Universidad Nacional de Loja

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

TÍTULO:

PATRONES DE DIVERSIDAD DE HORMIGAS EN DOS ECOSISTEMAS DEL PARQUE NACIONAL PODOCARPUS

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORA:

María Fernanda Tuza Tuza

DIRECTOR:

John E. Lattke Ph.D.

LOJA-ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director de la tesis titulada **"PATRONES DE DIVERSIDAD DE HORMIGAS EN DOS ECOSISTEMAS DEL PARQUE NACIONAL PODOCARPUS"** de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **María Fernanda Tuza Tuza**, certifico que la investigación se ha realizado dentro del cronograma aprobado, por lo que autorizo se continúe con el trámite de graduación.

Loja, 11 de julio de 2015

Atentamente,

John E. Lattke Ph.D.
DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Loja, 05 de octubre del 2015.

C E R T I F I C A C I Ó N:

Los que al pie firmamos, certificamos que hemos revisado las correcciones de la tesis denominado: **"PATRONES DE DIVERSIDAD DE HORMIGAS EN DOS ECOSISTEMAS DEL PARQUE NACIONAL PODOCARPUS",** presentado por la aspirante: Señita María Fernanda Tuza Tuza, por consiguiente autorizamos para que continúe con los trámites correspondientes.

Ing. Aurita Gonzaga
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Natalia Samaniego R
Ing. Natalia Samaniego
VOCAL DEL TRIBUNAL

Ing. Jaime Santin
VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTORIA

Yo, María Fernanda Tuza Tuza, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autora: María Fernanda Tuza Tuza

Firma:.....

Cédula: 1105198913

Fecha: 06 de octubre del 2015

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTÓNICA DE TEXTO COMPLETO

Yo, María Fernanda Tuza Tuza, declaro ser autora, de la tesis titulada: **PATRONES DE DIVERSIDAD DE HORMIGAS EN DOS ECOSISTEMAS DEL PARQUE NACIONAL PODOCARPUS**, como requisito para optar al grado de: Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manerá en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 06 días del mes de octubre del 2015, firma la autora.

Firma:.....

Autora: María Fernanda Tuza Tuza

Número de cédula: 1105198913

Dirección: San Pedro de la Bendita, Calle 29 de Junio

Correo Electrónico: marif1992@hotmail.com

Celular: 0998172822

Director de tesis: Dr. John E. Lattke, Ph. D.

Tribunal de Grado: Ing. Aurita Gonzaga, Mg. Sc

Ing. Natalia Samaniego Mg. Sc

Ing. Jaime Santin, Mg. Sc

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo de tesis quisiera agradecer primeramente a Dios por bendecirme y permitirme culminar mis estudios universitarios, a mis padres por su comprensión y paciencia y por qué ellos fueron mi fortaleza y mi inspiración. A mis queridos hermanos por apoyarme incondicionalmente con su amor y cariño.

Agradezco también a la Dirección de Investigación de la Universidad Nacional de Loja por aportar con los materiales, equipos y transporte que fueron necesarios para el desarrollo del trabajo investigativo.

Al Dr. John Lattke por guiarme en la elaboración, ejecución y finalización del presente trabajo de tesis. Así como a la planta docente de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente por formarme académicamente.

A mis compañeros de aula por su paciencia y cariño siempre los llevare en mi mente y de forma especial a mis compañeros del proyecto Anita, Gaby y Manuel sin ustedes el presente trabajo de tesis se hubiese tornado muy aburrido gracias por permitirme trabajar junto a ustedes.

María Fernanda Tuza Tuza

DEDICATORIA

A mis padres Alfonso y Juana por luchar siempre por mí, por ser mi fortaleza e inspiración, sin ustedes todo este trabajo no hubiera sido posible, a mis amados hermanos Sory, Holger, Mayra, Rosy, Sergio y en especial a mi querida hermana Consu por su paciencia, amistad y comprensión por ser mi confidente se lo dedico con mucho cariño.

A mis recordados abuelitos aunque no estuvieron conmigo físicamente sé que desde el cielo me cuidan y me guían y de forma muy especial a ese pedacito de mi corazón que de forma tan inesperada vino a cambiar mi vida, para ti hija mía Areli Victoria

María Fernanda Tuza Tuza

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....i
CERTIFICACIÓN.....ii
APROBACIÓN.....iii
AUTORIA.....iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....v
AGRADECIMIENTO.....vi
DEDICATORIA.....vii
1. INTRODUCCIÓN.....1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....3
2.1. Bosque Siempreverde Piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes.....3
2.2. Bosque Siempreverde Montano del Sur de la Cordillera oriental de los Andes.....4
2.3. Herbazal bambusoide montano alto y montano alto superior de páramo.....5
2.4. Biodiversidad.....5
2.5. Gradiente altitudinal de riqueza de especies.....7
2.6. Indicadores biológicos.....8
3. METODOLOGÍA.....11
3.1. Descripción del área de estudio.....11
3.2. Métodos.....12
3.2.1. Metodología para calcular la riqueza de hormigas en los sectores Bombuscaro, Cajanuma y Copalinga en el PNP.....16
3.2.2. Metodología para caracterizar la diversidad de hormigas en los sectores Bombuscaro, Cajanuma y Copalinga en el PNP.....16
3.2.3. Metodología para definir una serie de grupos funcionales de hormigas en los sectores Cajanuma y el Páramo del PNP.....17
4. RESULTADOS.....19
5. DISCUSIÓN.....28
6. CONCLUSIONES.....32
7. RECOMENDACIONES.....34
8. BIBLIOGRAFÍA.....35
9. ANEXOS.....45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación espacial de las áreas de estudio..... 12
Figura 2. Cuadricula de hojarasca, trampa utilizada para el muestreo..... 13
Figura 3. Trampas utilizadas para la captura de hormigas: sacos Mini-Winkler..... 13
Figura 4. Trampa de caída..... 14
Figura 5. Colecta manual de hormigas..... 14
Figura 6. Identificación y clasificación de los especímenes colectados..... 15
Figura 7. Montaje e identificación de hormigas colectadas en el muestreo..... 16
Figura 8. Subfamilias de hormigas encontradas en Copalinga..... 19
Figura 9. Número de individuos colectados por géneros..... 20
Figura 10. Frecuencia de captura de las especies encontradas..... 21
Figura 11. Riqueza de hormigas del suelo en el sector Copalinga mediante..... 21
Figura 12. Número de especies encontradas por trampa..... 22

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de las zonas de estudio..... 122
Cuadro 2. Resultados de los índices de diversidad..... 222
Cuadro 3. Grupos Funcionales e información sobre las especies colectadas en la reserva Copalinga..... 233
Cuadro 4. Resultado del número de especies por grupo funcional..... 277
Cuadro 5. Valores de los estimadores ICE, Chao 2 y Jaccknife 2 455
Cuadro 6. Valores de los índices Shannon- Wiener y Gini-Simpson obtenidos en el programa Estimates..... 466

PATRONES DE DIVERSIDAD DE HORMIGAS EN DOS ECOSISTEMAS DEL PARQUE NACIONAL PODOCARPUS

RESUMEN

En la presente investigación denominada "PATRONES DE DIVERSIDAD DE HORMIGAS EN DOS ECOSISTEMAS DEL PARQUE NACIONAL PODOCARPUS" se desarrolló la fase de campo durante el mes de noviembre para los sectores Cajanuma y el Páramo del Parque Nacional Podocarpus pero al obtener escasos resultados se optó por realizar otro muestreo en la reserva Copalinga ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe, sitio anexo al PNP, aquí el muestreo fue realizado durante diciembre 2014. Obtenidos los resultados se procedió al cálculo de la riqueza, abundancia y la identificación de diez grupos funcionales, establecidos previamente mediante revisión de literatura y criterios ecológicos.

Se instalaron 20 cuadriculas de hojarasca de $1m^2$ cada una y separadas 20 metros entre sí, además, paralelo a éstas se ubicaron 20 trampas de caída con una distancia de 10 metros de las cuadrículas, finalmente se realizó la captura manual de hormigas inspeccionando toda la zona de estudio.

Se registraron como resultado de esta investigación 142 especies pertenecientes a 11 subfamilias y 44 géneros de los cuales el género *Pheidole* sobresale. El índice de Shannon – Wiener presentó un valor de 3,8 que representa alta diversidad y el indice Gini-Simpson 36,2 que representa alta dominancia. En cuanto a los grupos funcionales el grupo "omnívoras crípticas" resultó ser el más frecuente, pues dentro de él se encuentran 41 especies.

Palabras claves: grupo funcional, criterios ecológicos, riqueza, abundancia, dominancia.

ABSTRACT

During this work, Ant Diversity Patterns in Two Ecosystems of Podocarpus National Park (PNP), field work was carried out during the month of November in the Cajanuma and páramo sectors of Podocarpus National Park but due to the exiguous results samples were also taken from the Copalinga Reserve in Zamora Chinchipe Province next to PNP. The following were calculated from the samples: richness, abundance and identification of ten functional groups established a priori using information from the literature and ecological criteria.

The sampling transects were of twenty $1m^2$ quadrats separated 10m from each other and 20 pitfall traps 10m from each litter quadrat. Ants were also manually collected throughout the study site.

A total of 142 species from 11 subfamilies and 44 genera were registered, of which *Pheidole* was the most common. The Shannon-Wiener index was 3,8 suggesting high diversity and the Gini-Simpson index 36,2 suggesting high dominance. Cryptic omnivores was the most frequent functional group with 4 species.

Key words: Litter , biodiversity , ants, southern Ecuador , montane forest, Ecuadorian Amazon.

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es uno de los países más pequeños de América del Sur, pese a ello está dentro del grupo de países de mayor riqueza biológica en el mundo (GEOECUADOR, 2008), tanto a nivel genético, como de variedad de especies y de ecosistemas (MAE, 2010). Uno de los grupos animales más representativos de la diversidad del Ecuador y del mundo son los insectos, los cuales comprenden alrededor del 80% de las especies animales conocidas, biomasa animal y funciones ecológicas fundamentales (Herzog *et al,* 2012). La enorme diversidad de insectos tropicales es un desafío para la investigación entomológica, debido a que las comparaciones entre estudios se ven obstaculizadas por el trabajo taxonómico incompleto y las dificultades de identificación (Larsen *et al*, 2011).

Las hormigas, insectos del Orden Hymenoptera familia Formicidae, se destacan por su cualidad como indicadores de biodiversidad, de perturbación y de rehabilitación de ecosistemas (Alonso y Agosti, 2000; Fernández, 2003). Además, están presentes en todos los ambientes, tienen variedad de funciones dentro de los ecosistemas, respuesta rápida a cambios ambientales, facilidad de muestreo y resolución taxonómica relativamente buena (Fernández 2003; Majer *et al,* 2007).

La investigación denominada "Patrones de diversidad de hormigas en dos ecosistemas del parque nacional Podocarpus" se debía realizar en los sectores: Cajanuma y el Páramo cercano a este, pero debido a las condiciones climáticas y la vegetación del lugar fue difícil realizar el muestreo en este sitio; razón por lo cual se tuvo la necesidad de incorporar un nuevo muestreo, el cual se efectuó en el sector Copalinga que constituye una reserva privada cercana al PNP., estas zonas se encuentran en la gradiente altitudinal de 1 060, 2 800 y 3 200 msnm, con la finalidad de conocer a largo plazo los posibles impactos del cambio climático sobre la diversidad de hormigas en diferentes ecosistemas.

También constituye una herramienta que aporta a la generación de información y conocimiento de la diversidad de hormigas de la RSE, ya que en ella se emplearon técnicas específicas de recolección de insectos como trampas de caída, extractor

mini-Winkler y caminatas, las cuales han sido ampliamente utilizadas en estudios de hormigas (Del Toro *et al.* 2009; Mora y Montes 2009).

Objetivo General

- Caracterizar la diversidad de hormigas y los cambios que experimenta a través de la gradiente altitudinal de 1 060 a 3 200 msnm en el Parque Nacional Podocarpus (PNP)

Objetivos Específicos

- Calcular la riqueza de hormigas en los sectores Bombuscaro, Cajanuma y el Páramo del PNP
- Calcular la incidencia de hormigas en los sectores Bombuscaro, Cajanuma y el Páramo del PNP
- Definir una serie de grupos funcionales de hormigas en los sectores Bombuscaro, Cajanuma y el Páramo del PNP

2. REVISIÓN DE LITERATURA

La Región Sur del Ecuador (RSE) comprende una superficie 27 440,98 Km^2 y se localiza en tres provincias: El Oro, Loja y Zamora Chinchipe, (SENPLADES, 2010) sitios caracterizados por su diversidad en flora y fauna. Uno de factores fundamentales que sustenta la biodiversidad de esta región es la variedad de pisos altitudinales existentes (MAE, 2012; Cuesta *et al,* 2014).

Formaciones como el bosque siempreverde piemontano, bosque siempreverde montano y herbazal bambusoide montano alto facilitan muchos de los procesos de circulación global y captan gran cantidad de agua, contribuyendo con el sostenimiento del clima a escala regional y continental. Además cumplen un papel importante en el balance de CO_2, pues pueden llegar a acumular entre 20 y 40 toneladas de carbono por hectárea (Cuesta *et al.,* 2009).

2.1. Bosque Siempreverde Piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes

De acuerdo con Sierra, Campos, & Chamberlin (1999), los bosques siempreverdes piemontanos se encuentran a ambos lados de la cordillera de Los Andes; desde los 300 m.s.n.m. en la vertiente occidental, a los 600 m.s.n.m. en la vertiente oriental y en las cordilleras de la Amazonia, hasta los 1300 m.s.n.m. En las cordilleras de la Costa su límite superior es aproximadamente los 450 m.s.n.m. Se diferencian tres tipos: el Bosque Piemontano de la Cordillera Costanera (BSVPM·CC), el Bosque Piemontano de la Costa (BSVPM-C) y el Bosque Piemontano Amazónico.

Esta última formación corresponde a bosques siempreverdes amazónicos de tierra firme. La estructura de los bosques de este ecosistema se caracteriza por ser compleja, con una cobertura densa de varios estratos, con pocas lianas y un dosel que puede alcanzar entre 25-35 m. La diversidad local de árboles se ubica entre las más altas del mundo. A esta altura aparece la especie más importante en la composición de los bosques de la Amazonía alta: *Iriartea deltoidea* (Arecaceae) (Sierra, Campos, & Chamberlin, 1999).

La abundancia de taxones amazónicos se reduce considerablemente a medida que se incrementa la altura, grupos como: *Couratari* (Lecythidaceae) *Naucleopsis* (Moraceae), *Virola*, *Iryanthera* (Myristicaceae), *Guarea*, *Trichilia* (Meliaceae), *Pouteria*, *Chrysophyllum*, *Pradosia* (Sapotaceae) y *Duguetia* (Annonaceae) disminuyen drásticamente en abundancia y diversidad mientras que elementos como *Miconia*, *Topobea* (Melastomataceae), *Guatteria* (Annonaceae), *Aniba* (Lauraceae), *Grias*, *Gustavia* (Lecythidaceae) o *Senna* (Fabaceae s.l.) se hacen más abundantes. Se trata de bosques sobre sustratos relativamente ácidos y suelos bien drenados. Existe una transición con los bosques montano bajos que ocurre entre los 1 300 y 1 500 m, y que marca un quiebre en la composición de especies (MAE, 2012).

2.2. Bosque Siempreverde Montano del Sur de la Cordillera oriental de los Andes

Según MAE (2012), estas formaciones constituyen bosque altos siempreverdes con un dosel de 10 a 25 m, que se extienden desde los 1800 a 2800 msnm, pero en algunas localidades puede encontrarse fuera de este rango altitudinal. Los elementos florísticos de tierras bajas están prácticamente ausentes y la mayoría de familias y géneros son de origen andino. En estos bosques las familias predominantes son: Melastomataceae, Myrsinaceae, Cunoniaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Celastraceae, Podocarpaceae, y Ternstroemiaceae (Ollgaard & Madsen, 1993).

La topografía juega un papel importante en estos ecosistemas. En las áreas en zonas más uniformes con pendientes que van de muy inclinado a escarpado (15-87°) según la clasificación geomorfológica de Demek (1972). Los árboles tienden a ser más altos, con fustes rectos. En las zonas más accidentadas hay abundancia de árboles torcidos, quebrados, de alrededor de 4 m de altura. Eventualmente, estos bosques se convierten en bosques enanos en las zonas más altas. Estos tienen similitudes en la composición florística a nivel de género, pero tienen una composición de especies diferente (Ollgaard & Madsen, 1993).

2.3. Herbazal bambusoide montano alto y montano alto superior de páramo

Vegetación dominada por gramíneas de la tribu Bambusoideae que alcanza los 3 m de altura. A menudo crecen en laderas de pendiente fuerte como comunidades pioneras luego de deslizamientos, o también en planicies con suelos hidromorfos. Se localizan en la vertiente externa de la cordillera Real Oriental de los Andes en sitios con altas condiciones de humedad, con suelos pedregosos poco desarrollados (e.g., inceptisoles), en lugares que estarían típicamente dominados por Calamagrostis sp.; sin embargo están cubiertos por bambúes (MAE 2012).

En el sur del país, Quizhpe *et al.,* (2002), menciona que la composición florística de los páramos del Parque Nacional Podocarpus (PNP) difiere de los páramos del norte debido a una asociación particular de bambúes. En esta región del país se han registrado 12 especies de *Neurolepis* de las cuales seis son endémicas y cuatro se conocen únicamente en el PNP; se distinguen dos zonas diferenciadas por asociaciones vegetales; la primera, en la zona norte definida por *Chusquea neurophylla, Chusquea spp.* y *Neurolepis lagaardii* ubicadas en los páramos de El Tiro, Cajanuma, Lagunillas y Banderillas; y la segunda en la zona sur, definida por *Neurolepis nana* en el Cerro Toledo (MAE, 2012).

2.4. Biodiversidad

La biodiversidad, abreviación de diversidad biológica, es la variabilidad de organismos vivos del planeta, el ambiente en el que viven y la relación que guardan con otras especies. Se estima que se necesitarían al menos 200 años al ritmo actual de descripción anual de especies para llegar a conocer la biodiversidad real, con el agravante de que muchas especies se habrán extinguido antes de haber sido descritas. (Oberhuber *et al.,* 2010; Delibes, 2011).

Según Izco (2004), Zubiri *et al.,* (2013), se considera a la biodiversidad en tres niveles:

a**) Diversidad genética**. Es la suma total de la información genética, contenida en los genes de plantas, animales y microorganismos que habitan la tierra.

b) Diversidad de ecosistemas. Se relaciona con la variedad de hábitat, comunidades bióticas y procesos ecológicos en la biosfera, así como la diferencia de hábitat dentro de los ecosistemas y la variedad de procesos ecológicos.

c) Diversidad de especies. Se refiere a la variedad de organismos que sobreviven sobre la tierra, estimándose entre cinco millones y de los cuales sólo 1.4 millones han sido descritas.

El estudio de la biodiversidad a diferentes escalas de análisis se ha desarrollado desde hace tiempo, con el objeto de conocer la variación en la riqueza de especies entre grandes unidades biogeográficas y los procesos históricos y ecológicos que expliquen esta variación (Rodríguez *et al.,* 2007). Se puede estudiar la diversidad desde la perspectiva de la macroecología, la cual integra escalas espaciales amplias y escalas temporales largas. (Arita *et al.,* 2007).

Las relaciones ecológicas se presentan en varios enfoques, según Whittaker *et al.,* (1960), se distinguen tres tipos de escalas: alfa, beta y gamma. Estos niveles definen aspectos diferentes de la diversidad y cuyas variable asociadas también difieren. La diversidad gamma es número de especies a nivel regional; la diversidad alfa se define como el número de especies a nivel local y la diversidad beta, es la diferencia en composición de especies entre comunidades (Halffter & Moreno, 2005; Villarreal *et al.,* 2006). Para conocer en qué estado se encuentra la biodiversidad, cómo se distribuye por el planeta, para determinar qué zonas proteger y cómo gestionarla, debemos cuantificarla y medirla (Halffter & Moreno, 2005).

Según Moreno *et al*., (2011), la forma más directa e intuitiva de medir la diversidad es la riqueza, esta es considerada como el número de especies que habitan en una comunidad local, temporal y espacialmente homogénea. Se han propuesto varios métodos que estiman la riqueza, pero las aproximaciones más utilizadas en ecología son las siguientes: (a) extrapolación de la curva de acumulación de especies como una función del esfuerzo de muestreo, donde se asume que la riqueza total es el número de especies que se encontrarían con un esfuerzo infinito; (b) estimación del número de especies aún no observadas, después de ajustar las abundancias de las especies a modelos de distribución paramétrica y (c) uso de

estimadores no paramétricos de la riqueza de especies, que se basan en el estudio de las especies raras y permiten o pretenden estimar el número de nuevas especies a partir de las relaciones de abundancia o incidencia de las especies ya detectadas en el muestreo (González *et al.,* 2010; Gavilán & Rubio 2005).

Para evaluar la diversidad en sus diferentes componentes y niveles o escalas, se pueden utilizar índices que ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones (Villareal *et al.* 2006).

Sin embargo, se han considerado a los estimadores no paramétricos como el avance más importante en la medida de la biodiversidad en los últimos tiempos (Magurran, 2004). Entre ellos están los estimadores desarrollados por Chao (1984) basados en la abundancia o en la incidencia de las especies (Chao, 2005), y los métodos basados en el remuestreo, como los estimadores de tipo Jackknife y las técnicas Bootstrap (Villarreal *et al.* 2006). Estas técnicas son adiciones valiosas al conjunto de herramientas con que cuentan los ecólogos para cuantificar la biodiversidad y evaluar las consecuencias de las actividades humanas sobre los ecosistemas (González *et al*., 2010).

2.5. Gradiente altitudinal de riqueza de especies.

La diversidad de Ecuador está representada en gran medida por la variedad de ecosistemas que posee, derivados de las gradientes altitudinales, por lo cual es considerado uno de los países con mayor diversidad del mundo (Celi *et al.,* 2004; Cañas *et al.* 2011). El efecto de los gradientes altitudinales sobre la diversidad de especies se manifiesta por que limita la distribución espacial y temporal de muchos organismos ya que incluye variaciones climáticas que implican cambios en la productividad, competencia y depredación dentro de un sistema (Martínez & Rechberger, 2007).

La mayoría de los estudios de diversidad en gradientes altitudinales con varios taxa han resultado principalmente en dos patrones: el primer patrón indica la disminución de la riqueza de especies con el incremento de la altura, y el segundo patrón indicó picos máximos de riqueza a alturas medias, estos patrones están presentes en plantas leñosas, mamíferos, aves, reptiles, insectos y anfibios (Guerrero y Sarmiento, 2010).

Colwell *et al.* (2004) sugieren que la máxima concentración de especies en altitudes medias puede estar dada por condiciones favorables tanto para especies de altas como de bajas altitudes, en este caso el efecto de ecotono es más importante que el área, presentándose un incremento en la riqueza de especies por simple solapamiento (Bhattarai, 2006; Guerrero y Sarmiento 2010).

El gradiente altitudinal según Contreras *et al.* (2010) no es un patrón que actúa de manera aislada sino más bien está estrechamente relacionado con factores climáticos, biológicos, ecológicos, geográficos, históricos y estocásticos, geológicos y evolutivos que en conjunto con las condiciones ambientales estables y la diversidad de ecosistemas permiten la distribución de la riqueza de especies a lo largo de toda la gradiente (Grytnes y McCain, 2007).

Los bosques andinos presentan una marcada variación en la gradiente altitudinal, principalmente en lo que se refiere a riqueza que se caracteriza por la presencia de especies tolerantes a la sequía y altas temperaturas en las partes bajas y por la presencia de especies tolerantes a elevados niveles de humedad ambiental y heladas en las partes altas. Esto condiciona el ambiente para la coexistencia de especies con diferentes orígenes biogeográficos a lo largo del gradiente altitudinal (Palacios *et al.* 2006).

2.6. Indicadores biológicos

También conocidos como bioindicadores son organismos, partes de organismos o una comunidad de ellos que tienen rangos estrechos de amplitud con respecto a uno o más factores ambientales, su presencia indica una condición particular o un conjunto de condiciones ambientales. Es decir la respuesta de estas especies al cambio es representativa de la respuesta de otras especies en un hábitat o comunidad a los cambios, mediante alteraciones en su fisiología o a través de su capacidad para acumular contaminantes (Canterbury *et al.*, 2000; Caro, 2003; Arcila *et al.,* 2006; Anze *et al.*, 2007).

Las especies indicadoras, según la definición de Tejeda *et al.* (2008), son organismos cuyas características (p. ej. presencia, abundancia, densidad, etc.) pueden ser usadas como un criterio para evaluar atributos que son muy difíciles, caros o inconvenientes de medir para otras especies o condiciones ambientales de

interés. Las especies indicadoras han sido clasificadas en tres categorías: Indicadores ambientales, que reflejan directamente el estado abiótico o biótico del ambiente; indicadores ecológicos, que reflejan el impacto de cambios ambientales sobre un hábitat, comunidad o ecosistema; e indicadores de biodiversidad, que son indicativos de un taxón, o de toda la biodiversidad, en un área definida (Abadía *et al.,* 2010; Isasi 2010; Vilardy *et al.* 2011).

Diversos grupos de invertebrados han demostrado ser sensibles a los cambios estructurales de los ecosistemas, entre los más importantes están hormigas, escarabajos, mariposas, arañas, avispas, termitas, libélulas, grillos y saltamontes. Para seleccionar a los indicadores correctos primero hay que identificar a los grupos que demuestren ser potencialmente sensibles a las probables perturbaciones de un sitio en particular. Estos grupos de indicadores no deben ser solo taxonómicamente conocidos, sino que deben ser fácilmente muestreados utilizando métodos estandarizados (Martínez *et al.* 2011; Maldonado *et al.* 2013).

Para facilitar este proceso González *et al.* (2013) propone usar el método Valor Indicador (Indicator Value - IndVal), propuesto por Dufrene y Legendre (1997), el cual se basa en el grado de especificidad y el grado de fidelidad, ambos medidos de manera independiente para cada especie y expresados como un porcentaje. A mayor porcentaje, mayor será el valor de especificidad y fidelidad para cada especie y mayor será su ocurrencia en las muestras de un hábitat particular (Tejeda *et al*., 2008).

Entre los artrópodos, las hormigas tienen funciones como: dispersión de semillas, polinización, enriquecimiento de los suelos y una gran diversidad de interacciones tróficas, de tal manera que son mencionadas como controladores biológicos de plagas (Redolfi *et al*., 2004; Delsinne *et al.,* 2010; Alonso y Davis, 2011). A su vez, tanto la riqueza y abundancia de las hormigas se ven influenciados por la humedad, la disponibilidad de energía, el estado de la vegetación, la temperatura, la precipitación y la perturbación humana (Guerrero y Sarmiento, 2010).

Una de los principales funciones de las hormigas dentro de los ecosistemas, es su rol como indicadores biológicos, definidos así: por su abundancia en todos los tipos de ambientes, variedad de funciones dentro de los ecosistemas, respuesta rápida a

cambios ambientales, facilidad de muestreo y resolución taxonómica relativamente buena (Arcilla y Lozano, 2006, Ribas *et al.*, 2007). También permiten una clasificación en grupos funcionales debido a su diversidad, de tal manera que pueden relacionarse con la de otros componentes bióticos del área estudiada (Rivera y Armbrecht, 2005; Valenzuela *et al.,* 2008).

El importante papel de estos insectos como organismos bioindicadores se ha ido consolidando en las ciencias ambientales. Para facilitar esta interpretación, en las dos últimas décadas se ha propuesto y aplicado su clasificación en grupos funcionales o gremios (Roig, 2010; Silvestre *et al.*, 2003), estos son grupos de especies que obtienen su subsistencia de los mismos tipos de recursos y que utilizan las mismas estrategias en la ocupación de sus nichos (Majer *et al.,* 2007). Los gremios o grupos funcionales pueden resaltar diferencias esenciales en sus dinámicas espaciales y respuestas a la heterogeneidad del hábitat, facilitando así la detección de grupos de especies vulnerables a la extinción (Lozano, 2009).

Según Lozano *et al.,* (2009), Para analizar el efecto de la fragmentación sobre las comunidades de hormigas mediante las relaciones especies-área, propuso una clasificación de las especies del bosque seco tropical: a) de acuerdo a su preferencia en la presencia en el hábitat: se clasificaron como habitantes de hojarasca, de troncos en descomposición y de vegetación arbórea y b) de acuerdo a su preferencia en la obtención del alimento: se clasificaron como cazadoras solitarias, cazadoras en grupo (legionarias) y cultivadoras de hongos.

3. METODOLOGÍA

3.1. Descripción del área de estudio

La investigación se desarrolló en dos entornos del Parque Nacional Podocarpus (PNP), correspondientes a los ecosistemas páramo y bosque andino y la reserva privada Copalinga, al iniciar con este trabajo de tesis se tenía previsto realizar el muestreo únicamente en las zonas páramo y Cajanuma pero debido a que en estos sitios el muestreo no dio los resultados necesarios, fue necesario incorporar otro sitio; la Reserva Privada Copalinga la cual colinda con el PNP y la formación vegetal predominante es bosque siempreverde premontano. Los páramos del PNP ocupan una superficie de 15 284,5 hectáreas, se encuentran por encima de 2 800 msnm., principalmente sobre la Cordillera Real de los Andes, con una temperatura promedio de 10°C (Herbario Loja, 2000). Se trata de ecosistemas singulares, con una alta diversidad y endemismo a nivel del país por ubicarse en la formación de Huancabamba y en contacto con la zona Tumbesina, entre las cuencas Amazónica y del Pacífico, lo cual origina una zona de transición de los páramos de norte de los Andes hacia la Puna más al sur en el Perú (Eguiguren & Ojeda, 2009).

Las zonas páramo y bosque andino están ubicadas entre las cimas que conforman la zona piloto del proyecto MICCAMBIO, en el Nudo de Sabanilla, sector Cajanuma dentro de las coordenadas 79°09'43,9"/ 79°09'40,2"Oeste y 04°06'31,0"/ 04°05'40,8" Sur; mientras que el bosque siempreverde premontano se encuentra ubicado en la reserva privada Copalinga anexo al PNP, en las coordenadas 4.0912°S / 78.9607°W, estos sitios fueron seleccionados en función de la gradiente altitudinal, es decir, incluyen rangos altitudinales desde los 1060 msnm en Copalinga, 2800 en Cajanuma hasta los 3400 msnm en el ecosistema páramo (Figura 1). En el siguiente cuadro de describen las principales características de los ecosistemas seleccionados:

Cuadro 1. Características de las zonas de estudio

Ubicación del Ecosistemas	Ecosistema	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Suelos
Copalinga	Bosque Siempreverde Premontano	1060	2000	22.3	Entisol
Cajanuma	Bosque de Neblina Montano	2800	3000	12	Inceptisoles
Páramo	Páramo Herbáceo	3200	6000	8	Entisoles

Fuente: Quizhpe *et al.*, 2002, Lozano *et al.*, 2003; Sierra, 2009; Naranjo y Ramírez 2009, Eguiguren y Ojeda, 2009, Jacquemin *et al.,* 2012).

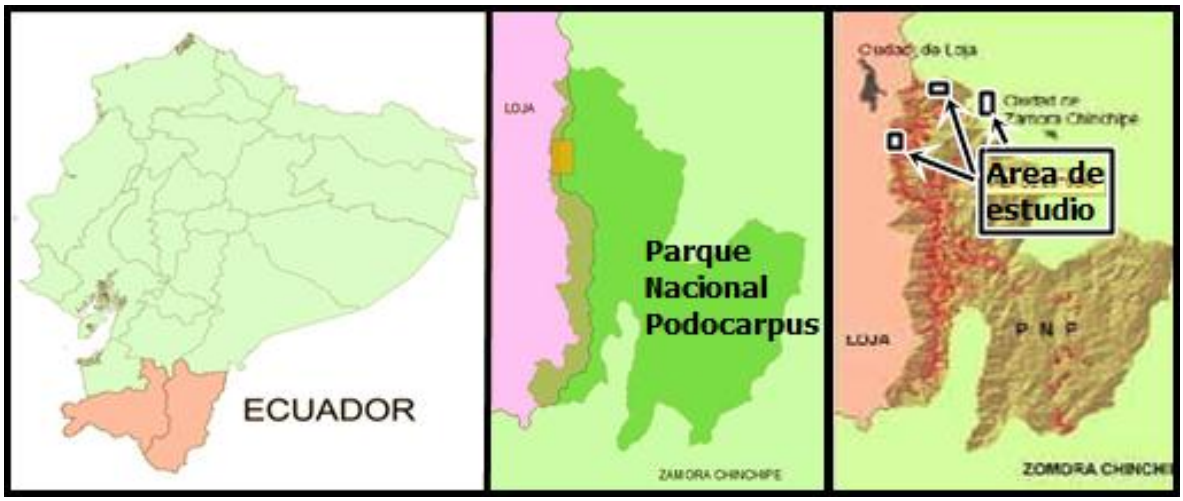

Figura 1. Ubicación espacial de las áreas de estudio

3.2. Métodos

El estudio tenía previsto un total de tres muestreos intensivos, uno en cada uno de los bosques descritos, realizados entre los meses septiembre, octubre y noviembre del 2014. El muestreo consistió en realizar una serie de estrategias, para lo cual se visitaron todos los bosques, cada uno en un periodo de cuatro días. En cada bosque se trazó un transecto de 200 metros, siguiendo los senderos de cada sitio, donde se ubicaron 20 cuadriculas de 1 m^2, separadas 10 m entre sí. De cada cuadrícula se recogió la hojarasca y se tamizó (Figura 2), para después procesarlo en un extractor Mini-Winkler, las cuales están conformadas por un cernidor para hojarasca (en el que se tamiza la muestra) y un saco con bolsas de malla en su interior (en las que se coloca la muestra tamizada), además, de un frasco con

etanol donde caen las hormigas (Figura 3) fue necesario dejar procesar la hojarasca un periodo de 48 horas.

Figura 2. Cuadricula de hojarasca, trampa utilizada para el muestreo

Figura 3. Trampas utilizadas para la captura de hormigas: sacos Mini-Winkler.

A 10 metros de las cuadriculas, se construyó un transecto paralelo en donde se ubicaron 20 trampas de caída, las cuales consisten en colocar un vaso en el suelo, lleno de agua y jabón; estas trampas se recogieron 24 horas después (Figura 4). Las trampas de caída permitieron evidenciar cambios en la composición de especies entre los sitios o ambientes muestreados, siempre que la recolección tenga la suficiente intensidad o tamaño (González *et al.* 2013). De cada muestreo se sustrajeron las hormigas para ser analizadas en el laboratorio. Los índices y estimadores se calcularon a partir de estos datos.

Figura 4. Trampa de caída

Además, se realizaron caminatas de aproximadamente 1 hora de duración, en la mañana, tarde y noche, según las condiciones de cada localidad de muestreo (Figura 5). Esta técnica consistió en el examen cuidadoso de troncos en descomposición, hojarasca, depósitos de detritus, frutos caídos, corteza de árboles y arbustos, epífitas, ramas huecas y partes de flores, hojas y nectáreos, este método permitió la captura de especies raras o muy escasas, cuya probabilidad de captura con otros métodos es muy baja, además, permitió colectar datos sobre la historia natural de las especies (Álvarez, *et al.* 2006).

Figura 5. Colecta manual de hormigas.

En la fase de laboratorio, las muestras colectadas fueron revisadas y organizadas en especies y morfoespecies y los datos obtenidos fueron organizados como presencia, ausencia (incidencia) de cada morfoespecie para cada muestra. También, se realizó el montaje de organismos, es decir la hormiga se monta sobre un triángulo de cartulina y el triángulo es perforado por el alfiler (Figura 6). Se colocaron dos etiquetas, la primera contiene la localidad de colección, y la última será la identificación. Las etiquetas contienen la siguiente información: país, altitud sobre el nivel de mar, localidad, fecha (en números romanos) y nombre del colector seguido por el número de colecta. Puede escribirse información biológica como el hábitat o el método de muestreo. La colección de hormigas montadas permanece en cajas de madera tipo gaveta con cierre hermético para evitar invasiones de plagas que puedan dañar la colección. La colección en líquido consistirá de muestras con etanol 70% en los que se almacenarán los organismos correspondientes a la colección seca y por tanto, contienen la etiqueta con la misma información (Figura 7).

Figura 6. Identificación y clasificación de los especímenes colectados

La determinación de las hormigas se realizó principalmente siguiendo las claves de E.E. Palacio y F. Fernández (2003), para subfamilias y géneros de la región Neotropical (Fernández 2003). En cuanto a la identificación de especies se realizó mediante literatura especializada en taxonomía de hormigas, además, se usaron sitios web como www.antweb.org y se contó con la ayuda del Dr. John Lattke, especialista en taxonomía de hormigas. Cabe mencionar que se han depositado

muestras de referencia de las especies de hormigas en la colección entomológica de la Universidad Nacional de Loja (UNL) y también en la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), así como holotipos de especies nuevas se depositaron en la colección de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en Quito.

Figura 7. Montaje e identificación de hormigas colectadas en el muestreo

3.2.1. Metodología para calcular la riqueza de hormigas en los sectores Bombuscaro, Cajanuma y Copalinga en el PNP

Para dar cumplimiento a este objetivo se elaboraron curvas de acumulación de especies Mao Tao con el programa Estimates 8.0, uniendo los datos obtenidos de las trampas de caída y las cuadriculas de hojarasca, para medir el rendimiento del muestreo y también se calculó la riqueza con los estimadores ICE, Chao 2 y Jackknife de segundo orden.

ICE, estimador basado en la cobertura de incidencia y en la cantidad de especies que ocurren en 10 o menos unidades de muestreo es poco sensitivo a los efectos de baja densidad de muestreo. El estimador Chao 2 trabaja con datos de incidencia y usa la cantidad de especies presentes en una o dos de las unidades de muestreo. El estimador Jackknife usa la cantidad de especies que se hallan tanto en una como en dos muestras (González 2010; López 2006).

3.2.2. Metodología para caracterizar la diversidad de hormigas en los sectores Bombuscaro, Cajanuma y Copalinga en el PNP

Este objetivo se cumplió con ayuda del cálculo de los índices Shannon y Gini-Simpson como medida que combina la riqueza con la incidencia de las especies en las diferentes localidades, al igual que en el objetivo anterior este cálculo se realizó

uniendo los datos del muestreo de las trampas de caída y hojarasca. El índice de Shannon-Wiener mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección, mientras que el índice Gini-Simpson manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2001).

3.2.3. Metodología para definir una serie de grupos funcionales de hormigas en los sectores Cajanuma y el Páramo del PNP

El cumplimiento de este objetivo se realizó mediante la información obtenida en la fase de campo y en revisión bibliográfica basada en Anderson 1997, Silvestre et al 2003, y Narenda et al 2010, lo cual permitió separar y definir los grupos funcionales a los que cada especie pertenece, según los siguientes grupos:

- Cazadoras epigeas grandes, hormigas depredadoras de tamaño relativamente grande (longitud corporal menor a 1,5 cm), suelen ser forrajeras y cazar en el suelo y la hojarasca (ejemplo: *Neoponera, Pachycondyla, Odontomachus, Ectatom*ma)
- Cazadoras epigeas generalistas, hormigas depredadoras de mediano y pequeño tamaño (longitud corporal de 0,8 a 1,5 cm), suelen ser forrajeras y cazar en el suelo y la hojarasca (ejemplos: especies más pequeñas de *Pseudoponera, Rasoponera Cryptopone, Mayaponera, Odontomachus, Ectatomma, Anochetus y Leptogenys)*
- Omnívoras cripticas, pertenecen a este grupo algunas *pheidole, camponotus, crematogaster* y *Brachymyrmex.*
- Cazadoras nomádicas, son hormigas que cazan en grupo, con nidos temporales, pertenecen a este grupo todas las Dorylinae (*Eciton, Nomamyrmex, Neivamyrmex y Labidus*; así como el género de Ponerinae *Simopelta*.
- Cazadoras crípticas, hormigas pequeñas con ojos reducidos que cazan dentro de la hojarasca, suelo o de madera en descomposición (longitud del cuerpo <0,8 cm), algunas aparentemente generalistas pero otros muy especializados. Pertenecen a este grupo diversas especies de Ponerinae (*Hypoponera, Centromyrmex, Thaumatomyrmex*), Myrmicinae (*Rhopalothrix, Protalaridris, Octostruma, Tatuidris*), Ectatomminae (*Typhlomyrmex, Gnamptogenys*), Amblyoponinae (*Stigmatomma*), Heteroponerinae (*Heteroponera*) y Proceratiinae (*Discothyrea, Proceratium*).

- Cazadoras de Collembola, en este grupo se encuentran las hormigas de los *Dacetonine* tribu *Strumigenys*, aunque estas podrían considerarse solo "cazadores crípticos" entran en esta categoría dada la importancia de colémbolos en la descomposición de la hojarasca y otra materia orgánica, estas hormigas se consideran indicadores directos de la diversidad y la abundancia.

- Cultivadoras de hongos (detritus). Attines que no cortan follaje para hacer sus jardines de hongos, pero utilizan la materia orgánica miscelánea del lugar. Pertenecen a este grupo hormigas del genero *Cyphomyrmex, Sericomyrmex, Myrmicocrypta, Mycocepurus, Apterostig*ma, y algunos *Trachymyrmex*

- Cultivadoras de hongos (cortadoras de follaje), *Atta, Acromyrmex* y algunos *Trachymyrmex*.

- Omnívoras epigeas, hormigas de tamaño medio que se alimentan en la superficie del suelo y la hojarasca (*Camponotus, Dorymyrmex, Pheidole*, y algunas *Pseudomyrmex*).

- Forrajeras arbóreas, hormigas que anidan sobretodo en el forraje de los árboles, arbustos, cactus y epifitas (*Cephalotes, Azteca*, la mayoría *Pseudomyrmex*).

4. RESULTADOS

En los sectores Cajanuma y Páramo pertenecientes al Parque Nacional Podocarpus el muestreo fue escaso. En la zona Cajanuma sólo se encontró la especie *Labidus coecus* mediante el método trampa de caída y captura manual; mientras que en la zona Páramo no se realizó el muestreo pues las condiciones climáticas no permitieron el acceso a la zona de estudio, además, debido a la inexistencia de hojarasca resultó impráctico el uso del tamizador. Burwell (2011), Bharti (2013), Smith (2014) indican que la probabilidad de encontrar hormigas en sitios con elevada gradiente altitudinal es baja.

En la Reserva Copalinga se colectaron en total 40 muestras, 20 pertenecientes a las cuadriculas de hojarasca y 20 de las trampas de caída, en las muestras procesadas se encontraron en las trampas de caída 45 especies, en las cuadrículas de hojarasca 64 especies y mediante captura manual 87 especies. Las 142 especies identificadas pertenecen a 11 de las subfamilias registradas para el Neotrópico, entre estas constan las subfamilias Myrmicinae, Ponerinae, Formicinae, en las cuales se encuentran contenidos respectivamente el 48, 18 y 17% de la muestras obtenidas; a estas le siguen las subfamilias Heteroponerinae, Ectatomminae, Amblyoponinae, Dolichoderinae, Dorylinae, Pseudomyrmecinae, Proceratiinae y Agroecomyrmecinae con porcentajes menores al 5% del muestreo.

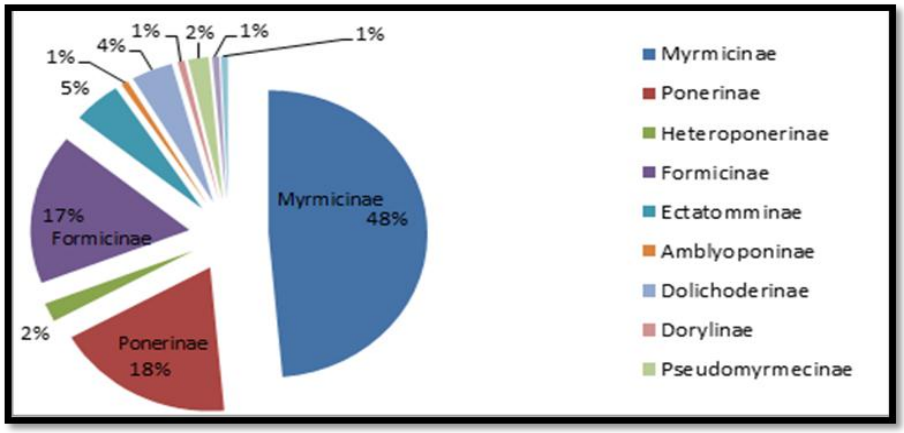

Figura 8. Subfamilias de hormigas encontradas en Copalinga

Además, se lograron identificar 44 géneros, de los cuales el género *Pheidole* cuenta con más especies, presentando 24 especies colectadas, a este le siguen en

menor proporción los géneros *Camponotus* (12), *Strumigenys* (10) y *Neoponera* (10), mientras que en los demás géneros el número de especies es inferior a 10.

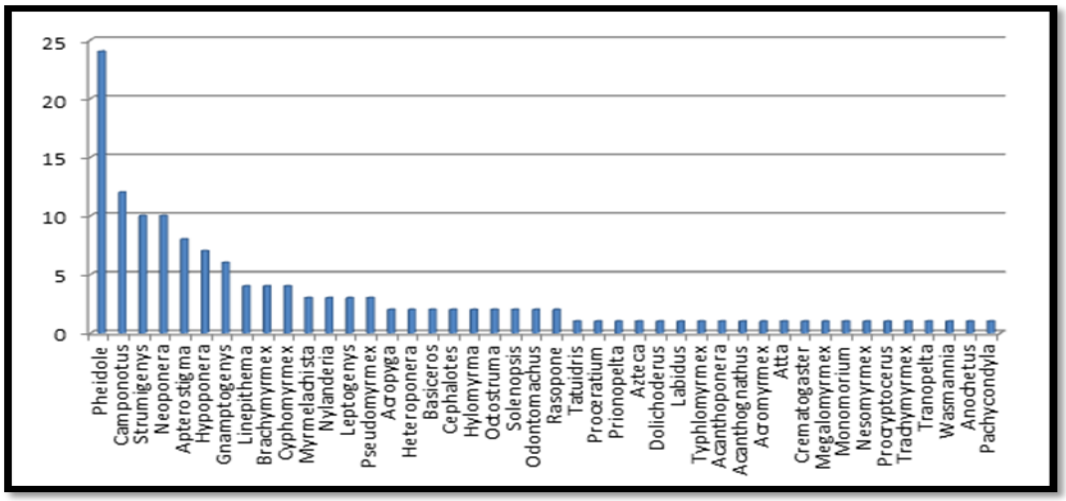

Figura 9. Número de especies colectadas por géneros.

En la zona existen pocos estudios relacionados con las hormigas, por lo cual la mayoría de las especies se registran por primera vez en el área de estudio; mientras que especies como *Tranopelta gilva, Strumigenys thaxteri, Strumigenys hyphata* y *Typhlomyrmex prolatus* se registran por primera vez para Ecuador, además, las especies *Gnamptogenys sp. 1, Neoponera cf. aenescens, Rasopone sp. 1, Strumigenys sp. 4* y *Strumigenys sp. 5* podrían ser consideradas como nuevas especies.

Las especies *Hypoponera sp. 2 y Octostruma amrishi* presentaron las mayores frecuencias de captura (Figura 10), dichas especies fueron abundantes tanto en las trampas de caída como en las muestras de hojarasca, pues se encontraron en 20 y 18 trampas respectivamente. También, debido a las condiciones climáticas frías y nubladas, y el corto tiempo de muestreo en cada sitio, seguramente no se encontraron todas las hormigas que habitan en estos sitios.

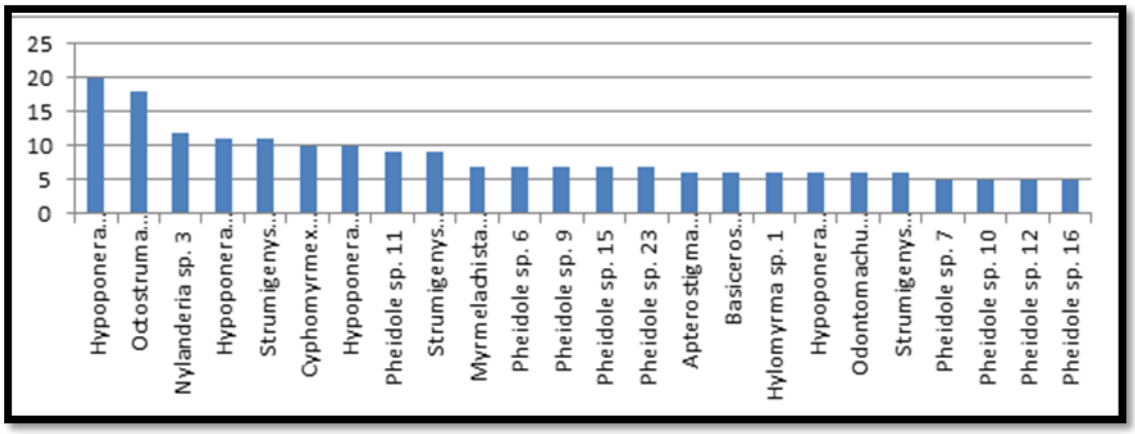

Figura 10. Frecuencia de captura de las especies encontradas en hojarasca

Los resultados de la riqueza en los sectores de estudio se pueden observar en la figura siguiente (Figura 11), la cual muestra que la curva de acumulación de especies no forma una asíntota, por el contrario se presenta una fuerte pendiente en el crecimiento de la curva llegando a valores del 63% al 70% de la riqueza observada, de forma similar se presentan las curvas de acumulación de especies obtenidas con los estimadores ICE, Chao 2 y Jacknife 2 estas indican deficiencia en el muestreo (Abadía *et al.* 2010), pues las curvas en su totalidad no son asintóticas y los estimadores finalizan por encima del valor observado.

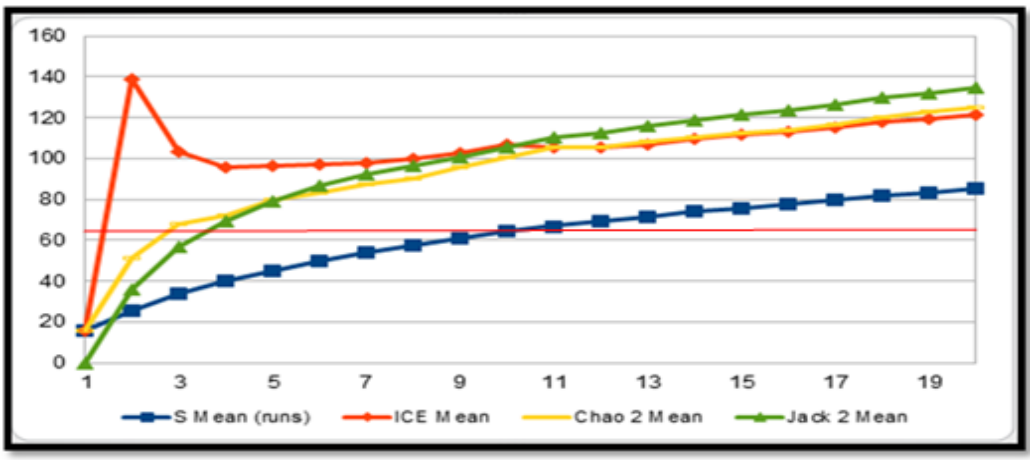

Figura 11. Curva de acumulación de especies Mao Tao y riqueza de hormigas del suelo mediante los estimadores ICE, Chao 2 y Jackniffe 2 en el sector Copalinga mediante los métodos hojarasca y trampa caída.

En cuanto a la diversidad de hormigas, los índices de diversidad utilizados dieron como resultado que: según el índice de Shannon - Wiener el área de estudio presenta alta diversidad de especies (Magurran, 1998), pues presenta un valor de

3,8. A nivel de transecto se observa que el número de especies encontradas por muestra de trampa de caída más hojarasca, se mantiene uniforme hasta la última muestra, pues el menor número de especies encontradas es 9 y el mayor 24 (Figura 12).

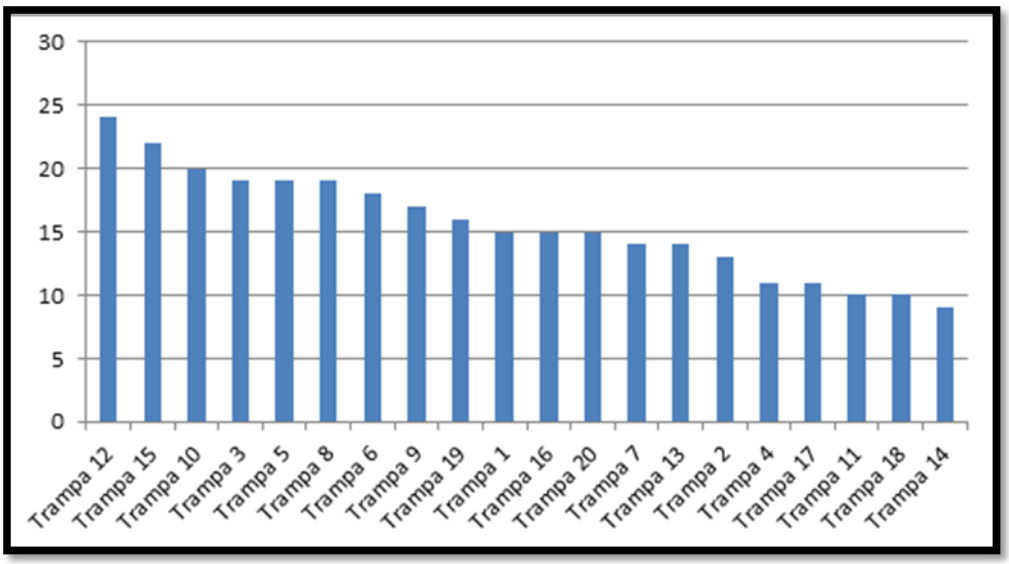

Figura 12. Número de especies encontradas por trampa de caída más hojarasca

El índice de Gini-Simpson de diversidad es el inverso de un índice de dominancia de la comunidad (Gliessman, 2002), muestra que los valores obtenidos son sensibles a las abundancias de una o dos de las especies más frecuentes de la comunidad y puede ser considerado como una medida de la concentración dominante.

Cuadro 2. Resultados de los índices de diversidad

INDICE	VALOR	INTERPRETACION
Shannon	3.8	Alta diversidad
Simpson	36.2	Alta dominancia

Los grupos funcionales a los cuales pertenecen cada especie se definieron mediante información obtenida en la fase de campo y en revisión bibliográfica basada en Anderson (1997), Silvestre *et al.*, (2003), y Narenda *et al.*, (2010).

Cuadro 3. Grupos Funcionales e información sobre las especies colectadas en la reserva Copalinga.

A continuación se dan a conocer las abreviaturas:

NM: representa al número de métodos utilizados para recolectar las muestras,

NT: número de trampas utilizadas para colectar las muestras

Y los siguientes métodos de captura **CM**: captura manual, **HJ:** hojarasca y Subs: subsuelo o por medio de lavado de suelo.

Especies	**Grupos funcionales**	**NM**	**Trampas de caída**		**Hojarasca**		**Otros métodos**	
			NT	**Frec**	**NT**	**Frec**	**CM**	**Subs**
Agroecomyrmecinae								
Tatuidris tatusia	Cazadora criptica	1	0	0%	3	15%	-	-
Proceratiinae								
Proceratium sp.1	Cazadora criptica	1	0	0%	0	0%	X	-
Amblyoponinae								
Prionopelta sp.1	Cazadoras crípticas	1	0	0%	2	10%	-	-
Dolichoderinae								
Azteca sp.1	Arbóreas	2	0	0%	1	5%	X	-
Dolichoderus sp.1	Arbóreas	2	0	0%	0	0%	X	X
Linepithema sp 1	Omnívoras cripticas	1	4	20%	0	0%	-	-
Linepithema sp 2	Omnívoras cripticas	1	1	5%	0	0%	-	-
Linepithema sp 3	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Linepithema sp 4	Omnívoras cripticas	1	1	5%	0	0%	-	-
Dorylinae								
Labidus coecus	Cazadora nomadica	1	1	5%	0	0%	-	-
Ectatomminae								
Gnamptogenys sp.1	Cazadoras criptica	1	0	0%	1	5%	-	-
Gnamptogenys continua	Cazadoras criptica	1	0	0%	3	15%	-	-
Gnamptogenys pleurodon	Arbóreas	2	0	0%	1	5%	X	-
Gnamptogenys tortuolosa	Cazadoras epigeas generalistas	1	0	0%	0	0%	X	-
Gnamptogenys moelleri	Cazadoras epigeas generalistas	2	0	0%	1	5%	X	-
Gnamptogenys vriesi	Cazadora criptica	1	0	0%	1	5%	-	-
Typhlomyrmex prolatus	Cazadora criptica	1	0	0%	0	0%	-	X
Formicinae								
Acropyga sp.1	----------	1	0	0%	0	0%	-	X
Acropyga sp.2	----------	3	0	0%	3	15%	X	X
Brachymyrmex sp.1	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	-	-
Brachymyrmex sp.2	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Brachymyrmex sp.3	Omnívoras cripticas	1	1	5%	0	0%	-	-
Brachymyrmex sp.4	Omnívoras cripticas	1	0	0%	1	5%	-	-
Camponotus sp.1	Arbóreas	1	0	0%	0	0%	X	-
Camponotus sp.2	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Camponotus sp.3	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Camponotus sp.4	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Camponotus sp.5	Omnívoras epigeas	1	0	0%	0	0%	X	-

Cuadro 3. Continuación

Camponotus sp.6	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Camponotus sp.7	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Camponotus sp.8	Omnívoras epigeas	2	1	5%	0	0%	X	-
Camponotus sp.9	Omnívoras epigeas	1	0	0%	0	0%	X	-
Camponotus sp.10	Omnívoras epigeas	1	0	0%	0	0%	X	-
Camponotus sp.11	Omnívoras epigeas	1	0	0%	0	0%	X	-
Camponotus sp.12	Omnívoras epigeas	2	2	10%	0	0%	X	-
Myrmelachista sp 1	Arbóreas	1	0	0%	0	0%	X	-
Myrmelachista sp 2	Arbóreas	1	0	0%	0	0%	X	-
Myrmelachista sp 3	Arbóreas	2	2	10%	5	25%	-	-
Nylanderia sp.1	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Nylanderia sp.2	Omnívoras cripticas	1	1	5%	0	0%	-	-
Nylanderia sp.3	Omnívoras cripticas	2	3	15%	10	50%	-	-
Heteroponerinae								-
Acanthoponera minor	Arbórea	2	0	0%	0	0%	X	-
Heteroponera panamensis	Arbórea	1	0	0%	0	0%	X	-
Ponerinae								
Anochetus sp.1	Cazadoras cripticas	1	0	0%	0	0%	-	X
Hypoponera foreli	Cazadoras crípticas	2	0	0%	10	50%	X	-
Hypoponera sp.2	Cazadoras crípticas	3	5	25%	19	95%	X	X
Hypoponera parva	Cazadoras crípticas	2	0	0%	1	5%	X	X
Hypoponera sp.4	Cazadoras crípticas	2	0	0%	6	30%	X	X
Hypoponera sp.5	Cazadoras crípticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Hypoponera sp.6	Cazadoras crípticas	2	0	0%	10	50%	X	X
Hypoponera sp.7	Cazadoras crípticas	1	0	0%	0	0%	-	X
Leptogenys amazónica	Cazadoras epigeas generalistas	1	0	0%	0	0%	X	-
Leptogenys gaigei	Cazadoras epigeas generalistas	1	0	0%	0	0%	X	-
Leptogenys unistimulosa	Cazadoras epigeas generalistas	1	0	0%	0	0%	X	-
Neoponera apicalis	Cazadoras epigeas grandes	1	0	0%	0	0%	X	-
Neoponera verenae	Cazadoras epigeas grandes	2	1	5%	0	0%	X	-
Neoponera cf. aenescens	Cazadoras epigeas generalistas	2	3	15%	0	0%	X	-
Neoponera aenescens	Cazadoras epigeas generalistas	2	2	10%	0	0%	X	-
Neoponera globularia	Cazadoras epigeas generalistas	1	0	0%	0	0%	X	-
Neoponera unidentada	Arbórea	1	0	0%	0	0%	X	-
Neoponera carinulata	Cazadoras epigeas generalistas	1	0	0%	0	0%	X	-
Neoponera crenata	Cazadoras epigeas generalistas	1	0	0%	0	0%	X	-
Neoponera cavinodis	Cazadoras epigeas generalistas	1	0	0%	0	0%	X	-
Odontomachus chelifer	Cazadoras epigeas grandes	3	1	5%	1	5%	X	-
Odontomachus meinerti	Cazadoras epigeas generalistas	3	2	10%	4	20%	X	-
Pachycondyla harpax	Cazadoras criptica	2	4	20%	0	0%	X	-
Rasopone sp.1	Cazadoras criptica	1	0	0%	0	0%	-	X
Rasopone cf. becculata	Cazadoras criptica	2	0	0%	1	5%	X	-
Pseudomyrmecinae								
Pseudomyrmex sp.1	Arbórea	1	0	0%	0	0%	X	-
Pseudomyrmex sp.2	Arbórea	1	0	0%	0	0%	X	-
Pseudomyrmexsp.3	Arbórea	1	0	0%	0	0%	X	-
Myrmicinae								
Acanthognathus ocellatus	Cazadoras crípticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Acromyrmex coronatus	Cultivadoras de hongos (follaje fresco)	1	0	0%	0	0%	X	X

Cuadro 3. Continuación

Apterostigma sp.1	Cultivadoras de Hongos (detritus)	2	0	0%	1	5%	X	-
Apterostigma sp.2	Cultivadoras de Hongos (detritus)	1	0	0%	0	0%	X	-
Apterostigma sp.3	Cultivadoras de Hongos (detritus)	2	1	5%	3	15%	-	-
Apterostigma sp.4	Cultivadoras de Hongos (detritus)	2	1	5%	0	0%	X	X
Apterostigma sp.5	Cultivadoras de Hongos (detritus)	1	0	0%	0	0%	-	-
Apterostigma sp.6	Cultivadoras de Hongos (detritus)	1	0	0%	2	10%	-	-
Apterostigma sp.7	Cultivadoras de Hongos (detritus)	2	0	0%	1	5%	X	-
Apterostigma sp.8	----------	3	3	15%	5	25%	X	-
Atta cephalotes	Cultivadoras de hongos (follaje fresco)	1	0	0%	0	0%	X	-
Basiceros discigera	Cazadoras crípticas	2	1	5%	6	30%	-	-
Basiceros conjugans	Cazadoras crípticas	2	1	5%	1	5%	-	-
Cephalotes sp 1	Arbóreas	2	0	0%	2	10%	X	-
Cephalotes sp. 2	Arbóreas	1	0	0%	0	0%	X	-
Crematogaster nigropilosa	Omnívoras cripticas	3	1	5%	2	10%	X	-
Crematogaster sotobosque	Omnívoras cripticas	2	0	0%	4	20%	X	-
Cyphomyrmex sp.1	Cultivadoras de Hongos (detritus)	1	0	0%	2	10%	-	-
Cyphomyrmex sp.2	Cultivadoras de Hongos (detritus)	2	0	0%	1	5%	X	-
Cyphomyrmex sp.3	Cultivadoras de Hongos (detritus)	1	0	0%	1	5%	-	-
Cyphomyrmex sp.4	Cultivadoras de Hongos (detritus)	3	1	5%	10	50%	X	-
Hylomyrma sp.1	Omnívoras cripticas	2	0	0%	6	30%	X	-
Hylomyrma sp.2	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Megalomyrmex sp.1	----------	2	0	0%	1	5%	-	X
Monomorium pharaonis	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	-	X
Nesomyrmex sp. 1	Arbórea	1	0	0%	0	0%	X	-
Octostruma amrishi	Cazadoras crípticas	2	0	0%	18	90%	X	X
Octostruma cf. Obtusidens	Cazadoras crípticas	1	0	0%	2	10%	-	-
Pheidole sp.1	Omnívoras cripticas	2	1	5%	1	5%	-	-
Pheidole biconstricta	Omnívoras epigeas	1	0	0%	0	0%	X	-
Pheidole sp.3	Omnívoras epigeas	2	2	10%	0	0%	X	-
Pheidole sp.4	Omnívoras epigeas	2	1	5%	0	0%	X	-
Pheidole sp.5	Omnívoras epigeas	3	1	5%	2	10%	X	-
Pheidole sp.6	Omnívoras cripticas	2	1	5%	7	35%	-	-
Pheidole sp.7	Omnívoras cripticas	1	0	0%	5	25%	-	-
Pheidole sp.8	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	X	-
Pheidole sp.9	Omnívoras cripticas	2	1	5%	6	30%	-	-
Pheidole sp.10	Omnívoras cripticas	3	2	10%	4	20%	X	-
Pheidole sp.11	Omnívoras epigeas	3	3	15%	7	35%	X	-

Cuadro 3. Continuación

Pheidole sp.12	Omnívoras cripticas	3	3	15%	2	10%	X	-
Pheidole sp.13	Omnívoras epigeas	2	4	20%	0	0%	X	-
Pheidole sp.14	Omnívoras cripticas	1	2	10%	0	0%	-	-
Pheidole sp.15	Omnívoras cripticas	3	1	5%	6	30%	X	-
Pheidole sp.16	Omnívoras cripticas	2	2	10%	3	15%	-	-
Pheidole sp.17	Omnívoras cripticas	1	0	0%	1	5%	-	-
Pheidole sp.18	Omnívoras cripticas	1	1	5%	0	0%	-	-
Pheidole sp.19	Omnívoras cripticas	1	1	5%	0	0%	-	-
Pheidole sp.20	Omnívoras cripticas	1	0	0%	1	5%	-	-
Pheidole sp.21	Omnívoras cripticas	1	0	0%	1	5%	-	-
Pheidole sp.22	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	-	-
Pheidole sp.23	Omnívoras cripticas	3	3	15%	4	20%	-	-
Pheidole sp.24	Omnívoras cripticas	1	0	0%	1	5%	-	X
Procryptocerus sp. 1	Cazadora criptica	2	1	5%	0	0%	X	-
Solenopsis virulens	Omnívoras epigeas	2	1	5%	0	0%	X	-
Strumigenys thaxteri	Cazadora criptica	1	0	0%	0	0%	X	-
Strumigenys beebei	Cazadora criptica	2	1	5%	3	15%	-	-
Strumigenys precava	Cazadoras collembola	1	0	0%	3	15%	-	-
Strumigenys sp. 4	Cazadoras collembola	1	0	0%	1	5%	-	-
Strumigenys sp. 5	Cazadoras collembola	1	0	0%	0	0%	X	-
Strumigenys hyphata	Cazadoras collembola	1	0	0%	2	10%	-	-
Strumigenys villiersi	Cazadoras collembola	1	0	0%	11	55%	-	-
Strumigenys elongata	Cazadoras collembola	1	0	0%	6	30%	-	-
Strumigenys gundlachi	Cazadoras collembola	2	0	0%	2	10%	X	-
Strumigenys subedentata	Cazadoras collembola	2	1	5%	9	45%	X	-
Trachymyrmex sp.1	Cultivadoras de Hongos (detritus)	2	0	0%	1	5%	-	-
Tranopelta gilva	Omnívoras cripticas	1	0	0%	0	0%	-	-
Wasmannia auropunctata	Omnívoras cripticas	3	2	10%	1	5%	X	-

En el cuadro 3 se muestra el listado de especies colectadas en la Reserva Copalinga con sus respectivos grupos funcionales y métodos de colecta. Se encontró que la especie más común capturada con las trampas de caída fue *Hypoponera sp. 2* con una frecuencia del 25%, seguida por *Linepithema sp.1, Pachycondyla harpax y Pheidole sp.* 13 con 20% cada una. Mediante las cuadriculas de hojarasca la especie más común fue *Hypoponera sp.2* con una frecuencia del 95%, *Octostruma amrishi* con 90%, *Strumigenys villiersi* con 55% y *Nylanderia sp. 3, Hypoponera foreli, Hypoponera sp. 6* y *Cyphomyrmex sp. 4* con 50% de frecuencia cada una.

Cuadro 4. Resultado del número de especies por grupo funcional

GRUPO FUNCIONAL	NÚMERO DE ESPECIES	%	MÉTODO DE CAPTURA
Omnívoras cripticas	41	30.2	Trampa de caída, hojarasca, subsuelo, captura manual
Cazadoras crípticas.	26	19.2	Trampa de caída, hojarasca, subsuelo, captura manual
Forrajeras arbóreas	16	11.8	Trama de caída, hojarasca, captura manual, subsuelo
Omnívoras epigeas	13	9.7	Trampa de caída, hojarasca, captura manual, subsuelo
Cazadoras epigeas generalistas	12	8.8	Trampa de caída, hojarasca y captura manual
Cultivadoras de hongos (detritus).	12	8.8	Trampa de caída, hojarasca, captura manual y subsuelo
Cazadoras de Collembola.	7	5.2	Trampa de caída, hojarasca, captura manual
Cazadoras epigeas grandes	3	0.7	Captura manual
Indeterminado	3	2.2	Trama de caída, hojarasca, captura manual, subsuelo
Cultivadoras de hongos (follaje fresco)	2	1.5	Captura manual y subsuelo
Cazadoras nomádicas		0	Trampa de caída

En el cuadro 4, se observa los grupos funcionales con el número de individuos colectados y el porcentaje correspondiente. El grupo funcional denominado omnívoras crípticas, obtuvo el mayor porcentaje con el 30,2%, a este le siguen los grupos cazadoras crípticas con 19,2% y forrajeras arbóreas con 11,8%. En menor proporción omnívoras epigeas, cazadoras epigeas grandes, cultivadoras de hongos (detritus), cazadoras de collembola, cultivadoras de hongos (follaje fresco) y cazadoras epigeas grandes con porcentajes de 9,7, 8,8, 8,8, 5,2, 1,5, 0,70% respectivamente. Cabe destacar que el grupo funcional cazadoras de collembola constituyen un subgrupo de cazadoras crípticas muy especializadas, es decir constituyen un tipo muy particular de cazador críptico, uniendo estos grupos el porcentaje de hormigas para este grupo aumenta considerablemente.

5. DISCUSIÓN

Los bosques montanos y premontanos de los Andes Tropicales son considerados a nivel mundial como centros de alta diversidad y endemismo (Myers, 2000). Sin embargo, esta región es una de las más transformadas debido a que su régimen de lluvias, clima templado y riqueza de fuentes hídricas han promovido los asentamientos humanos y el desarrollo de actividades económicamente ventajosas, las cuales ocasionan en los ecosistemas nativos procesos de transformación que implican reducción y fragmentación del hábitat, pérdida de la conectividad, aumento en las tasa de erosión, modificación en los suelos, y contaminación; estos procesos ocasionan otros problemas mayores como extinción de poblaciones, de especies y alteración en los procesos ecosistémicos (Herzog *et al*., 2012).

Y es debido a estos problemas donde se evidencia la importancia de establecer estrategias de conservación que se enfoquen en la protección de los remanentes de hábitat, como es la creación de parques nacionales, bosques protectores o reservas privadas que contribuyan en la protección de la integridad ecológica de uno o más ecosistemas para las generaciones presentes y futuras, también la elaboración de planes de manejo que permitan balancear o equilibrar la conservación del ambiente y el desarrollo (UICN, 1978).

En Ecuador existen 11 parques nacionales entre los cuales consta el Parque Nacional Podocarpus zona de megadiversidad y de alto grado de endemismo debido a su ubicación entre sistemas biológicos diversos (MAE, 2003), es por esta razón que el área fue considerada para la elaboración del presente proyecto de tesis. Según Cuesta *et al.*, (2014) y Eguiguren & Ojeda, (2009), este bosque alberga 606 especies de vertebrados, siendo las aves el grupo de mayor abundancia pues existen múltiples estudios sobre estas especies que lo corroboran, lo que no sucede con los invertebrados, pues los estudios para estas especies y en especial para el orden Hymenoptera (Formicidae) son muy escasos.

La estimación de la riqueza de especies continúa teniendo un rol importante en múltiples contextos en la conservación y en los inventarios biológicos, siendo crucial para la planificación estratégica de áreas de conservación (Coddington, 2009).

En los resultados obtenidos en este estudio se evidencia la necesidad de intensificar el esfuerzo de muestreo, es decir aumentar el número de trampas, horas de muestreo e incluso de incrementar mayor tiempo de búsqueda en el campo, para conocer el número real de especies de hormigas existentes en la localidad pues en el presente estudio se alcanzó valores del 63 al 70 % de la riqueza estimada de hormigas de la hojarasca. Ryder (2009), realizó un estudio en Tipituni, zona aunque muy alejada es considerablemente parecida a la zona de estudio de este proyecto, el estudio considero los bosques primarios y secundario, obteniendo como resultado 101 especies de hormigas encontradas y donde la curva de acumulación de especies al igual que la nuestra no forma una asíntota; esto puede deberse a que la zona oriental es considerada un hotspot de diversidad (Herzog *et al*., 2012).

Comparado con Jacquemin (2012), estudio en el cual se analiza hormigas netamente del subsuelo y donde se utilizaron métodos diferentes a los nuestros, se alcanzó el 48% de la frecuencia esperada además, se obtuvieron resultados más homogéneos pues en cada cuadrante se obtuvieron de 0 a 5 especies, en el presente estudio por el contrario se obtuvieron valores muy diferenciados entre sí, pues varían desde 24 hasta 9 especies por trampa (Figura 11).

Según Ryder (2010), la selva tropical de la Amazonia occidental del Ecuador presenta una alta diversidad, entre los géneros de hormigas más frecuentes están *Camponotus, Pseudomyrmex, Pheidole*, y *Solenopsis,* además, menciona que a pesar de la intensa y diversa utilización de diferentes métodos de muestreo no se logró identificar la diversidad real del sector, esta información corrobora la alta riqueza de especies encontrada en el sector Copalinga y aunque varían ampliamente en el esfuerzo de muestreo, los métodos de recolección y los niveles de identificación los resultados obtenidos son satisfactorios y permiten realizar esta comparación.

En cuanto a la diversidad, se podría decir que la zona de estudio presenta una alta diversidad de especies, la abundancia tiende a centrarse en dos especies, ***Hypoponera sp.* 2 y *Octostruma* amrishi,** por lo cual, son consideradas dominantes. En el estudio de Jacquemin (2012), los géneros más comunes para el sector Copalinga son *Formicinae* con *Acropyga fuhrmanni, Brachymyrmex sp. 03jj* y

el género *Myrmicinae* con *Pheidole sp. 24*. Esta similitud de la composición genérica en las zonas de estudio puede deberse a que el sector Copalinga se encuentra cercano al PNP -Bombuscaro. En Ryder 2009, los géneros más comunes en el bosque primario fueron *Pheidole, Camponotus, Pachycondyla* y *Crematogaster* mientras que el bosque secundario fueron *Pheidole, Pachycondyla, Crematogaster*, y *Megalomyrmex.* La diferencia entre Ryder y el presente estudio puede corresponder al intensivo trabajo de muestreo realizado por Ryder; he ahí la importancia de realizar nuevos muestreos considerando ampliar el esfuerzo de muestreo y la zona de estudio.

Las especies *Tranopelta gilva, Strumigenys thaxteri, Strumigenys hyphata y Typhlomyrmex prolatus* se registran por primera vez para Ecuador, pues para la especie *Tranopelta gilva la* distribución era antiguamente desde Costa Rica hasta Brasil, este grupo de hormigas se caracterizan por ser pálidas y subterráneas, casi nunca son vistas alimentándose en la superficie por lo cual es difícil su captura (Valdés, 2014).

Bolton (2000), menciona que la especie *Strumigenys hyphata* pertenece a la subfamilia Myrmicinae, el nombre científico de la especie fue publicado por primera vez en 1953 por Brown, en la actualidad se encuentra registrada para Bolivia y Brasil, en cambio la especie *Strumigenys thaxteri* estaba descrita únicamente para Trinidad y Tobago. La especie *Typhlomyrmea prolatus* se encuentra descrita para países como Nicaragua y Costa Rica son de tamaño mediano con mandíbulas inusualmente alargados, por poco subtriangulares; diente apical muy larga y agudo (Brown 1965; Baroni 2007).

En Ryder (2010) y en la presente investigación el grupo funcional omnívoras cripticas obtuvo el mayor número de especies de hormigas encontradas, caso similar sucede en Silvestre *et al.* (2003), en donde se presenta una clasificación de 15 grupos funcionales, entre ellos hormigas dominantes omnívoras de suelo, en el cual incluyen géneros de hormigas muy similares a los obtenidos en la presente investigación como son las especies del genero *Pheidole, Crematogaster y Camponotus* estas especies construyen nidos subterráneos, con colonias grandes y son generalistas en la elección del alimento, existen indicios de que estas especies

pueden adaptarse muy fácilmente en ambientes perturbados, el elevado número de especies en este grupo funcional se debe al gran número de especies del genero *Pheidole* y *Camponotus*.

Otros grupos funcionales donde se clasificaron mayor cantidad de especies son "cazadoras crípticas" en este grupo están las hormigas que generalmente cazan dentro de la hojarasca, suelo o madera en descomposición, son predadoras pequeñas muy especializadas, con ojos minúsculos en este grupo se pueden clasificar también las hormigas "cazadoras de collembola". Este grupo está relacionado con la cantidad de materia orgánica en descomposición, es decir estas hormigas están directamente relacionadas con ambientes en buen estado de conservación donde la materia orgánica es abundante así como las especies potenciales de presa son abundantes; en este grupo se encuentran hormigas muy especializadas que se alimentan de un grupo muy restringido de presa. En Silvestre *et.al.* (2003), establecen dos gremios diferentes las mirmicinas y ponerinas crípticas depredadoras especializadas e incluye dentro de las mirmicinas las cazadoras de collembola (Alonso *et.al.* 2000).

Como se había mencionado en la zona Cajanuma del PNP se encontró únicamente la especies *Labidus coectus* en la trampa de caída y mediante captura manual; en Ryder (2010), esta especie fue la hormiga subterránea más abundante. Algunos estudios han demostrado un descenso significativo en la diversidad de especies en elevaciones más altas esto puede derivarse de los cambios que experimentan los ecosistemas, pequeños cambios en la elevación podría resultar en diferencias significativas en el grado de drenaje del suelo y la aireación, que a su vez puede afectar a la comunidad de microinvertebrados que muchas hormigas usan para alimentarse. Esto podría predecir una disminución de la diversidad de hormigas subterránea en elevaciones más bajas (Ryder 2009)

6. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y de la discusión realizada podemos concluir que:

- La Reserva Copalinga es un sector muy diverso pues a pesar de que los resultados indican deficiencia en el muestreo se lograron colectar 142 especies y se obtuvo una riqueza del 63 al 70% de lo estimado; es decir que se lograron obtener la mayor parte de especies que habitan en este sector. Al contrario de las zonas páramo donde las condiciones climáticas no permitieron realizar el muestreo y la zona Cajanuma done se obtuvo un solo espécimen.

- La diversidad de hormigas según los índices Shannon – Wiener y Gini-Simpson es alta para la zona de estudio, además, cabe mencionar que la cantidad de especies colectadas por trampa es uniforme, pues varía entre 9 y 24 especies, siendo las especies *Hypoponera sp. 2 y Octostruma amrishi* las más frecuentes de la muestra y pueden ser consideradas como dominantes.

- La metodología desarrollada en el presente estudio resultó muy eficiente, se lograron capturar varias especies mediante cada una de ellas; a través de captura manual se colectaron 86 especies, con las cuadriculas de hojarasca se capturaron 63 y con las trampas de caída 45 especies. También, se puede mencionar que el grupo funcional donde encajaron mayor cantidad de especies fue el "omnivoras cripticas", el cual consiste en hormigas muy generalistas que se adaptan fácilmente a zonas perturbadas ambientalmente.

- A partir de los buenos resultados obtenidos se espera que este estudio ayude a estimular nuevos inventarios de hormigas en el PNP, que es crucial para describir correctamente y comprender las especies de hormigas y los patrones de distribución en el sur del Ecuador.

- Con el presente estudio se logró obtener nuevos registros para el país por especies como: *Tranopelta gilva, Strumigenys thaxteri, Strumigenys hyphata* y *Typhlomyrmex prolatus*, mientras que especies como: *Gnamptogenys sp. 1, Neoponera cf. aenescens, Rasopone sp. 1, Strumigenys sp. 4* y *Strumigenys sp. 5* podrían ser consideradas como nuevas especies.

- La curva de acumulación de especies no forma un asíntota lo cual evidencia la falta de esfuerzo de muestreo, aunque en este estudio se logró obtener más de la mitad (63-70%) de la diversidad de hormigas presentes en la zona, se puede obtener mejores resultados intensificando el tiempo muestreo, incrementando nuevas técnicas e incluso ampliando el área de estudio.

- La presente investigación juega un papel muy importante en el campo ambiental, pues luego de haber realizado varios estudios en similares zonas de estudio se puede evidenciar como han cambiado las poblaciones de hormigas frente al cambio climático; además, existen especies de hormigas epigeas que a partir de su presencia o ausencia pueden generar información acerca de la conservación de un lugar determinado.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar nuevos estudios extendiendo el tiempo de muestreo, incrementando más trampas o utilizando nuevas metodologías para lograr la identificación de hormigas más especializadas y obtener valores más altos de riqueza esperada, además los estudios permitirán detectar cambios en la diversidad de las zonas de estudio y realizar comparaciones con los futuros estudios.

- Realizar este tipo de investigaciones en zonas aledañas a el área de estudio, considerando diferentes altitudes, condiciones edafológicas y climáticas, esto permitiría el cálculo de la diversidad beta factor importante en el desarrollo de los ecosistemas.

- Formar colecciones de referencia con ejemplares mediante la clasificación e identificación de las muestras. Además ayudar verificando cambios en la composición taxonómica de las muestras.

- Destinar un lugar apropiado donde reposen las muestras colectadas e identificadas en el campo, esto permitirá que posteriores investigadores puedan observar los especímenes colectados en la presente investigación y utilizarlos según lo crean conveniente.

- Publicar los resultados que se realicen en diferentes investigaciones, pues la mayor parte de estudios realizados no están publicados, razón por la cual no es fácil acceder a la información que contienen estos escritos.

- Incentivar a que los estudiantes desarrollen estas investigaciones enfocándose en el grupo animal insectos, pues constituyen el grupo animal más diverso y frágil; además, presentan poblaciones muy abundantes, realizan una amplia variedad de funciones, son fáciles de muestrear y poseen una elevada diversidad.

8. BIBLIOGRAFÍA

Abadía, J., Bermúdez, C., Lozano, F., & Chacón, P. (2010). Hormigas cazadoras en un paisaje subandino de Colombia: Revista Colombiana de Entomología, 36(1), 127-134.

Alonso, L. E. 2000. Ants as indicators of diversity, Pp. 80-88. En: Agosti, J. Majer L., Alonso E., Schultz T. (Eds). Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity Biological DiversityHandbook Series, Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

Alonso L., D. Agosti. 2000. Biodiversity studies, monitoring, and ants: An overview. Pp. 1–8.

Alonso L., L. Davis. 2011. Hormigas de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Rio Nangaritza, Cordillera del Cóndor. 49-51 pp. En: Guayasamin J., E. Bonaccorso (Eds) Evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Rio Nangaritza, Cordillera del Cóndor, Ecuador. Conservación Internacional. Quito, Ecuador. 135 pp.

Anze R., M. Franken, M. Zaballa, M. Pinto, G. Zeballos *et al.* 2007. Indicadores en la detección de la contaminación atmosférica en Bolivia. Revista Virtual Red de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (REDESMA) 1(1):54-74 pp. (En línea). URL:http://www.revistasbolivianas.org.bo. (Consultado Abril 26, 2014).

Arcilla A., F. Lozano. 2006. Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo. 159-166 pp. En: Fernández F (Eds.) Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 160 pp.

Arita H., P. Rodríguez. 2007. Ecología geográfica y macroecología. 63-76 pp. En Sánchez, G., A. Rojas (Eds) Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos. Universidad autónoma del estado de Hidalgo. México.

Baroni C., De Andrade, M. 2007. The ant tribe Dacetini: limits and constituent genera, with descriptions of new species. Annali del Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria" 99: 1-191.

Bharti, H. Y. (2013). Ant species richness, endemicity and functional groups, along an elevational gradient in the Himalayas. Asian Myrmecology, 5, 79-101.

Bhattarai K. 2006. Can Rapoport's rule explain tree species richness along the Himalayan elevation gradient, Nepal Diversity and distributions. 12(1): 373-378

Bolton, B. 2000. The ant tribe Dacetini. Memoirs of the American Entomological Institute 65:1-1028.

Brown, W. L., Jr. 1965c. Contributions to a reclassification of the Formicidae. IV. Tribe Typhlomyrmecini (Hymenoptera). 72: 65-78

Burwell, C. 2011. Distribution of ant species along an altitudinal transect in continuous rainforest in subtropical Queensland, Australia. Nature, 55(2), 23.

Cañas D., L. Rentería, G. Ramírez, L. Mosquera. 2011. Orientaciones para el manejo de las especies forestales amenazadas Chanul y Nispero basado en su estado de conservación en el Consejo Comunitario Mayor de Istmina, Choco, Colombia. Revista Bioetnia 8(2): 1 – 104.

Caro T. 2003. Conservation Biology: Focal species. 14: (6). Pag 1569- 1570

Canterbury G., E. Martin, T. Petit, D. Petit, L. Bradford. 2000. Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. Conservation Biology 14:544 -558.

Celi J., E. Terneus, J. Torres, M. Ortega. 2004. Diversidad de escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeinae) en una gradiente altitudinal en la Cordillera del Cutucú, Morona Santiago, Amazonia ecuatoriana. Revista Electrónica Lyonia 33(12): 1-14.

Chao A., 1984. Non–parametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of Statisics 11: 265–270.

Chao A., 2005. Species richness estimation. In: Encyclopedia of Statistical Sciences: 7909–7916 pp. In N. Balakrishnan, C. B. Read, and B. Vidakovic (Eds) Encyclopedia of Statistical Sciences. New York, Wiley.

Coddington, J. I. (2009). Undersampling bias: the null hypothesis for singleton species in tropical arthropod biodiversity surveys. Journal of Animal Ecology, 78: 573-58.

Colwell R., C. Rahbek, N. Gotelli. 2004. The Mid-Domain effect and species richness patterns: What have we learned so far? The American Naturalist 163(3): 1 – 23.

Cuesta, F., Báez, S., Muriel, P., & Salgado, S. 2014. La vegetación de los páramos del Ecuador. En F. Cuesta , J. Sevink, & L. Llambí, Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos. CONDESAN. Pág. 143.

Cuesta, F., Peralvo, M., & Valarezo, N. 2009. Los bosques montanos de los andes tropicales. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. (En linea): URL: http://www.bosquesandinos.info (Consultado el 22 de 09 de 2014).

Delibes M. 2011. Sistema tierra, biodiversidad y calidad de vida. Revista de la Real Academia de Ciencias 66(1): 127 – 135.

Delsinne T., Y. Roisin, J. Herbauts, M. Leponce. 2010. Ant diversity along a wide rainfall gradient in the Paraguayan dry Chaco. Journal of Arid environments 10(1): 1 – 7.

Dufrene M, Legendre P. 1997. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67:345-366.

Eguiguren P. y T. Ojeda. 2009. Línea base para el monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático, sobre la diversidad florística en una zona piloto del ecosistema Páramo del Parque Nacional Podocarpus. Loja, Ecuador. Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonia (CEDAMAZ) 2(1): 1- 109.

Gavilán R., A. Rubio. 2005. ¿Pueden los índices de diversidad biológica ser aplicados como parámetros técnicos de la gestión ambiental? Revista de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 20(13): 93-98

GEOECUADOR 2008. Estado de la biodiversidad: Informe sobre el estado del medio ambiente. Ecuador. 92-108 Pp (En línea). URL: www.flacsoandes.org. (Consultado Abril 17, 2014).

Gliessman, S. 2002. Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. LITOCAT. Pp. 349.

Grytnes J., C. McCain. 2007. Elevational trends in biodiversity. Encyclopedia of Biodiversity. 8 pp.

González J., A. Fuente, L, Hernández, D. Buzo, C, Bonache. 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies: un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. Animal Biodiversity and Conservation. 33(1): 31-45.

González N., G. González, E. Barba, S. Hernández. 2013. Mirmecofauna asociada con sistema agroforestales en el Corredor Biológico Mesoamericano en Tabasco, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 84(10): 306-317

Guerrero R., C. Sarmiento. 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.

Halffter G., C. Moreno. 2005. Sobre diversidad biológica: El significado biológico de las diversidades Alfa, Beta y Gamma. Revista de la Comisión

Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 3(1): 5 – 18.

Herbario Loja. 2000. Diagnóstico de la vegetación natural y de la intervención humana en los páramos del Parque Nacional Podocarpus. Loja, Ec. 75 p.

Herzog, S., Martinez, R., Jorgensen, P., & Tiessen, H. 2012. Cambio climático y biodiversidad en los Andes Tropicales. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI). Paris. 348 pp.

Isasi E. 2010. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. Revista Interciencia 36(1): 1 – 8.

Izco J. 2004. Biodiversidad y conservación. 663-713 pp. En Izco, J., E. Barreno, M. Burgués, M. Costa, J. Devesa (Eds). Botánica. Segunda Edición. McGraw-Hill Interamericana. 906 pp.

Jacquemin, J., Drouet, T., Delsinne, T., Roisin, Y., & Leponce, M. 2012. Soil properties only weakly affect subterranean ant distribution at small spatial scales. Applied Soil Ecology, 62, 163-169.

Larsen, T., Escobar, F., & Armbrecht, I. 2011. Insectos de los Andes Tropicales: Patrones de diversidad, procesos y cambio global. En S. Herzog, R. Martinez, P. Jorgensen, & H. Tiessen (Eds), Cambio climático y biodiversidad en los Andes Tropicales. 426 pp.

Lattke J., M. Riera. 2012. Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en la hojarasca y suelo de selvas nubladas de la Cordillera de la Costa, Venezuela. Métodos en Ecología y Sistemática. 7(1):20-34.

López A. G. Williams. 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. Boletín de la sociedad botánica de México. 78: 7-15.

Lozano F., P. Ulloa, I. Armbrecht. 2009. Hormigas: Relaciones Especies-Área en fragmentos de Bosque Seco Tropical. Ecology, Behavior and bionomics. Neotropical Entomology 38(1):44-54.

Lozano P., T. Delgado y Z. Aguirre. 2003. Estado actual de la flora endémica exclusiva y su distribución en el occidente del Parque Nacional Podocarpus. Loja, Ecuador. Revista del Centro de Estudios y Desarroolo de la Amazonia (CEDAMAZ) 2(1): 1- 109.

Magurran A. E., 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell, Malden 10: 347–354 pp.

Majer J., G. Orabi, L. Bisevac. 2007. Ants (Hymenoptera: Formicidae) pass the bioindicator scorecard. Myrmecological New. 69(76): 8.

Maldonado Y., N. Espinoza, G. Pérez, V. Quezada, K. Oyama, A. González, P. Cueva. 2013. Interacciones antagónicas especialistas en encinos: El caso de los insectos inductores de agallas. Revista de las Ciencias Biológicas Agropecuarias 1(1): 32 – 41.

Martínez I., R. Belinchón, M. Otárola, G. Aragón, M. Prieto, A. Escudero. 2011. Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los líquenes epifitos en la Región Mediterránea. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente 20(2): 54 – 67.

Martínez O., J. Rechberger. 2007. Características de la avifauna en un gradiente altitudinal de un bosque nublado en la Paz, Bolivia. Revista Peruana de Biología 14(2): 225-236.

Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE). 2010. Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Quito. 293 pp (En línea). URL: http://www.cbd.int. (Consultado Marzo 30, 2014).

Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE). 2012. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaria de Patrimonio

Natural. Quito, Ecuador (En Línea). URL: http://www.ambiente.gob.ec. (Consultado Abril 23, 2014).

Mora E., E. Montes. 2009. Escarabajos necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae y Trogidae) de la Región Central baja de Veracruz, México 25(3): 569 – 588.

Moreno C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Primera Edición. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Zaragoza, España. 89 pp.

Moreno C., F. Barragán, E. Pineda, N. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82(5): 1249-1261.

Myers, N. 2000. Biodiversity hotspot for conservation priorities. Magazine Nature, 402, 853-858.

Naranjo E. y T. Ramírez. 2009. Composición florística, estructura y estado de conservación del bosque nativo de la quinta el Padmi, Provincia de Zamora Chinchipe. Ecuador. Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonia (CEDAMAZ) 3(1): 1- 235

Ollgaard, B., & Madsen, E. 1993. Inventario preliminar de las especies vegetales en el Parque Nacional Podocarpus Revista de difusión técnica y científica. 2(1), 66-87.

Palacios M., L. Constantino. 2006. Diversidad de lepidópteros Rhopalocera en un gradiente altitudinal en la reserva natural el Pagan, Nariño, Colombia. Boletín Científico del Centro de Museos de Historia Natural 10(3): 258-278.

Quizhpe W., Z. Aguirre, O. Cabrera, T. Delgado. 2002. Los páramos del Parque Nacional Podocarpus. 79-88 pp. En Aguirre Z., J. Madesen, E. Cotton, H. Balslev. (eds.) Botánica Austroecuatoriana: Estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Ediciones Abya Yala, Quito, Ec.

Redolfi I., A. Tinaut, F. Pascual, M. Campos. 2004. Densidad de nidos de la comunidad de hormigas (Formicidae) en tres olivares con diferente manejo agronómico en Granada, España. Ecología aplicada 3(3): 1 - 6.

Ribas C., F. Schmidt, R. Solar, J. Schoereder, C. Valentine *et al.* 2007. Formigas podem ser utilizadas como bioindicadoras de recuperação após impactos ambientais. Revista Biológica São Paulo 69(2): 57-60.

Rivera L., I. Armbrecht. 2005. Diversidad de tres gremios de hormigas en cafetales de sombra, de sol y bosques de Risaralda. Revista Colombiana de Entomología 31(1):89-96.

Rodríguez E., J. Lattke. 2012. Diversidad de hormigas en un gradiente altitudinal de la cordillera de la Costa, Venezuela (Hymenoptera: Formicidae). Boletín de la Sociedad Entomológica Arangonesa 50: 295-304.

Rodríguez P., E. Vázquez. 2007. Escalas y diversidad de especies. 109-114 pp. En Sánchez, G., A. Rojas (Eds). Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos. Primera Edición. Hidalgo. México.

Roig X., X. Espadaler. 2010. Propuesta de grupos funcionales de hormigas para la Península Ibérica y Baleares, y su uso como bioindicadores. Boletín de la Asociación Ibérica de Mirmecologia 1(2): 1-2.

Ryder, K.T.; Mertl, A.L. & Traniello, J.F.A. (2010). Species diversity and distribution patterns of the ants of Amazonian Ecuador. PLoS ONE 5(10):e13146.

Ryder, K.T.; Mertl, A.L. & Traniello, J.F.A. (2009). Diversity of Ground-Dwelling Ants. (Hymenoptera: Formicidae) in Primary and Secondary Forests in Amazonian Ecuador. Myrmecological News 12: 139–147.

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, SENPLADES, 2010. Agenda zonal para el buen vivir: Propuestas de desarrollo y lineamientos para el ordenamiento territorial. (En linea) URL:

http://www.planificacion.gob.ec/category/comunicamos/zona-7-sur/ (Consultado septiembre 30, 20 15)

Sierra, R., Campos, F., & Chamberlin, J. 1999. Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad del Ecuador Continental. (En línea) URL: http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/40460.pdf (Consultado Diciembre 02, 2014)

Smith, A. 2014. Diversity and phylogenetic community structure of ants along a Costa Rican elevational gradient. Ecography, 37: 001-012.

Tejeda C., K. Mehltreter, V. Sosa. 2008. Indicadores ecológicos multi-taxonómicos. Pp. 271-278. En: Manson R., V. Hernández, S. Gallina, K. Mehltreter (Eds). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz, México. 348 p.

Del Toro I., M. Vásquez, W. Mackay, P. Rojas, R. Zapata. 2009. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Tabasco: explorando la diversidad de la mirmecofauna en las selvas tropical de baja altitud. Revista Dugesiana 16(1): 1-14.

Valenzuela J., L. Quiroz, D. Martínez. 2008. Hormigas (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). Pp. 107-121. En: Manson R., V. Hernández, S. Gallina, K. Mehltreter (Eds). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Veracruz, México 348 p.

Vilardy S., J. González, B. López, E. Oteroa, C. Montes. 2011. Los servicios de los ecosistemas de la Reserva de Biosfera Ciénaga Grande de Santa Marta. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica 19(1): 66 – 83.

Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdova, F. Escobar, G. Fagua, *et al.* 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236p.

Valdés, S. 2014. Especies de hormigas del suelo en el Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico Colombiano. Revista de Biología Tropical, 62(1), 265-276.

Zubiri C., I. Martínez, E. Huber, A. Escudero. 2013. Efectos y respuestas de la Costra Biológica del Suelo en ecosistemas áridos: avances recientes a nivel de especie. Revista Ecosistemas 22(3): 95 – 100

Whittaker R. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Revisit Ecology of Monograph. 30, 279–338.

9. ANEXOS

Cuadro 5. Valores de los estimadores ICE, Chao 2 y Jaccknife 2 obtenidos en el programa Estimates.

Mao Tao Mean	ICE Mean	Chao 2 Mean	Jack 2 Mean
15.55	15.55	15.55	0
25.79	138.65	51.41	36.17
33.6	103.64	67.93	56.52
39.87	95.59	72.4	69.28
45.11	96.6	79.46	78.83
50.18	96.86	83.23	86.51
54.24	98.13	87.42	92
57.61	99.82	90.04	96.32
60.99	102.53	95.44	100.75
64.19	106.76	100.65	105.67
66.89	105.69	105.48	110.13
69.22	105.43	105.71	112.7
71.74	107.16	108	116.01
73.96	109.46	110.39	118.92
75.89	111.59	112.59	121.37
77.88	113.43	114.11	123.62
79.7	115.53	116.39	126.2
81.61	117.73	120.3	129.52
83.32	119.48	122.75	132.24
85	121.48	124.79	134.97

Cuadro 6. Valores de los índices Shannon- Wiener y Gini-Simpson obtenidos en el programa Estimates.

Shannon Mean	**Simpson Mean**
2.7	15.55
3.19	23.35
3.42	27.87
3.55	30.75
3.65	32.76
3.73	34.71
3.79	36.17
3.83	37.02
3.86	37.97
3.9	38.74
3.92	39.26
3.94	39.79
3.96	40.28
3.98	40.67
3.99	40.89
4.01	41.26
4.02	41.45
4.03	41.77
4.04	41.98
4.05	42.14