

RESEARCH ARTICLE

Distribución, riqueza y composición genérica de grupos funcionales de hormigas de varios hábitats del bosque húmedo tropical

Edy Marlon Mendoza-Viteri ^{1,3}  Pedro Ríos Guayasamín ^{2,3,4}  Andrés Ávila-Andrade ⁵ 

¹ Grupo Científico Estudiantil: Restauración forestal y bioindicadores edáficos (ReFoBE), Laboratorio de Ecología Tropical Natural y Aplicada, Universidad Estatal Amazónica, CEIPA, Km 44, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

² Laboratorio de Ecología Tropical Natural y Aplicada, Universidad Estatal Amazónica, CEIPA, Km 44, Arosemena Tola, Napo, Ecuador.

³ Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Sede Puyo, Pastaza, Ecuador.

⁴ Institute of Forestry and Conservation, University of Toronto, 33 Willcocks St., Toronto, ON M5S3B3, Canada².

⁵ Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Sede Zamora Chinchipe, Ecuador.

✉ Correspondencia: marloney55@gmail.com ☎ + 593 98 996 0852

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj53039>

Resumen: Los gradientes altitudinales generan cambios en las condiciones ambientales. Esto desencadena una especialización de las comunidades animales y la composición de especies en el espacio. Este trabajo analiza la distribución, riqueza y composición de grupos funcionales de hormigas utilizando tres diferentes hábitats (bosque, cultivo y pasto) a través de un gradiente de altitud del bosque húmedo tropical del Sur de Ecuador. Se tomaron muestras de hormigas desde los 924 hasta los 1.636 m.s.n.m., utilizando trampas pitfall y colecta manual. Se identificaron 153 morfoespecies de 42 géneros, clasificados en 11 grupos funcionales. Se utilizó un análisis de redundancia para comprobar la correlación del hábitat con la altura sobre la abundancia genérica. Además, se realizó un análisis de escalonamiento multidimensional no métrico (NMDS) con los grupos funcionales de las comunidades en diferentes hábitats y alturas. Los resultados indican que existe correlación positiva entre rangos intermedios y bajos, de géneros como *Linepithema*, *Pheidole* y *Wasmannia*. La composición de los grupos funcionales muestra que Mirmicas generalizadas, Depredadoras Generalistas hipogeas y Hormigas arborícolas que se alimentan de polen presentan mejor distribución en áreas de bosque y cultivo de plátano a 1.286 m.s.n.m. Se concluye que *Wasmannia*, un género neotropical de comportamiento agresivo y oportunista parece explotar eficientemente las áreas cultivadas, por lo cual su presencia suele indicar perturbaciones relacionadas con el hombre.

Palabras claves: especialización, hormigas, grupos funcionales, abundancia.



Cita: Mendoza-Viteri, E. M., Ríos Guayasamín, P. D., & Ávila-Andrade, A. (2022). Distribución, riqueza y composición genérica de grupos funcionales de hormigas de varios hábitats del bosque húmedo tropical. Green World Journal, 5(3), 039.

<https://doi.org/10.53313/gwj53039>

Received: 13/Oct/2022

Accepted: 05/Nov/2022

Published: 07/Nov/2022

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Distribution, richness and generic composition of ant functional groups in various habitats of tropical rainforest

Abstract: Altitudinal gradients generate changes in environmental conditions. This triggers a specialization of animal communities and species composition in space. This work analyzes the distribution, richness and composition of ant functional groups using three different habitats (forest, crop and pasture) across an altitudinal gradient in the tropical rainforest of southern Ecuador. Ants were sampled from 924 to 1,636 m.a.s.l., using pitfall traps and manual collection. A total of 153 morphospecies of 42 genera were identified, classified into 11 functional groups. A redundancy analysis was used to test the correlation of habitat with altitude on generic abundance. A non-metric multidimensional scaling analysis (NMDS) was performed with the functional groups of the communities in different habitats and altitudes. The results indicate that there is a positive correlation between intermediate and low ranges of genera such as *Linepithema*, *Pheidole* and *Wasmannia*. The composition of the functional groups shows that Generalized Myrmicine, Hypogean generalist, predators, and Pollen-feeding tree ants have a better distribution in areas of forest and banana cultivation at 1,286 m.a.s.l. It is concluded that *Wasmannia*, a neotropical genera with aggressive and opportunistic behaviors, seems to exploit cultivated areas efficiently, so its presence usually indicates human-related disturbances.

Keywords: specialization, ants, functional groups, abundance.

1. Introducción

Desde su apareamiento en el cretácico temprano las hormigas representan una de las grandes historias de éxito de la evolución, siendo el grupo más rico y ecológicamente dominante entre todos los insectos sociales [1–3]; adoptan un nivel avanzado de estructura caracterizado por la división de trabajo en la colonia [4], en la que individuos adultos pertenecientes a dos o más generaciones contribuyen al mantenimiento y cuidado de la misma [5]. Dada su riqueza y alto grado de endemismo, el Neotrópico parece haber sido cuna de su diversificación [6]. En él convergen alrededor del 42 % de los géneros descritos a nivel mundial [6].

A pesar de poseer una superficie relativamente pequeña de alrededor de 250.000 km², Ecuador es uno de los países más diversos del mundo [7]. Sin embargo, su fauna de hormigas sigue siendo desconocida en su mayor parte y poco conocida taxonómicamente [8]. La revisión realizada por Salazar en el 2015 [9] señala que Ecuador registra alrededor de 679 especies, pertenecientes a 92 géneros en 180 localidades; no obstante, la mayor concentración de estudios se centra en la región amazónica nororiental y en las islas Galápagos, el resto del país aún sigue siendo desconocido [10].

En los bosques tropicales, las hormigas pueden llegar a representar entre el 15 % y el 20 % de la biomasa animal [11], es decir, una biomasa cuatro veces mayor que la de todos los vertebrados silvestres terrestres combinados [5]. Debido a sus interacciones como ingenieros del suelo desempeñan un papel crucial en la huella ecológica de la mayoría de las comunidades terrestres, afectando directa o indirectamente a los mismos [1,3,12,13] particularmente en los trópicos [10]. Sin embargo, se ha verificado que su riqueza y abundancia disminuye con respecto a la altitud [14].

Los estudios vinculados a gradientes de elevación usando organismos como modelos de estudio se remontan a los primeros tiempos de la biogeografía [15]. Willdenow, Von Humboldt, Darwin y Wallace realizaron observaciones detalladas a lo largo de la altitud; como resultado, observaron que la estatura y la diversidad se comportaba de manera similar a la latitud (Regla de Rapoport) [16,17]. Los complejos cambios en cuanto a las condiciones a lo largo de gradientes altitudinales tienen amplios efectos en las interacciones [18], por ello durante los últimos años las regiones montañosas han recibido una atención creciente [19]. Varios estudios señalan que los formícidos presentan picos máximos de riqueza y abundancia en altitudes intermedias [20,21] debido a que los rangos intermedios presentan condiciones favorables tanto para especies de bajas como de altas altitudes

como consecuencia del efecto del ecotono, o por simple solapamiento entre dos ensambles o fronteras geográficas [22].

Por ello, los cambios en la composición de comunidades suelen evaluarse mediante índices de diversidad, los mismos que miden la similitud o diferencia entre lugares o hábitats. La respuesta de los componentes de la diversidad a los factores ambientales se ha explorado recientemente para las comunidades de hormigas [23]. Sin embargo, son pocos los estudios que evalúen simultáneamente la influencia del hábitat con la altitud sobre la diversidad taxonómica y funcional de comunidades de hormigas en el país. Por lo tanto, la evaluación de comunidades biológicas ayuda a comprender cómo los cambios ambientales afectan a la biodiversidad, las funciones de los ecosistemas o sus servicios [24].

Una forma prometedora de detectar posibles limitaciones es enfocarse en grupos funcionales (GF), esta clasificación puede ser a priori basada en características morfológicas, afinidades taxonómicas o dimensiones de nicho como la dieta, la ubicación del nido, el comportamiento de forrajeo, la preferencia de hábitat o la tolerancia ambiental [25–27]. Calver [27] observó que el gremio de Mirmicinas generalizadas (GM) presentaba una respuesta significativa a las perturbaciones de cuatro lugares de la Reserva de Biosfera de Ñacuñán, y cuatro áreas de pastoreo en Santa Rosa, Mendoza, Argentina. Se trata de un grupo heterogéneo con respecto a la dieta: *Solenopsis saevissimay Pheidole bergison* omnívoras, mientras que *Ph. spininodis* y *Ph. aberransson* granívoras. Los granívoros se verían favorecidos por la mayor abundancia de pastos, además, son especies que evitan las horas de máxima insolación es decir que son activas por la noche [27].

Ante lo mencionado, este estudio tiene como objetivo caracterizar la distribución, riqueza y composición genérica de grupos funcionales de hormigas de varios hábitats (bosque, pasto y cultivo de plátano) de tres zonas de estudio del bosque húmedo tropical, a lo largo de un gradiente altitudinal distinto a nivel local. A la vez, esta investigación se constituye como línea base para el entendimiento de los patrones de distribución de hormigas fuera de áreas protegidas del Sur del Ecuador.

2. Materiales y métodos

La presente investigación utiliza un enfoque de tipo cuantitativo el mismo plantea; recolección de datos, prueba de hipótesis, medición numérica y un análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías [28]. Así mismo, el diseño es de tipo descriptivo comparativo el cual, busca determinar las diferencias y semejanzas de las variables independientes; tipos de hábitats y altura con las variables dependientes de abundancia, riqueza de géneros y grupos funcionales, además, es de tipo descriptivo correlacional en donde se desea relacionar variables tanto dependientes como independientes (Figura 1). Para el muestreo de invertebrados se usó una técnica combinada de trampas de Pitfall y colecta manual aplicado a cada tipo de hábitat en distinto piso altitudinal.

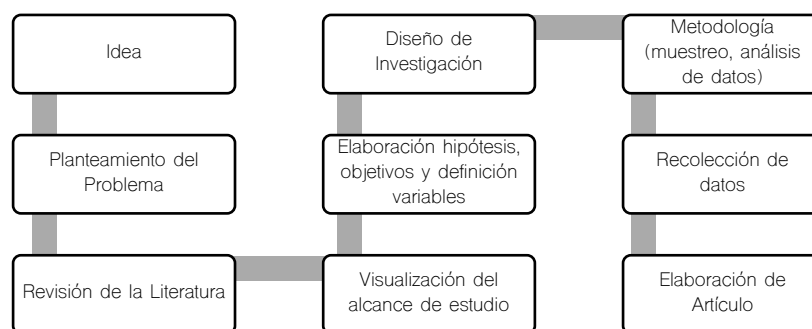


Figura 1. Esquema metodológico.

2.1 Área de estudio

El muestreo de hormigas se llevó a cabo en los meses de febrero (2020) y enero (2021) en tres altitudes con hábitats similares (Tabla 1) ubicadas en el cantón Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe.

Tabla 1. Información asociada a cada una de las estaciones de muestreo [29].

Nombre de la Estación	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica	Características del sitio
1. Quinta Jaely (Sitio 1)	14, 15, 16 febrero 2020; 20 enero 2021	3°54'56,86" S, 78°45'4,25"W, 924 msnm.	Cultivo de plátano, área de pasto y Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes.
2. Tacuri (Sitio 2)	15, 17 febrero 2020; 16 enero 2021	3°57'46,81" S, 78°44'17" W, 1286 msnm.	Cultivo de plátano, área de pasto y Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú.
3. La Guajira (Sitio 3)	19, 21 febrero 2020; 9 enero 2021	3°58'20,20"S, 78°43'45,73"W, 1636 msnm.	Cultivo de plátano, área de pasto y Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú.

El cantón tiene una extensión aproximada de 26.165 has con rangos altitudinales que van desde 820 msnm hasta 2215 msnm, presenta una precipitación anual promedio de 2090 mm, su temperatura media anual de 23,7° C, y humedad ambiental entre el 84,8 % y 91,3 % [30]. La información presentada se complementa con el reconocimiento de las tres zonas de estudio establecidas en un mapa de ubicación (Figura 2).

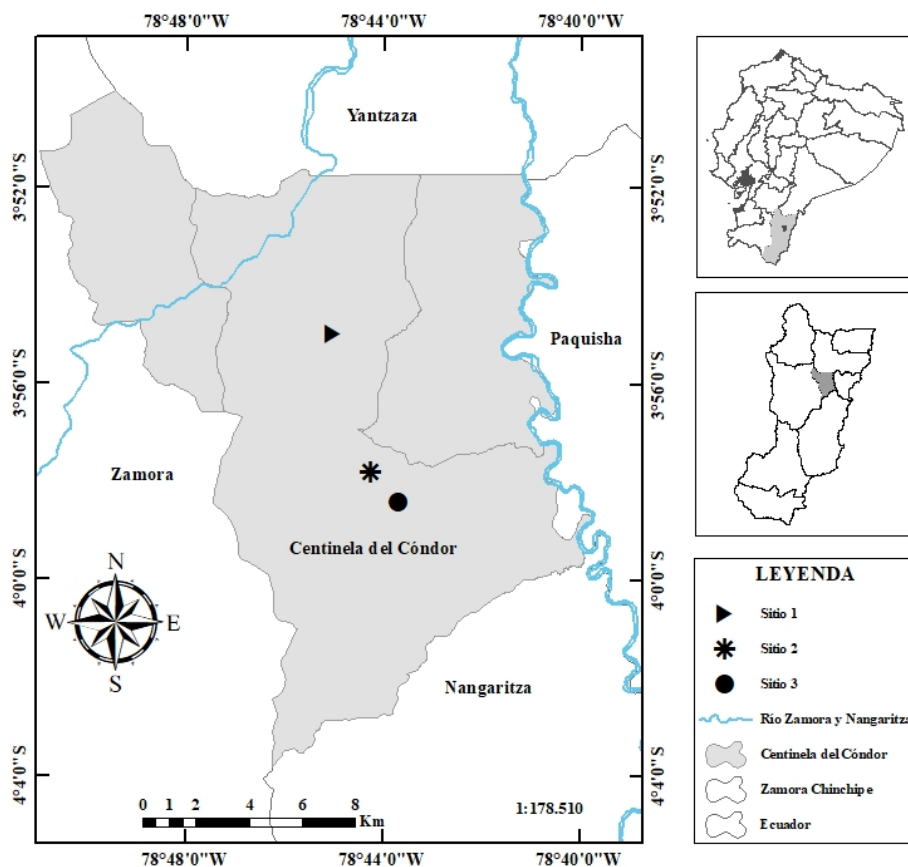


Figura 2. Mapa del área de estudio en el que se ubican las tres estaciones de muestreo.

2.2 Métodos

2.2.1. Colecta de Insectos

Para la caracterización de los géneros de hormigas presentes en las tres zonas de estudio se realizó un diseño combinado de trampas de Pitfall y colecta manual aplicado a cada tipo de hábitat. Para la fase de campo se establecieron 108 trampas de pitfall ubicadas a lo largo de un gradiente altitudinal. Se colocaron 18 trampas (6 por cada uso de suelo en cada zona de estudio) en cada sitio de muestreo en cada año estudiado durante tres días (72 horas). Además, en cada hábitat se efectuaron tres colectas manuales de hormigas durante un lapso de 50 minutos para un esfuerzo total de muestreo de 15 horas. La colecta se enmarca en el permiso de investigación MAE-CM-DNB-2018-0087-001.

2.2.2. Trampas Pitfall

La trampa consistió en un recipiente de plástico de 12 cm de diámetro por 6 cm de profundidad, la misma estuvo cebada con agua, sal y detergente para romper la tensión superficial y evitar la fuga de los insectos. Se instalaron 6 trampas de caída por hábitat cada un mínimo de 5m de distancia durante un lapso de tres días (72 horas), las trampas fueron colocadas al ras de suelo y protegidas para evitar saturación por lluvia. Posterior a ello, el material biológico se filtró y preservó en tubos Eppendorf con etanol al 70 % para su posterior traslado.

2.2.3. Colecta Manual

Fernández [31] señala que la captura directa o manual es un método indicado que permite establecer un cubrimiento taxonómico de la riqueza de hormigas, además, brinda una aproximación a los hábitos de distintas especies presentes a cada área de muestreo. En base a ello en cada sitio de muestreo se realizaron colectas manuales de especies de hormigas ubicadas en el suelo, troncos en descomposición, tallos, ramas, piedras por debajo de 1,5 m de altura, en un transecto de 30 m x 1 m de ancho durante 50 minutos. El resultado final consistió en 150 minutos de muestreo por cada sitio para un esfuerzo total de 15 horas en las tres unidades durante los dos períodos.

2.2.4. Procesamiento de las Muestras

Las muestras se procesaron en el Laboratorio de Ecología Tropical Natural y Aplicada (LETNA), de la Facultad de Ciencias de la Vida en la Universidad Estatal Amazónica. Km² 1/2 Vía Tena (Paso Lateral), Puyo, Ecuador. La extracción del contenido biológico se realizó de forma manual y directa utilizando recipientes de plástico, pinzas entomológicas y un tamiz cernidor fino. Inicialmente el material biológico se clasificó, etiquetó en órdenes y morfoespecies preservados en etanol al 90 %. Posteriormente, se analizaron las hormigas colectadas.

2.2.5. Identificación de Especímenes

Para la identificación del material biológico se utilizó un estereomicroscopio Nikon SMZ745 y LEICA S8APO, además mediante el uso de claves taxonómicas de Fernández [31], Baccaro [32], Fernández [6], Camacho [30] y las plataformas web AntCat [34] y AntWeb [35] se identificaron subfamilias y géneros de cada muestra colectada.

2.2.6. Identificación de Grupos Funcionales

Para establecer los grupos funcionales se utilizó la información disponible en la literatura siguiendo los criterios de clasificación sugeridos por Silvestre [25], Brandão [26], Claver [27], y González [23] para el establecimiento de 11 grupos funcionales en base al material colectado (Tabla 2).

Tabla 2. Criterios de clasificación de grupos funcionales de hormigas para la región neotropical [23,25–27].

Grupos Funcionales	Características
Hormigas Arborícolas Dominantes asociadas a carbohidratos o Domatia	Recogen recursos alimenticios líquidos (néctar, exudados ricos en carbohidratos que chupan los hemípteros o larvas de lepidópteros)
Depredación en masa y/o nómada	Grupo especializado con comportamiento de caza elaborado en masa de obreras de <i>Pachycondyla marginata</i> o en algunos casos con comportamiento nómada, como <i>Leptogenys</i> y <i>Simopelta</i> .
Cortadoras, Cultivadoras de hojas	Las hormigas de la tribu Attini (cultivadoras de hongos) forman una categoría trófica peculiar.
Hormigas Legionarias	La subfamilia Dorylinae depredadoras de grupo, son nómadas se consideran las cazadoras sociales dominantes de invertebrados.
Formicinos generalizados, dolichoderinos y algunos mirmicinos	Comprenden especies caracterizadas morfológicamente por su tamaño corporal medio (0,30 cm). Incluyen especies de géneros como <i>Brachymyrmex</i> , <i>Linepithema</i> y algunas especies de <i>Pheidole</i> son omnívoras adaptadas a la alimentación líquida.
Mírmicas generalizadas	Las especies de este grupo son omnívoras generalistas incluye especies de Myrmicinae con mandíbulas triangulares cortas, ojos desarrollados y separados de los géneros <i>Pheidole</i> y <i>Wasmannia</i> .
Forrajeadores generalistas hipogeos de pequeño tamaño	Incluye especies depredadoras de pequeño tamaño (0,15 cm), con escapos y mandíbulas cortas y ojos vestigiales; destacan especies de tamaño corporal reducido de <i>Carebara</i> y <i>Solenopsis</i> .
Depredadores generalistas epigeas	Especies que forrajea en la superficie del suelo muestran un tamaño corporal grande (1 cm o más), mandíbula larga, lineal o triangular, ojos grandes, incluyen especies de <i>Dinoponera</i> , <i>Neoponera</i> , <i>Pachycondyla</i> , <i>Anochetus</i> y <i>Odontomachus</i> .
Depredadores generalistas hipogeas	Especies que forrajea en la hojarasca presentan un tamaño corporal medio (de 0,5 a 1 cm) este grupo incluye especies pequeñas de <i>Gnamptogenys</i> , <i>Hypoponera</i> y <i>Pachycondyla</i> .
Hormigas depredadoras arbóreas	Incluye la especie <i>Paraponera clavata</i> y la mayoría de las especies de <i>Pseudomyrmex</i> , que exploran activamente la vegetación, depredando una amplia diversidad de artrópodos.
Hormigas arborícolas que se alimentan de polen	Componentes de la tribu neotropical Cephalotini que eliminan el polen anemófilo depositado en la superficie de la vegetación.

2.2.7. Análisis de datos

La información obtenida fue tabulada en tablas de Excel. Posteriormente, en base a la riqueza y abundancia de géneros se construyeron curvas de acumulación junto con la eficacia de muestreo a través del programa Estimates 8.2. [36]. Para obtener distribuciones aleatorias los datos se combinaron 500 veces (aleatorizaciones) con el fin de eliminar el efecto de orden de ingreso y suavizar la curva. La riqueza esperada se calculó a través de los estimadores no paramétricos ICE, Chao2, Jackknife1 y Bootstrap.

Para determinar la distribución y la correspondiente correlación entre géneros de hormigas con la altitud y el tipo de hábitat se establecieron análisis de redundancia canónica a través del programa estadístico Canoco 4.0 [37].

Para determinar el cambio en la composición de grupos funcionales con el tipo de hábitat y rango altitudinal teniendo en cuenta cada sitio de muestreo, se realizó un análisis de normalidad y distribución de los datos a través de la Prueba Kolmogorov-Smirnov. Posterior a ello, se realizó un análisis de escalonamiento multidimensional no métrico (NMDS) basado en la disimilitud de Bray – Curtis del paquete Vegan del programa estadístico R versión 4.1.2 [38].

3. Resultados

3.1. Riqueza y Abundancia de Subfamilias y Géneros.

Se registraron un total de 5.557 individuos de hormigas pertenecientes a 153 morfoespecies las cuales fueron incluidas dentro de 42 géneros pertenecientes a 9 subfamilias en las tres estaciones de estudio (Figura 3). La subfamilia Myrmicinae fue la más representativa (4.619; 83,12%), seguida de Formicinae (326; 5,87%), Dolichoderinae (268; 4,82%), Ponerinae (108; 1,94%), Ectatomminae (107; 1,93%), Dorylinae (105; 1,89%), Pseudomyrmecinae (16; 0,29%), Amblyoponinae (4; 0,07%) y Paraponerinae (4; 0,07%).

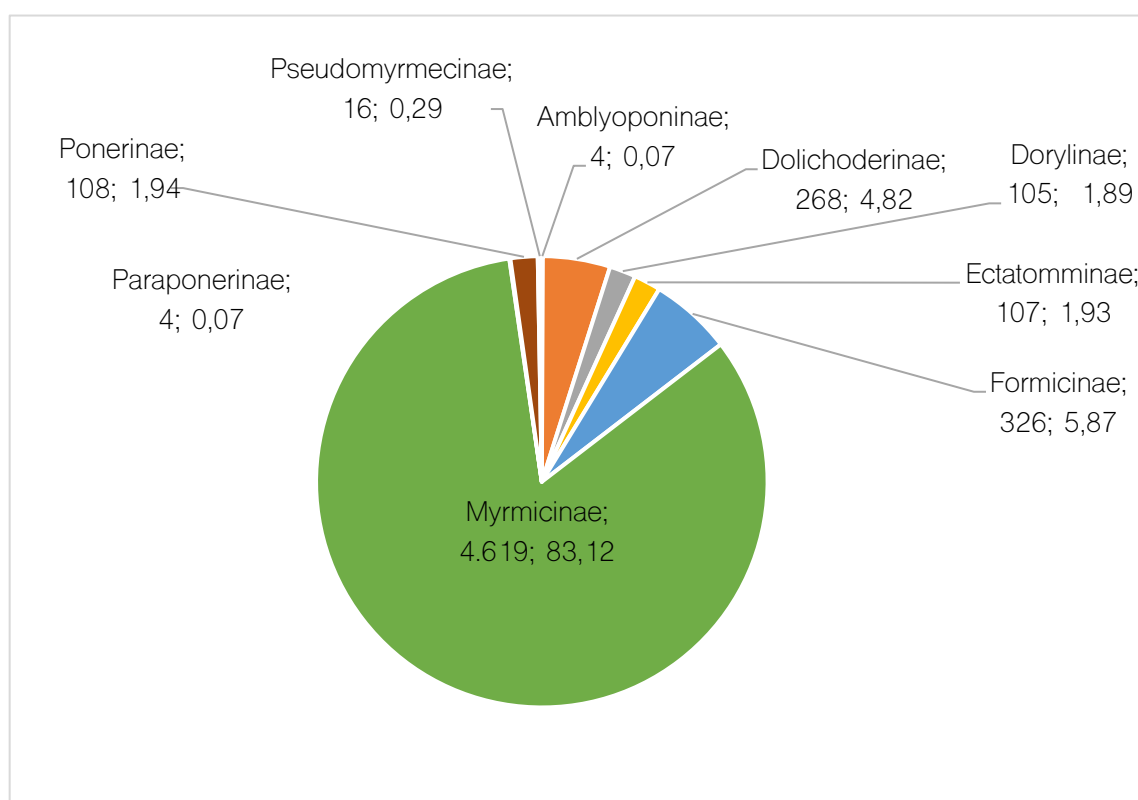


Figura 3. Patrón de abundancias de las subfamilias de hormigas encontradas en este estudio.

En cuanto a géneros, ocho presentaron mayor riqueza de morfoespecies; *Pheidole* (29), *Camponotus* (18), *Gnamptogenys* (9), *Solenopsis* (8), *Neoponera* (7), *Crematogaster* (6), *Odontomachus* (5), *Linepithema* (5), representan más del 58 % del material biológico colectado mientras que *Strumigenys*, *Anochetus*, *Adelomyrmex*, *Cheliomyrmex*, *Platythyrea*, *Atta*, *Tapinoma*, *Acromyrmex*, *Rogeria*, *Paraponera*, *Ochetomyrmex*, *Carebara*, *Acropyga*, *Nesomyrmex*, y *Mayaponera* apenas se registró un morfotipo en las tres estaciones de estudio (Figura 4).

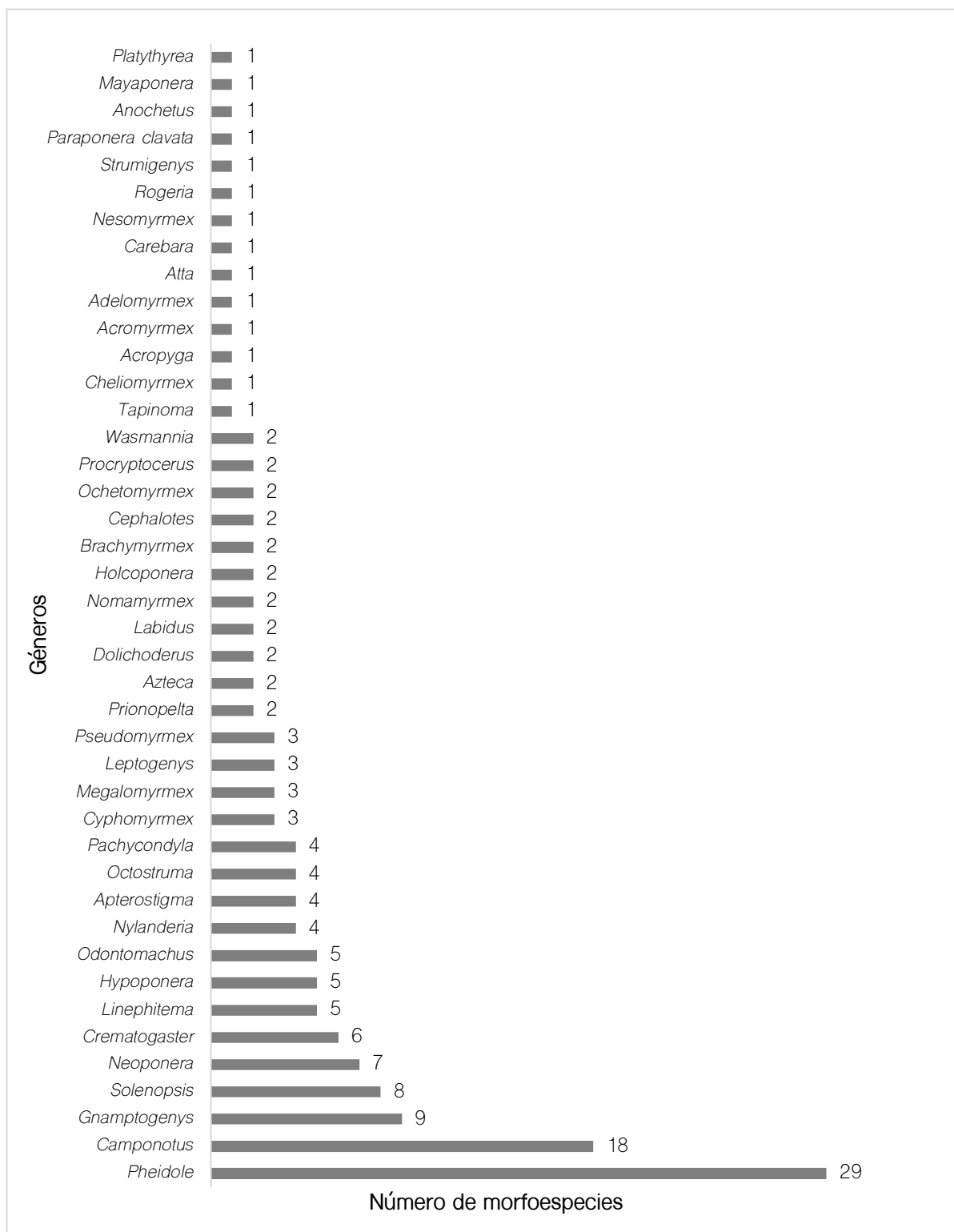


Figura 4. Morfoespecies de los principales géneros de hormigas del Bosque Húmedo Tropical.

3.2. Curvas de Acumulación de especies

Los resultados de evaluación entre la relación del esfuerzo de muestreo (trampas pitfall con colecta manual) y la cantidad de géneros registrados, indica que no se alcanzó la asíntota en el área de estudio (Figura 5). Los estimadores no paramétricos; ICE, Chao2, Jackknife1 y Bootstrap sugieren que la diversidad real de hormigas oscila entre 46 y 66 géneros, mayor a los 42 géneros registrados en este trabajo.

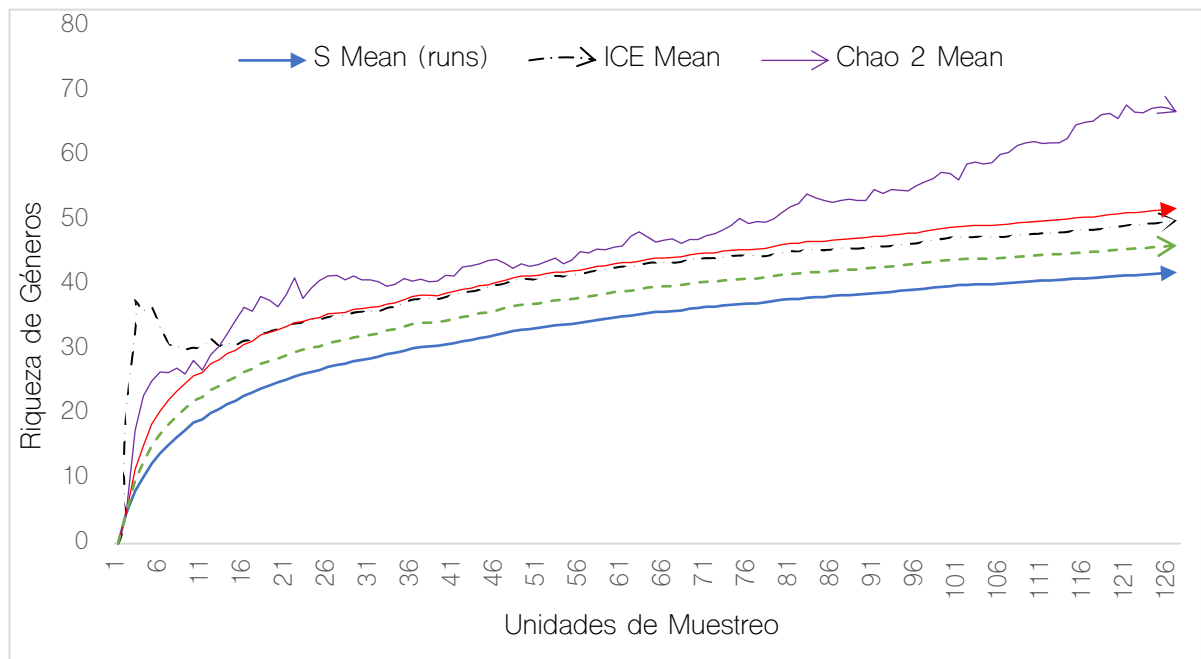


Figura 5. Curva de acumulación de géneros de hormigas.

3.3. Análisis de redundancia entre altura, el hábitat y la composición de la comunidad de hormigas.

El biplot RDA de la Figura 6a muestra que el tipo hábitat sí es un factor diferenciador en la relación géneros-hábitat con diferencias altamente significativas ($F = 7.4$, $p < 0.001$); además, el análisis indica que el 12,3 % de los géneros son responsables del 100 % de la variación de todos los datos obtenidos en los dos primeros ejes. Seis géneros mostraron mayor variabilidad con el tipo de hábitat entre estas destacan *Gnamptogenys*, *Wasmannia*, *Crematogaster*, *Cyphomyrmex*, y *Camponotus* que se correlacionan y distribuyen positivamente con el plátano, mientras, que el género *Pheidole* parece evitar negativamente las áreas de pasto.

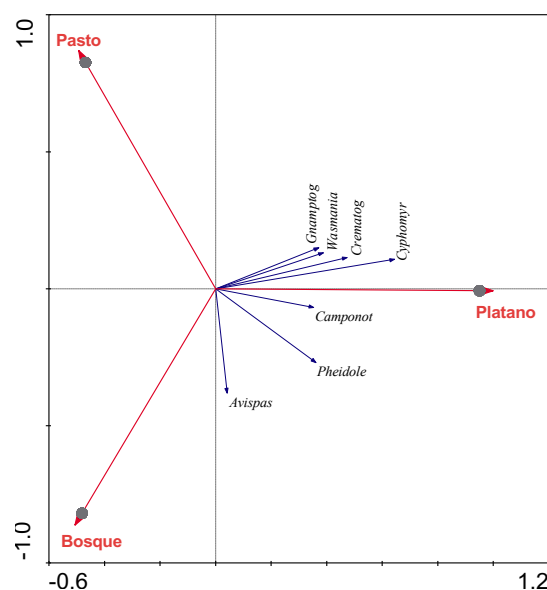


Figura 6a. Biplot del análisis de redundancia (RDA) que muestra la correlación entre la variable hábitat con los géneros de hormigas.

El biplot del RDA de la Figura 6b muestra que el 17 % de los géneros son responsables del 100 % de la variación existente en la relación géneros-altura de toda el área de estudio ($F = 11$,

$p < 0.001$) en los dos primeros ejes. Además, establece que ocho géneros contribuyeron significativamente a la varianza explicada en los conjuntos de hormigas. *Odontomachus*, *Wasmannia*, *Pachycondyla* muestran correlación positiva hacia la altitud baja (924 msnm), *Ochetomyrmex*, *Linepithema* y *Atta* muestran correlación significativa hacia la zona media (1.286 msnm) mientras, que *Crematogaster* muestra una relación negativa por la zona baja. Además, se observa que la incidencia de géneros de hormigas disminuyó con la elevación.

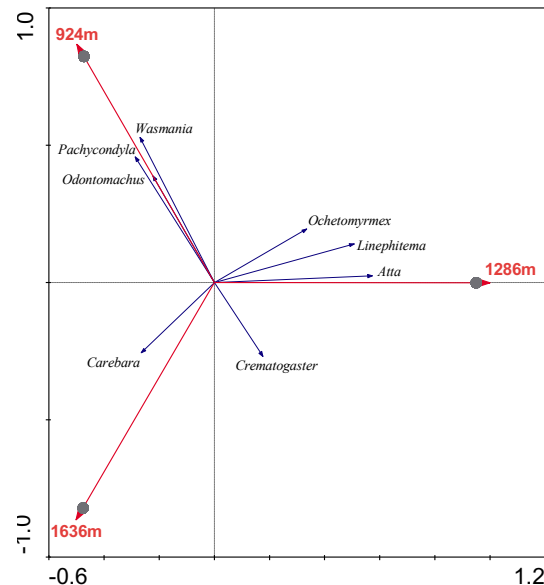


Figura 6b. Biplot del análisis de redundancia (RDA) que muestra la correlación entre la variable altura con los géneros de hormigas.

Los resultados del RDA en la interacción hábitat-altura-géneros de la Figura 6c muestran que existe una relación significativa ($F = 8$, $p < 0.001$). El 28,5 % de los géneros en los dos primeros ejes RDA explican el 72,9 % de la variación existente. *Linepithema* y *Pheidole* parecen mostrar una correlación positiva en el Plátano a 1.298 msnm. *Wasmannia*, *Brachymyrmex*, *Pachycondyla*, y *Odontomachus* muestran afinidad en el plátano a 924 msnm mientras, que *Cyphomyrmex*, *Solenopsis*, *Gnamptogenys* y *Camponotus* parecen evitar negativamente las áreas de bosque, pasto y el cultivo de plátano a 1.636 msnm.

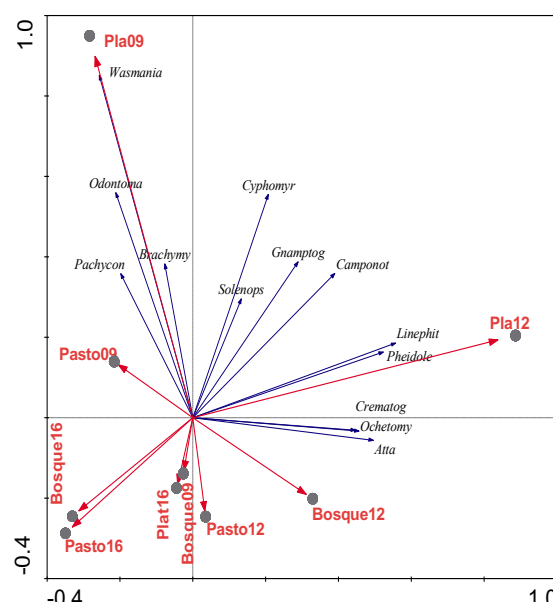


Figura 6c. Biplot del análisis de redundancia (RDA) que muestra la correlación entre la variable altura con el hábitat y los géneros de hormigas.

3.4. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de grupos funcionales.

El gráfico de ordenación NMDS indica que existe diferencia en la estructura y distribución de grupos funcionales de hormigas de acuerdo con el hábitat y el rango altitudinal (Figura 6). Con un valor de Stress de 0.0974 en el análisis NMDS mostró una clara separación entre zonas de estudio y los grupos funcionales de hormigas en dos dimensiones (Figura 7)

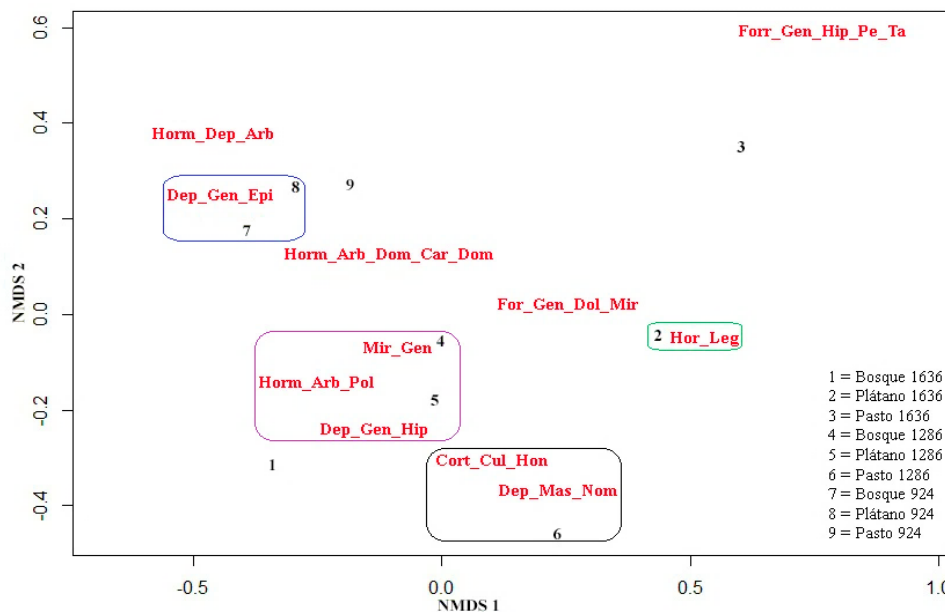


Figura 7. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico de gremios de hormigas con el hábitat y la elevación.

4. Discusión

Comparando la diversidad, las subfamilias prevalentes Myrmicinae, Formicinae, Ponerinae y Dolichoderinae, son también las más ricas en géneros y morfoespecies, como ocurre comúnmente en los inventarios de hormigas de toda la Región Neotropical [6,22,31,32].

Como en la mayoría de los muestreos de todo el Neotrópico, Myrmicinae fue la subfamilia que presentó el mayor número de especies, los taxones de esta subfamilia presentan una gran variedad de adaptaciones conductuales, morfológicas y ecológicas que permiten a sus representantes explorar más eficientemente cualquier tipo de recursos [39]

La subfamilia Formicinae presenta una alta diversidad en sus hábitos de anidación y alimentación [26], pero es especialmente interesante en el sur del país ya que se convierte en la segunda subfamilia más importante en hábitats degradados o antropizados.

La prevalencia de algunos géneros, como *Pheidole*, *Camponotus*, *Solenopsis*, *Neoponera*, *Crematogaster*, y *Odontomachus* presentan siempre mayor abundancia local, diversidad, variedad de adaptaciones y mayor distribución geográfica en el Neotrópico [32,40,41].

Nuestros resultados coinciden con los trabajos realizados por Ryder Wilkie [42] y Reyes & Ríos [43] en la Amazonía norte, y con el estudio realizado en bosque, pastizal y guadual en Quindío, Colombia [44] donde *Pheidole*, *Camponotus*, *Solenopsis*, y *Crematogaster* fueron los géneros más representativos.

Rogeria, *Platythyrea*, *Adelomyrmex* fueron registrados, cada uno una vez en una sola localidad. Todos ellos son hormigas criptobióticas, raramente recolectadas [31,41]; estos géneros habitan en diferentes estratos del suelo y de la hojarasca [29]. Las características criptobióticas y los lugares de anidación de la mayoría de estas hormigas explican su rareza en el estudio, lo que dificulta su recolección incluso con trampas Pitfall o Winkler.

Salazar [9] indican que los géneros *Rogeria*, *Platythyrea*, *Mayaponera*, *Adelomyrmex*, *Cheliomyrmex*, y *Carebara* no se registran en la provincia de Zamora Chinchipe dado que se conoce poco sobre su biología. Por lo tanto, este trabajo los reporta por primera vez para el sur del país.

Los resultados de la curva de acumulación indican que faltan más muestreos comparado con lo propuesto por Delsinne [45], que establece que existen alrededor de 60 géneros para esta región. Por ende, la aparente ausencia de géneros refuerza la necesidad plantearse nuevas investigaciones en los ecosistemas del sur, así como de conservar y proteger estos hábitats [8].

Por otro lado, se observó que la eficiencia de muestreo fue menor de acuerdo con el índice Chao2 (62,9 %) comparado con lo realizado por Ryder Wilkie [42]; mientras que para los índices ICE, Jackknife1 y Bootstrap, nuestro esfuerzo de muestreo resultó altamente efectivo (81 % y 91 %) comparado con lo inventariado por Ryder Wilkie [42] (66 % y 76 %). No obstante, los estimadores junto con la curva de acumulación indican que se requiere aumentar más eventos de muestreo para inventariar la riqueza total de géneros a pesar que sólo utilizamos trampas Pitfall y colecta directa en las tres estaciones de estudio.

Santos [41] indica que *Wasmannia* y *Camponotus* ocupan muchos hábitats, especialmente se encuentran bien adaptados a cambios importantes en su entorno. En el departamento de Madre de Dios en Perú, *Camponotus* mostró mayor relación hacia cultivos de plátano debido a que actúa como controlador de algunas especies [46]. Así mismo Grangier [47] señala que existe interacciones entre colonias de *Cyphomyrmex* y *Wasmannia* hacia los mismos hábitats lo cual coincide con este trabajo.

La distribución altitudinal del género *Wasmannia* coincide con el trabajo realizado por Guerrero & Sarmiento [22] en cuatro sitios del Macizo Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia; debido a su comportamiento oportunista y agresivo se encuentra presente en rangos de 900 a 1.100 msnm. Lattke [21] señala que las especies de los géneros *Odontomachus* y *Pachycondyla* de tres localidades del Parque Nacional Henri Pittier, Venezuela presentan mayor presencia en áreas entre 630 y 870 msnm.

Además, Lattke [21] indica que el género *Atta* pueden estar interactuando con factores tanto abióticos como bióticos que limitan el asentamiento de sus colonias en algunos sitios de elevación; no obstante, este trabajo muestra mayor dominancia en rangos medios. Nuestros resultados establecen que las densidades de hormigas disminuyeron drásticamente entre los 1.286 y 1.636 m de altitud, como efectivamente se encontró en los trabajos reportados por Samson [48], Toro & Ortega [49]. La diferencia altitudinal, permite un recambio en las especies, con algunas de ellas muy estenotípicas, es decir adaptadas a condiciones específicas.

Sin embargo, en regiones templadas las hormigas suelen ser comunes en elevaciones superiores a los 2.000 msnm, por lo tanto, las temperaturas frías no pueden explicar por sí solas este fenómeno. Por el contrario, los bosques de altura en las montañas de los trópicos húmedos suelen ser fríos y húmedos casi continuamente, incluso durante las estaciones secas; esta situación produce un descenso precipitado tanto en diversidad como en abundancia como lo propone Samson [48].

Se ha reportado que algunas especies de *Odontomachus* y *Pheidole* presentan tolerancia a una amplia gama de propiedades del uso de la tierra, además son importantes depredadores en cultivos banano de varios lugares, incluyendo Costa Rica [50,51]. Abera Kalibata [52] observaron que *Pheidole* y *Odontomachus troglodytes* son importantes controladores del picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*) de cuatro sitios de producción de plátano a 900 y 1.300 msnm en Uganda.

Se sabe que la diversidad de hormigas disminuye con el nivel de perturbación, sin embargo, una ligera perturbación, permite que las especies ya presentes permanezcan (aunque su densidad disminuya) en estas nuevas áreas [53]. Ese fue el caso de este estudio, donde las plantaciones se caracterizan por la presencia de *Linepithema*, *Pachycondyla*, *Odontomachus*, mientras que *Gnamptogenys*, *Solenopsis* y *Camponotus* se alejan negativamente de las tres unidades de bosque, similar a lo reportado Delabie [53] en plantaciones de yuca en la Guayana Francesa, donde *Gnamptogenys* y *Solenopsis* se distribuyen mejor hacia áreas antropizadas de la cuenca amazónica.

Nuestros resultados evidencian posibles asociaciones de especies de hormigas (*Pheidole* y *Linepithema*) con bajos niveles en el cultivo de plátano lo cual puede ser considerado positivo para el bienestar de sus colonias. Souza da Conceição [54] observaron asociaciones en la selva tropical en especies de *Brachymyrmex* y *Linepithema* como controladores biológicos de cultivos de Brasil.

Algunos autores [53,55] señalan que *Pachycondyla* parece estar vinculada a hábitats no perturbados, sin embargo, nuestros resultados difieren ya que muestran que este género aparentemente se relaciona positivamente con el cultivo de plátano a 924 m.s.n.m.

La variación en la composición de hormigas Depredadoras Generalistas Epigeas (Dep_Gen_Epi) muestra más afinidad hacia el bosque y el cultivo de plátano de 924 m de altitud. Nuestro análisis indica que probablemente la incidencia del sol en el pasto provoca mayor temperatura, menor humedad y complementariedad de recursos, en comparación con el bosque interior o el cultivo de plátano, lo que puede tener profundas implicaciones en la composición de las comunidades de hormigas como lo indican Melo [56].

Por ejemplo, los bordes de los parches de bosque pueden favorecer una mayor proporción de hormigas con comportamientos agresivos y generalistas como *Neoponera*, *Odontomachus*, *Pachycondyla* y las especies de *Anochetus* registradas en este gremio. Esta situación apoya los resultados de Lozano [55] que propone que las especies generalistas sean menos afectadas en ambientes con cobertura vegetal.

Los gremios funcionales de Mírmicas Generalizadas (Mir_Gen), Depredadoras Generalistas Hipogeas (Dep_Gen_Hip) y Hormigas arborícolas que se alimentan de polen (Horm_Arb_Pol) presentan mejor distribución en áreas de bosque y plátano a 1.286 msnm. El comportamiento negativo del gremio de Mírmicas Generalizadas (*Pheidole*, *Wasmannia* y *Solenopsis*) hacia áreas de pasto confirma lo reportado por Guerrero & Sarmiento [22] en la Sierra de Santa Marta, Colombia; además, establece un aumento de la diversidad de gremios en picos intermedios similar a lo propuesto en este trabajo.

De la misma manera, el grupo de Depredadoras Generalistas Hipogeas (*Gnamptogenys*, *Hypoconera*) muestran mayor predilección hacia ambientes medios excluidos los pastizales, similar a lo observado por Lattke [21] en su estudio dentro del Parque Nacional Henri Pittier, Venezuela donde encontró que este gremio muestra preferencias hacia áreas húmedas de rangos intermedios.

Aunque las especies de Hormigas arborícolas que se alimentan de polen como *Cephalotes*, *Procryptocerus* mostraron predilección hacia áreas de bosque y plátano medio, nuestro trabajo reveló una tendencia distinta con la reportada por Guerrero & Sarmiento [22] para otros bosques tropicales, de cada estrato altitudinal. Para Lozano [55], este grupo presenta un mayor número de especializaciones tróficas.

Al comparar la distribución y preferencia del grupo funcional de Hormigas Legionarias (Horm_Leg) (*Labidus*, *Neivamyrmex*, *Cheliomyrmex* y *Nomamyrmex*) con relación hacia el mayor rango altitudinal (plátano 1.636 msnm) podemos determinar que los resultados concuerdan con los trabajos de Obando [13], Guerrero & Sarmiento [22].

Para el caso de hormigas Cortadoras, Cultivadoras de hojas (Cort_Cul_Hon) parecen estar más relacionadas hacia el Pasto a 1.286 msnm. Si bien las hormigas cortadoras de hojas (*Atta* y *Acromyrmex*) son responsables de importantes procesos ecológicos (excavación del suelo o herbivoría) [26], varias especies de géneros como *Apterostigma* y *Cyphomyrmex* recogen una gran variedad de sustratos como hojas, semillas, heces o cadáveres de artrópodos entre otros [55] lo cual sugiere que estos grupos podrían estar beneficiándose de los excrementos del ganado para la crianza de sus hongos.

Curiosamente, el gremio funcional de hormigas de Depredación en masa y/o nómada (Dep_Mas_Nom) parece beneficiarse de las mismas condiciones que el grupo anterior. Sin embargo, Brandão [26] indica que las especies del género *Leptogenys* son depredadoras especialistas de isópodos y tijeretas comunes de bosques por lo cual, está situación podría estar indicando alteración de procesos y servicios del ecosistema como lo propone Klein [57].

5. Conclusión

La elevada composición de morfoespecies junto con la riqueza genérica de hormigas son probablemente el resultado de un conjunto de factores ambientales y estructurales de los diferentes sitios muestreados, sin embargo, los índices no paramétricos, así como la curva de acumulación sugieren realizar muestreos adicionales para determinar la riqueza total de hormigas del sur del país. El comportamiento agresivo y oportunista de *Wasmannia*, una especie neotropical presente en bosques sudamericanos parece explotar eficientemente las áreas cultivadas, por lo cual su presencia suele indicar perturbaciones relacionadas con el hombre.

A nivel local se puede reflejar que existe correlación negativa entre la abundancia y el rango de elevación hacia la zona alta, lo cual podría indicar en la disminución de especies de hormigas adaptadas a este tipo de hábitat. La adaptación de las especies de *Linepithema* y *Pheidole* puede indicar que existe tolerancia de sus colonias al mismo tipo de hábitat. Esta suposición se ve apoyada por la gran proporción de morfoespecies que aparecieron en los mismos sitios, lo cual puede reflejar asociaciones de especies; sin embargo, esta aseveración necesitaría más evidencia. La respuesta positiva de gremios de hormigas Mírmicas Generalizadas, Depredadoras Generalistas Hipogeas y Hormigas arborícolas que se alimentan de polen en sitios intermedios puede deberse al comportamiento oportunistas en relación con el tipo de hábitat y/o generalistas en la dieta, viéndose así menos afectadas por la conversión del hábitat. A la vez, que destacar, el papel funcional de las hormigas y las posibles consecuencias sobre la estructura de la fauna y la vegetación en los bosques tropicales. En consecuencia, la desaparición de las mismas puede provocar efectos ecosistémicos en el corto y mediano plazo.

Si bien las hormigas son uno de los grupos taxonómicos de insectos, mayormente estudiados en el Neotrópico, los trabajos o inventarios referentes a mirmecofauna en el Sur del país siguen siendo aún escasos, por ende, este trabajo se presenta como línea base para el reconocimiento de las hormigas del Sur en posibles inventarios a futuro.

Contribución de autores: Conceptualización: E.M-M., A. A-A.; Metodología: E.M-M. y P.R.; Software: E.M-M., P.R.; Validación, E.M., A.A-A.; Análisis formal: E.M-M., A.A-A., P.R.; Investigación: E.M-M.; Recursos: E.M-M., A.A-A., P.R.; Curaduría de datos: E.M-M.; Redacción-revisión y edición: E.M-M., A.A-A., P.R.; Visualización: E.M-M.; supervisión: A. A-A.; Administración de proyectos: E.M-M., A.A-A., P.R.; Adquisición de fondos: E.M-M., A.A-A., P.R.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Ward, P.S.; Brady, S.Gary.; Fisher, Brian.; Schultz, T. Assembling the Ant "Tree of Life"(Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecol Nachr* **2005**, *7*, 87–90.
2. Hölldobler, B.; Wilson, E. *The Superorganism: The Beauty, Elegance, and Strangeness of Insect Societies*; W.W. Norton & Company, 2008;
3. Perrichot, V.; Nel, A.; Néraudeau, D.; Lacau, S.; Guyot, T. New Fossil Ants in French Cretaceous Amber (Hymenoptera: Formicidae). *Naturwissenschaften* **2008**, *95*, 91–97, doi:10.1007/S00114-007-0302-7/FIGURES/4.
4. Oster, G.F.; Wilson, E.O. Caste and Ecology in the Social Insects. *Acta Biotheoretica* **1979**, *28*, 234–235, doi:10.1007/BF00046355.
5. Wilson, E.O.; Hölldobler, B. Eusociality: Origin and Consequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **2005**, *102*, 13367–13371.
6. Fernández, F.; Guerrero, R.; Delsinne, Thibaut *Hormigas de Colombia*; Fernández, F., Guerrero, R., Delsinne, Thibaut, Eds.; Primera.; Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales: Bogotá, 2019;
7. Sierra, R.; Campos, F.; Chamberlin, J. Assessing Biodiversity Conservation Priorities: Ecosystem Risk and Representativeness in Continental Ecuador. *Landsc Urban Plan* **2002**, *59*, 95–110, doi:10.1016/S0169-2046(02)00006-3.
8. Donoso, D.A.; Ramón, G. Composition of a High Diversity Leaf Litter Ant Community (Hymenoptera: Formicidae) from an Ecuadorian Pre-Montane Rainforest. <https://doi.org/10.1080/00379271.2009.10697631> **2013**, *45*, 487–499, doi:10.1080/00379271.2009.10697631.
9. Salazar, F.; Reyes-Bueno, F.; Sanmartin, D.; Donoso, D.A. Mapping Continental Ecuadorian Ant Species. *Sociobiology* **2015**, *62*, 132–162, doi:10.13102/SOCIOBIOLOGY.V62I2.132-162.
10. Lattke, J.E.; Vélez, M.; Aguirre, N. Survey of Ants in Dry Forests of Southwestern Ecuador (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* **2016**, *63*, 909–918, doi:10.13102/SOCIOBIOLOGY.V63I3.1044.
11. la Polla, J.S.; Dlussky, G.M.; Perrichot, V. Ants and the Fossil Record. *Annu Rev Entomol* **2013**, *58*, 609–630, doi:10.1146/ANNUREV-ENTO-120710-100600.
12. Chaves-Campos, J. Bare-Necked Umbrellabird (Cephalopterus Glabricollis) Foraging at an Unusually Large Assemblage of Army Ant-Following Birds. <https://doi.org/10.1676/04-101.1> **2005**, *117*, 418–420, doi:10.1676/04-101.1.
13. Obando, G.; Chaves, J. Hormigas Arrieras: Cómo Encontrarlas y Aumentar La Observación de Aves "Hormigueras." *Zeledonia* **2008**, *12*, 1–12.
14. Glaser, F. Biogeography, Diversity, and Vertical Distribution of Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Vorarlberg, Austria. *Myrmecologische Nachrichten* **2006**, *8*, 263–270.
15. Bharti, H.; Sharma, Y.P.; Bharti, M.; Pfeiffer, M. Ant Species Richness, Endemicity and Functional Groups, along an Elevational Gradient in the Himalayas. *Asian Myrmecology* **2013**, *5*, 79–101.
16. Olson, D.M. The Distribution of Leaf Litter Invertebrates along a Neotropical Altitudinal Gradient. *J Trop Ecol* **1994**, *10*, 129–150, doi:10.1017/S0266467400007793.
17. Grytnes, J.A.; McCain, C.M. Elevational Trends in Biodiversity. *Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition* **2013**, 149–154, doi:10.1016/B978-0-12-384719-5.00227-6.
18. Crist, T.O. Biodiversity, Species Interactions, and Functional Roles of Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Fragmented Landscapes: A Review. *Myrmecol News* **2008**, *12*, 3–13.

19. Wang, Z.; Tang, Z.; Fang, J. Altitudinal Patterns of Seed Plant Richness in the Gaoligong Mountains, South-East Tibet, China. *Divers Distrib* **2007**, *13*, 845–854, doi:10.1111/J.1472-4642.2007.00335.X.
20. Brehm, G.; Colwell, R.K.; Kluge, J. The Role of Environment and Mid-Domain Effect on Moth Species Richness along a Tropical Elevational Gradient. *Global Ecology and Biogeography* **2007**, *16*, 205–219, doi:10.1111/J.1466-8238.2006.00281.X.
21. Rodríguez, E.R.; Lattke, J.E. Diversidad de Hormigas En Un Grandiente Altitudinal de La Cordillera de La Costa, Venezuela (Hymenoptera: Formicidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)* **2012**, *50*, 295–304.
22. Guerrero, R.; Sarmiento, C. Distribución Altitudinal de Hormigas (Hymenoptera, Formicidae) En La Vertiente Noroccidental de La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Acta Zool Mex* **2010**, *26*, 279–302.
23. González, E.; Buffa, L.; Defagó, M.T.; Molina, S.I.; Salvo, A.; Valladares, G. Something Is Lost and Something Is Gained: Loss and Replacement of Species and Functional Groups in Ant Communities at Fragmented Forests. *Landsc Ecol* **2018**, *33*, 2089–2102, doi:10.1007/S10980-018-0724-Y/TABLES/3.
24. Santos, R.J.; Dodonov, P.; Delabie, J.H.C. Effects of Habitat Conversion on Ant Functional Groups: A Global Review. *Sociobiology* **2021**, *68*, 1–19, doi:10.13102/SOCIOBIOLOGY.V68I2.6071.
25. Silvestre, R.; Brandão, F.; Silva, R. Grupos Funcionales de Hormigas: El Caso de Los Gremios Del Cerrado. In *Brandão; Fernández, F., Ed.; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Bogotá, 2003; pp. 113–148.*
26. Brandão, C.; Silva, R.R.; Delabie, J.H. Neotropical Ants (Hymenoptera) Functional Groups. In *Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management*; Panizzi, A.R., Parra, J.R., Eds.; CRC Press, 2012; pp. 213–236.
27. Claver, S.; Silnik, S.L.; Campón, F.F. Response of Ants to Grazing Disturbance at the Central Monte Desert of Argentina: Community Descriptors and Functional Group Scheme. *Journal of Arid Land* **2014**, *6*, 117–127, doi:10.1007/S40333-013-0190-Y.
28. Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; Baptista Lucio, M. del P. *Metodología de La Investigación*; Sexta.; McGRAW-HILL : México, 2014;
29. Ministerio del Ambiente del Ecuador *Sistema de Clasificación de Los Ecosistemas Del Ecuador Continental*; Subsecretaría de Patrimonio Natural: Quito, 2013;
30. GAD-CDC *Actualización Del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantonal de Centinela Del Cóndor. Zumbi, Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado Centinela Del Cóndor*, 2019;
31. Fernández, F. *Introducción a Las Hormigas de La Región Neotropical*; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Bogotá, 2003;
32. Baccaro, F.; Feitosa, R.M.; Fernandez, F.; Fernandes, I.O.; Izzo, T.J.; P. de Souza, J.L.; Solar, R. Guia Para Os Gêneros de Formigas Do Brasil. **2016**, doi:10.5281/zenodo.32912.
33. Camacho, G.; Franco, W.; Branstetter, M.; Pie, M.; Longino, J.; Schultz, T.; Feitosa, R. Insect Systematics and Diversity. *Insect Syst Divers* **2022**, *6*, 1–20.
34. Bolton, B. An Online Catalog of the Ants of the World Available online: <https://antcat.org/> (accessed on 30 September 2022).
35. AntWeb Version 8.81. California Academy of Science Available online: <https://www.antweb.org/> (accessed on 30 September 2022).
36. Colwell, R.K. EstimateS Statistical Stimulation of Species Richness and Shared Species from Simples Available online: <https://www.robertkcolwell.org/> (accessed on 9 September 2022).

37. ter Braak, C.J.S.P. Reference Manual and Users Guide to CANOCO for Windows: Software for Canonical Community Ordination.
38. R Development CoreTeam R: The R Project for Statistical Computing Available online: <https://www.r-project.org/> (accessed on 9 September 2022).
39. Koch, E.B.A.; dos Santos, J.R.M.; Nascimento, I.C.; Delabie, J.H.C. Comparative Evaluation of Taxonomic and Functional Diversities of Leaf-Litter Ants of the Brazilian Atlantic Forest. *Turkish Journal of Zoology* **2019**, *43*, 437–456, doi:10.3906/ZOO-1811-7.
40. Longino, J.T. Additions to the Taxonomy of New World Pheidole (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa* **2009**, *2181*, 1–90, doi:10.11646/ZOOTAXA.2181.1.1.
41. Santos, R.D.J.; Koch, E.B.A.; Leite, C.M.P.; Porto, T.J.; Delabie, J.H.C. An Assessment of Leaf-Litter and Epigaeic Ants (Hymenoptera: Formicidae) Living in Different Landscapes of the Atlantic Forest Biome in the State of Bahia, Brazil. *J Insect Biodivers* **2017**, *5*, 19, doi:10.12976/JIB/2017.5.19.
42. Mertl, A.L.; Ryder Wilkie, K.T.; Traniello, J.F.A. Impact of Flooding on the Species Richness, Density and Composition of Amazonian Litter-Nesting Ants. *Biotropica* **2009**, *41*, 633–641, doi:10.1111/J.1744-7429.2009.00520.X.
43. Reyes-Puig, C.; Ríos Alvear, G.D. Diversidad En Formícidos y Plantas Vasculares En El Parque Nacional Yasuní, Ecuador. *Serie Zoológica* **2015**, *10*, 27–43.
44. Escobar, A. Relación Entre Gremios de Hormigas y Tipo de Hábitat En Dos Fincas Del Quindío, Pontificia Universidad Javeriana: Bogotá, 2008.
45. Delsinne, T.D.; Tania, A.-P.; Jacquemin, J.; Yves, L.; Isabelle, B.; Leponce, M. Subfamilias y Géneros de Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) Presentes En El Parque Nacional Podocarpus, Ecuador. In Proceedings of the Simposio anual de la de la Unidad de Investigación FOR816 «Biodiversidad y manejo sostenible de un ecosistema de montaña megadiverso en el sur del Ecuador; Loja, October 2011.
46. Santiago, K. v. Insectos Asociados al Cultivo Del Plátano Var. Seda (Musa Sp), En Las Localidades de Salvación y Mansilla, de La Región Madre de Dios–Perú, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco: Cusco, 2021.
47. Grangier, J.; le Breton, J.; Dejean, A.; Orivel, J. Coexistence between Cyphomyrmex Ants and Dominant Populations of Wasmannia Auropunctata. *Behavioural Processes* **2007**, *74*, 93–96, doi:10.1016/J.BEPROC.2006.10.009.
48. Samson, D.A.; Rickart, E.A.; Gonzales, P.C. Ant Diversity and Abundance along an Elevational Gradient in the Philippines1. *Biotropica* **1997**, *29*, 349–363, doi:10.1111/J.1744-7429.1997.TB00436.X.
49. Toro, E.; Oscar, A.&; Ortega, E. Composición y Diversidad de Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) En Algunas Áreas Protegidas Del Valle de Aburrá. *Rev Colomb Entomol* **2006**, *32*, 214–220.
50. Matlock, R.B.; la Cruz, R. Ants as Indicators of Pesticide Impacts in Banana. *Environ Entomol* **2003**, *32*, 816–829, doi:10.1603/0046-225X-32.4.816.
51. Venuste, N.; Beth, K.A.; Frederic, F.; Lombart, K.M.M.; Wouter, D.; Donat, N. Use of Soil and Litter Ants (Hymenoptera: Formicidae) as Biological Indicators of Soil Quality Under Different Land Uses in Southern Rwanda. *Environ Entomol* **2018**, *47*, 1394–1401, doi:10.1093/EE/NVY144.
52. Abera-Kalibata, A.M.; Gold, C.S.; van Driesche, R.G.; Ragama, P.E. Composition, Distribution, and Relative Abundance of Ants in Banana Farming Systems in Uganda. *Biological Control* **2007**, *40*, 168–178, doi:10.1016/j.biocontrol.2006.11.006.

53. Delabie, J.H.C.; Céréghino, R.; Groc, S.; Dejean, A.; Gibernau, M.; Corbara, B.; Dejean, A. Ants as Biological Indicators of Wayana Amerindian Land Use in French Guiana. *C R Biol* **2009**, 332, 673–684, doi:10.1016/J.CRVI.2009.01.006.
54. Souza da Conceição, E.; de Oliveira Costa-Neto, A.; Hubert Charles Delabie, J.; Maria Castro Della Lucia, T. Avaliação Controle Biológico Por Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Numa Cronossequência de Cacauais Do Sudeste Da Bahia. *Agrotrópica* **2018**, 30, 215–226, doi:10.21757/0103-3816.2018v30n3p215-226.
55. Lozano-Zambrano, F.H.; Ulloa-Chacón, P.; Ambrecht, I. Hormigas: Relaciones Especies-Área En Fragmentos de Bosque Seco Tropical. *Neotrop Entomol* **2009**, 38, 44–54, doi:10.1590/S1519-566X2009000100004.
56. Melo, T.S.; Moreira, E.F.; Lopes, M.V.A.; Andrade, A.R.S.; Brescovit, A.D.; Peres, M.C.L.; Delabie, J.H.C. Influence of Urban Landscape on Ants and Spiders Richness and Composition in Forests. *Neotrop Entomol* **2021**, 50, 32–45, doi:10.1007/S13744-020-00824-4/FIGURES/4.
57. Klein, B.C. Effects of Forest Fragmentation on Dung and Carrion Beetle Communities in Central Amazonia. *Ecology* **1989**, 70, 1715–1725, doi:10.2307/1938106.

Author's review:



Edy Marlon Mendoza-Viteri. Biólogo por la Universidad Estatal Amazónica (UEA), sus intereses de investigación están enfocados en evaluaciones e inventarios de grupos de aves, anfibios, reptiles, hormigas y macroinvertebrados del Sur de Ecuador con especial énfasis en comprender el rol ecológico y el beneficio ecosistémico que estos ofrecen.



Pedro Damián Ríos Guayasamín. Profesor en la Universidad Estatal Amazónica, consultor en desarrollo rural, y encargado del Laboratorio de Ecología Tropical Natural y Aplicada (LETNA), que promueve la investigación de invertebrados como bioindicadores terrestres, ecología de comunidades y restauración de suelos amazónicos con el Grupo Científico Estudiantil Restauración Forestal y Bioindicadores Edáficos (ReFoBE).



Andrés Ávila-Andrade. Biólogo con maestría de Estudios Socioambientales por FLACSO sede Ecuador. Se desempeña como docente de la Universidad Estatal Amazónica. Consultor y capacitador en temas ambientales. Sus líneas de investigación son la ecología y conservación de fauna, y el análisis de conflictos hombre-naturaleza. Cuenta con artículos científicos en revistas indexadas.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>