindicadores gracias a la clasificación de grupos funcionales. Y (Dominantes Dolicherinae) Dolichoderus, Azteca y Linepithema; (Generalistas Myrmicinae) Crematogaster, Pyramica, Pheidole, Myrmelachista, Gigantiops; (Predadoras Especialistas) Pachycondyla, Odontomachus y Cephalotes y Brachymyrmex. Se utilizó una metodología de carácter bibliográfico-documental, que se basó en estudios exploratorios- descriptivos. (Albuja V, 2011, como se cita en Troya 2008) y (Reyes y Ríos, 2015).

2. Tres estudios relacionados

1. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en zonas de uso forestal y agroecosistemas del municipio de Calvillo, Aguascalientes, México: composición, grupos funcionales y tratamiento sistemático. Como problema en el estudio se tiene que a pesar de los estudios que se ha realizado, existen entidades pobremente conocidas en cuanto a especies de hormigas se refiere. Se investiga mediante trabajo de campo, con el fin de analizar variación espacial y temporal de la composición y grupos funcionales de hormigas en zonas de uso forestal y calculó el índice de similitud funcional se obtuvieron. El grupo funcional que se destacó Especialistas climáticas de clima frio y árido y así

mismo como Bioindicadoras de perturbaciones a los géneros Linepithema, Camponotus, Nylanderia Paratrechina, Brachymyrmex, Cardiocondyla, Tetramorium y Solenopsis (Rodríguez, 2019).

2. Composición y estructura del ensamblaje de hormigas en diferentes usos del suelo en Santa Fe de Antioquia, Colombia**.** El problema a que se enfrenta en este estudio son las trasformaciones ecosistemica originales que modifican las condiciones ambientales. En este contexto se determina los gremios tróficos y grupos funcionales del ensamblaje de hormigas en la Estación y su variación espacial, en cinco diferentes usos del suelo. Se realizó investigación de campo y laboratorio, se determinó el número de subfamilias, géneros y morfoespecies de hormigas y la presencia o ausencia de morfoespecies en cada muestra y se obtuvieron 6 grupos funcionales, que son Especialistas de Clima Tropical los géneros azteca y Solenopsis, el grupo Myrmicinae Generalistas con el género Crematogaster Bioindicadores de perturbaciones (Estrada, 2019).

3. Grupos funcionales dominantes de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en pastizales naturales con y sin pastoreo del noroeste de Buenos Aires, Argentina. El problema que se quiere resolver en el estudio, establecer el grado de disturbio de los formícidos en el área de estudio. Se comparar la diversidad de los formícidos presentes en un pastizal natural con y sin pastoreo vacuno; determinar los grupos funcionales presentes en ambas situaciones y establecer el grado de disturbio de los mismos. Se realizó una investigación de campo, se registraron 3 grupos funcionales, donde predomino las especialistas de climas tropicales y Myrmicinae generalista, que son grupos bioindicadores que estarían indicando que dichos ambientes se encuentran bajo condiciones de estrés intermedio y disturbio moderadamente alto (Villalba, et al.2014).

3. Marco Conceptual

- **Diversidad:** Es la variedad de la vida, incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.
- **Subfamilia:** División sistemática de la clasificación, inferior a la familia y que comprende varios géneros.
- **Género:** Alude a una de las clasificaciones taxonómicas de los seres vivos, situada entre la familia y la especie.

- **Formícido:** Es cualquier de las especies de insectos himenopteros, familia Formicidae, que comúnmente conocemos como hormigas. Se trata del grupo insectil más exitoso de la tierra, pues se estima que en cualquier momento el número de individuos sobrepasa a cualquier otro tipo de animal terrestre.
- **Daño ambiental:** es toda acción, omisión, comportamiento u acto ejercido por un sujeto físico o jurídico, público o privado, que altere, menoscabe, trastorne, disminuya o ponga en peligro inminente y significativo, algún elemento constitutivo del concepto ambiente, rompiéndose con ello el equilibrio propio y natural de los ecosistemas.
- **Grupos Funcionales**: Empleados para poder facilitar el uso de hormigas como bioindicadoras, al tener una eficiencia alta, actualmente los grupos funcionales son utilizados en varias partes del mundo.
- **Bioindicador:** Con organismos o sistemas que son especialmente sensibles a la calidad de distintos factores ambientales y a los cambios de estos. Esto quiere decir que la presencia o no de una especie puede indicarnos que en existe una alta calidad de agua, aire, nutrientes… o todo lo contrario. Además cuando se produce alguna alteración del entorno (natural o a causa del hombre) algunos organismos desarrollan una respuesta determinada, incluso pueden acumular el agente contaminante y nos serviría para detectarlo.
- **Ecosistema:** Un ecosistema es un sistema biológico constituido por una comunidad de organismos vivos y el medio físico donde se relacionan. Se trata de una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat
- **Interacción:** son las relaciones entre los organismos de una comunidad biológica dentro de un ecosistema.
- **Antrópico:** Producido o modificado por la actividad humana (Obtenido de Diccionario Biologia: LEXICOOL)

4. Revisión literaria

Para el estudio se realizó investigación bibliográfica mediante, tesis, artículos científicos y libros principalmente. Como fuentes secundarias se utilizó artículo de revistas y como fuentes terciarias sitios web.

5. Definición de Términos

- Los términos que se relacionan son los grupos funcionales y bioindicadores ya que los grupos funcionales son utilizados para determinar a las hormigas como bioindicadoras, porque esta

clasificación está determinada, por el área en que viven ,la alimentación y si presentan alguna perturbación ya sea natural o causada por los humanos.

- La diversidad, subfamilia y género son términos que se relacionan, ya que en la diversidad si se tratar de una especie como en este caso son los formícidos, se realiza el conteo mediante la subfamilia y el género se incluiría también la especie para realizar índices de diversidad.
- Se relacionan el concepto de daño ambiental y antrópico, porque a pesar de que existe daño causado por la naturaleza también hay daño causada por la actividad humana, porque hoy en día el que hace más daño y contamina nuestro ambiente ha sido a causa de la humanidad.