



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**ANTEPROYECTO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**COMPARACIÓN DE LA MACROFAUNA EDÁFICA
COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DEL SUELO EN DOS
BOSQUES DE LA COSTA ECUATORIANA**

**CARACTERIZACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL
HÁBITAD DE LA BIODIVERSIDAD**

AUTOR

FUENTES MURILLO JORGE LEONARDO

GUAYAQUIL, ECUADOR

2024



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: COMPARACIÓN DE LA MACROFAUNA EDÁFICA COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DEL SUELO EN DOS BOSQUES DE LA COSTA ECUATORIANA, realizado por el estudiante FUENTES MURILLO JORGE LEONARDO; con cédula de identidad N°0952159184 de la carrera INGENIERIA AMBIENTAL, Sede matriz Dr. Jacobo Bucaram Ortiz - Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Diego Arcos Jácome, M.Sc

Guayaquil, 08 de agosto del 2024



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "COMPARACIÓN DE LA MACROFAUNA EDÁFICA COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DEL SUELO EN DOS BOSQUES DE LA COSTA ECUATORIANA", realizado por el estudiante FUENTES MURILLO JORGE LEONARDO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

RODRIGUEZ JARAMA FANNY, M.Sc.
PRESIDENTE

GUEVARA VINZA JUAN M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

HERNÁNDEZ PAREDES TOMÁS, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ARCOS JÁCOME DIEGO, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 08 de agosto del 2024

DEDICATORIA

A Dios, fuente de mi fortaleza y sabiduría, por iluminar mi camino y darme la perseverancia necesaria para alcanzar este logro. Gracias por tus bendiciones y por estar siempre a mi lado, guiándome y sosteniéndome en cada paso de este arduo proceso.

A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi mayor inspiración. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Este logro es tanto suyo como mío.

A mis hermanos por estar siempre a mi lado, brindándome su compañía, alegría y apoyo en cada etapa de este camino.

Finalmente, a todos aquellos que, de una u otra forma, han contribuido a la realización de este sueño. Esta tesis es un reflejo de sus enseñanzas y su influencia en mi vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por ser mi guía y fortaleza a lo largo de este arduo camino. Gracias, Señor, por tus bendiciones, por darme la sabiduría y la paciencia necesarias para completar esta tesis, y por estar siempre a mi lado en los momentos de incertidumbre y dificultad.

A mis padres, María y Jorge, por su amor incondicional, apoyo constante y sabios consejos. Su fe en mí y sus enseñanzas han sido la base sobre la cual he construido mis sueños. Gracias por ser mi inspiración y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis hermanos, Lissette y Josué, por su cariño, comprensión y apoyo inquebrantable. Sus palabras de aliento y su fe en mí han sido esenciales para mantenerme motivado y enfocado en mis objetivos. Gracias por estar siempre a mi lado, en los buenos y en los malos momentos.

A mi tutor y gran amigo, Ing. Diego Arcos Jacome M.sc, por su guía, paciencia y dedicación. Sus enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi formación académica y profesional. Gracias por creer en mi capacidad para llevar a cabo este proyecto y por brindarme las herramientas necesarias para hacerlo realidad.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de esta tesis, mi más sincero agradecimiento. Sus aportes, ya sean grandes o pequeños, fueron fundamentales para alcanzar este logro.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo Fuentes Murillo Jorge Leonardo, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “COMPARACIÓN DE LA MACROFAUNA EDÁFICA COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DEL SUELO EN DOS BOSQUES DE LA COSTA ECUATORIANA.” para optar el título de Ingeniero Ambiental, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 08 de agosto 2024

FUENTES MURILLO JORGE LEONARDO

C.I. 0952159184

RESUMEN

El estudio de los dos tipos de bosques tropicales juega un papel importante para el desarrollo y comportamiento de la macrofauna edáfica, ofreciendo 5 tratamientos distintos por cada uno de estos bosques, para poder verificar la cantidad de macroinvertebrado. Este estudio se centró en analizar 5 tratamientos donde para llevarlo a cabo se necesitó marcar la zona por el muestreo del cuarto cuadrante donde se pudo identificar que en los Bosques tropical del cerro blanco y Bosque San Agustín de los Cerros se tiene plasmado macroinvertebrados como son las orugas, escarabajos, chinches, cucaracha, grillos, entre otros. En conclusión, se determinó que, de las 5 clases que se han identificados en el Bosque San Agustín, con la mayor cantidad de población es Insecta con un total de 55, Clitellata con 6, Arachnida con 4 y con la clase de especie que no se presencié ningún tipo de individuo fue Diplopoda, obteniendo una totalidad de 71 especies y en el Bosque Cerro Blanco se han identificado en las recolecciones de muestras, obteniendo la mayor cantidad de población en Insecta con un total de 88, Clitellata con 15, Chilopoda con 13, Arachnida con 8 y con la clase de especie que menos población se puede observar fue Diplopoda con 6, obteniendo una totalidad de 130 especies, presentando una mayor concentración de invertebrados en el Bosque del Cerro Blanco. Este hallazgo puede tener implicaciones importantes para mejorar la vida macrofauna edáfica presentes en los bosques tropicales estudiados.

Palabras claves; *Tropicales, macrofauna, edáfica, tratamientos, Clitellata, Arachnida y Diplopoda*

ABSTRACT

The study of the two types of tropical forests plays an important role in the development and behavior of the edaphic macrofauna, offering 5 different treatments for each of these forests, to be able to verify the amount of macroinvertebrates. This study focused on analyzing 5 treatments where to carry it out it was necessary to mark the area by the sampling of the fourth quadrant where it was possible to identify that in the tropical forests of Cerro Blanco and Bosque San Agustín de los Cerros macroinvertebrates are shaped such as frogs, scarabids, chinchas, cockroaches, grillos, among others. In conclusion, it was determined that, of the 5 classes that have been identified in the Forest of St. Augustine, the largest population is Insecta with a total of 55, Clitellata with 6, Arachnida with 4 and with the species class that did not see any kind of individual was Diplopoda, obtaining a total of 71 species and in the forest Cerro Blanco have been identified in the sampling collections, obtaining the largest number of population in Insecta, with a total of 88, Clitella, with 15, Chilopoda, with 13, Arachnida, with 8 and with a species type that can be observed the least population was Diplopoda 6, containing a total of 130 species, presenting a higher concentration of invertebrates in the woods of Cerro Blanco. This finding may have important implications for improving the edaphic macrofauna life present in the tropical forests studied.

Keywords; *Tropicals, macrofauna, edáfica, treatments, Clitellata, Arachnida and Diplopoda*

INDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	V
Autorización de Autoría Intelectual	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
INDICE DE FIGURAS	XIII
INDICE DE TABLAS	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema.....	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema	3
1.2.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2.2 Formulación del problema	6
1.3 Justificación de la investigación	6
1.4 Delimitación de la investigación	7
1.5 Objetivo general	8
1.6 Objetivos específicos	8
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Estado del arte	10
2.2 Bases teóricas.....	12
2.2.1 Biodiversidad	12
2.2.2 Ecosistema	13

2.2.3	Diversidad de los ecosistemas	13
2.2.5	Bosques secos del Ecuador.....	14
2.2.6	Biodiversidad del suelo	14
2.2.7	Calidad del suelo.....	15
2.2.8	Calidad ambiental	15
2.2.9	Contaminación del suelo por actividades antropogénicas.....	15
2.2.10	Organismos del suelo	16
2.2.11	Macrofauna del suelo	16
2.3	Marco legal	20
	Constitución de la República del Ecuador	20
	Ley de prevención y control de la contaminación ambiental	21
	Ley de gestión ambiental	21
	Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre	22
	Código Orgánico del Ambiente.....	22
	Acuerdo Ministerial 061, Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria	23
3.1	Enfoque de la investigación	24
3.1.1	Tipo de investigación.....	24
3.1.2	Diseño de investigación	24
3.2.1	Variables	25
3.2.3	Recolección de datos	25
3.2.5	Análisis estadístico.....	29
4.	RESULTADOS	31

4.1	Identificar a nivel de orden y familia a la macrofauna edáfica existente en dos bosques secos tropicales de la región costa mediante revisión bibliográfica.	31
4.1.1	Registrar el número total de especies de macrofauna edáfica identificadas para la creación de una línea base con las especies existentes en la zona de estudio para futuros proyectos de investigación.	35
4.2	DISCUSIÓN	49
5.	CONCLUSIONES	52
6.	RECOMENDACIONES	53
7.	BIBLIOGRAFÍA	54
8.	ANEXOS	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Pesaje de muestras	65
Anexo 2 muestra de laboratorio	65
Anexo 3 tamizaje de muestras con el docente, tutor de investigación.....	66
Anexo 4 determinación de especies con acompañamiento del docente guía.....	67
Anexo 5 preparación de muestras, cerro blanco.	67
Anexo 6 muestras de suelo, bosque san agustín de los cerros.....	68

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO. ELABORADO POR: EL AUTOR, 2024.....	7
FIGURA 2. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE ACUERDO AL MANUAL DE TSBF	26
FIGURA 3. PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE TEXTURA MEDIANTE EL MÉTODO DE BOUYOCOS	27
FIGURA 4. PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA.....	28
FIGURA 5. MACROFAUNA EDÁFICA DEL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS.....	36
FIGURA 6. ESPECIES EDÁFICA DEL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS	37
FIGURA 7. IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES EDÁFICA DEL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS	38
FIGURA 8. MACROFAUNA EDÁFICA DEL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	40
FIGURA 9. ESPECIES EDÁFICA DEL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	41
FIGURA 10. IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES EDÁFICA DEL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	42
FIGURA 11. TOTAL, DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS	44
FIGURA 12. TOTAL, DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	45
FIGURA 13. PORCENTAJE POBLACIONAL DEL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS	47
FIGURA 14. PORCENTAJE POBLACIONAL DEL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	49

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 <i>COORDENADAS CORRESPONDIENTES A LAS ZONAS DE ESTUDIO.</i>	8
TABLA 2 GRUPOS DE MACROFAUNA EDÁFICA.	18
TABLA 3. TIPOS DE ESPECIES PRESENTES EN EL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS Y EN EL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	31
TABLA 4. IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES PRESENTES EN LOS BOSQUES SECOS.....	32
TABLA 5. TIPOS DE ESPECIES PRESENTES EN EL BOSQUE SAN AGUSTÍN Y CERRO BLANCO	33
TABLA 6. IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES EN LOS SISTEMAS DE USO DE TIERRA.....	34
TABLA 7. CUANTIFICACIÓN DE ESPECIES EDÁFICA IDENTIFICADAS EN EL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS	35
TABLA 8. CONTEO DE LAS ESPECIES PRESENTE EN EL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS.	35
TABLA 9. IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS	36
TABLA 10. REGISTRO DE LAS ESPECIES PRESENTES DEL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS	38
TABLA 11. CUANTIFICACIÓN DE ESPECIES EDÁFICA IDENTIFICADAS EN EL BOSQUE PROTECTOR DEL CERRO BLANCO.....	39
TABLA 12. CONTEO DE LAS ESPECIES PRESENTE EN EL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	40
TABLA 13. IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	41
TABLA 14. REGISTRO DE LAS ESPECIES PRESENTES DEL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	42
TABLA 15. IDENTIFICACIÓN Y CONTEO ESPECIES DE MACROFAUNA EDÁFICA.....	43
TABLA 16. IDENTIFICACIÓN Y CONTEO ESPECIES DE MACROFAUNA EDÁFICA DEL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	45
TABLA 17. TOTAL DE LA POBLACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS	46
TABLA 18. PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN DEL BOSQUE SAN AGUSTÍN DE LOS CERROS	47
TABLA 19. TOTAL DE LA POBLACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO	48
TABLA 20. PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN DEL BOSQUE PROTECTOR CERRO BLANCO.....	48

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

Para Aguirre, Kvist y Sánchez (2006), los bosques secos en general se ubican en zonas relativamente pobladas, muchas veces en suelos aptos para cultivos, razón por la cual son muy intervenidos y destruidos mayoritariamente en comparación con los bosques húmedos; se puede definir a los bosques secos como formaciones vegetales que presentan precipitaciones anuales menores a 1600 mm, con una temporada seca de al menos seis meses.

Se conoce que las actividades antropogénicas en los bosques ecuatorianos son la principal afectación dentro del territorio, factores como la deforestación, ganadería, conflictos en el uso del territorio, empleo de productos químicos, entre otros, provocan un desbalance en la naturaleza llegando a desequilibrar los sistemas ecológicos, es decir, las poblaciones animales, vegetales y microbianas, lo que deriva en alteraciones del suelo, interviniendo en su fertilidad y calidad. Bautista, Etchevers, del Castillo y Gutiérrez (2004) mencionan que la calidad del suelo, se debe interpretar como la utilidad de suelo para un propósito específico en una escala amplia de tiempo, lo que significa que debe reflejarse su capacidad para funcionar dentro de los límites del ecosistema del cual interactúa.

La degradación de los suelos por los sistemas de cultivos y ganaderos desencadenan en erosión, compactación del suelo y baja disponibilidad de nutrientes. Actividades como la ganadería extensiva, se caracterizan por la baja diversidad vegetal, sobrepastoreo del ganado y deforestación, causando a corto o mediano plazo un deterioro ambiental del ecosistema y la pérdida en la capacidad productiva del suelo, lo que conlleva a una reducción de los indicadores productivos, la biodiversidad y al incremento de insumos químicos. En

consecuencia, en el suelo se genera un estado de perturbación, afectado por el cambio de uso, prácticas agrícolas y actividades humanas que alteran las condiciones del ambiente edáfico y su biodiversidad (composición, abundancia y riqueza de las comunidades de macrofauna) (Royero, 2019).

Según Sánchez y Reinés (2001), en los últimos 30 años para alcanzar altas producciones en los ecosistemas agrícolas, la fertilización con grandes cantidades de agroquímicos fue determinante, de tal manera se olvidó que los nutrientes son parte de la función que cumplen los habitantes del suelo. La aplicación de estos agroquímicos ha causado progresivamente graves problemas de degradación en los suelos, provocando pérdidas de la fauna edáfica y la reducción de sus principales actividades.

En los últimos decenios se ha aumentado de manera constante la demanda, la producción y el uso de plaguicidas y fertilizantes en todo el mundo; a nivel mundial las ventas combinadas siguen creciendo anualmente en un aproximado de 4,1% y se estima que alcancen los 309.000 millones de dólares en 2025. De cierta manera los plaguicidas y fertilizantes ofrecen diversos beneficios, pero las pautas de producción y usos actuales y previstas, sumado a una falta de gestión eficiente, conllevan a una serie de efectos adversos para la salud y el ambiente, considerándose no sostenible. Se estima que cada año se producen unos 385 millones de casos de envenenamiento involuntario y no mortal por plaguicidas, y un aproximado de 11.000 muertes; mientras que, en el ambiente, incluyendo suelos, aguas superficiales y subterráneas con frecuencia se detectan niveles que superan las normas jurídicas o ambientales (Organización de Naciones Unidas, 2021).

Los procesos de ocupación humana caracterizados por los usos del terreno modifican la biodiversidad, encontrándose relacionados directamente con el

funcionamiento ecológico, es decir, que se genera presión sobre las coberturas agrícolas siendo una amenaza para los servicios ecosistémicos. Los sistemas de cultivo ejercen una relación eficiente o deficiente con la fauna del suelo, factores como el uso de maquinarias, la labranza indiscriminada, los agroquímicos y los cultivos intensivos son los principales referentes de impactos negativos sobre la comunidad edáfica (Munera, 2019).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El suelo está constituido en su mayoría por residuos de roca provenientes de procesos erosivos y otras alteraciones físicas y químicas, también se hace presente la materia orgánica que es fruto de la actividad biológica que se desarrolla en la superficie. La formación del suelo se da principalmente por la destrucción de la roca y la acumulación de distintos materiales a través de los siglos, en este proceso de formación se involucran numerosas variantes físicas, químicas y biológicas que dan como resultado una distribución de capas bien diferenciadas (Universidad Nacional de la Plata, 2020).

Innumerables seres vivos habitan en el suelo por lo que podemos encontrar gran variedad de organismos (tamaños y funciones), estos juegan un relevante papel en la formación, estructuración y movilización de nutrientes del suelo. Cada una de estas especies realiza una función específica, algunas de ellas son fotosintéticas (algas), otras se encargan de fijar el nitrógeno atmosférico (cianobacterias), mientras que la mayoría de los organismos rompen la materia orgánica de las plantas y animales para transformarla en una fuente de nutrientes y energía. Es preciso conocer el hábitat donde se desarrollan los organismos para llevar una buena gestión de los suelos (Asociación vida sana, 2015).

Para Rodríguez, McLaughlin y Pennock (2019), a través de los años la industrialización, las guerras, la minería, la expansión urbana y la intensificación de la agricultura y ganadería han sido las principales causales de la contaminación de los suelos en todo el mundo, por tanto, que las principales fuentes de contaminación del suelo son antropogénicas. Principalmente la contaminación del suelo se refiere a la presencia de un químico o sustancia fuera de sitio que se encuentra en una concentración más alta de lo normal y que por consiguiente genera efectos adversos sobre cualquier organismo al que no está destinado.

De acuerdo con Puerto, Suárez y Palacio (2014), dentro del grupo de químicos o sustancias se encuentran los plaguicidas, estudios realizados en siete países centroamericanos (Belice, Costa Rica, El salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) registraron que hubo un aumento constante en el uso de plaguicidas en la última década con un consumo de 1,3 Kg de persona por año, siendo uno de los más altos en el mundo. En efecto, el uso cotidiano de químicos contribuye a una crisis en la agricultura que no solo dificulta la preservación de los ecosistemas, y recursos naturales, sino que también afecta la salud de las comunidades; la búsqueda de la productividad a corto plazo por encima de la sustentabilidad ecológica deja a nivel mundial un rastro de contaminación y envenenamiento.

Dávila (2017) señala que el abuso y excesos de los pesticidas, fertilizantes nitrogenados y fosfatados, provocan una serie de problemas, como: la erosión, compactación, salinización del suelo, el agotamiento de los nutrientes, contaminación del aire, tierra, agua y los efectos en la salud de los seres vivos.

Por otra parte, Dávila (2018) sostiene que el cambio del uso de la tierra y el grado de perturbación (intensidad) en el manejo del suelo provocan un impacto directo

sobre la estructura de la vegetación y de las propiedades fisicoquímicas del suelo, también tiene una afectación indirecta sobre la composición taxonómica, la abundancia, riqueza y diversidad de la macrofauna edáfica.

Finalmente, se relaciona a otros factores además de los señalados anteriormente (vegetación y manejo antrópico) como incidentes sobre las comunidades de macrofauna; por un lado, tenemos los de origen edáfico, que están condicionados por la pérdida de cobertura vegetal (tipo de suelo, contenido de nutrientes, materia orgánica, pH, textura, estructura, temperatura y humedad) y por último los de origen climático que pueden ser las precipitaciones, viento, temperatura y humedad relativa del aire.

Por lo tanto, en el Bosque Protector Cerro Blanco ha tenido un impacto ambiental debido a que se encuentra amenazado por canteras de cemento o piedra caliza, por ende, no todas estas canteras están siendo reguladas, es decir, cumpliendo la normal ambiental de explotación, además de la tala indiscriminada de especies arbóreas, invasiones de tierras y la expansión urbanística. Cabe recalcar que la problemática mayor se debe a la explotación de canteras en la que se basa en la extracción de grandes cantidades de rocas y minerales para el uso de construcciones como, por ejemplo, la producción de agregados en las carreteras (Cañarte y Salazar, 2017).

De tal manera, tiende a tener consecuencias y repercusiones en el recurso suelo a mediano y largo plazo, ya que el suelo comienza degradarse y erosionarse por la pérdida de cobertura vegetal, nutrientes y microorganismos, así como también, la migración de especies.

En cambio, en el cantón de Isidro Arroya del sector de San Agustín de los Cerros presenta problemas debido a la población urbanística como consecuencia de esto,

la degradación del suelo por la construcción de infraestructuras, pérdida de los servicios ecosistémicos, migración de especies, mala disposición final de los residuos o desechos sólidos, descargas de agua residuales sin un tratamiento alguno, y sobre todo cambios en las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Mensoza, 2015).

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo las actividades antropogénicas (ganadería y agricultura) afectan a la población y diversidad de macrofauna edáfica en los bosques del litoral ecuatoriano?

1.3 Justificación de la investigación

García y Bello (2004) señalan que el suelo alberga un sin número de especies, de las cuales se puede mencionar: la microflora que está conformada principalmente por bacterias, algas y hongos; la micro y mesofauna y, por último, un grupo sobresaliente de macrofauna. De acuerdo con Moran y Alfaro (2015), este último grupo juega un papel importante en la salud y productividad del suelo, debido a su capacidad de transformar el ambiente superficial y edáfico en el que se desarrollan las plantas. De esto surge la importancia de conocer el rol que desempeñan cada una de las especies de macrofauna para que de esta manera se desarrollen opciones productivas amigables con el suelo y así evitar la disminución de la población de macrofauna.

Asimismo Dávila (2018), sugiere que las especies de macrofauna edáfica son parte fundamental de la biodiversidad terrestre ya que son los proveedores de múltiples servicios ambientales de los cuales se pueden mencionar: la descomposición de la materia orgánica, el suministro de nutrientes para las plantas, el mantenimiento de la estructura del suelo, el movimiento y retención del agua del

perfil edáfico, el secuestro y la liberación de carbono y la regulación en la composición de los gases atmosféricos e incluso del cambio climático.

Teniendo en cuenta que la macrofauna edáfica es proveedora de una serie de beneficios, se puede considerar a estas especies para la evaluación del estado de conservación y perturbación del suelo; estos organismos son importantes en la transformación de las propiedades, en la formación de poros, la infiltración del agua y la humificación y mineralización de la materia orgánica en el suelo. Las poblaciones de macrofauna varían en cuanto a composición, abundancia y diversidad, de acuerdo con el estado de perturbación del suelo resultante del cambio de uso de la tierra, es decir, que se puede valorar a estas especies como bioindicadores de la calidad o para predecir la salud del suelo (Cabrera, 2012).

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** el estudio se realizará en dos bosques secos del litoral ecuatoriano, específicamente en la provincia del Guayas; el primer bosque a considerar será en la parte sur del cantón Isidro Ayora en el sector de San Agustín de los cerros y el segundo, el Bosque Protector Cerro Blanco ubicado en la ciudad de Guayaquil.

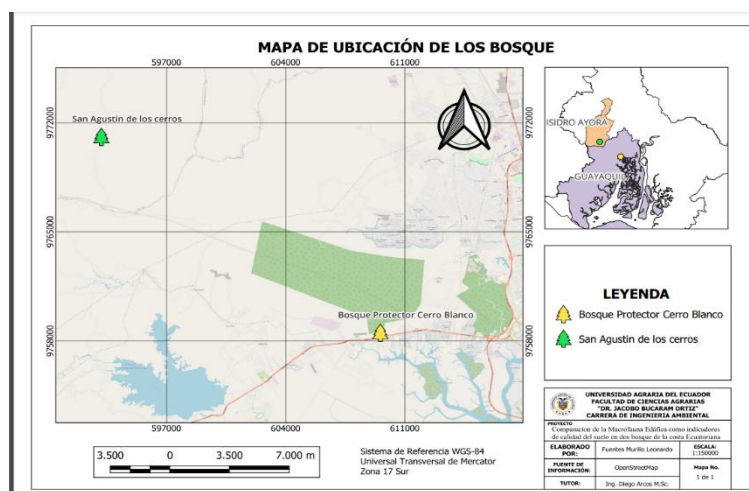


Figura 1. Ubicación del lugar de estudio. Elaborado por: El autor, 2024.

Tabla 1

Coordenadas correspondientes a las zonas de estudio.

Coordenadas	San Agustín de los cerros	Bosque Protector Cerro Blanco
Latitud	2°04'14.68"S	2°11'04"S
Longitud	80°09'43.47"O	80°00'53"O

Fuente. Google Earth, 2023. Elaborado por: El Autor, 2024.

- **Tiempo:** el proyecto tuvo una duración de 4 meses.
- **Población:** En la población de la ciudad de Guayaquil es de 2'698.077 habitantes, por ende, la primera zona de estudio correspondiente al sector San Agustín de los Cerros cuenta con un total de 30 habitantes; mientras que la segunda zona pertenece al Bosque Protector Cerro Blanco con 40.000 habitantes. Según los datos obtenidos de (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2023).

1.5 Objetivo general

Comparar a la macrofauna edáfica de los bosques secos tropicales de la costa ecuatoriana mediante muestreo de suelo y análisis de laboratorio en los sectores de San Agustín de los Cerros y el Bosque protector cerro blanco, como indicador de la calidad del suelo.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar a nivel de orden y familia a la macrofauna edáfica existente en dos bosques secos tropicales de la región costa mediante revisión bibliográfica.
- Registrar el número total de especies de macrofauna edáfica identificadas para la creación de una línea base con las especies existentes en la zona de estudio para futuros proyectos de investigación.
- Elaborar un manual sobre buenas prácticas de restauración para la calidad de los suelos afectados por las actividades antropogénicas.

1.7 Hipótesis

Al menos un Bosque de la costa ecuatoriana servirá como indicador de macrofauna edáfica para la calidad del suelo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Dávila (2018), menciona en su trabajo de investigación que para la macrofauna existe una categorización funcional muy puntual que consiste en distinguir a algunos de sus integrantes como ingenieros del suelo (lombrices de tierra, termitas, hormigas), caracterizados por su importancia en las transformaciones de la materia orgánica y de las propiedades físicas del suelo; otra de las clasificaciones sugiere dividir a la macrofauna teniendo en cuenta el impacto ecológico en el suelo, la primera la separa en organismos epígeos, anécicos y endógenos que se desempeñan en el ecosistema de manera diferente, reflejando adaptabilidad ante variadas limitaciones del ambiente; también la segunda clasificación evidencia la contribución de la macrofauna al funcionamiento multitrófico del ecosistema (flujos de energía y mejoras en la calidad del suelo).

Cabrera (2012), resumió en su trabajo las características biológicas, ecológicas y funcionales de la macrofauna edáfica junto con los resultados obtenidos en Cuba, sobre la variación en diferentes usos de la tierra que avalan el uso potencial de la macrofauna como indicador biológico del estado de conservación y perturbación del suelo. Para justificar la utilidad de la macrofauna, señaló algunas ventajas de las cuales menciona la diversificación taxonómica y ecológica, sus hábitos que son relativamente sedentarios, la presencia a lo largo del año, la posibilidad de que sean manipulados e identificados, su corto periodo entre generaciones lo que permite una rápida respuesta poblacional ante los cambios ambientales y la alta densidad

y capacidad de reproducción que posibilita un muestreo intensivo sin provocar un desequilibrio en la comunidad.

De igual manera Munera (2019), resalta que la abundancia, biomasa y riqueza de especies de macrofauna se reconoce como un recurso potencial para distinguir agroecosistemas, gracias a la frecuencia de uso y el tipo de vegetación de los usos del terreno, ya que esto denota cambios en las propiedades del suelo causado por las distintas prácticas de manejo. Por otra parte, se ha demostrado que, a nivel de comunidad, la abundancia de lombrices puede ser usada como indicador de uso del suelo y otras características como la riqueza de especies y estructura ecológica son indicadores de fertilización y tratamientos con plaguicidas; del mismo modo, la abundancia y la biomasa de lombrices es un buen indicador de sitios no contaminados.

Lang *et al.*, (2010), describen en su estudio la calidad del suelo en términos de macrofauna edáfica en agroecosistemas de mango y caña de azúcar en la región central del estado de Veracruz, México, donde realizaron muestreos mediante conteos por observación directa considerando la abundancia y riqueza de macroinvertebrados, índices de Simpson y Shannon y características fisicoquímicas del suelo. Obtuvieron una mayor frecuencia de invertebrados en el cultivo de mango con un 40% y en caña persistente un 37%, demostrando que existe una correlación positiva entre la riqueza de macrofauna con la materia orgánica, permitiéndoles concluir que el tipo de agroecosistema no tuvo un efecto significativo en la incidencia y abundancia de estos organismos, especialmente en lombrices, termitas y miriápodos; además las lombrices se constituyeron como la principal referencia de la calidad del suelo por su contenido de materia orgánica (3.98%).

Almada, Szwarc, Vitti, Masin y Cruz (2019), mediante un proyecto de investigación orientada estudiaron la macrofauna edáfica como potencial bioindicador de las prácticas agronómicas aplicadas al cultivo de algodón genéticamente modificado, el estudio mostró variaciones tanto en abundancia como en riqueza durante el desarrollo del cultivo de algodón en los diferentes sistemas analizados; los resultados que obtuvieron enriquecen el inventario de especies de macrofauna edáfica ya que constituyen de manera útil y complementaria como estrategias de manejo sustentable en los sistemas productivos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Biodiversidad

De acuerdo con Núñez, González y Barahona (2003), en la actualidad se puede definir a la biodiversidad como toda variación de la base hereditaria en todos los niveles de organización, que va desde los genes en una población local o especie hasta las especies que componen toda o una comunidad local, y del mismo modo en las mismas comunidades que componen la parte viviente de los diversos ecosistemas del mundo. Por lo tanto, la biodiversidad comprende todos los tipos y niveles de variación biológica.

Aguilera y Silva (2012), mencionan que, en la última década, las ciencias biológicas se han desarrollado aceleradamente por lo cual surge el concepto de biodiversidad o diversidad biológica. Desde 1992 se define a la diversidad biológica como la variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte, es decir, que comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

2.2.2 Ecosistema

Los ecosistemas son sistemas complejos (bosque, río, lago), conformados por un conjunto de elementos fisicoquímicos (biotopo) y biológicos (biocenosis), y por las interacciones de los organismos entre sí y con el medio físico. Es decir, que es una unidad formada por factores bióticos (integrantes vivos) y abióticos (componentes que carecen de vida), donde existen interacciones vitales, fluye la energía y circula la materia (Tomas, 2016).

2.2.3 Diversidad de los ecosistemas

La ecosfera es aquella que incluye a todos los ecosistemas del planeta, se pueden considerar dos tipos de ecosistemas: los acuáticos y los terrestres. Tanto en el medio acuático como en el terrestre se toma en consideración una multitud de ecosistemas distintos en función de sus condiciones ambientales particulares. Los ecosistemas son considerados como sistemas dinámicos donde los organismos participan de manera activa por medio de redes alimenticias; la biodiversidad en el ecosistema es la cantidad de especies que conforman una comunidad (Chauvín, 2007).

2.2.4 Ecosistemas terrestres

Para definir el concepto de ecosistema se deben considerar diversos factores, de los cuales se pueden mencionar a las interacciones existentes entre los organismos en el tiempo y a la extensión del hábitat en la cual se expanden. De acuerdo con Mendoza, Passarino, Quiroga y Suárez (2013), la distribución espacial de un ecosistema se presenta muy variada si el ecosistema se encuentra compuesto por un paisaje heterogéneo (bosques naturales interrumpidos por el avance de la agricultura), o si el paisaje es homogéneo y aún conserva sus propiedades naturales.

En otras palabras, un ecosistema terrestre abarca una gran diversidad de hábitats distribuidos por la tierra, y son aquellos organismos (flora y fauna) que se desarrollan en el suelo y subsuelo; por lo general estos ecosistemas reúnen la mayor riqueza biológica gracias a la variedad de factores que los condicionan (Moriana, 2020).

2.2.5 Bosques secos del Ecuador

Aguirre *et al.*, (2006) argumentan que en general los bosques secos se ubican en zonas relativamente pobladas, la mayoría de las veces en suelos aptos para cultivos, razón por la cual son muy intervenidos y destruidos a diferencia de los bosques húmedos; en Ecuador sus bosques son poco conocidos, amenazados y mantienen una importancia económica para grandes segmentos de la población rural, ya que son considerados fuentes de productos maderables y no maderables para subsistencia y muchas veces para la venta. Estas formaciones vegetales se caracterizan por presentar precipitaciones anuales menores a 1.600 mm, con una temporada seca de al menos cinco a seis meses, en que la precipitación totaliza menos de 100 mm.

2.2.6 Biodiversidad del suelo

La biodiversidad del suelo refleja la mezcla de un conjunto de organismos vivos que van desde seres unicelulares hasta pequeños mamíferos excavadores que trabajan en equipo y desempeñan tareas de vital importancia para el funcionamiento del planeta. Estos organismos se caracterizan por:

- Descomponer la materia orgánica, de esta manera renuevan el suelo y mantienen su productividad.
- Permiten que el suelo almacene y libere carbono, ayudando a regular el clima.

- Aportan las estructuras necesarias para retener y almacenar agua en el suelo y en acuíferos subterráneos.
- Son de utilidad en el control de los brotes de plagas; al ser más rica la biodiversidad del suelo, mayor es el número de predadores y menor la posibilidad de especies dominantes (Potocnik, 2010).

2.2.7 Calidad del suelo

Navarrete, Vela, López y Rodríguez (2011) indican que la calidad del suelo y sus parámetros de referencia pueden ligarse a la funcionalidad del ecosistema, debido a que se interconecta con los componentes y procesos biológicos, químicos y físicos del suelo en una situación determinada. De forma similar mediante una perspectiva ecológica, este concepto manifiesta la capacidad específica de un suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema; la calidad del suelo es dinámica y puede variar a corto plazo, de acuerdo con el uso y prácticas de manejo por lo que es necesario implementar a tiempo prácticas sustentables.

2.2.8 Calidad ambiental

Se puede definir a la calidad ambiental como el conjunto de propiedades o variables del ambiente, que permiten que el sistema ambiental tenga mérito suficiente para ser conservado, es decir, que el medio posee características propias por acción de la naturaleza y el hombre que mantienen las condiciones del ambiente en niveles óptimos para la armonía de los seres vivos, por lo tanto debe considerarse como prioritaria para la conservación (Benavides, 2011).

2.2.9 Contaminación del suelo por actividades antropogénicas

Silva y Correa (2009), consideran que el suelo es un amortiguador natural que controla el transporte de elementos y sustancias químicas a la atmósfera, hidrósfera y biota, además de que desempeña un sinnúmero de funciones fundamentales para

la vida. Una de las principales problemáticas ambientales es la degradación de los recursos naturales a causa de las fuentes de contaminación, se puede decir que la contaminación del ambiente es la presencia de sustancias no deseables en concentraciones, tiempo y circunstancias que afectan significativamente a los organismos vivos.

De igual manera Silva y Correa (2009) agregan que la contaminación del suelo por actividades antropogénicas se presenta de dos maneras: la contaminación puntual y la contaminación difusa. La primera es una fuente delimitada, unida generalmente a las actividades antropogénicas como la minería, las instalaciones industriales, los vertederos, etc.; mientras que la contaminación difusa se da a causa del transporte de sustancias contaminantes a lo largo de amplias zonas por lo general alejadas de la fuente de origen, esta contaminación se relaciona con la deposición atmosférica, prácticas agrícolas y el tratamiento inadecuado de las aguas residuales.

2.2.10 Organismos del suelo

En el suelo se encuentran numerosos organismos que van desde insectos y lombrices visibles hasta bacterias y hongos microscópicos; además de las lombrices podemos encontrar cochinillas, milpiés, ciempiés, babosas, caracoles y los descomponedores primarios. Algunos estudios demuestran que existen diversos grupos, al menos 126 especies se alimentan de la excreta de unas 18 especies de mamíferos; todos estos organismos, incluyendo a los microscópicos, trabajan en conjunto en el ecosistema general del suelo (Crespo, 2013).

2.2.11 Macrofauna del suelo

Zerbino y Altier (2006), argumenta que la macrofauna edáfica es un grupo de organismos caracterizados por tener un diámetro entre 2 y 20mm, está conformado

por formícidos, isópodos, isóptera, quilópodos, diplópodos, insectos, oliquetos y moluscos; sus hábitos alimenticios varían considerablemente y se puede encontrar distintos grupos (detritívoros, herbívoros o depredadores y los ingenieros del suelo). Al encontrarse en libertad en su medio (suelo) son capaces de cavar el suelo y crear grandes poros, junto con el resto de sus actividades físicas y metabólicas mejoran las propiedades funcionales del suelo, de tal manera que promueven el crecimiento de las plantas, optimizan la distribución del agua en el perfil edáfico y disminuyen la contaminación ambiental.

Por otra parte, Cabrera *et al.*, (2017) señalan que la transformación de los ecosistemas a causa de las actividades agrícolas y mineras resulta en un impacto directo sobre las comunidades vegetales y la estructura física del suelo, provocando cambios negativos en la composición y estructura de la macrofauna. Se ha llegado a enfatizar la relación directa entre la eliminación de macroinvertebrados y la disminución de la fertilidad del suelo, estas anomalías en las comunidades van a depender en primera instancia del cambio y la intensidad del uso del suelo que a su vez influirán en los factores edáficos para estas especies (temperatura, humedad, textura, estatus nutricional y contenido de materia orgánica).

2.2.12 Grupos funcionales

Según la actividad que desempeñan las especies de macrofauna edáfica se pueden clasificar en grupos funcionales, cada uno de estos grupos tiene como función regular los procesos edáficos del ecosistema.

- Detritívoros, según Brown *et al.*, (2001) son descomponedores que se alimentan de material vegetal o animal (carroñeros) en distintos grados de descomposición; dentro de este grupo funcional se incluyen varios micro y

macro artrópodos, las lombrices epigeas y anécicas, caracoles y larvas de moscas, etc.

- Herbívoros y depredadores, los primeros se alimentan de partes vivas de las plantas controlando la cantidad de material vegetal que ingresa al suelo, mientras que el segundo grupo consume diversos invertebrados, equilibrando poblaciones y los recursos disponibles en el ecosistema (Veloz, 2016).
- Ingenieros del ecosistema, Brown *et al.*, (2001) los describen como los encargados de realizar cambios físicos en el suelo, además de controlar la disponibilidad de los recursos para otros organismos edáficos; sus actividades crean estructuras físicas biogénicas que permiten tener un efecto regulador sobre organismos menores a través de la competencia por los recursos (materia orgánica), la activación de la microflora edáfica, la influencia en el ciclo del carbono y la disponibilidad de nutrientes.

Tabla 2
Grupos de macrofauna edáfica.

Nombre común	Grupo taxonómico (clase, orden o familia)	Grupo funcional
Lombrices de tierra	Orden: Haplotaxida Familia: Lumbricidae Especie: <i>L. terrestris</i>	Detritívoros e ingenieros del suelo
Babosas y caracoles	Orden: Pulmonata Familia: Subulinidae Especie: <i>Subulina octona</i>	Detritívoros Depredadores
Cochinillas	Orden: Isopoda Familia: Trachelipidae	Detritívoros
Milpiés	Clase: Diplopoda Familia: Diplópodos	Detritívoros
Ciempíes	Clase: Chilopoda Orden: Scutigermorpha	Depredadores

Arañas	Clase: Arachnida Orden: Araneae	Depredadores
Cucarachas	Clase: Insecta Orden: Dictyoptera	Detritívoros Herbívoros Omnívoros
Escarabajos	Clase: Insecta Orden: Coleoptera	Detritívoros Herbívoros Depredadores
Tijeretas	Clase: Insecta Orden: Dermaptera	Detritívoros Depredadores
Chinches y salta hojas	Clase: Insecta Orden: Hemiptera	Herbívoros
Hormigas	Clase: Insecta Orden: Hymenoptera	Omnívoros Depredadores e ingenieros del suelo
Termitas o comejenes	Clase: Insecta Orden: Isoptera	Detritívoros e ingenieros del suelo
Mariposas y orugas	Clase: Insecta Orden: Lepidoptera	Herbívoros
Grillos y saltamontes	Clase: Insecta Orden: Orthoptera	Herbívoros

Fuente: Veloz, 2016.

2.2.13 Macrofauna como indicadora de la calidad del suelo

De acuerdo con Pinzón *et al.*, (2015) la macrofauna del suelo en muchas ocasiones es utilizada como un bioindicador de degradación forestal por su sensibilidad ante las perturbaciones del ambiente, además de que su muestreo es fácil y de bajo costo y su identificación es simple hasta órdenes y familias. Algunos grupos de macroinvertebrados son considerados “ingenieros del ecosistema”, al ser los encargados de condicionar la fertilidad del suelo por medio de la disponibilidad de los nutrientes para las plantas y otros organismos, también transforman la

estructura física del suelo aumentando la porosidad, la agregación y la retención de agua.

Dávila (2018), menciona que algunos autores coinciden en que los indicadores de la calidad del suelo deben cumplir con ciertos requisitos, por lo cual destaca los siguientes:

- Describir los procesos del ecosistema.
- Deben evidenciar una relación entre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.
- Deben mostrar características de sostenibilidad.
- Por lo general deben caracterizarse por ser sensibles a las variaciones de clima y manejo.
- Deben responder a los cambios resultantes de la degradación por factores antropogénicos.

2.3 Marco legal

Constitución de la República del Ecuador

Publicada en el Registro Oficial No. 449 el 20 de octubre de 2008

Capítulo Primero

Art. 276 El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos:

Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

Sección Quinto Suelo

Art. 409 Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

Art. 410 El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria (Ecuador, 2008).

Ley de prevención y control de la contaminación ambiental

Publicada en el registro oficial suplemento no. 418 el 10 de septiembre de 2004

De la prevención y control de la contaminación de los suelos

Art. 10 Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

Art. 11 Para los efectos de esta Ley, serán consideradas como fuentes potenciales de contaminación, las sustancias radioactivas y los desechos sólidos, líquidos o gaseosos de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica.

Art. 12 Los Ministerios de Agricultura y Ganadería y del Ambiente, cada uno en el área de su competencia, limitarán, regularán o prohibirán el empleo de sustancias, tales como plaguicidas, herbicidas, fertilizantes, desfoliadores, detergentes, materiales radioactivos y otros, cuyo uso pueda causar contaminación (Sistema Integrado de Legislación Ecuatoriana, 2004).

Ley de gestión ambiental

Publicada en el registro oficial suplemento no. 418 el 10 de septiembre de 2004

Capítulo IV

De la participación de las instituciones del estado

Art. 13 Los consejos provinciales y los municipios, dictarán políticas ambientales seccionales con sujeción a la Constitución Política de la República y a la presente Ley. Respetarán las regulaciones nacionales sobre el Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas para determinar los usos del suelo y consultarán a los representantes de los pueblos indígenas, afroecuatorianos y poblaciones locales para la delimitación, manejo y administración de áreas de conservación y reserva ecológica.

Capítulo II

De la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental

Art. 23 La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada (SILEC, 2012).

Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre

Publicada en el registro oficial suplemento no. 418 el 10 de septiembre de 2004

Capítulo III

De la conservación de la flora y fauna silvestre

Art. 73 La flora y fauna silvestres son de dominio del Estado y corresponde al Ministerio del Ambiente su conservación, protección y administración, para lo cual ejercerá las siguientes funciones:

- a) Prevenir y controlar la contaminación del suelo y de las aguas, así como la degradación del medio ambiente (Nacional, 2004).

Código Orgánico del Ambiente

Publicada en el registro oficial suplemento no. 983 el 12 de abril de 2017

Título II

De los derechos, deberes y principios ambientales

Art. 5 Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende:

El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros;

La conservación y uso sostenible del suelo que prevenga la erosión, la degradación, la desertificación y permita su restauración;

Capítulo II

De las facultades ambientales de los gobiernos autónomos descentralizados

Art. 26 Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales en materia ambiental.

En el marco de sus competencias ambientales exclusivas y concurrentes corresponde a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales las siguientes facultades, que ejercerán en las áreas rurales de su respectiva circunscripción territorial, en concordancia con las políticas y normas emitidas por la Autoridad Ambiental Nacional:

Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido;

Capítulo V

Manejo y conservación de bosques naturales

Art. 109 Disposiciones generales para el manejo forestal sostenible. Las disposiciones generales deberán orientarse a:

- Conservar la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el paisaje;
- Prevenir, evitar y detener la erosión o degradación del suelo (MAE, 2017).

Acuerdo Ministerial 061, Reforma del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria

Publicada en el Registro Oficial No. 316 el lunes 4 de mayo de 2015
Parágrafo II Del suelo

Art. 212 Calidad de Suelos Para realizar una adecuada caracterización de este componente en los estudios ambientales, así como un adecuado control, se deberán realizar muestreos y monitoreos siguiendo las metodologías establecidas en el Anexo II y demás normativa correspondiente. La Autoridad Ambiental Competente y las entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, en el marco de sus competencias, realizarán el control de la calidad del suelo de conformidad con las normas técnicas expedidas para el efecto. Constituyen normas de calidad del suelo, características físico-químicas y biológicas que establecen la composición del suelo y lo hacen aceptable para garantizar el equilibrio ecológico, la salud y el bienestar de la población.

Art. 213 Tratamiento de Suelos Contaminados Se lo ejecuta por medio de procedimientos validados por la Autoridad Ambiental Competente y acorde a la norma técnica de suelos, de desechos peligrosos y demás normativa aplicable. Los sitios de disposición temporal de suelos contaminados deberán tener medidas preventivas eficientes para evitar la dispersión de los contaminantes al ambiente.

Art. 214 Restricción Se restringe toda actividad que afecte la estabilidad del suelo y pueda provocar su erosión (MAE, 2015).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

- **Investigación documental:** la información de este proyecto de investigación se obtendrá a partir de fuentes de bibliográficas como: libros, documentos, revistas científicas, manuales y artículos científicos.
- **Investigación de campo y laboratorio:** el trabajo transcurrirá en dos etapas; la primera será una investigación de campo donde se tendrá contacto directo con las zonas de estudio y la segunda etapa se realizará en un laboratorio de suelos.
- **Investigación descriptiva:** se realizará una descripción de todas las actividades a desarrollar, los procesos involucrados en el trabajo de investigación y que metodologías se emplearán, para finalmente cumplir con los objetivos planteados en el estudio.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, será de tipo descriptiva ya que se buscará describir y explicar el objeto de la investigación, también es de tipo campo y laboratorio ya que se tomarán muestras de suelo en las zonas de estudio, se realizará la recolección de macroinvertebrados y un posterior trabajo de laboratorio para evaluar los parámetros fisicoquímicos de las muestras recolectadas para un posterior análisis de los efectos que tienen las actividades antropogénicas sobre la macrofauna de las dos bosques secos tropicales de la costa ecuatoriana.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

- Especies de macrofauna edáfica encontradas. Unidad / parcela

3.2.1.2. Variable dependiente

- Bosque seco tropical sector San Agustín de los Cerros
- Bosque Protector Cerro Blanco
- Parámetros fisicoquímicos del suelo (Textura y contenido de materia orgánica).

3.2.3 Recolección de datos

La toma de muestras se realizará de acuerdo con la metodología del Manual de Biología y Fertilidad de los Suelos Tropicales (TSBF) y se recolectarán en los días establecidos en el cronograma de actividades.

3.2.3.1 Recursos

- **Recursos humanos:** autor de anteproyecto y tutor de investigación.
- **Recursos bibliográficos:** libros, páginas web, tesis de grado, revistas y artículos científicos, manuales o guías metodológicas.
- **Materiales de campo:** barreno, bandejas de plástico, 30 frascos de vidrio de 50 ml, guantes de trabajo, bolsas de papel, libreta de apuntes, lápiz.
- **Materiales, equipos de laboratorio y reactivos:** tamiz 2,0 mm, balanza (sartorius), termómetro, hidrómetro para suelos, vasos precipitados (100 ml, 500 ml y 1L), probetas (100 ml y 1000 ml), agua destilada, agitador magnético, pipeta, espectrofotómetro de luz visible (DR 2700- Hach), ácido sulfúrico (H₂SO₄), hexametáfosfato de sodio, dicromato de potasio.

3.2.4 Métodos y técnicas

- **Recopilación de información**

El método de investigación bibliográfica es la técnica empleada para obtener la información contenida en el documento, es decir, que por medio de la revisión bibliográfica se accederá a distintos tipos de documentos cuya información es pertinente para el desarrollo de este trabajo investigativo.

- **Muestreo**

Para la toma de muestras de suelo se utilizará como guía el Manual de Biología y Fertilidad de Suelos Tropicales (TSBF), parte de este manual contiene instrucciones de como tomar mediciones una vez seleccionado el sitio de muestreo. Es recomendable muestrear un mínimo de 5 monolitos de suelo, pero se sugiere que sean 10, de preferencia dos meses después del inicio de la época lluviosa y clasificar sus macroinvertebrados (TSBF, 2015).

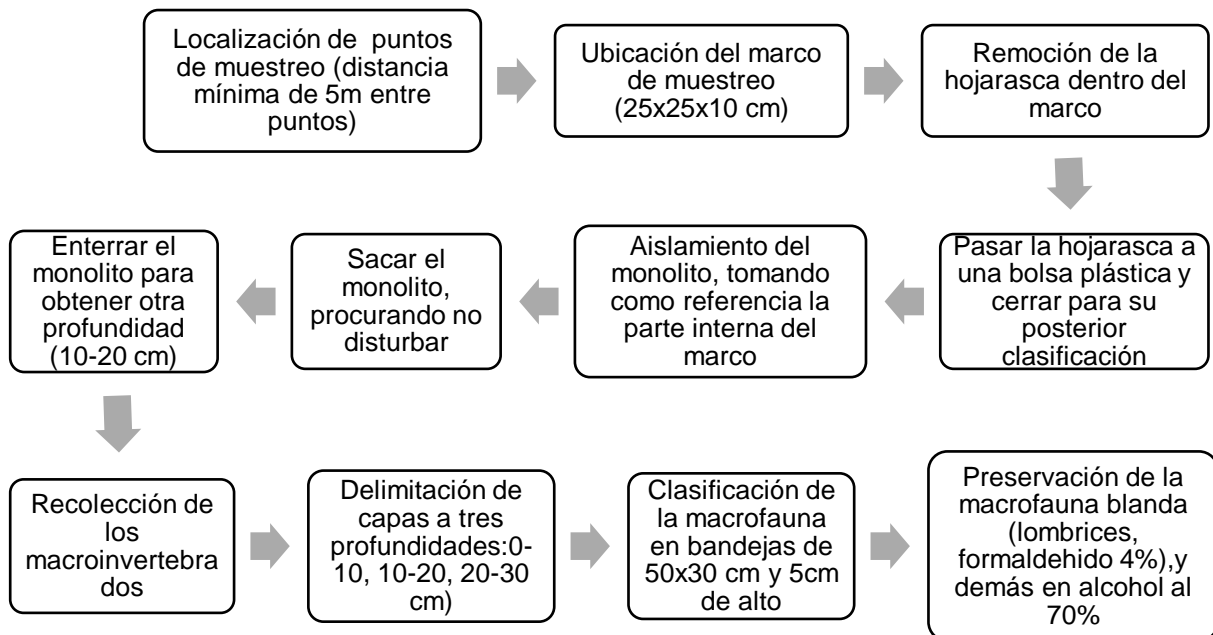


Figura 2. Procedimiento para la toma de muestras de acuerdo al manual de TSBF
Elaborado por: El autor, 2024

- **Análisis de muestras de suelo**

Las muestras recolectadas se trasladarán hasta el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Agraria del Ecuador, cede Guayaquil, y a un laboratorio externo acreditado por la SAE, donde se realizarán los respectivos análisis de los parámetros fisicoquímicos de textura y contenido de materia orgánica.

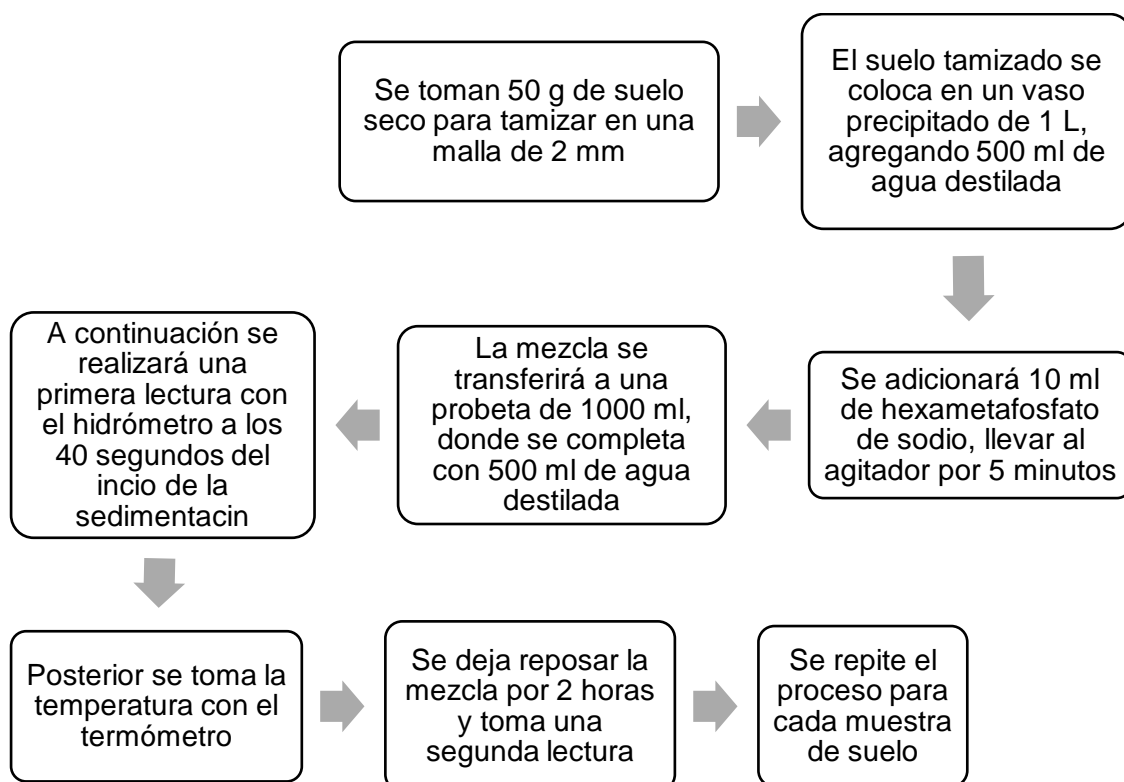


Figura 3. Procedimiento para el análisis de textura mediante el método de Bouyoucos

Elaborado por: El autor , 2024

El método de Bouyoucos es aplicable en suelos no calcáreos, no salinos y bajos en contenido de materia orgánica (Ortíz, 2016).

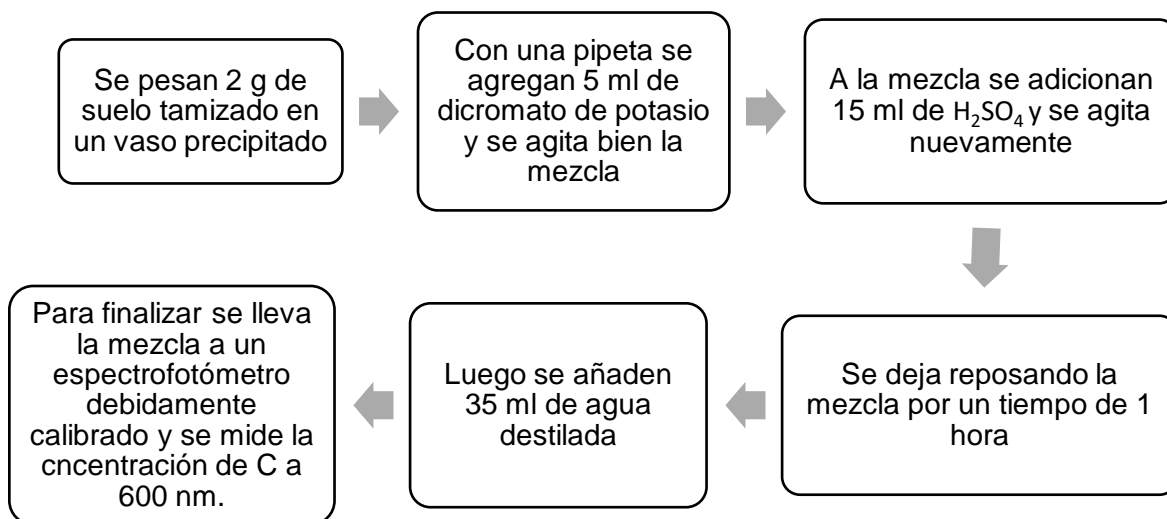


Figura 4. Procedimiento del análisis de contenido de materia orgánica
Elaborado por El autor, 2024

Para el análisis de materia orgánica en suelos se utilizan varios métodos volumétricos, gravimétricos y colorimétricos; el método de Walkley y Black demostró eficiencia en la reacción de oxidación de la materia orgánica de los suelos con solución de dicromato de potasio en un medio sulfúrico (Carrillo, 2017).

Por otra parte, para el cumplimiento del segundo objetivo los datos obtenidos de la identificación de especies de macrofauna junto con el número total de especies halladas se tabularán en una hoja de cálculo de Excel lo que servirá para llevar un registro y de esta manera establecer como punto inicial una línea base para evaluar y dar seguimiento a un objetivo, es decir, se tomará como punto de referencia para brindar información sobre la situación inicial del o los indicadores.

- **Elaborar un manual sobre buenas prácticas de restauración para la calidad de los suelos afectados por las actividades antropogénicas**

Para la elaboración del manual se usará como modelo la Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). El manual divulgativo se desarrollará conforme se obtengan los resultados de las zonas de estudio planteadas (bosque seco y bosque húmedo tropical).

Inicialmente se establecerá el objetivo y alcance del manual, seguida de la parte metodológica que constará de 3 fases. La primera fase es de identificación, la misma que consistirá en realizar un análisis de la situación actual de las zonas de estudio para identificar si existe algún tipo de problemática; luego viene la fase de diagnóstico que será en base a las problemáticas identificadas en la etapa anterior; por último, la fase de planificación que será el resultado de todas las fases anteriores, en esta etapa se implementarán medidas y acciones concretas para garantizar a corto, mediano y largo plazo la restauración del recurso suelo.

3.2.5 Análisis estadístico

Para cumplir con la parte estadística, se utilizará el programa de software libre para análisis estadísticos InfoStat/L; por medio del programa se realizará una evaluación por medio del gráfico estadístico de probabilidad normal Q-Q plot, para conocer si el conjunto de datos de las muestras cumple o no con una distribución normal.

Si los datos cumplen con una distribución normal se aplicarán las pruebas paramétricas de "t" de student para examinar las diferencias entre dos grupos (si los individuos de una de las poblaciones son distintos a los individuos de la otra), y el coeficiente de correlación de Pearson para medir la relación entre dos variables.

Por otra parte, si los datos no cumplen con una distribución normal se utilizará la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney para comprobar si las dos medias muestrales son iguales o no, y el coeficiente de correlación de Spearman para expresar que grado de asociación hay entre las dos variables.

3.2.5.1 Análisis de varianza (ANOVA)

El ANOVA se compara sobre la base de los cambios de prueba entre diferentes grupos y dispersión grupal. Si las diferencias entre los medios grupales son mayores que los cambios en el grupo existen diferencias significativas y los factores de investigación o tratamiento tienen un impacto significativo en las variables interesadas. (Vinces, Herrarte y Medina, 2005)

3.2.5.2 Prueba T- de Student

La prueba t de Student, también llamada simplemente prueba t, es un método estadístico que se utiliza para comparar las medias de dos grupos y determinar si existe una diferencia significativa entre ellos. La prueba se basa en un análisis de la diferencia entre las medias de dos muestras y la varianza dentro de cada grupo (Argota y Coello, 2018).

4. RESULTADOS

4.1 Identificar a nivel de orden y familia a la macrofauna edáfica existente en dos bosques secos tropicales de la región costa mediante revisión bibliográfica.

Tabla 3.

Tipos de especies presentes en el bosque San Agustín de los cerros y en el Bosque protector cerro blanco

Nombre común	Phylum Clase	Orden Familia	Género Especie	Grupo Funcional	Sistemas de uso de Tierra		
					Bosque San Agustín de los Cerros	Bosque protector cerro blanco	
Lombrices	Annelida Clitellata	Haplotaxida -	-	Detritívoro	x	x	
Cochinillas	Arthropoda	Isopoda	<i>Armadillidium</i>	Detritívoro	x		
	Malacostraca	Armadillidae	<i>A. vulgare</i>				
Milpiés	Arthropoda	Isopoda Platyarthridae	-	Detritívoro		x	
		Diplopoda	Polyxenida Lophoproctidae	-	Detritívoro		x
	Arthropoda	Polydesmida Paradoxosomatidae	-	Detritívoro			x
				-	Depredador	x	x
Ciempiés	Arthropoda	Geophilomorpha Geophilidae	<i>Geophylus G.</i>	Depredador	x		
	Chilopoda		<i>carpophagus</i>				
			Scolopendromorpha Scolopendridae	-	Depredador		x

Elaborado por: Pozo, 2020

En la tabla 3 nos permite identificar las especies que se han presentado en los bosques secos, tanto como en el Bosque San Agustín de los cerros y en el Bosque protector cerro blanco. Se presencia Lombrices que han estado presentes en ambos bosques secos, tenemos Cochinillas que se encuentran presentes solamente en el Bosque San Agustín de los Cerros, se presencia también los

Milpiés en el Bosque protector Cerro Blanco y los Ciempiés que son especies que están en ambos bosques secos.

Tabla 4.
Identificación de las especies presentes en los bosques secos

Nombre común	Phylum Clase	Orden Familia	Género Especie	Grupo Funcional	Sistemas de uso de Tierra	
					Bosque San Agustín de los Cerros	Bosque protector cerro blanco
Arañas	Arthropoda Arachnida	Araneae gnaphosidae	<i>Gnaphosa</i> -	Depredador	x	
			-	Depredador	x	x
		Araneae lycosidae	-	Depredador	x	
			-	Depredador	x	
		Araneae corinnidae	-	Depredador	x	x
			-	Depredador	x	
		Araneae clubionidae	-	Depredador	x	
		Araneae segestriidae	-	Depredador		x
		Araneae liocranidae	-	Depredador		x
		Araneae oonopidae	-	Depredador		x
Hormigas	Arthropoda insecta	Hymenoptera Formicidae	<i>Lasius L. niger</i>	Omnívoro	x	x
			<i>Monomorium M. minimum</i>	Omnívoro	x	x
			<i>Wasmannia W. auropunctata</i>	Omnívoro	x	x
			<i>Brachymyrmex</i>	Omnívoro	x	
			<i>Crematogaster</i>	Omnívoro	x	
			<i>Forelius</i>	Omnívoro	x	
			<i>Acromyrmex</i>	Herbívoro	x	

Elaborado por: Pozo, 2020

En la tabla 4 se puede manifestar gracias a investigaciones pasadas especies como las arañas que están presentes tanto en el bosque San Agustín de los cerros, como también en el Bosque protector Cerro blanco. Por consiguiente, también están presentes las hormigas en ambos bosques secos tropicales del Sector de la Ciudad de Guayaquil.

Tabla 5.
Tipos de especies presentes en el bosque San Agustín y Cerro blanco

Nombre común	Phylum Clase	Orden Familia	Género Especie	Grupo Funcional	Sistemas de uso de Tierra	
					Bosque San Agustín de los Cerros	Bosque protector cerro blanco
Avispas parasitoides	Arthropoda	Hymenoptera	-	Depredador		x
	Insecta	Braconidae	-	Depredador		x
Termitas	Arthropoda	Isoptera	-	Detritívoro	x	x
	Insecta	Termitidae	-			
Oruga	Arthropoda	Lepidoptera	-	Herbívoro	x	x
	Insecta	-	-			
Escarabajos	Arthropoda Insecta	Coleoptera Staphylinidae	<i>Paederus</i>	Depredador		x
			<i>Rybaxis</i> <i>R. mystica</i>	Depredador	x	x
			<i>Stenus</i> <i>S. cicindeloides</i> <i>Canthon</i>	Depredador		x
			<i>Phyllophaga</i> <i>Phyllophaga</i> <i>sp</i>	Herbívoro	x	x
			-	Omnívoro		x
			-			

Elaborado por: Pozo, 2020

En la tabla 5 nos indica la diversidad de especies presentes en los bosques tropicales secos en los sectores de la Ciudad de Guayaquil, como lo son las avispas parasitoides que estas especies se presenciaron solamente en el Bosque protector Cerro Blanco, también se evidenciaron otras especies conocidas como las termitas,

Oruga y Escarabajos todas estas especies tienen un Phylum clase de Arthropoda Insecta y están presentes en los 2 bosques secos tropicales mencionados.

Tabla 6.
Identificación de las especies en los sistemas de uso de Tierra

Nombre común	Phylum Clase	Orden Familia	Género Especie	Grupo Funcional	Sistemas de uso de Tierra	
					Bosque San Agustín de los Cerros	Bosque protector cerro blanco
Chinchas	Arthropoda Insecta	Hemiptera Lygaeidae	-	Herbívoro	x	
		Blattodea Blaberidae	<i>Pycnoscelus P. surinamensis</i>	Omnívoro	x	x
Cucarachas	Arthropoda Insecta	Blattodea Blattidae	-	Omnívoro	x	x
		Blattodea Blattellidae	-	Omnívoro	x	x
Grillo	Arthropoda Insecta	Orthoptera Gryllidae	<i>Acheta A. domesticus</i>	Omnívoro	x	x
		Orthoptera Gryllidae	<i>Anaxipha</i>	Herbívoro	x	x

Elaborado por: Pozo, 2020

En la tabla 6 se presencia diferentes tipos de especies de los 2 bosques secos tropicales mencionados en la tabla, obteniendo una especie conocida como chinchas, está solo se las ha presenciado en el Bosque San Agustín de los Cerros, por consiguiente se evidenciaron también las especies como los son las cucarachas y los grillos, estas están presentes en los 2 bosques secos tropicales secos de la Ciudad de Guayaquil, conocidos como el bosque San Agustín de los Cerro y en el bosque protector cerro blanco.

4.1.1 Registrar el número total de especies de macrofauna edáfica identificadas para la creación de una línea base con las especies existentes en la zona de estudio para futuros proyectos de investigación.

Tabla 7.

Cuantificación de especies edáfica identificadas en el bosque San Agustín de los cerros

Especies	R1	R2	R3	R4	R5
Lombrices	0	0	2	4	0
Cochinillas	1	0	0	2	0
Milpiés	0	0	0	0	0
Ciempíes	1	0	0	2	1
Arañas	2	1	0	0	3
Hormigas	4	5	8	3	2
Avispas parasitoides	0	0	0	0	0
Termitas	5	2	0	0	4
Oruga	2	0	0	0	3
Escarabajos	0	0	1	3	0
Chinches	0	0	0	0	1
Cucarachas	2	1	0	0	3
Grillo	1	0	0	0	2

Elaborado por: El autor, 2024

En la tabla 7 se puede observar la cuantificación de las especies que se encontraron presentes durante el respectivo análisis del suelo, donde se procedió a recolectar 5 muestras de suelo para cada una de las especies del bosque seco tropical San Agustín de los Cerros.

Tabla 8.

Conteo de las especies presente en el Bosque San Agustín de los Cerros.

Especies	R1	R2	R3	R4	R5
Lombrices	0	0	2	4	0
Cochinillas	1	0	0	2	0
Milpiés	0	0	0	0	0
Ciempíes	1	0	0	2	1

Elaborado por: El autor, 2024

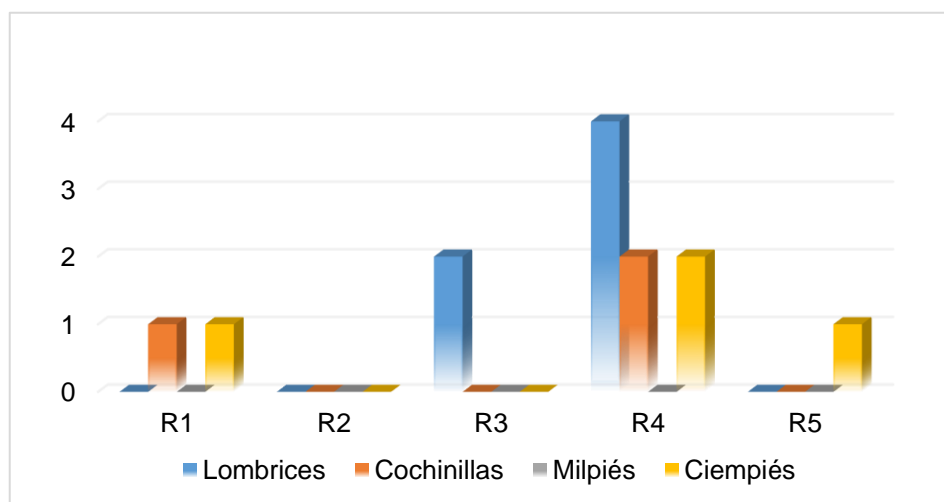


Figura 5. Macrofauna Edáfica del Bosque San Agustín de los Cerros
Elaborado por: El autor, 2024

En la figura 5 se identifica que las lombrices en la primera, segunda y quinta recolección de muestra de suelo no se pudieron presenciar, a su vez en la tercera recolección se encontró 2 y 4 lombrices en la cuarta recolección de la muestra, en las Cochinillas en la segunda, tercera y quinta muestra no se identificaron ninguna de esta especie, a diferencia de la muestra uno que se obtuvo 1 y de la cuarta 2 de esta especie, en cambio en la especie de Milpiés no se presenció ninguna en las 5 recolecciones de muestra y por último en la especie Ciempiés en las únicas muestras donde no se encontraron fueron en la segunda y tercera, por el contrario en las muestras una y cinco tiene 1 de esta especie y en la muestra cuarta se obtuvo una mayor presencia de esta especie.

Tabla 9.

Identificación de las especies presentes en el Bosque San Agustín de los Cerros

Especies	R1	R2	R3	R4	R5
Arañas	2	1	0	0	3
Hormigas	4	5	8	3	2
Avispas parasitoides	0	0	0	0	0

Termitas 5 2 0 0 4

Elaborado por: El autor, 2024

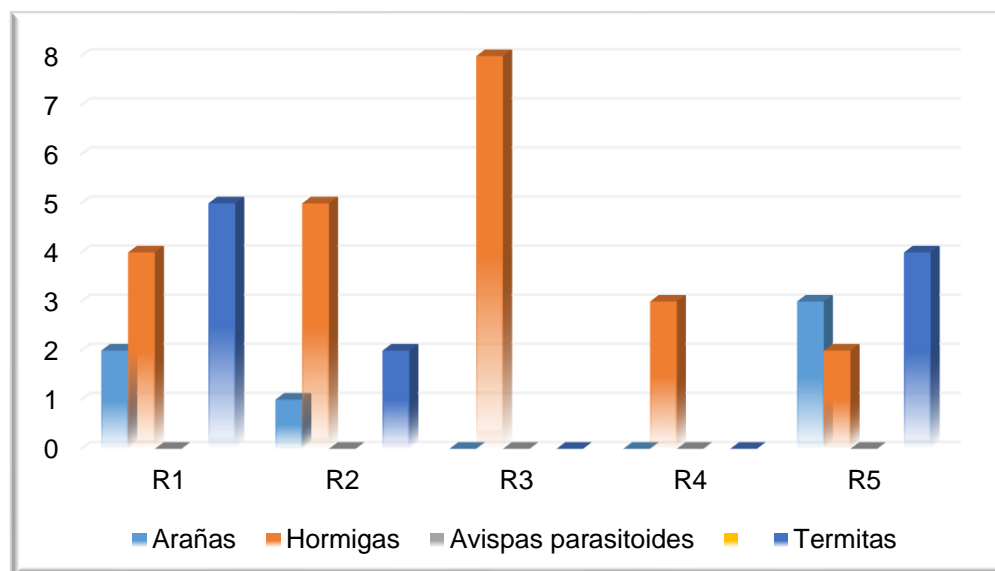


Figura 6. Especies Edáfica del Bosque San Agustín de los Cerros
Elaborado por: El autor, 2024

En la figura 6 se observa la cantidad de especies que recolectaron en cada una de las muestras obtenidas, en las arañas en la tercera y cuarta muestra no se presenciaron ninguna de esta especie, en el caso de la de la primera muestra se tiene 2 arañas, en la segunda muestra 2 de esta especie y en la quinta 3 arañas, por el contrario en las hormigas en todas las muestras se pudieron evidenciar, en la primera 4, en la segunda 5, en la tercera 8, en la cuarta 3 y en la quinta muestra 2 arañas, al contrario de las avispas parasitoides que no se pudo encontrar ninguna especie en las 5 recolecciones de muestra y por último en la termitas en la tercera y cuarta muestra no se encontró ninguna de esta especie, a su vez en la primera muestra se obtuvo 5, en la segunda 2 y en la quinta recolección 4 termitas presentes en el bosque tropical seco San Agustín de los Cerros.

Tabla 10.

Registro de las especies presentes del Bosque San Agustín de los Cerros

Especies	R1	R2	R3	R4	R5
Oruga	2	0	0	0	3
Escarabajos	0	0	1	3	0
Chinches	0	0	0	0	1
Cucarachas	2	1	0	0	3
Grillo	1	0	0	0	2

Elaborado por: El autor, 2024

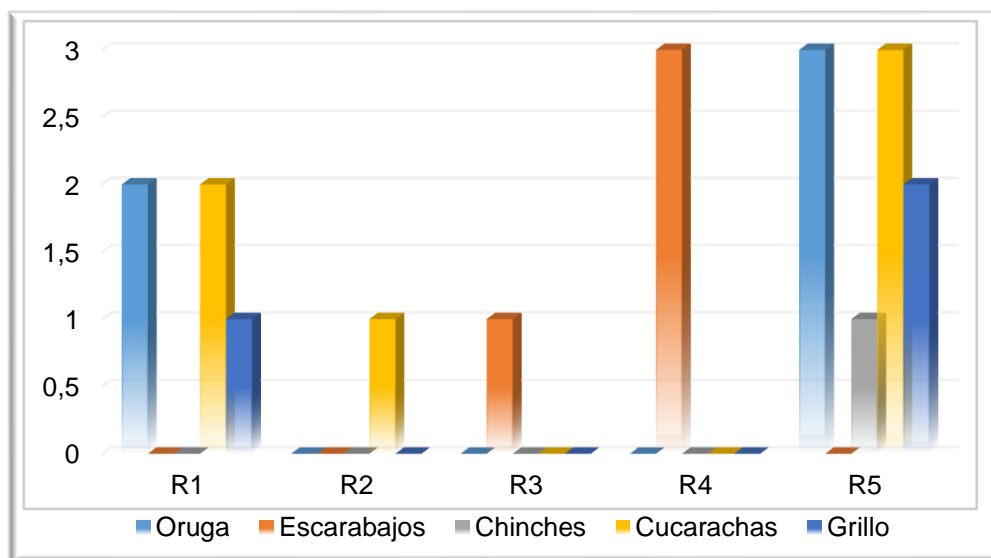


Figura 7. Identificación de las Especies Edáfica del Bosque San Agustín de los Cerros

Elaborado por: El autor, 2024

En la figura 7 se evidencia las Especies Edáficas presentes en el Bosque San Agustín de los Cerros de la Ciudad de Guayaquil, se realizaron 5 recolecciones de muestra donde la segunda, tercera y cuarta recolección no se visualizó ninguna especie de oruga, en el caso de la primera muestra tiene 2 orugas y en la quinta muestra recolectada se identificó 3, de modo similar el escarabajo en la muestra 1, 2 y 5 no se pueden observar ninguna de esta especie, a diferencia de la tercera que obtuvo 1 y en la cuarta muestra con un total de 3 escarabajos presenciados, con

los chinches fue un caso especial debido a que en ninguna de las 4 muestras se las pudo evidenciar, en la única que se pudo identificar la especie chinches fue en la quinta recolección de muestra, en el caso de las cucarachas en las muestras 3 y 4 se obtuvo un total de 0 especies, por el contrario de la primera muestra con un total de 2 cucarachas, en la segunda muestra con 1 y en la quinta muestra con 5 cucarachas identificadas y por último el grillo en las muestras 2, 3 y 4 no se las pudo evidenciar, a su vez la muestra uno obtuvo 1 y en la quinta muestra un total de 2 grillos.

Tabla 11.

Cuantificación de especies edáfica identificadas en el Bosque Protector del Cerro Blanco

Especies	R1	R2	R3	R4	R5
Lombrices	2	1	4	3	5
Cochinillas	0	0	0	0	0
Milpiés	3	2	1	0	0
Ciempíes	4	1	5	2	1
Arañas	1	0	2	3	2
Hormigas	8	3	5	10	4
Avispas parasitoides	1	0	0	2	0
Termitas	4	1	2	3	5
Oruga	1	4	3	1	4
Escarabajos	2	4	2	3	1
Chinches	0	0	0	0	0
Cucarachas	3	2	4	0	1
Grillo	2	0	0	0	3

Elaborado por: El autor, 2024

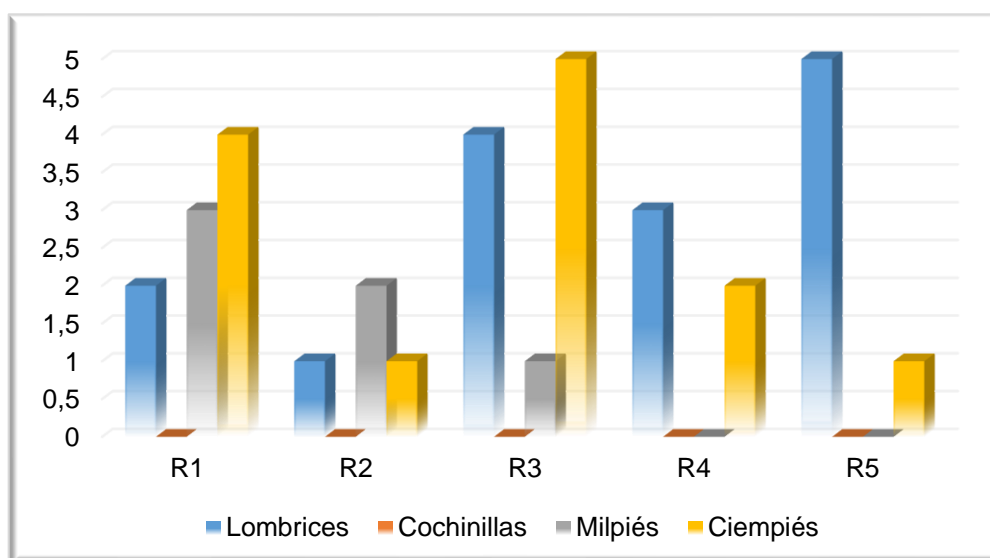
En la tabla 11 se puede observar la cuantificación de las especies que se encontraron presentes durante el respectivo análisis del suelo, donde se procedió a recolectar 5 muestras de suelo para cada una de las especies del bosque seco tropical Protector del Cerro Blanco.

Tabla 12.

Conteo de las especies presente en el Bosque Protector Cerro Blanco

Especies	R1	R2	R3	R4	R5
Lombrices	2	1	4	3	5
Cochinillas	0	0	0	0	0
Milpiés	3	2	1	0	0
Ciempíes	4	1	5	2	1

Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 8.** Macrofauna Edáfica del Bosque Protector Cerro Blanco

Elaborado por: El autor, 2024

En la figura 8 se identifica que las lombrices en la primera muestra se obtuvieron 2, en la segunda 1, a su vez en la tercera recolección se encontró 4, en la cuarta 3 lombrices y en la quinta muestra se evidenciaron 5 lombrices, en el caso de las Cochinillas no se presenciaron ninguna en las 5 recolecciones de muestra, en cambio en la especie de Milpiés tampoco se presenciaron ninguna en la cuarta y quinta muestra, a diferencia de la muestra uno que se obtuvo 3, en la segunda 2 y en la tercera muestra recogida se manifestó 1 de esta especie y por último en la especie Ciempíes se encontraron en la primera muestra 4, en la segunda 1, en la tercera 5,

en la cuarta 2 y en la quinta y última recolección de la muestra se obtuvo 1 Ciempiés.

Tabla 13.

Identificación de las especies presentes en el Bosque Protector Cerro Blanco

Especies	R1	R2	R3	R4	R5
Arañas	1	0	2	3	2
Hormigas	8	3	5	10	4
Avispas parasitoides	1	0	0	2	0
Termitas	4	1	2	3	5

Elaborado por: El autor, 2024

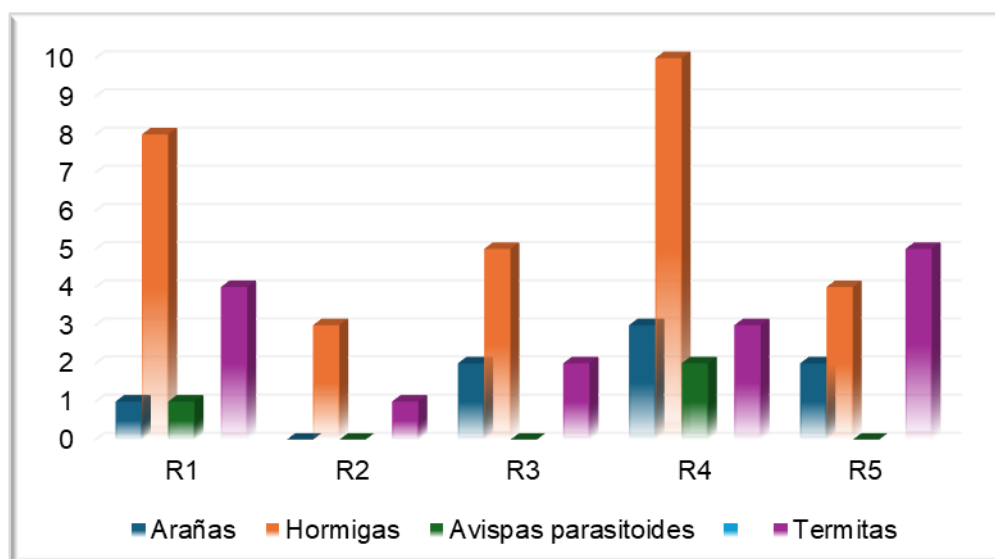


Figura 9. Especies Edáfica del Bosque Protector Cerro Blanco

Elaborado por: El autor, 2024

En la figura 9 se observa la cantidad de especies que recolectaron en cada una de las muestras obtenidas, en las arañas en la segunda no se presenció ninguna de esta especie, en el caso de la primera muestra se tiene 1 araña, en la tercera muestra 2 de esta especie, en la cuarta 3 arañas y en la quinta muestra se obtuvo 2 arañas, a su vez en las hormigas en todas las muestras se pudieron evidenciar, en la primera 8, en la segunda 3, en la tercera 5, en la cuarta 10 y en la quinta muestra 4 hormigas, al contrario de las avispas parasitoides que no se pudo

encontrar ninguna especie en las muestras 2, 3 y 5, en el caso de la primera recolección se manifestó 1 y en la cuarta 2 de esta especie y por último en la termitas en la primera muestra se obtuvo 4, en la segunda 1, en la tercera 2, en la cuarta 3 y en la quinta recolección 5 termitas presentes en el bosque Protector Cerro Blanco.

Tabla 14.

Registro de las especies presentes del Bosque Protector Cerro Blanco

Especies	R1	R2	R3	R4	R5
Oruga	1	4	3	1	4
Escarabajos	2	4	2	3	1
Chinches	0	0	0	0	0
Cucarachas	3	2	4	0	1
Grillo	2	0	0	0	3

Elaborado por: El autor, 2024

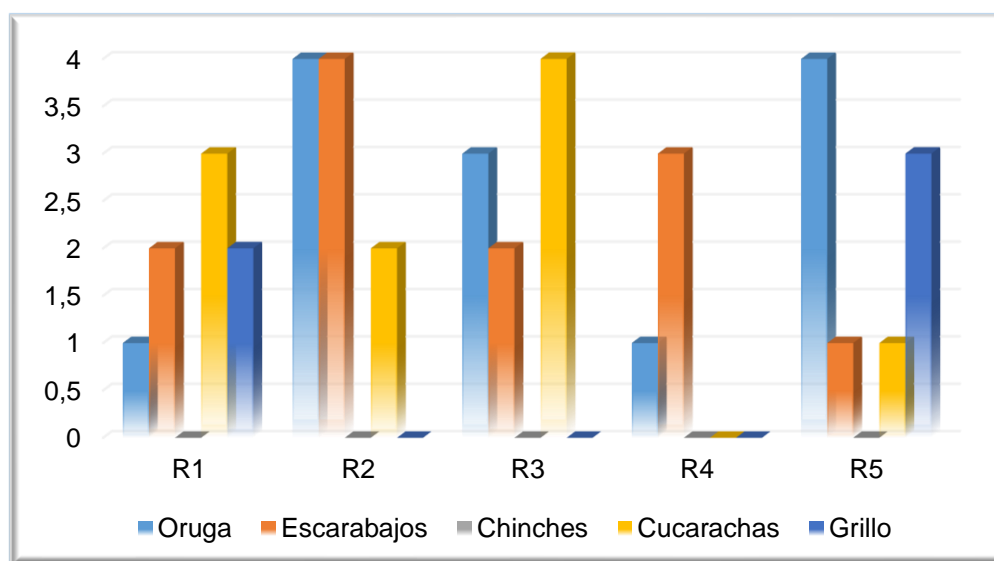


Figura 10. Identificación de las Especies Edáfica Del Bosque Protector Cerro Blanco

Elaborado por: El autor, 2024

En la figura 10 se evidencia las Especies Edáficas presentes en el Bosque Protector Cerro de la Ciudad de Guayaquil, se realizaron 5 recolecciones de muestra donde la primera se identificó 1, en la segunda 4, en la tercera 3, en la

cuarta recolección 1 y en la quinta muestra recolectada se identificó 4 oruga, de modo similar el escarabajo en la primera muestra se presencié 2, en la segunda 4, en la tercera 2, en la cuarta 3 y en la quinta muestra con un total de 1 escarabajo presenciado, con los chinches fue un caso especial debido a que en ninguna de las 5 muestras se las pudo evidenciar, en el caso de las cucarachas en la muestras 4 se obtuvo un total de 0 especies, por el contrario de la primera muestra con un total de 3 cucarachas, en la segunda muestra con 2 y en la tercera muestra con 4 y en la quinta muestra se obtuvo 1 cucaracha y por último el grillo en la muestra 2, 3 y 4 no se las pudo evidenciar, a su vez la muestra uno obtuvo 2 y en la quinta muestra un total de 3 grillos.

Tabla 15.
Identificación y conteo especies de macrofauna edáfica

Nombre común	Clase	Orden	Familia	Total de población
Lombrices	Clitellata	<i>Haplotaxida</i>	<i>Lumbricidae</i>	6
Cochinillas	Insecta	<i>Hemiptera</i>	<i>Armadillidiidae</i>	3
Milpiés	Diplopoda	<i>Spirobolida</i>	<i>Spirobolidae</i>	0
Ciempíes	Chilopoda	<i>Scolopendromorpha</i>	<i>Scolopendridae</i>	4
Arañas	Arachnida	<i>Araneae</i>	<i>Theridiidae</i>	6
Hormigas	Insecta	<i>Hymenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	22
Avispas parasitoides	Insecta	<i>Hymenoptera</i>	<i>Braconidae</i>	0
Termitas	Insecta	<i>Blattodea</i>	<i>Termopsidae</i>	11
Oruga	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Arctiidae</i>	5
Escarabajos	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Dermeestidae</i>	4
Chinches	Insecta	<i>Hemiptera</i>	<i>Lygaeidae</i>	1
Cucarachas	Insecta	<i>Blattodea</i>	<i>Blaberidae</i>	6
Grillo	Insecta	<i>Orthoptera</i>	<i>Gryllidae</i>	3

Elaborado por: El autor, 2024

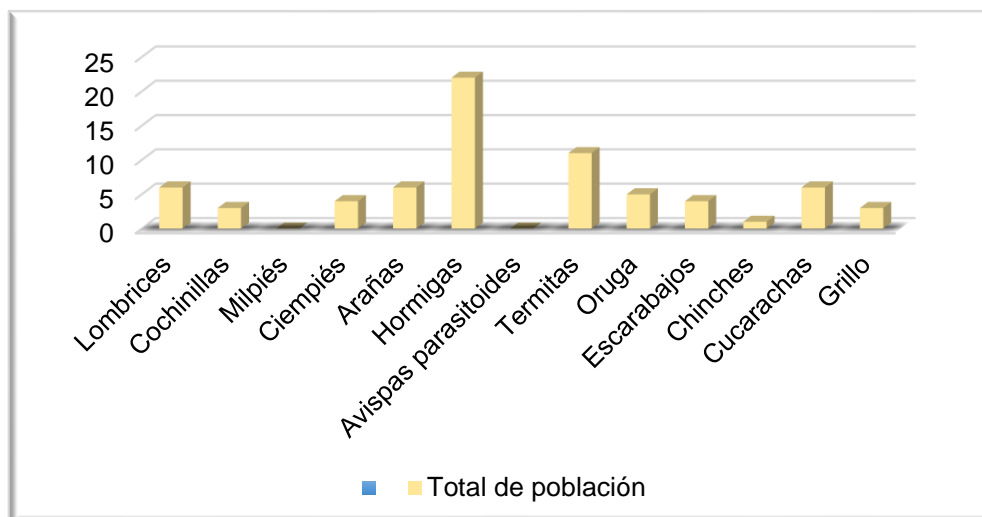


Figura 11. Total, de las especies presentes en el Bosque San Agustín de los Cerros
Elaborado por: El autor, 2024

En la figura 11 se identifica el total de las especies encontradas de todas las muestras obtenidas, dando como resultado al primer lugar a la especie con mayor población que son las hormigas con un total de 22, como segunda especie más poblada tenemos a las termitas con un total de 11, como tercer lugar tenemos a 3 especies que son las arañas, lombrices y cucarachas con un total de 6, como cuarto lugar tenemos a las orugas que se obtuvo una cantidad de 5, a su vez en el quinto puesto se tiene a los ciempiés y a los escarabajos con un total de 4, como sexta especie tenemos a las cochinillas y grillos con un total de 3, en cuanto a la especie menos poblada se tiene a las chinchas con 1 sola presencia y por último a las especies que no se identificaron ninguna población son los milpiés y las avispas parasitoides.

Tabla 16.

Identificación y conteo especies de macrofauna edáfica Del Bosque protector Cerro Blanco

Nombre común	Clase	Orden	Familia	Total de población
Lombrices	Clitellata	<i>Haplotaxida</i>	<i>Lumbricidae</i>	15
Cochinillas	Insecta	<i>Hemiptera</i>	<i>Armadillidiidae</i>	0
Milpiés	Diplopoda	<i>Spirobolida</i>	<i>Spirobolidae</i>	6
Ciempíes	Chilopoda	<i>Scolopendromorpha</i>	<i>Scolopendridae</i>	13
Arañas	Arachnida	<i>Araneae</i>	<i>Theridiidae</i>	8
Hormigas	Insecta	<i>Hymenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	30
Avispas parasitoides	Insecta	<i>Hymenoptera</i>	<i>Braconidae</i>	3
Termitas	Insecta	<i>Blattodea</i>	<i>Termopsidae</i>	15
Oruga	Insecta	<i>Lepidoptera</i>	<i>Arctiidae</i>	13
Escarabajos	Insecta	<i>Coleoptera</i>	<i>Dermeestidae</i>	12
Chinches	Insecta	<i>Hemiptera</i>	<i>Lygaeidae</i>	0
Cucarachas	Insecta	<i>Blattodea</i>	<i>Blaberidae</i>	10
Grillo	Insecta	<i>Orthoptera</i>	<i>Gryllidae</i>	5

Elaborado por: El autor, 2024

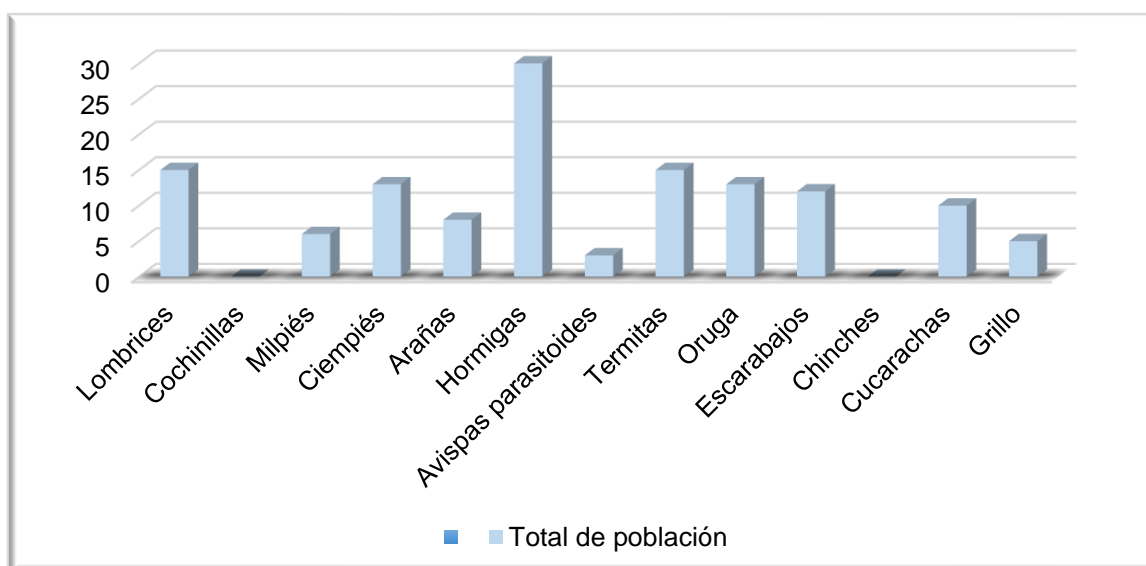


Figura 12. Total, de las especies presentes en el Bosque Protector Cerro Blanco
Elaborado por: El autor , 2024

En la figura 12 se puede manifestar el total de las especies encontradas de todas las muestras obtenidas, dando como resultado al primer lugar a la especie con

mayor población que son las hormigas con un total de 30, como segunda especies más poblada tenemos a las lombrices y termitas con un total de 15, como tercer lugar tenemos a 2 especies que son los ciempiés y oruga con un total de 13, como cuarto lugar tenemos a los escarabajos que se obtuvo una cantidad de 12, a su vez en el quinto puesto se tiene a las cucarachas con un total de 10, como sexta especie tenemos a las arañas con un total de 8, a diferencia del milpiés con una población total de 6, en cuanto a la especie menos poblada se tiene a los grillos con una cantidad de 5 y por último a las especies que no se identificaron ninguna población son las cochinillas y chinches.

Tabla 17.

Total de la población de la población del Bosque San Agustín de los Cerros

Clase	Total de población
Insecta	55
Clitellata	6
Arachnida	6
Chilopoda	4
Diplopoda	0
Total de Especies Recolectadas	71

Elaborado por: El autor, 2024.

En la tabla 17 nos indica las clases que se han identificados en las recolecciones de las muestras, obteniendo la mayor cantidad de población en Insecta con un total de 55, Clitellata con 6, Arachnida con 4 y con la clase de especie que no se presenció ningún tipo de individuo fue Diplopoda, obteniendo una totalidad de 71 especies.

Tabla 18.
Porcentaje de la Población del Bosque San Agustín de los Cerros

Clase	Porcentaje de la población (%)
Insecta	78
Clitellata	8
Arachnida	8
Chilopoda	6
Diplopoda	0
Porcentaje total de las Especies Recolectadas	100

Elaborado por: El autor, 2024

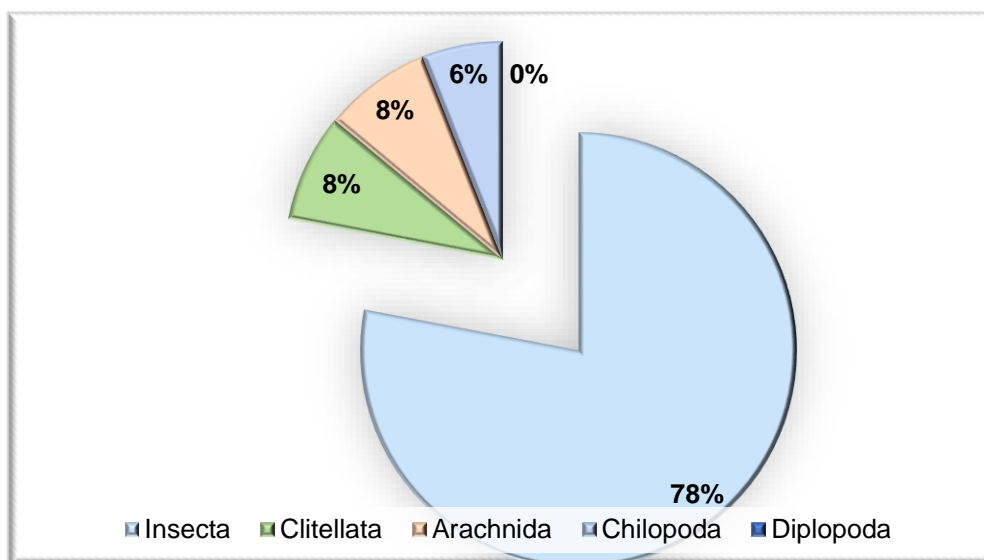


Figura 13. Porcentaje poblacional del Bosque San Agustín de los Cerros
 Elaborado por: El autor, 2024

En la figura 13 se puede observar que de todas las clases presenciadas en el análisis del suelo el mayor porcentaje que se obtuvo fue Insecta con un 78% y el de menor porcentaje fue Chilopoda con un 6%.

Tabla 19

Total de la población de la población del Bosque Protector Cerro Blanco

Clase	Total de población
Insecta	88
Clitellata	15
Chilopoda	13
Arachnida	8
Diplopoda	6
Total de Especies Recolectadas	130

Elaborado por: El autor, 2024

En la tabla 19 nos indica las clases que se han identificadas en las recolecciones de las muestras, obteniendo la mayor cantidad de población en Insecta con un total de 88, Clitellata con 15, Chilopoda con 13, Arachnida con 8 y con la clase de especie que menos población se puede observar fue Diplopoda con 6, obteniendo una totalidad de 130 especies.

Tabla 20.

Porcentaje de la Población del Bosque Protector Cerro Blanco

Clase	Porcentaje de la población (%)
Insecta	68
Clitellata	12
Arachnida	10
Chilopoda	6
Diplopoda	5
Porcentaje total de las Especies Recolectadas	100

Elaborado por: El Autor, 2024.

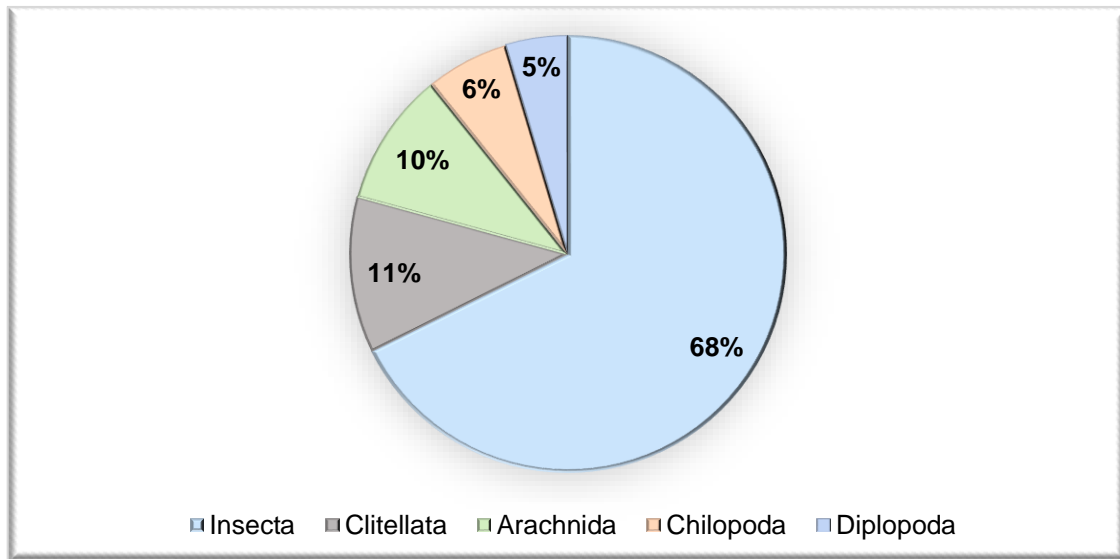


Figura 14. Porcentaje poblacional del Bosque Protector Cerro Blanco

Elaborado por: El autor, 2024

En la figura 14 se puede observar que de todas las clases presenciadas en el análisis del suelo el mayor porcentaje que se obtuvo fue Insecta con un 68% y el de menor porcentaje fue Diplopoda con un 5%.

4.2 Discusión

En el presente trabajo se da a conocer por parte de la hipótesis planteada “Donde se identifica el comportamiento de los 5 tratamientos, su representación significativa en el porcentaje y la concentración de la macrofauna edáfica”

Martens (2021) afirma que el índice de Detritívoros, No Detritívoros refleja un valor próximo a 1 en el caso del bosque y por encima de 1 en el cultivo; no obstante, se observa poca diferencia entre organismos detritívoros y no detritívoros en ambos sistemas de uso. Principalmente para el bosque se constata un predominio de organismos no detritívoros sobre detritívoros, lo cual supone una inestabilidad en el medio edáfico en el momento del muestreo característica que podría ser propia de los climas secos y subhúmedos donde predomina la vegetación poco densa, xerofítica, espinosa, achaparrada además del claro efecto del tipo de vegetación en

cada sistema, a mayor variedad y cantidad de biomasa mayor cobertura del suelo y disponibilidad de alimento.

Según los hallazgos de la investigación llevada a cabo por Cortez (2021), se considera que el uso de la tierra del cerro blanco y San Agustín de los cerros se encuentra en una región de clima desértico, con una precipitación media de solo 343 mm. Los organismos edáficos son altamente dependientes de la humedad en suelo, pero en especial el grupo funcional de detritívoros, la importancia del clima sobre la temperatura y la humedad del suelo, influyendo ambos factores sobre las características de las comunidades de invertebrados terrestres. Los bosques secos tropicales la actividad biológica está fuertemente restringida por la disponibilidad de agua, por ende, en época lluviosa es cuando se manifiesta toda su potencialidad productiva.

Según los resultados de Zambrano (2021) el resultado de esta índice evidencia una inestabilidad del medio edáfico, que impidió un buen desarrollo de toda la trama trófica de la macrofauna, principalmente de los organismos detritívoros, o una característica intrínseca del ecosistema en las condiciones edafoclimáticas particulares de la región y el sitio de estudio.

Mientras que Moran (2015) informa que esta inestabilidad puede estar mayormente atribuida a que el muestreo de la macrofauna en este estudio se condujo a principios del período de lluvias, cuando al parecer todavía no eran óptimas las condiciones de humedad edáfica para el establecimiento de las comunidades de invertebrados del suelo. En este sentido, el estudio corrobora lo planteado en diversas investigaciones sobre la temática, referido a que el momento adecuado de muestreo de la macrofauna debe ser al final del período de lluvias, cuando se encuentran los niveles más altos de actividad de esta fauna.

Según los resultados experimentales de Pozo (2020) obtuvieron que de todas las 5 clases presenciadas en el análisis del suelo el mayor porcentaje que se obtuvo fue Insecta con un 70% y el de menor porcentaje fue Chilopoda con un 5% por el lado del bosque San Agustín de los Cerros. Mientras que por el contrario en se pudo manifestar que de todas las 5 clases presenciadas en el análisis del suelo el mayor porcentaje que se obtuvo fue Insecta con un 60% y el de menor porcentaje fue Diplopoda con un 4%.

5. CONCLUSIONES

La investigación revela una rica diversidad de macrofauna edáfica en los bosques secos tropicales de San Agustín de los Cerros y el Bosque Protector Cerro Blanco, con variaciones significativas en la presencia y cantidad de especies, influenciadas por los microhábitats locales.

En cuanto a los Indicadores de Calidad del Suelo y Conservación, algunas especies, como lombrices y hormigas, actúan como indicadores de la calidad del suelo, lo que es fundamental para la evaluación y manejo sostenible de los bosques secos tropicales, destacando la necesidad de prácticas de restauración que mitiguen los impactos antropogénicos.

Al clasificar las especies en grupos funcionales (detritívoros, depredadores, omnívoros, herbívoros) ayuda a comprender sus roles ecológicos, proporcionando una base sólida para recomendaciones específicas de conservación y manejo que aseguren la salud y estabilidad del ecosistema.

6. RECOMENDACIONES

Desarrollar un programa de monitoreo continuo de la macrofauna edáfica en los bosques secos estudiados. Este programa debería incluir muestreos regulares y análisis de laboratorio para detectar cambios en la composición y abundancia de las especies.

Implementar prácticas de conservación del suelo que fomenten la biodiversidad de la macrofauna edáfica. Esto puede incluir la reforestación con especies nativas, la reducción de actividades antropogénicas dañinas y la promoción de técnicas agrícolas sostenibles.

Fomentar la realización de estudios comparativos adicionales en otros bosques secos y ecosistemas similares en Ecuador.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera M., M., & Silva, J. F. (2012). *Especies y biodiversidad*. Obtenido de Interciencia: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52205383/Aguilera_-_ESPECIES_Y_BIODIVERSIDAD-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1655069172&Signature=e~4wyxGbj1ZTi1Nw7utuPjN9ZvM4016WT8qc9Dhs9wslh73bHk~FXtsO-5UTISqSYrrXfyp1B37LBD9vSf74mvpSbbEkvycBFJy89Uz-bwEEkbqKkeSJPljR
- Aguirre M., Z., Kvist, L. P., & Sánchez T., O. (2006). *Bosques secos en Ecuador y su diversidad*. Obtenido de Caracterización y distribución de los bosques secos: <https://beisa.au.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2011.pdf>
- Almada, M. S., Szwarc, D., Vitti, D., Masin, C., & Cruz, M. S. (29 de agosto de 2019). *Macrofauna edáfica: potencial indicador en suelos con producción algodonera*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_vye41_9_macrofauna_edafica_potencial_indicador_en_suelos_con_produccion_algodonera_0.pdf
- Argota, G., & Coello, H. (2018). Aplicación de la prueba t-Student para la competencia técnica y trazabilidad analítica: ejemplo de estudio. *Revista Campus*, *XXIII*(26), 145-149. doi:<https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/rc/article/view/1370/1110>
- Asociación vida sana. (27 de octubre de 2015). *Microorganismos del suelo y biofertilización*. Obtenido de El suelo, hábitat para la vida: <https://cultivos->

tradicionales.com/upload/file/dossier-5_microorganismos-del-suelo-y-biofertilizacion-2.pdf

Bautista Cruz, A., Etchevers Barra, J., del Castillo, R. F., & Gutiérrez, C. (Mayo de 2004). *Ecosistemas*. Obtenido de La calidad del suelo y sus indicadores: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/572/541>

Benavides, A. R. (mayo de 2011). *Calidad de vida, calidad ambiental y sustentabilidad como conceptos urbanos complementarios*. Obtenido de Fermentum. Revista venezolana de sociología y antropología: <https://www.redalyc.org/pdf/705/70538663003.pdf>

Brown, G. G., Fragoso, C., Barois, I., Rojas, P., Patrón, J. C., Bueno, J., . . . Rodríguez, C. (2001). *Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos*. Obtenido de Acta Zool. Mex: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_SistFiloBioDiverAntrop/julian_bueno/Brown2001.pdf

Cabrera Dávila, G., Socarrás, A. A., Gutiérrez Cubría, E., Tcherva, T., Martínez Muñoz, C. A., & Lozada Piña, A. (2017). *Fauna del suelo*. Obtenido de Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas: http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1454/16/254-283_Libro_Biodiversidad_Cuba_Cap%C3%ADtulo%2014.pdf

Cabrera, G. (octubre de 2012). *La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269125514007.pdf>

- Cañarte , L., & Salazar, F. (24 de febrero de 2017). *Evaluación de la oferta turística de Cerro Blanco en el cantón Guayaquil para generar una propuesta de renovación del atractivo. Tesis de pregrado.* doi:<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7887/1/T-UCSG-PRE-ESP-AETH-361.pdf>
- Carrillo, I. F. (10 de abril de 2017). *La materia orgánica.* Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/803/4/C.%20Materia%20org%C3%A1nica.pdf>
- Chauvín, S. (2007). *La biodiversidad en los ecosistemas: cuadernos para el aula.* Obtenido de <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002707.pdf>
- Cortez, T. (2021). *Valoración económica del servicio ambiental- turístico del bosque protector cerro blanco en un escenario covid-19.* Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.
- Crespo, G. (2013). *Funciones de los organismos del suelo en el ecosistema de pastizal.* Obtenido de Revista cubana de ciencia agrícola: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193029815001.pdf>
- Dávila, G. d. (2018). *Evaluación de la macrofauna edáfica como bioindicador del impacto del uso y calidad del suelo en el occidente de Cuba.* Obtenido de Efecto del cambio y la intensidad del uso de la tierra sobre la macrofauna edáfica: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/88889/1/tesis_grisel_de_la_caridad.pdf
- Dávila, J. L. (2017). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: el sector florícola ecuatoriano.* Obtenido de

<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6095/1/T2562-MRI-Hidalgo-La%20situacion.pdf>

del Puerto Rodríguez, A. M., Suárez Tamayo, S., & Palacio Estrada, D. E. (2014).

Revista cubana de higiene y epidemiología. Obtenido de Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud:
<http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig10314.pdf>

Ecuador, C. d. (20 de octubre de 2008). Obtenido de
https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

Espinoza, L. E. (2011). *Ciencias naturales*. Quito: Grupo Editorial Norma S.A.

Fundación empresas polar. (2017). *El bosque húmedo tropical*. Obtenido de
https://bibliofep.fundacionempresaspolarg.org/media/1280492/es_ciencia_13_b_bosque_humedo.pdf

García Álvarez, A., & Bello, A. (15 de Septiembre de 2004). *Eco-biología del suelo y el compost*. Obtenido de Diversidad de los organismos del suelo y transformaciones de la materia orgánica:
<https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Garcia-y-Bello-2004.pdf>

Ibisch, P. L., Beck, S., Gerkmann, B., & Carretero, A. (enero de 2004). *Ecorregiones y ecosistemas*. Obtenido de
https://www.researchgate.net/publication/292809629_Ecorregiones_y_ecosistemas

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2023). *Censo de Población y Demografía*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/guayaquil-encifras/>

Lang Ovalle, F. P., Pérez Vásquez, A., Martínez Dávila, J. P., Platas Rosado, D. E., Ojeda Enciso, L. A., & González Acuña, I. J. (julio de 2010). *Macrofauna*

- edáfica asociada a plantaciones de mango y caña de azúcar*. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v29n2/2395-8030-tl-29-02-00169.pdf>
- MAE. (4 de Mayo de 2015). *ÓRGANO DEL GOBIERNO DEL ECUADOR*. Obtenido de REFORMA DEL LIBRO VI DE TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155124.pdf>
- MAE. (12 de Abril de 2017). *Código Orgánico Ambiental*. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Martens, K. (2021). *Análisis estructural del bosque seco en el sector “La Tomatera” del valle de Portoviejo*. Jipijapa: Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Mendoza, E. A., Passarino, S. N., Quiroga, C. R., & Suárez, F. M. (2013). *Ecosistemas terrestres*. Obtenido de Escritura en ciencias: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005257.pdf>
- Mensoza, W. (diciembre de 2015). *Residuos sólidos urbanos Cantón Isidro Ayora y su efecto en el medio ambiente propuesta de mejoramiento (Tesis posgrado)*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/26606/1/T-UG-DP-MAA-067.pdf>
- Moran Mendoza, J. E., & Alfaro Gutiérrez, F. R. (Septiembre de 2015). *Diversidad de macrofauna edáfica en dos sistemas de manejo de Moringa oleifera Lam. (Marango) en la finca Sana Rosa, UNA*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp34m829.pdf>
- Moran, J. (2015). *Diversidad de macrofauna edáfica en dos sistemas de manejo de Moringa oleifera Lam. (Marango) en la finca Santa Rosa, UNA*. Managua: Universidad Nacional Agraria.

- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Obtenido de <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Moriana, L. (2 de abril de 2020). *Ecosistemas terrestres y sus características*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-un-ecosistema-terrestre-y-sus-caracteristicas-1102.html>
- Munera, D. M. (junio de 2019). *Macrofauna como medida de impacto asociado con cuatro sistemas de cultivo de plátano, eje cafetero colombiano*. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/09c69c10-ada5-4f57-bb20-3bcf65778291/content>
- Nacional, H. C. (10 de Septiembre de 2004). *CODIFICACIÓN A LA LEY FORESTAL Y DE CONSERVACIÓN DE ÁREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE*. Obtenido de De la conservación de la flora y fauna silvestres: <http://www.iacseaturtle.org/docs/marco/Ecuador/Ecuador%20-%20Ley%20Forestal%20y%20de%20Conservacion%20de%20Areas%20Naturales%20y%20Vida%20Silvestre.pdf>
- Navarrete Segueda, A., Vela Correa, G., López Blanco, J., & Rodríguez Gamiño, M. d. (12 de enero de 2011). *Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo*. Obtenido de <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n80ne/suelo.pdf>
- Núñez, I., González Gaudiano, É., & Barahona, A. (julio de 2003). *La biodiversidad: historia y contexto de un concepto*. Obtenido de Interciencia: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700006#:~:text=La%20biodiversidad%20es%20un%20concepto,escalas%20de%20espacio%20y%20tiempo.

- Organización de Naciones Unidas. (10 de mayo de 2021). *Programa para el medio ambiente*. Obtenido de Efectos de plaguicidas y fertilizantes sobre el medio ambiente y la salud y formas de reducirlos: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEPPF_Sp.pdf
- Ortíz, D. V. (2016). *Fundamentos y procedimientos para análisis físicos y morfológicos del suelo*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10690/1/FUNDAMENTOS%20Y%20PROCEDIMIENTOS.pdf>
- Pinzón Triana, S., Rousseau, G. X., Rocha da Piedade, A., Celentano, D., Correa Zelarayán, M. L., & Braun, H. (2015). *La macrofauna del suelo como indicadora de degradación de bosques ribereños en la amazonía oriental brasilera*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5718198.pdf>
- Potocnik, J. (15 de junio de 2010). *La biodiversidad del suelo: la fábrica de la vida*. Obtenido de https://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/soil_biodiversity_leaflet_es.pdf
- Pozo, J. (2020). *Caracterización de la macrofauna edáfica como bioindicador del impacto de dos usos de la tierra en el centro de apoyo manglaralto*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Pozo, J. (2020). *Caracterización de la macrofauna edáfica como bioindicador del impacto de dos usos de la tierra en el centro de apoyo Manglaralto*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

- Quintanilla, M., Tigre, G., Ramones, A., & Sánchez, Z. (2020). *Los bosques del Ecuador*. Obtenido de Bosques húmedos tropicales: https://www.academia.edu/44163908/LOS_BOSQUES_DEL_ECUADOR
- Rodríguez Eugenio , N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i9183es/i9183es.pdf>
- Royero, S. Y. (2019). *Macrofauna edáfica y características físicas y químicas del suelo en áreas con diferentes sistemas de manejo en el departamento del Atlántico, Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77486/1045681024.2019.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Sánchez, S., & Reines, M. (2001). *Pastos y forrajes*. Obtenido de Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Sanchez-y-Reines-2001.pdf>
- SILEC. (Septiembre de 2012). *LEY DE GESTION AMBIENTAL*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Silva Arroyave, S. M., & Correa Restrepo, F. J. (3 de marzo de 2009). *Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v12n23/v12n23a2.pdf>
- Sistema Integrado de Legislación Ecuatoriana. (10 de Septiembre de 2004). *LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL*. Obtenido de DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

DE LOS SUELOS: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCIÓN-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACIÓN-AMBIENTAL.pdf>

Soler, P. E., Berroterán, J. L., Gil, J. L., & Acosta, R. A. (diciembre de 2012). *Índice valor de importancia, diversidad y similitud florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela*. Obtenido de Agronomía tropical: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003#:~:text=Diversidad%20de%20especies,-Luego%20de%20identificar&text=El%20%20C3%ADndice%20de%20Shannon%20Wiener,abundancia%20\(Magurran%2C%201988\)](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003#:~:text=Diversidad%20de%20especies,-Luego%20de%20identificar&text=El%20%20C3%ADndice%20de%20Shannon%20Wiener,abundancia%20(Magurran%2C%201988)).

Tomas, D. (29 de febrero de 2016). *Los ecosistemas*. Obtenido de https://www.mclibre.org/otros/daniel_tomas/diversificacion/ecosistemas/ecosistemas.pdf

TSBF. (2015). *Protocolo de muestreo para la macrofauna del suelo*. Obtenido de Centro internacional de agricultura tropical: https://suelosandinos.files.wordpress.com/2015/09/ciat-tsb-f-lac-procedimiento_muestreo-macrofauna_suelo-jun-2011.pdf

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (8 de noviembre de 2013). *Índices de diversidad*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/19922305/indices-de-diversidad-28029478>

Universidad Nacional de la Plata. (2 de junio de 2020). *Mantenimiento de espacios verdes*. Obtenido de El suelo: un universo invisible: <https://unlp.edu.ar/frontend/media/98/27598/3f23fc987dbbda82587753c9796000a.pdf>

Universidad para la Cooperación Internacional. (15 de abril de 2010). *Índices biológicos*. Obtenido de

https://www.ucipfg.com/Repositorio/BAAP/BAAP05/Semana2/INDICES_BIOLOGICOS.pdf

Valdez M., C. G., Guzmán L., M. A., Valdés G., A., Forougbakhch P., R., Alvarado V., M. A., & Rocha E., A. (diciembre de 2018). *Estructura y diversidad de la*

vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México.

Obtenido de Revista de Biología Tropical:

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442018000401674#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20Margalef%20(D%20Mg,el%20n%C3%BAmero%20total%20de%20individuos)

[77442018000401674#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20Margalef%20\(D%20Mg,el%20n%C3%BAmero%20total%20de%20individuos](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442018000401674#:~:text=%C3%8Dndice%20de%20Margalef%20(D%20Mg,el%20n%C3%BAmero%20total%20de%20individuos).

Veloz, N. C. (2016). *Determinación de la macrofauna edáfica en distintos usos de suelo en tres agroecosistemas de la comunidad de Naubug*. Obtenido de

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5419/1/TESIS%20MACROFAUNA.pdf>

Vinces, J., Herrarte, A., & Medina, E. (Enero de 2005). *DANALIAS*. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54149687/anova-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54149687/anova-libre.pdf?1502841676=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DANALISIS_DE_LA_VARIANZA_ANOVA.pdf&Expires=1690052389&Signature=ZloKA2wLVWwPZ24sKQOQPrjdEzRZLG4~bRGEK~iRwIjWjWR2jrBLgvH-Oh1rn2s-HHZ)

[libre.pdf?1502841676=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54149687/anova-libre.pdf?1502841676=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DANALISIS_DE_LA_VARIANZA_ANOVA.pdf&Expires=1690052389&Signature=ZloKA2wLVWwPZ24sKQOQPrjdEzRZLG4~bRGEK~iRwIjWjWR2jrBLgvH-Oh1rn2s-HHZ)

[disposition=inline%3B+filename%3DANALISIS_DE_LA_VARIANZA_ANOV](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54149687/anova-libre.pdf?1502841676=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DANALISIS_DE_LA_VARIANZA_ANOVA.pdf&Expires=1690052389&Signature=ZloKA2wLVWwPZ24sKQOQPrjdEzRZLG4~bRGEK~iRwIjWjWR2jrBLgvH-Oh1rn2s-HHZ)

[A.pdf&Expires=1690052389&Signature=ZloKA2wLVWwPZ24sKQOQPrjdE](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54149687/anova-libre.pdf?1502841676=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DANALISIS_DE_LA_VARIANZA_ANOVA.pdf&Expires=1690052389&Signature=ZloKA2wLVWwPZ24sKQOQPrjdEzRZLG4~bRGEK~iRwIjWjWR2jrBLgvH-Oh1rn2s-HHZ)

[zRZLG4~bRGEK~iRwIjWjWR2jrBLgvH-Oh1rn2s-HHZ](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54149687/anova-libre.pdf?1502841676=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DANALISIS_DE_LA_VARIANZA_ANOVA.pdf&Expires=1690052389&Signature=ZloKA2wLVWwPZ24sKQOQPrjdEzRZLG4~bRGEK~iRwIjWjWR2jrBLgvH-Oh1rn2s-HHZ)

Zambrano, A. (2021). *Evaluación de la macrofauna del suelo en plátano en las zonas de Santo Domingo y Esmeraldas*. Santo Domingo: Universidad de las fuerzas armadas.

Zerbino, S., & Altier, N. (5 de septiembre de 2006). *La biodiversidad del suelo: su importancia para el funcionamiento de los ecosistemas*. Obtenido de http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_186.pdf

8. ANEXOS



Anexo 1 Pesaje de muestras



Anexo 2 Muestra de laboratorio



Anexo 3 Tamizaje de muestras con el docente, tutor de investigación.



Anexo 4 Determinación de especies con acompañamiento del docente guía.



Anexo 5 Preparación de muestras, Cerro blanco.



Anexo 6 Muestras de suelo, Bosque San Agustín de los cerros