UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

BIOLOGO

TEMA:

DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS EDÁFICOS Y SU CONTRIBUCIÓN COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO EN EL PARQUE ECOLÓGICO RECREATIVO LAGO AGRIO -PERLA

AUTORES:
MARÍA JAQUELINE ALEJANDRO GÓMEZ
FERNANDA JESENIA CHÁVEZ CHÁVEZ

DIRECTORA DE PROYECTO

VERÓNICA ROCÍO ESPINOZA ZARUMA

LAGO AGRIO - ECUADOR

2021 - 2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quienes suscriben María Jaqueline Alejandro Gómez con C.I. 2100581384 y Jesenia Fernanda Chávez Chávez con C.I. 2100887666, hace constar que son autoras del Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: Diversidad de MACROINVERTEBRADOS EDÁFICOS Y SU CONTRIBUCIÓN COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO EN EL PARQUE ECOLÓGICO RECREATIVO LAGO AGRIO -PERLA, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección de la Tutora de dicho trabajo, PhD. Verónica Rocío Espinoza Zaruma. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Lago Agrio, a los 07 días del mes de julio del 2021.

_____

María Jaqueline Alejandro Gómez

C.I. 2100581384

Jesenia Fernanda Chávez Chávez

C.I. 2100887666

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular Titulado: "DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS EDÁFICOS Y SU CONTRIBUCIÓN COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO EN EL PARQUE ECOLÓGICO RECREATIVO LAGO AGRIO - PERLA"



Firmado electrónicamente por:
GISSELA NATHALI DELA CADENA MENDOZA

Ph.D. De la Cadena Gissela

Presidente del tribunal



Firmado electrónicamente por:
DANNY LUIS URQUIZO

MSc. Urquizo Danny

Miembro del tribunal



Firmado electrónicamente por:
LEANDRO PASCAL MALDONADO ORTIZ

MSc. Maldonado Leandro

Miembro del tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI-PLAGIO

Quien suscribe el presente Dra. Verónica Rocío Espinoza Zaruma con CI: 1720081122, certifica que el Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOSEDÁFICOS Y SU CONTRIBUCIÓN COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO EN EL PARQUE ECOLÓGICO RECREATIVO
LAGO AGRIO -PERLA", ha sido examinado a través del sistema Antiplagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 0 %.

En el cantón Lago Agrio, a los 6 días del mes de julio del 2021

Firmado electrónicamente por:

VERONICA ROCIO ESPINOZA ZARUMA

Dra. Verónica Rocío Espinoza Zaruma

Directora del Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular.

DERECHO DE AUTOR COPYRIGHT

©**2021**, María Jaqueline Alejandro Gómez y Jesenia Fernanda Chávez Chávez

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotras, María Jaqueline Alejandro Gómez y Jesenia Fernanda Chávez Chávez, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autoras, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.

_____

María Jaqueline Alejandro Gómez

C.I. 2100581384

Jesenia Fernanda Chávez Chávez

C.I. 2100887666

DEDICATORIA

A mis padres Leoncio y María quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inspirar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mis hermanos Darío y Cristhian por su apoyo incondicional, durante todo este proceso. A José Andrés por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos.

María Jaqueline Alejandro Gómez

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre Inés y a mi padre Galo, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

Jesenia Fernanda Chávez Chávez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad Estatal Amazónica sede Sucumbíos, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial a la Dra. Verónica Rocío Espinoza Zaruma, tutora de nuestro proyecto de investigación quien nos ha guiado con su paciencia y rectitud como docente. A las autoridades del Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio "PERLA" por permitirnos realizar nuestro trabajo de investigación.

María Jaqueline Alejandro Gómez

Jesenia Fernanda Chávez Chávez

RESUMEN

Los macroinvertebrados edáficos son organismos numerosos que pasan toda o una parte de su vida en el suelo, considerándose ingenieros del ecosistema porque prestan servicios para una mejor calidad de suelo. La presente investigación tuvo la finalidad de determinar la diversidad, abundancia, estructura horizontal (IVI) y su contribución como bioindicadores de la calidad del suelo en dos tipos de bosque (Bosque Primario y Bosque Secundario) del Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio "PERLA". El método aplicado consistió en la extracción de monolitos de 25 x 25 x 30 cm de manera in situ considerando 2 niveles (0-15cm y de 16 a 30cm) siguiendo el protocolo de Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF). Se trazaron 4 transectos de 180 x 4 metros con una distancia de 100 metros entre transectos en los dos tipos de bosque. Dentro de cada transecto se extrajeron 10 puntos de monolitos a una distancia de 20 metros entre cada uno por 2 metros de ancho. Se colectaron todos los macroinvertebrados edáficos a partir de 0.3 cm. Estos fueron preservados en alcohol al 70%, excepto las lombrices que se conservaron en formol al 5% e identificados hasta familia con ayuda de claves taxonómicas. Se obtuvo un total de 727 individuos de macroinvertebrados edáficos distribuidos en 20 órdenes y 47 familias. Las familias Lumbricidae, Julidae y Formicidae fueron las más representativas dentro de los dos tipos de bosque. En el Bosque Primario la familia Lumbricidae presentó un mayor índice de valor de importancia, mientras que en el Bosque Secundario fue Julidae. La diversidad fue media en el Bosque Primario mientras que en el Bosque secundario fue baja. En conclusión, la fauna macro edáfica en este estudio demostró que hay un mejor estado de conservación en el bosque primario que en el secundario, por lo que son buenos bioindicadores ambientales.

Palabras claves: ABUNDANCIA, AMAZONÍA, BIOINDICADORES, DIVERSIDAD, MACROFAUNA EDÁFICA.

ABSTRACT

Edaphic macroinvertebrates are number organisms that spend all part of their life in the soil, considering themselves ecosystem engineers because they provide services for better soil quality. The purpose of this research was to determine the diversity, abundance, horizontal structure (IVI) and their contribution as bioindicators of soil quality in two types of forest (Primary Forest and Secondary Forest) of the Lago Agrio "Perla" Recreational Ecological Park. The applied method consisted of the extraction of monoliths of 25 x 25 x 30 cm, in the area to considering 2 levels (0 – 15 cm and 16 to 30cm) following the Tropical Soil Biology and fertility (TSBF) protocol. Four 180 x 4 meters transects were traced with 100 meters between transects in the two types of forest. Within each transecs,10 monolith points were extracted at 20 meters between each one by 2 meters wide. All edaphic macroinvertebrates were preserved in collected from 0.3 cm. These were preserved in 70 % alcohol, except the worms that were preserved in 5 % formaldehyde and identified up to family with the help of taxonomic keys. A total of 727 individual of edaphic macroinvertebrates were obtained, distributed in 20 orders and 47 families. The families Lumbricidae, Julidae and Formicidae were the most representative within the two types of forest. In the Primary Forest, the Lumbricidae family presented a higher importance value index, while in the Secondary Forest it was Julidae. Diversity was medium in the Primary Forest while in the Secondary Forest it was low. In conclusion, the macro edaphic fauna in this study showed that there is a better state of conservation in the primary forest than in the secondary one, which is why they are good environmental bioindicators.

Keywords: ABUNDANCE, AMAZON, BIOINDICATORS, DIVERSITY, EDAPHIC MACROFAUNA

CONTENIDO

Páginas

RESUMEN viii
ABSTRACT ix
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1. Planteamiento del problema 2
1.2. Objetivos 3
1.2.1. Objetivo General: 3
1.2.2. Objetivos Específicos: 3
1.3. Justificación 4
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 5
2.1. Indicadores de la calidad de suelo. 5
2.2. Importancia funcional de los macroinvertebrados edáficos. 5
2.3. Suelo. 6
2.4. La calidad del suelo. 6
2.5. Antecedentes de trabajos realizados de macroinvertebrados edáficos. 6
2.6. Técnica TSBF. 8
2.7. Análisis Estadísticos 8
2.7.1. Estructura horizontal. 8
2.7.2. Índice de Simpson. 9
2.7.3. Índice de Shannon-Wiener. 9
2.7.4. Índice de Chao 1. 9
2.7.5. Índice de similitud de Jaccard. 10
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 11
3.1. Localización. 11
3.1.1. Ubicación del área de estudio. 11
3.2. Tipo o diseño de investigación. 11
3.3. Métodos de Investigación. 12
3.3.1. Muestreo de macroinvertebrados edáficos. 12
3.3.2. Colecta de muestras de suelo. 13
3.3.3. Reconocimiento Taxonómico. 15

3.3.4. Análisis estadístico......15
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....16
4.1. Riqueza de familias y abundancia presentes en el Bosque Primario y Bosque Secundario del Parque "PERLA"......17
4.2. Abundancia de familias de macroinvertebrados edáficos en el nivel 1 y 2 de cada tipo de bosque del parque "PERLA"......18
4.3 Estructura horizontal de los macroinvertebrados edáficos presentes en el parque "PERLA"......19
4.4 Curva de acumulación de macroinvertebrados edáficos de Parque "PERLA"......20
4.5. Similitud de familias entre el bosque Primario y Secundario......20
4.6. Similitud de los bosques del Parque "PERLA"......21
4.7. Diversidad y abundancia de los macroinvertebrados edáficos presentes en el parque "PERLA"......22
4.8. Análisis de suelo......22
4.9. Discusión.....23
CONCLUSIONES.....26
RECOMENDACIONES.....26
REFERENCIAS.....1

ÍNDICE DE TABLAS

Páginas

Tabla 1-3. Puntos GPS de los dos transectos estudiados. 13

Tabla 2-3. Parámetros para la interpretación de los resultados del análisis del suelo del parque "PERLA" 14

Tabla 3-4. Índice de similaridad de Jaccard entre los dos tipos de bosque del Parque "PERLA". 21

Tabla 4-4. Índice de Shannon-Wiener e índice de Simpson de los macroinvertebrados edáficos del parque "PERLA". 22

Tabla 5-4. Análisis del suelo del Bosque Primario del parque "PERLA". 22

Tabla 6-4. Análisis del suelo del Bosque Secundario del parque "PERLA". 23

ÍNDICE DE FIGURAS

Páginas

Figura 1-2. Esquema del monolito utilizado para la extracción de macroinvertebrados edáficos. 8
Figura 2-3. Mapa de ubicación de los transectos de estudio en el parque PERLA. 11
Figura 3-3. Tamaño del transecto y distribución de punto. 12
Figura 4-4. Representación general del número de familias (%) perteneciente a cada orden de los dos tipos de bosque (BP y BS) del Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio "PERLA”.....16
Figura 5-4. Comparación del número de familias (%) pertenecientes a cada orden del Bosque Primario (BP) y Bosque Secundario (BS) del parque "PERLA”. 17
Figura 6-4. Comparación del número de individuos de macroinvertebrados edáficos de las familias más representativas del nivel 1 del Bosque Primario y Bosque Secundario del parque "PERLA". 18
Figura 7-4. Comparación del número de individuos de macroinvertebrados edáficos de las familias más representativas del nivel 2 del Bosque Primario y Bosque Secundario del parque "PERLA". 19
Figura 8-4. Índice de valor de Importancia (IVI) de los macroinvertebrados edáficos del Bosque Primario y Bosque Secundario del parque “PERLA”. 19
Figura 9-4. Curva de acumulación de familias y estimador Chao 1 del muestreo de los dos tipos de bosques de Parque “PERLA”.....20
Figura 10-4. Riqueza de macroinvertebrados edáficos según el tipo de Bosque. 21

ÍNDICE DE ANEXOS

Páginas

Anexo 1. Fotos de la metodología para macroinvertebrados edáficos. 5
Anexo 2. Tablas de resultados de la metodología. 7

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Los suelos son un recurso principal para varios servicios ecosistémicos que proveen beneficios a la población humana. Estos servicios ecosistémicos contienen el suministro en nutrientes para las plantas ayudando al mantenimiento de la estructura del suelo, regulación del clima (Tapia-Coral et al., 2016). Por lo general se han utilizado grupos de variables para la determinación de la calidad del suelo que son a partir de propiedades físicas, químicas y/o biológicas (Cabrera, 2012).

Desde el punto de vista biológico se toma en cuenta a los macroinvertebrados edáficos como importantes reguladores de muchos procesos del ecosistema (Pardo-Locarno et al., 2006). Tienen beneficios en la conservación de la estructura del suelo. Actúan sobre el microclima, la humedad, la aireación, pueden activar o inhibir la función de los microorganismos y están involucrados en la conservación y ciclado de nutrientes (Chen, 2018).

Por otro lado, los macroinvertebrados edáficos son considerados indicadores de la calidad del suelo debido a que su diversidad, abundancia y funciones están fuertemente ligados al estrés y a cambios ambientales en las condiciones del suelo, asociados a las distintas prácticas de cultivo, labranza, fertilizantes y plaguicidas, entre otras (Rendón et al., 2011).

En este trabajo se realizó un estudio de riqueza y abundancia para determinar la diversidad de macroinvertebrados edáficos. Esto servirá para fortalecer el inventario de especies en el Parque Recreativo Lago Agrio “PERLA”, permitiendo tomar decisiones para dar cumplimiento con los objetivos planteados.

En el capítulo uno se presenta el planteamiento del problema en el que se da a conocer las principales necesidades que presenta el parque “PERLA”, de igual manera se detalla los objetivos que se desea cumplir con la investigación, finalmente de describe la justificación en la que se da respuestas del ¿Por qué? y ¿para qué? se está realizando el estudio de Diversidad de Macroinvertebrados Edáficos y como estos contribuyen como bioindicadores en la calidad del suelo.

En el capítulo dos se exhiben los antecedentes de investigaciones similares que se hayan desarrollado a nivel nacional y países vecinos, ya sean hechos en trabajos de grado, artículos científicos, revistas científicas y libros, ya que en el parque "PERLA" no se han desarrollado investigaciones referidas a los macroinvertebrados, así mismo, se detalla la fundamentación teórica como sustento a la investigación.

En el capítulo tres se expone la metodología de investigación en la que se muestra la localización del parque "PERLA" objeto de estudio, así mismo se analiza el diseño y métodos de la presente investigación utilizados para obtener información verídica sobre la diversidad de macroinvertebrados, para así dar cumplimiento con los objetivos específicos y proceder al describir el análisis e interpretación de la información obtenida.

En el capítulo cuatro se presenta el análisis de resultados con las tablas de las especies identificadas a nivel de orden y familia, además se ejecutó la aplicación del índice de Shannon-Wiener y el índice de Simpson que determinan la abundancia y diversidad de los macroinvertebrados edáficos. Además, se realizó el estimador de Chao1 y el índice de similitud de Jaccard. Se discutió los datos obtenidos comparando con otros trabajos publicados y así concluir sobre la diversidad de especies de macroinvertebrados edáficos y su contribución como bioindicador en la calidad del suelo dentro de los dos bosques estudiados del "PERLA".

1.1. Planteamiento del problema

¿Cuáles son las especies de macroinvertebrados edáficos que contribuyen como bioindicadores de la calidad de suelo del Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio "PERLA"?

Los macroinvertebrados son altamente sensibles a perturbaciones que pueden afectar en el funcionamiento del ecosistema convirtiéndolos en buenos indicadores del impacto humano sobre el ambiente (Morales-Marquéz & Sarmiento, 2002; Carlosama & Mora, 2014).

La falta de identificación de los indicadores de la calidad del suelo actualmente es un problema mundial, esto se debe a la importancia del recurso para la producción vegetal y para la alimentación animal y humana. Por lo general, se han utilizado un grupo de variables para predecir la calidad del suelo, a partir del estado de sus propiedades físicas y química

(Cabrera, 2012). A nivel del Ecuador existen pocos estudios sobre macroinvertebrados edáficos. En la provincia de Sucumbíos especialmente en el parque "PERLA" no cuenta con estudios sobre macroinvertebrados edáficos y su contribución como bioindicadores de calidad de suelo, solo cuenta con estudios enfocados en la diversidad de la flora, y por tal motivo se realizó la presente investigación aportando con registros de diversidad, abundancia y su contribución como bioindicadores, para lo cual se utilizó la Metodología del Programa de Investigación Internacional Biología y Fertilidad del Suelo Tropical (TSBF) y muestreo de suelos en los dos ecosistemas presentes en el parque "PERLA".

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General:

- Determinar la diversidad de macroinvertebrados edáficos y su contribución como bioindicadores de la calidad del suelo en el Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio "PERLA"

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Identificar taxonómicamente los macroinvertebrados edáficos en cada uno de los ecosistemas muestreados.
- Determinar las características estructurales de las comunidades de macroinvertebrados edáficos encontrados.
- Establecer la contribución de los macroinvertebrados edáficos como bioindicador de la calidad de suelos en los dos ecosistemas estudiados del parque "PERLA".

1.3. Justificación

La diversidad de los macroinvertebrados edáficos son relevantes debido a que son reguladores de varios procesos del ecosistema. Los macroinvertebrados edáficos poseen beneficios principalmente en la composición del suelo, trabajan sobre el microclima, la humedad y la aireación (Moreno & Ortiz, 2015). Tienen la posibilidad de activar o inhibir la capacidad de los microorganismos y permanecen relacionados en la conservación y ciclado de nutrientes (Morales-Márquez et al., 2002).

Sin embargo, con el tiempo las condiciones del ecosistema del suelo han sufrido por las perturbaciones provocados por el hombre afectando negativamente al ecosistema con respeto a su funcionalidad y a los procesos ecológicos (Rendón et al., 2011). Se ha registrado la reducción de la copiosidad y el decrecimiento de las sociedades edáficas, donde predominan las especies capaces de tolerar el estrés y los taxones disminuyen o desaparecen (Trávez, 2020).

Los macroinvertebrados edáficos forman parte de un recurso natural que puede manejarse para contribuir a la sostenibilidad de los ecosistemas. Lo que desempeñan un papel clave en los procesos que determinan la fertilidad y la composición física del suelo, regulando de esta forma propiedades de disponibilidad de nutrientes para las plantas (Carlosama & Mora, 2014).

En el Ecuador, en la parte en la región Amazónica, existen pocos estudios sobre macroinvertebrados edáficos como bioindicadores de la calidad del suelo de un ecosistema, especialmente en la provincia de Sucumbíos. Es por este motivo que se realizó la investigación en el Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio “PERLA”, para determinar la diversidad de macroinvertebrados edáficos y como están contribuyendo como bioindicadores de la calidad del suelo. A la vez se entregó la información obtenida a las autoridades del Parque “PERLA” sobre la diversidad de macroinvertebrados edáficos existentes en ese ecosistema.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los macroinvertebrados edáficos comprende de organismos numerosos que pasan toda o una parte de su vida en la hojarasca, interior o superficie del suelo (Brown et al., 2001). Dentro de los macroinvertebrados edáficos se encuentran las lombrices de tierra (Oligochaeta, Haplotaxida), cochinillas (Isopoda), mil pies (Diplopoda), ciempiés (Chilopoda), arañas (Araneae), y variedad de insectos tales como: termitas (Isoptera), hormigas (Hymenoptera, Formicidae), cucarachas (Dictyoptera, Blattaria), escarabajos (Coleoptera), larvas de moscas (Diptera), chinches y salta hoja (Hemiptera) y grillos (Orthoptera) (Cabrera, 2019). Interviene en los ciclos de los nutrientes, en la regulación de la dinámica de la materia orgánica, secuestro de carbono, en la regulación de gases de efecto invernadero y a su vez modifican su estructura de la materia orgánica (Chen, 2018).

2.1. Indicadores de la calidad de suelo.

Los macroinvertebrados edáficos son los ingenieros del ecosistema que prestan servicios para una mejor calidad de suelo (Morales-Márquez et al., 2002). La protección del suelo es prioritaria a nivel mundial, lo cual es necesario contar con indicadores que permitan evaluar su calidad. El desarrollo de tales indicadores debe hacerse con base a las funciones del suelo que se evalúan considerando aquellas propiedades químicas como la presencia de materia orgánica, nitrógenos, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre, zinc (Carlosama & Mora, 2014).

2.2. Importancia funcional de los macroinvertebrados edáficos.

La importancia de la macrofauna reside en su función en el suelo y en los ecosistemas. Su papel en el funcionamiento e interacción con las propiedades físicas y químicas del suelo ha llevado a que algunos grupos de macrofauna sean utilizados como bioindicadores, desintegran, unen y trasladan el suelo a través de la creación de pasillos, compartimientos y sitios de ingesta de alimentos que al mezclar con materia orgánica se convierten en abono (Hernández, 2018). Dentro de la clasificación de la fauna edáfica son considerados de importancia porque regulan la población microbiana responsables de la mineralización y

humificación, participan en el proceso de intercambio de gases, reciclaje de materia orgánica y la liberación de nutrientes (Pozo, 2020; Chumbe, 2018).

2.3. Suelo.

El suelo está formado por partículas orgánicas y minerales producto de procesos de desintegración. Es un recurso importante porque en el habitan diversidad de organismos permitiendo el desarrollo de la vegetación. Brinda varios servicios ecosistémicos como: generar nutrientes a la vegetación y hábitat de la macrofauna edáfica (Catuto, 2015).

2.4. La calidad del suelo.

Es la capacidad específica que tiene un suelo para funcionar dentro de los límites del ecosistema, para sostener o mejorar la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua, y sostener la salud humana y el hábitat (Arequipa, 2017a). Puede cambiar en corto plazo, de acuerdo con el uso y prácticas de manejo. La evaluación de la calidad del suelo permite revertir el deterioro en dicha funcionalidad ecosistémica (Santos, 2016).

2.5. Antecedentes de trabajos realizados de macroinvertebrados edáficos.

Según Rendón, Artunduaga, Ramírez, Quiroz & Gamboa (2011) para el muestreo del monolito emplearon la técnica propuesta por Instituto de Fertilidad y Biología de Suelos Tropicales (TSBF). Encontraron la mayor cantidad de macroinvertebrados edáficos en los primeros 10 cm para las tres condiciones evaluadas: pasto, mora y aguacate y disminuyó con la profundidad. Encontraron que los macroinvertebrados que más sobresalieron fueron los artrópodos, especialmente Formicidae y Coleoptera (p. 5795 - 5799).

Según García, Ramírez & Sánchez (2014) determinaron la riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de suelo: cultivos varios, fincas agropecuarias, sistema silvopastoril y un pastizal. Se colectaron 1025 individuos: el mayor valor le corresponde al sistema silvopastoril con 653 individuos, le sigue el pastizal con 186, luego las fincas

agropecuarias con 114 individuos y el uso de cultivos varios con 73 individuos, por lo que los mayores valores de densidad y biomasa se obtuvieron en los sistemas menos perturbados, siguiendo el gradiente: silvopastoril-pastizal-fincas, agropecuarias-cultivos y varios. Demostraron que los distintos usos de la tierra, el grado de perturbación e intensidad del manejo influyeron en la estructura y la abundancia de la macrofauna edáfica (p. 315-320).

Según Rojas, Montero & Álvaro (2016) evaluaron la diversidad y relación suelo-rol funcional de los macroinvertebrados edáficos de ecosistemas de los municipios de Chimichagua, Chiriguaná y La Jagua de Ibirico del departamento del Cesar. Emplearon la metodología del programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF). Las variables para evaluar fueron: biomasa, densidad, diversidad, equitatividad y factores fisicoquímicos del suelo (pH, P, C, N, K, arcilla). Determinaron que la composición taxonómica comprendió 3 Phylum, 7 clases, 16 órdenes y 35 familias. En la biomasa de la población de macroinvertebrados muestreados, la biomasa de los tres municipios totalizó 277,31 g; los grupos más importantes fueron Haplotaxida (40,5%), Coleoptera (26,15%), Araneae (9,66%) y Polydesmida (7,51%). Concluyeron que los de Hymenoptera e Isoptera estuvieron en mayor densidad en este estudio, especialmente en ecosistemas con características ambientales de suelo seco a semiseco, poca vegetación, las del orden más frecuentes en el estudio fueron: Coleópteros, Araneae e Hymenoptera. Las familias con mayor número de individuos fueron Formicidae y Termitidae (p. 210-223).

El estudio de Cabrera, Rivero, Hernández, Ponce, & Sánchez (2017) determinaron la composición, la riqueza y la abundancia de la macrofauna, esto lo realizaron a nivel taxonómico de familia. La recolecta lo realizaron durante los años 2009 y 2013, solo en la estación lluviosa. Para la recolección de la macrofauna aplicaron la metodología estándar descrita por el Programa de Biología y Fertilidad del Suelo Tropical o TSBF. En las curvas de rango/abundancia para la riqueza observada y la estimada por Bootstrap, se encontró una riqueza superior de familias de la macrofauna en los sistemas que ofrecen una mayor cobertura al suelo, tales como: los bosques primarios (Bp), los bosques secundarios (Bs) y los sistemas agroforestales (Sa); en comparación con aquellos que tienen un mayor efecto perturbador sobre el suelo, en este caso: los pastizales (P), los cañaverales (C), los cultivos varios (Cv) y los agroecosistemas urbanos (Au) (p. 119-121).

2.6. Técnica TSBF.

El programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) es una técnica estándar para la recolección de macroinvertebrados edáficos que consiste en la extracción de monolitos (25 x 25 x 30 cm) (Figura 1-2), esta técnica ayuda a evaluar la abundancia y diversidad de macroinvertebrados de tierra a nivel local y de paisaje en ecosistemas tropicales (Moreira et al., 2012).

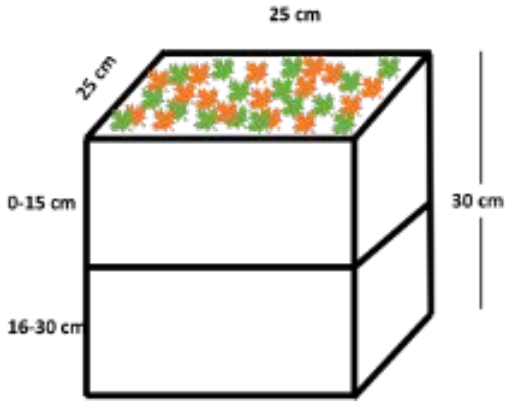

Figura 1-2. Esquema del monolito utilizado para la extracción de macroinvertebrados edáficos.

2.7. Análisis Estadísticos

2.7.1. Estructura horizontal.

Cuantifica la participación de cada especie con relación a las demás y muestra cómo se distribuyen espacialmente. Este aspecto puede ser determinado por los índices de densidad, dominancia y frecuencia (Aguirre et al., 2017).

En donde presenta las siguientes fórmulas:

Densidad (D) #ind/ superficie*:* $\frac{\text{número de individuos por especie}}{\text{total del área}(m^2)\text{ muestreada}}$

Densidad relativa (DR) %: $\frac{\text{número de individuos por especie}}{\text{número total de individuos}} x100$

Frecuencia relativa (FR) %: $\frac{\text{frecuencia absoluta de la especie}}{\text{sumatoria total de las frecuencias absolutas}} \text{x}100$

Índice de valor importancia (IVI) %: $\frac{DR+FR}{2}$

2.7.2. Índice de Simpson.

$$\lambda = \Sigma pi^{2}$$

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie (i) dividido entre el número total de individuos de la muestra. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Moreno, 2001).

2.7.3. Índice de Shannon-Wiener.

$$H' = -\Sigma pi \ln pi$$

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2011).

2.7.4. Índice de Chao 1.

Este índice nos permite comparar la riqueza observada y la riqueza estimada, y así determinar cuántas especies faltan por registrar en esa comunidad (Mejía, 2017)

2.7.5. Índice de similitud de Jaccard.

Este índice se basa en la relación de presencia- ausencia entre el número de especies comunes en dos áreas y en el número total de especies. Este índice se expresa de la siguiente manera:

$$ISJ = [c / (a+b+c)]100$$

Dónde

ISJ = Índice de Semejanza de Jaccard

a = número de especies exclusivas de la comunidad A

b = número de especies exclusivas de la comunidad B.

c = número de especies comunes para ambas comunidades.

Se multiplica por 100 dado a que este índice se expresa en porcentaje la semejanza entre comunidades (Badii et al., 2008).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

3.1.1. Ubicación del área de estudio.

El Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio "PERLA" se encuentra ubicado en la parroquia Nueva Loja, cantón Lago Agrio, Provincia de Sucumbíos en las coordenadas de 00º 06.705' N, 76º 54.716' W con una altitud de 289 m s. n. m. (Figura 2-3). Contiene un total de 110 hectáreas, 20 de ella destinadas al área administrativa y las 90 hectáreas restantes para la recuperación y conservación del lugar. En su interior se encuentra la laguna y el Bosque Protector (Astudillo, 2019).

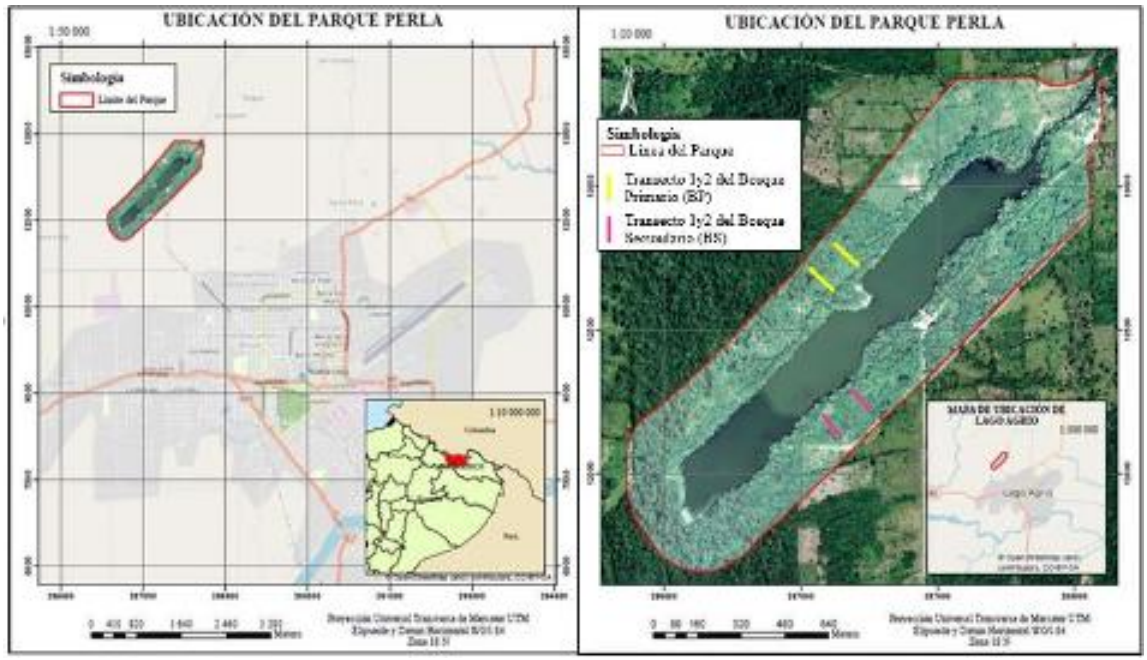

Figura 2-3. Mapa de ubicación de los transectos de estudio en el parque "PERLA".

3.2. Tipo o diseño de investigación.

En el presente trabajo de investigación se empleó el diseño descriptivo - cuantitativo ya que nos permite comparar e identificar las especies de macroinvertebrados edáficos que

ayudan como bioindicadores en calidad de suelo dentro del ecosistema del Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio –"PERLA".

Se obtuvo la estructura horizontal, los índices Shannon-Wiener, Simpson, Índice de Chao 1 y el Índice e similitud de Jaccard de la comunidad de macroinvertebrados edáficos, además se realizó la comparación entre las dos comunidades estudiadas para determinar la calidad del suelo. La información que se obtuvo fue tabulada y comparada sobre la diversidad de macroinvertebrados edáficos y la composición del suelo de los dos tipos de bosque.

3.3. Métodos de Investigación.

3.3.1. Muestreo de macroinvertebrados edáficos.

La metodología que se aplicó para determinar la diversidad de macroinvertebrados edáficos fue la del Programa de Investigación Internacional Biología y Fertilidad del Suelo Tropical (TSBF) (Cabrera & Iborra, 2018). La técnica consistió en la extracción de monolitos de 25 x 25 x 30 cm (Anexo 1, foto 4-5) considerando 2 niveles (0-15cm y de 16 a 30cm). Se realizó 4 transectos de 180 x 4 metros con una distancia de 100 metros entre transectos (Anexo 1, foto 1-3). Dentro del transecto la ubicación de las trampas fue de manera alternada iniciando el punto 1 a la derecha del transecto (a 2 m de ancho) y la trampa 2 a 20 metros de la primera, ubicada a la izquierda (Figura 3-3).

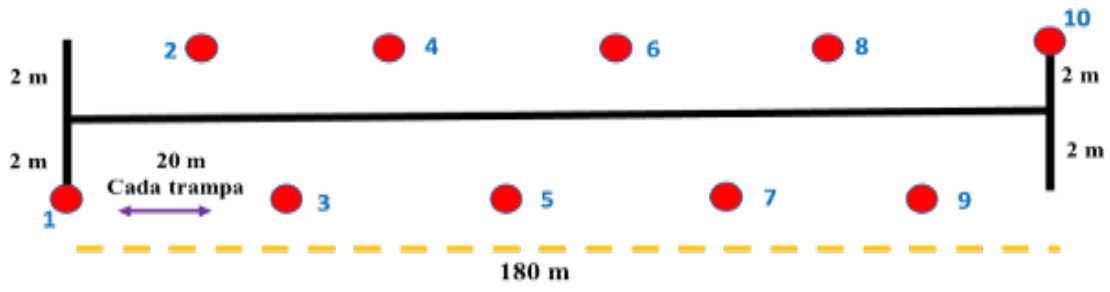

Figura 3-3. Tamaño del transecto y distribución de punto.

Se colocaron 2 transectos en el Bosque Secundario cerca del área de administración (BS) y 2 transectos en el Bosque Primario (BP) que se encuentra pasando la laguna, los cuales fueron georreferenciados (Tabla 1-3). En total se colocaron 20 trampas por tipo de bosque. Para la colecta en cada sitio se utilizó una ficha de registro (Anexo 1, foto 6).

Tabla 1-3. Puntos GPS de los dos transectos estudiados.

Transeptos (T)	Puntos	Bosque secundario (BS)	Bosque primario (BP)
1	1	N 00*06´41.5´´ / W 076*54´40.8´´	N 00*03´54.1´´ / W 077*20´01.1´´
	10	N 00*06´40.9´´ / W 076*54´41.1´´	N 00*03´56.3´´ / W 077*20´03.7´´
2	1	N 00*06´37.2´´ / W 076*54´47.4´´	N 00*03´46.4´´ / W 077*20´08.3´´
	10	N 00*06´31.0´´ / W 076*54´50.0´´	N 00*03´44.2´´ / W 077*20´10.1´´

Se colectaron todos los macroinvertebrados edáficos a partir de 0.3 cm. Éstos fueron preservados en alcohol al 70 %, excepto las lombrices que se conservaron en formol al 5 % (Cabrera & Iborra, 2018). Cada submuestra de la trampa, fueron colectadas en fundas ziploc con su respectiva etiqueta y guardados en un cooler. Se mantuvieron las muestras en frio para luego ser identificadas (Anexo 1, foto 7-9).

3.3.2. Colecta de muestras de suelo.

Para la colecta de muestras de suelo se siguió los protocolos de Agrocalidad (2018), se colectaron las submuestras de suelos de cada nivel de los puntos: Bosque Secundario del T1:P10 y P2, T2: P3 y P1; Bosque Primario T1: P5 y P2, T2: P3 y P9, siendo T=transecto, P=punto dentro del transecto. Seguidamente se homogeneizaron todas las submuestras del nivel 1 y aparte las del nivel 2 de los transectos de cada tipo de bosque. Posteriormente se colocó sobre un plástico limpio, se dividió en cuatro partes iguales y se separó dos opuestas (Anexo 1, foto 10-12). Se repitió el procedimiento hasta que se llegó a obtener la muestra total de 1 kilogramo de cada nivel de los dos tipos de bosque, 2 muestras del Bosque Primario y 2 del Bosque Secundario con un total de 4 muestras.

Cada muestra recolectada se introdujo en una bolsa plástica hermética, con el cuidado de no contaminar ni mezclar muestras diferentes. Se etiquetó cada muestra y se colocó en otra bolsa plástica hermética totalmente cerrada. Para la etiquetada de la muestra se tomó los siguientes datos (Anexo 1, foto 13).

Se entregó al laboratorio de Agrocalidad para que sea enviado cuanto antes al laboratorio en Tumbaco en donde realizaron el análisis correspondiente. Los parámetros para el análisis de las propiedades químicas del suelo son las siguientes: pH, Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K) y Materia Orgánica (M.O.) (Garrido, 1993). Para la interpretación de los resultados de los análisis de suelo se basó en los parámetros establecido por Agrocalidad (Tabla 2-3).

Tabla 2-3. Parámetros para la interpretación de los resultados del análisis del suelo del parque "PERLA"

Parámetro	M.O. (%)	N (%)	P (cmol/kg)	K (cmol/kg)
Bajo	< 1,0	< 0,15	< 8,0	< 0,20
Medio	1,0 – 2,0	0,15 – 0,30	8,0 – 14,0	0,20 – 0,38
Alto	> 2,0	> 0,30	> 14,0	> 0,38

pH

Ácido	Ligeramente ácido	Prácticamente neutro	Ligeramente alcalino	Alcalino
≤ 5,5	>5,5 – 6-5	>6,5 – 7,5	>7,5 – 8,0	>8,0

Fuente: Agrocalidad (2021)

3.3.3. Reconocimiento Taxonómico.

Para la identificación taxonómica de los macroinvertebrados edáficos se realizó a nivel de órdenes y familias por sus principales características morfológicas, mediante descripciones taxonómicas y libros, para el cual se utilizó la Introducción y guía visual de artrópodos de Ribera, Melic & Torralba (2015), Amazon Insects de Castner (200), Borror and Delong's Introducction to the Study of Insects de Triplehorn & Johnson (2005), Latin American Insects and Entomology de Hogue (1993)en donde se los clasificó por grupos y se identificó mediante claves dicotómicas de los grupos encontrados. En la manipulación de los especímenes se empleó pinzas entomológicas de punta fina para no estropear a las especies recolectadas.

3.3.4. Análisis estadístico.

Toda la información recopilada de macroinvertebrados edáficos fue ingresada en el programa de Microsoft Excel donde fue creando bases de datos la misma que fue organizada en filas y columnas para después analizar en los programas estadísticos respectivos.

Para determinar la diversidad, abundancia y la eficiencia de muestreo se aplicó los índices de diversidad de Shannon-Wiener, Simpson y el Índice de Chao 1. Dichos análisis se realizaron en el programa estadístico de libre acceso EstimateS 9.1.0. Además, para conocer la semejanza de familias entre los dos tipos de bosques (Bosque Primario y Bosque Secundario), se empleó el Índice de similitud de Jaccard utilizando el programa de libre acceso Past versión 4.03 que se basa en la presencia – ausencia entre el número de especies comunes en las dos áreas (Badii et al., 2008). Se realizó igual los cálculos de la Estructura horizontal que comprende de la densidad, frecuencia e Índice de valor de importancia (IVI).

Para la determinación de la diversidad de macroinvertebrados edáficos nos basamos en la información de Medrano, Hernández, Corral & Nájera (2017) este indica que el índice de Shannon-Wiener normalmente varía en una escala de 1 a 5, denominando a los valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3.5 media y superiores a 3.5 como diversidad alta.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio "PERLA" se recolectaron los macroinvertebrados edáficos en los dos transectos colocados en cada tipo de bosque: Bosque Primario (BP) y Bosque Secundario (BS), en donde todos los individuos de macroinvertebrados edáficos fueron identificados hasta el nivel de orden y familia. Se obtuvieron 727 individuos de macroinvertebrados edáficos distribuidos en 20 órdenes y 47 familias (Anexo 2, Tabla 1). Los órdenes más representativos fueron: Coleoptera con 11 familias (23%), Araneae con 6 familias (13%), Blattodea con 5 familias (11%) y finalmente el orden Polydesmida con 4 familias (9%), los otros órdenes representan un porcentaje inferior al 6% (Figura 4-4.)

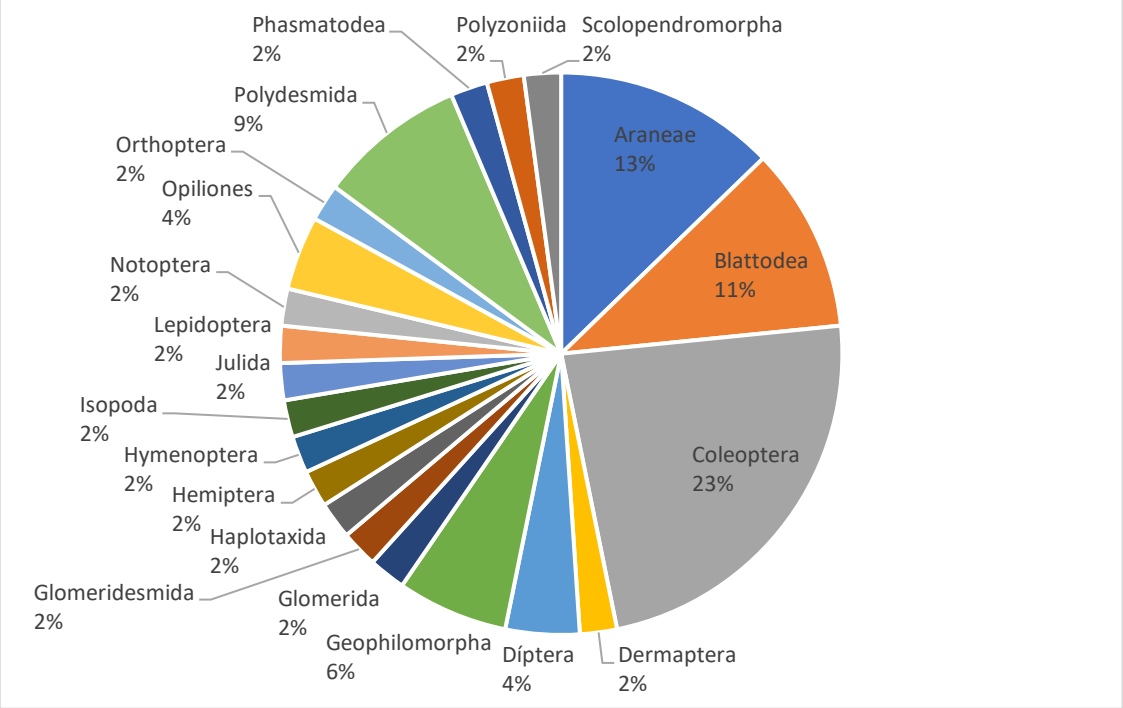

Figura 4-4. Representación general del número de familias (%) perteneciente a cada orden de los dos tipos de bosque (BP y BS) del Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio "PERLA".

4.1. Riqueza de familias y abundancia presentes en el Bosque Primario y Bosque Secundario del Parque “PERLA”.

En el parque “PERLA” dentro del Bosque Primario (BP) se obtuvieron un total de 345 individuos, distribuidos en 19 órdenes y 41 familias (Anexo 2, Tabla 2). En cambio, en el Bosque Secundario (BS) se colectaron un total de 382 individuos, los cuales están distribuidos en 16 órdenes y 29 familias (Anexo 2, tabla 3). Los órdenes: Coleoptera, Blattodea, Araneae, Geophilimorpha y Polydesmida fueron los más representativos en cada tipo de bosque diferenciándose por su porcentaje en número de familias.

Los órdenes en el Bosque Primario fueron: Coleoptera con 9 familias (22%), Araneae con 5 familias (12%), Blattodea y Polydesmida con 4 familias (10%) y finalmente Geophilimorpha con 3 familias (7%). Al igual en el Bosque Secundario los órdenes: Coleoptera con 7 familias (24%), seguido el orden Blattodea con 4 familias (14%), Geophilimorpha con 3 familias (10%), por último, Araneae y Polydesmida con 2 familias (7%) (Figura 5-4).

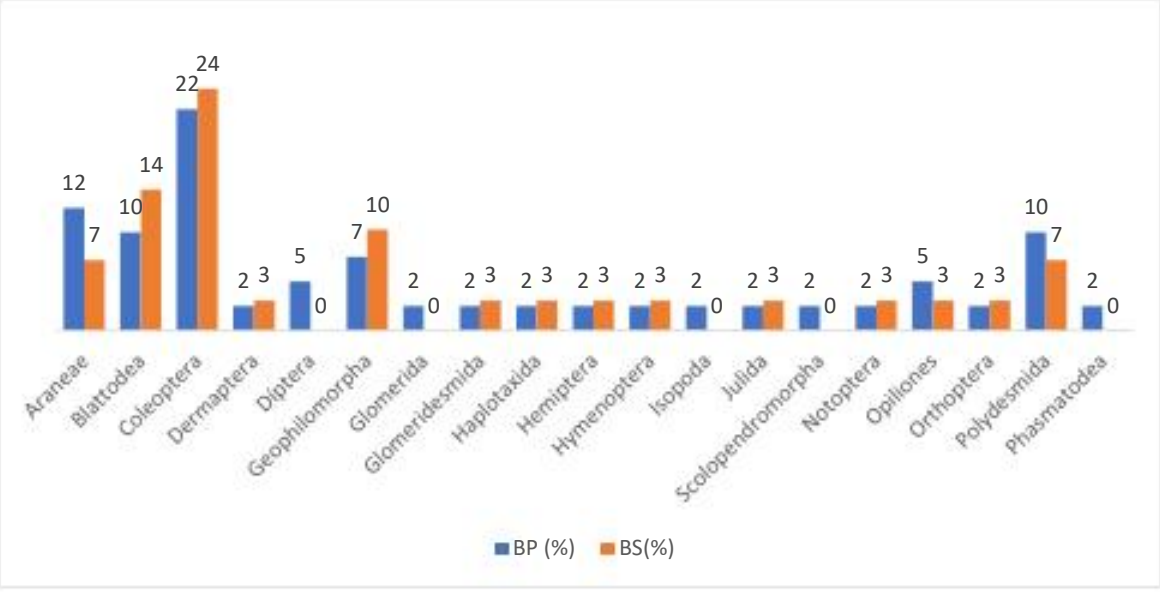

Figura 5-4. Comparación del número de familias (%) pertenecientes a cada orden del Bosque Primario (BP) y Bosque Secundario (BS) del parque "PERLA”.

4.2. Abundancia de familias de macroinvertebrados edáficos en el nivel 1 y 2 de cada tipo de bosque del parque "PERLA".

En los dos tipos de bosque se extrajeron macroinvertebrados edáficos tanto del nivel 1 (0-15 cm) como del nivel 2 (16- 30 cm). Se presenció que el nivel 1del Bosque Primario existió mayor cantidad de individuos de la familia Lumbricidae (97 ind) a diferencia del Bosque Secundario que fue la familia Julidae (176 ind) cada una de estas familias fueron las más representativas para cada tipo de bosque por la mayor cantidad de individuos (Figura 3). Sin embargo, Lumbricidae fue la segunda más dominante en el bosque secundario con 67 individuos.

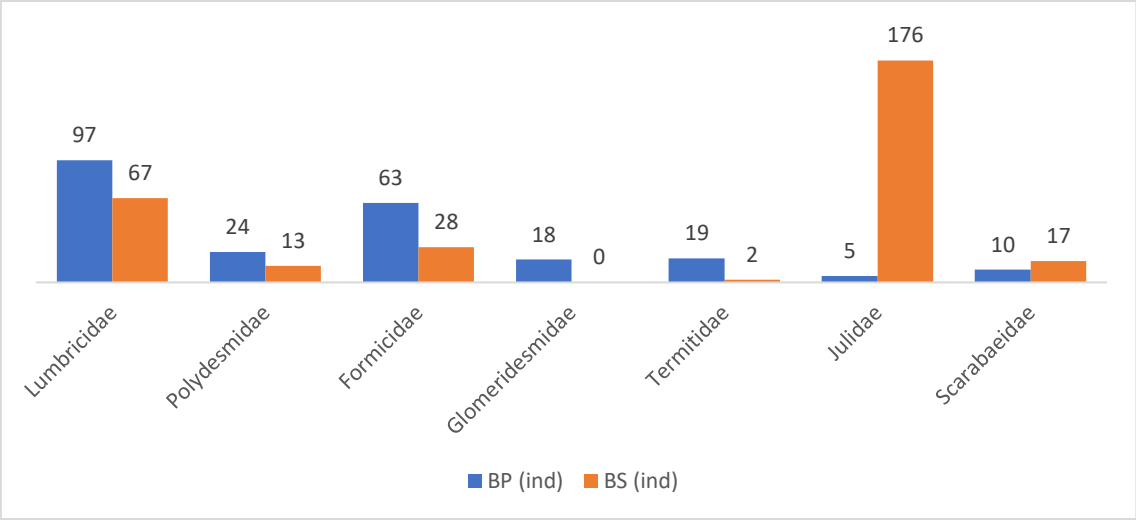

Figura 6-4. Comparación del número de individuos de macroinvertebrados edáficos de las familias más representativas del nivel 1 del Bosque Primario y Bosque Secundario del parque "PERLA".

En el nivel 2 (16- 30 cm) tanto del Bosque Primario y Secundario se encontraron individuos de familias: Lumbricidae y Geophilidae siendo Lumbricidae la más dominante en Bosque Primario con 9 individuos. En el bosque primario se hallaron mayor cantidad de individuos de la familia Termitidae (12 individuos), pero no presentó individuos de la familia Polydesmidae a diferencia que, en el BS si se encontraron individuos de dicha familia, en cambio no hubo presencia de la familia Termitidae encontrándose familias únicas en el nivel 2 en cada tipo de bosque (Figura 7-4).

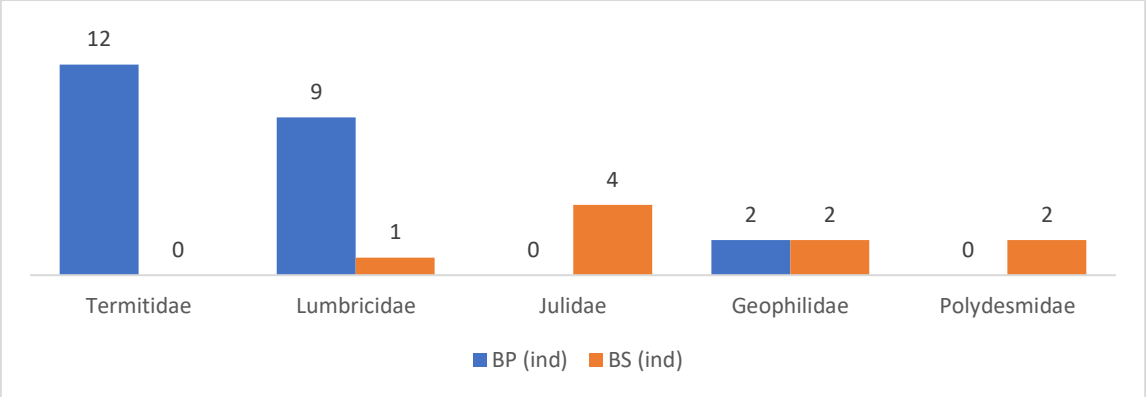

Figura 7-4. Comparación del número de individuos de macroinvertebrados edáficos de las familias más representativas del nivel 2 del Bosque Primario y Bosque Secundario del parque "PERLA".

4.3 Estructura horizontal de los macroinvertebrados edáficos presentes en el parque "PERLA".

En el Bosque Primario indica que las familias con mayor índice de valor de importancia (IVI) fueron: Lumbricidae (21,38%), Formicidae (13,64%) y Polydesmidae (7,24%). En cambio, en el Bosque Secundario fueron las familias Julidae (31,61%), Lumbricidae (16,53%) y Scarabaeidae (7,86%) (Figura 8-4).

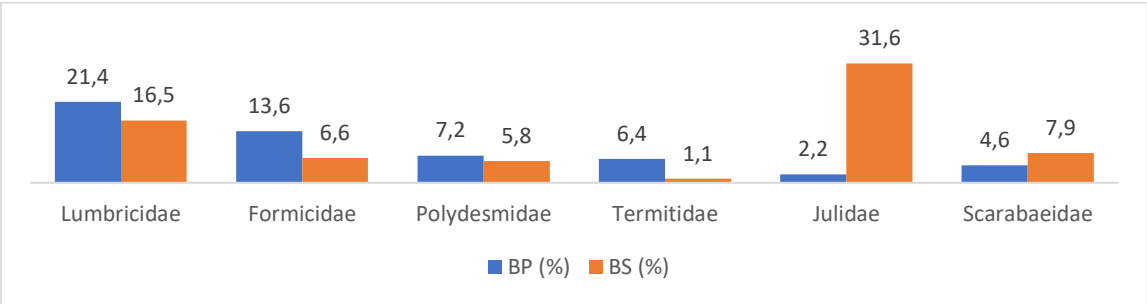

Figura 8-4. Índice de valor de Importancia (IVI) de los macroinvertebrados edáficos del Bosque Primario y Bosque Secundario del parque "PERLA".

4.4 Curva de acumulación de macroinvertebrados edáficos de Parque "PERLA".

Los cuatro transectos de los dos tipos de bosques del parque "PERLA" que fueron muestreados alcanzaron una efectividad de muestreo del 73%. Según el estimador Chao1 se esperaba obtener una riqueza de 64 familias, lo cual solo se registraron 47 familias (Figura 9-4), es decir que con el esfuerzo de muestreo no se obtuvo la riqueza total de macroinvertebrados edáficos que se encuentran en el Parque "PERLA".

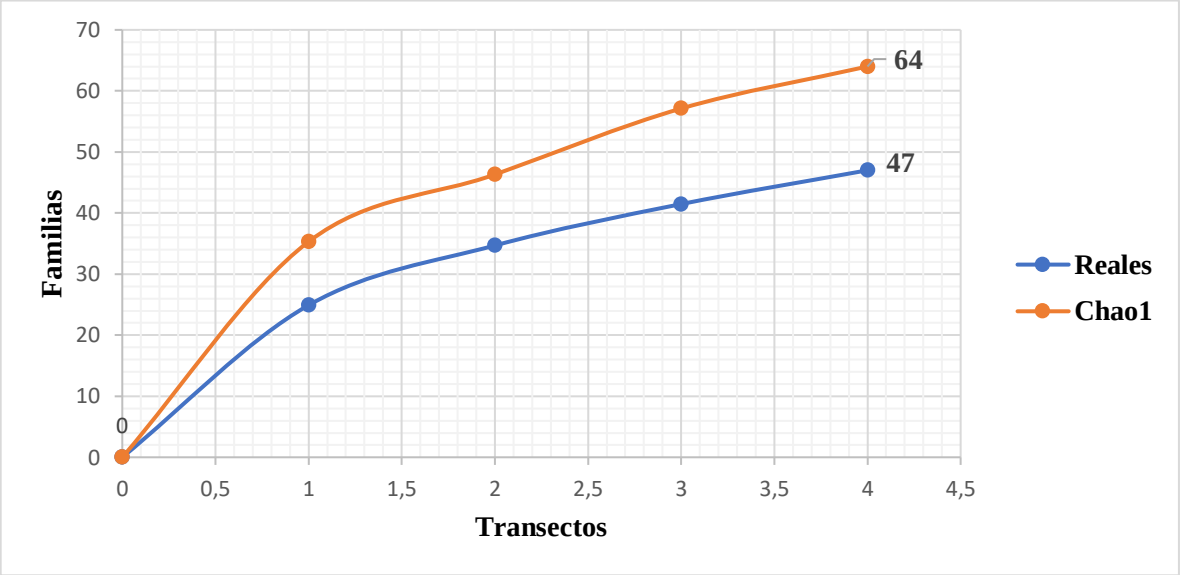

Figura 9-4. Curva de acumulación de familias y estimador Chao 1 del muestreo de los dos tipos de bosques de Parque "PERLA".

4.5. Similitud de familias entre el bosque Primario y Secundario.

De las 47 familias registradas con la metodología del Programa de Investigación Internacional Biología y Fertilidad del Suelo Tropical (TSBF), se determinó que 18 familias son familias únicas del Bosque Primario siendo la más abundante Glomeridae con 4 individuos. En el caso del Bosque Secundario encontramos 6 familias únicas para este tipo de bosque, entre ellas la más representativa fue Blaberidae con 3 individuos y finalmente 23

familias se encuentran presentas en ambos tipos de bosques, siendo Julidae con 185 individuos la más abundante (Figura 10-4).

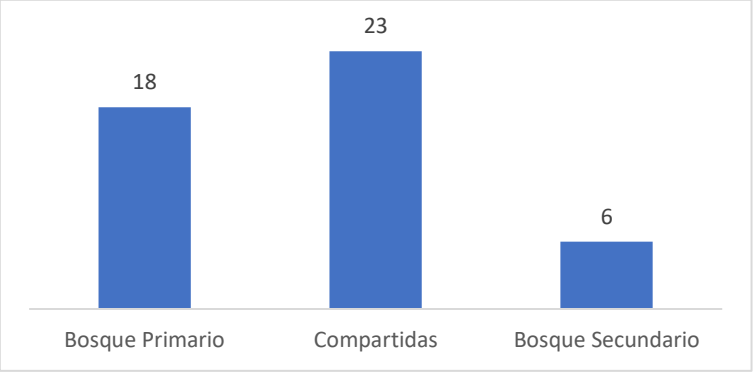

Figura 10-4. Riqueza de macroinvertebrados edáficos según el tipo de Bosque.

4.6. Similitud de los bosques del Parque "PERLA".

El índice de similitud de Jaccard nos permitió determinar la semejanza entre los dos tipos de bosques. Los cálculos fueron con base a los datos obtenidos de las familias de macroinvertebrados edáficos encontrados en los dos tipos de bosque del Parque "PERLA". Los resultados obtenidos arrojaron una similitud media de 49% entre el Bosque Primario y el Bosque Secundario, debido a que el número de familias únicas presentes entre los dos tipos de bosques es mayor con una mínima diferencia al número de familias compartidas (Tabla 3-4).

Tabla 3-4. Índice de similaridad de Jaccard entre los dos tipos de bosque del Parque "PERLA".

	Bosque Primario	**Bosque Secundario**
Bosque Primario	100%	49%
Bosque Secundario	49%	100%

4.7. Diversidad y abundancia de los macroinvertebrados edáficos presentes en el parque "PERLA".

Se realizó cálculos de diversidad y abundancia mediante la aplicación de los índices de Shannon-Wiener y el índice de Simpson. De acuerdo con el criterio mencionado anteriormente, los resultados del presente estudio nos indicaron que el Bosque Primario (2.56) presenta una diversidad media a diferencia en el Bosque Secundario (1,98) nos indicó una diversidad baja. Según el Índice de Simpson en el Bosque Primario nos dio un valor de 0,85 siendo el ecosistema con mayor abundancia en individuos seguido el bosque secundario con 0,73 presentando una abundancia media (Tabla 4-4).

Tabla 4-4. Índice de Shannon-Wiener e índice de Simpson de los macroinvertebrados edáficos del parque "PERLA".

Índices	Bosque Primario (BP)	Bosque Secundario (BS)
Shannon- Weaver	2,56	1,98
Simpson	0,85	0,73

4.8. Análisis de suelo.

Los análisis de suelo del Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio "PERLA" siguiendo los parámetros de Agrocalidad (Tabla 2) indicaron que, el Bosque Primario tanto en el nivel 1 como en el nivel 2 presentaron un pH de suelo ligeramente ácido. Además, presentó una alta cantidad en Nitrógeno (N), Materia orgánica (MO), Fosforo (P) y en Potasio (K) fue bajo para el nivel 1 y medio para el nivel 2 (Tabla 5-4).

Tabla 5-4. Análisis del suelo del Bosque Primario del parque "PERLA".

Profundidad	pH	M.O (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)
Nivel 1 (0-15cm)	5,87	8,55%	0,43%	28,8	0,18
Nivel 2 (16-30cm)	5,84	6,24%	0,31%	71,0	0,20

Fuente: Agrocalidad (2021).

En el Bosque Secundario los resultados mostraron un pH ácido en los dos niveles de suelo. En Nitrógeno y Materia orgánica se encontraron con un porcentaje alto a diferencia que el fosforo está en un valor medio y el Potasio en cantidades bajas (Tabla 6-4).

Tabla 6-4. Análisis del suelo del Bosque Secundario del parque "PERLA".

Profundidad	pH	M.O (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)
Nivel 1 (0-15cm)	5,43	8,16%	0,41%	8,9	0,17
Nivel 2 (16-30cm)	5,46	4,67%	0,23%	8,1	0,11

Fuente: Agrocalidad (2021)

4.9. Discusión

Los resultados obtenidos en los dos transectos de 180 x 4mde cada tipo de bosque en el Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio referente a la población de los macroinvertebrados edáficos se han identificado 20 órdenes y 47 familias entre los dos bosques, siendo mayores en comparación al estudio de Cabrera & López (2018) con tan solo una salida a campo presentaron un total de 34 familias pertenecientes a 18 órdenes obtenidos de tres transectos de 50 m de longitud en cada tipo de bosque (bosque helechal y bosque vallecito). Dentro del Bosque Primario y Bosque Secundario se encontraron mayores individuos denominados detritívoros (Lombrices, milpiés, cucarachas, entre otros) similar al estudio de Cabrera-Dávila, Socarrás-Rivero, Hernández-Vigoa, Ponce de León-Lima, & Sánchez-Rendón (2017) que presentaron igualmente los dos tipos de bosque con mayor representatividad de detritívoros y esto fue debido a que se presenta mayor materia orgánica en descomposición (Cabrera-Dávila et al., 2017). En el nivel de 0-15 cm se encontraron mayor número de macroinvertebrados edáficos en los dos tipos de bosque (BS y BP) relacionándose con la investigación de Jiménez et al. (2001); Rojas, Montero & Zequeira (2016) y Rendón, Artunduaga, Ramírez, Quiroz & Gamboa (2011), donde establecieron que la macrofauna se encontraba mayoritariamente en la parte superior del suelo por la alta cantidad de materia orgánica (MO) y entre mayor es la profundidad menor será la cantidad de macrofauna edáfica.

La familia Julidae (176 ind) presentó mayor cantidad de individuos en el Bosque Secundario, esto es debido a que su abundancia es mayor en días con lluvia a diferencia del Bosque Primario que se encontraron pocos individuos ya que la colecta fue en días soleados. Esto concuerda con el trabajo de Bueno-Villegas (2012) donde también encontró una mayor abundancia de individuos de esta familia en días lluviosos. Según los trabajos de Ruiz (2007) y Melic (2015) mencionaron que los ecosistemas que tienen una intervención humana son las abundantes los diplópodos. Al igual que, Trujillo et al. (2006) y Zelarayán (2014)

mencionaron que la presencia de Julidae en zonas abiertas intervenidas está relacionada a la disponibilidad de materia orgánica debido a la presencia de mayor regeneración vegetal. Con todos estos antecedentes creemos que fue el motivo para encontrar una mayor cantidad de individuos de la familia Julidae en el Bosque Secundario. Adicionalmente, en el estudio de Pinzón et al. (2014) encontraron también una mayor abundancia de Julidae en el bosque ribereño del río Grande que presenta degradación en su ecosistema.

En el índice de valor de importancia (IVI) del Bosque Primario no entra la familia Termitidae dentro de las tres familias con mayor importancia a pesar de poseer mayor abundancia (31 ind) que la familia Polydesmidae (24 ind), debido a su menor frecuencia de distribución en los puntos de los dos transectos del Bosque primario. En los dos tipos de bosque se encontró a la familia Lumbricidae teniendo un IVI alto ya que se encontró distribuida a lo largo de los 4 transectos (Bosque primario 106 individuos y bosque secundario 68 individuos) presentando similitud al estudio de Ruiz-Cobo, Feijoo & Rodríguez (2010), que presenciaron una mayor cantidad de Lumbricidae en siete sistemas de uso de terreno. Esta alta cantidad de individuos de Lumbricidae se debe al pH que en el primer nivel (0 – 15 cm) fue ligeramente ácido y según Ríos (2003) esto favorece a la abundancia de lombrices y al tener un pH ácido en bosque secundario la abundancia disminuyó. Según Guggenberger, Haumaier, Thomas & Zech, (1996) mencionó que las lombrices son organismos con una participación importante en la disponibilidad de fósforo a las plantas y a otros organismos permitiendo un hábitat adecuado para una abundante presencia de diversidad de macroinvertebrados edáficos, es por este motivo que se encontró en el Bosque Primario mayor abundancia de macroinvertebrados y cantidad de fósforo. Al igual que, Huerta et al. (2008) menciona que el lugar con mayor ordenes de macroinvertebrados edáficos son aquellos que presentan cantidades altas de Nitrógeno, Fósforo y Materia Orgánica, creemos que este sería el motivo para que en el Bosque Primario hayamos encontrado 19 órdenes con 41 familias en comparación al Bosque Secundario que se encontró 16 órdenes con 29 familias.

Sin descartar, en su abundancia y diversidad de los macroinvertebrados presentes en el parque “PERLA”, el Bosque Primario contó con una diversidad media y una abundancia alta

debido a que presenta una mayor cobertura vegetal y materia orgánica, según lo mencionado por Brévault et al. (2007) a diferencia del Bosque Secundario que presentó una diversidad baja y abundancia media debido a que contiene una menor cobertura vegetal por intervención humana. Al igual Cabrera (2012) y Navarrete, Vela, López & Rodríguez (2011), mencionaron que las lombrices de tierra las consideran como bioindicadores por eso tienden a prevalecer en ambientes húmedos, no compactados y con alto contenido de materia orgánica y el cual corresponde con los hábitats conservados. De igual manera, Arequipa (2017) comenta que la presencia de esta macrofauna edáfica genera beneficios en la estructura del suelo y al estar en presencia a actividades antrópicas sus poblaciones disminuyen debido a su alta sensibilidad porque se reduce la calidad de suelo. Se pudo inferir que el Bosque Primario del parque “PERLA” por sus características físico-químicas del suelo dan el ambiente propicio para que las comunidades de macroinvertebrados edáficos sean más abundantes a nivel de familias, creemos que puede ser porque estas zonas no están alteradas porque no hay presión antropogénica y tiene un mejor estado de conservación en comparación al Bosque Secundario que soporta presencia de turistas por lo que aquí no encontramos una gran abundancia de familias. Concluyendo que los macroinvertebrados edáficos son buenos indicadores de la calidad del suelo.

CONCLUSIONES

- En el Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio se encontró 727 individuos, 20 órdenes y 47 familias entre los dos bosques (primario y secundario), los órdenes más representativos fueron: Coleoptera con 11 familias (23%), Araneae con 6 familias (13%) y finalmente el orden Blattodea con 5 familias (11%).
- El Bosque Primario presentó una diversidad media de 2,56 con una abundancia mayor de 0,85. En el Bosque Secundario la diversidad es baja de 1,98 con una abundancia media de 0,73. La familia Lumbricidae presento un mayor valor de importancia en los dos tipos de bosque debido a que se encontró distribuida a lo largo de los 4 transectos.
- En el Bosque Primario la familia Lumbricidae se la consideró como el principal bioindicador de la calidad del selo por su abundancia y por generar alta cantidad de Fósforo, en cambio en el Bosque Secundario fue la familia Julidae.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar monitoreos periódicamente en los transectos ya tomados puntos GPS en el parque PERLA para observar si existen futuras variaciones.
- Implementar estudios de macroinvertebrados edáficos en diferentes sitios del Cantón Lago Agrio para que posteriormente se realicen comparaciones de la diversidad de macrofauna edáfica a pesar de que presenten perturbaciones en los suelos.
- Aumentar más transectos de muestreo en posteriores investigaciones con el fin de abarcar un área mayor en el parque “PERLA”
- Utilizar metodologías complementarias para un mejor muestreo de macroinvertebrados edáficos.

REFERENCIAS

Agrocalidad. (2018). *Muestreo para analisis de suelos.* Obtenido de Muestreo para analisis de suelos: https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua8.pdf

Aguirre, Z., Reyes, B., Quizhpe, W., & Cabrera, A. (2017). Composición florística , estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador Floristic composition , structure and endemism of the woody component of a montane forest in southern. *Arnaldoa*, *24*(2), 543–556. http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v24n2/a07v24n2.pdf

Arequipa, A. (2017). Bioindicadores Para La Determinación De La Calidad Del Suelo En La Microcuenca De La Quebrada Jun Jun. *Universidad Técnica de Ambat Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 70. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26630/1/Tesis-181 Ingeniería Agronómica -CD 536.pdf

Astudillo, K. (2019). *Valoración Económica del Parque Perla ubicado en la ciudad de Lago Agrio*. http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/20953

Badii, M., Landeros, J., & Cerna, E. (2008). Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. International Journal, 3(1), 635. https://www.academia.edu/download/54763761/Indice_de_Jaccard_y_Sorensen.

Brévault, T., Bikay, S., Maldés, J., & Naudin, K. (2007). Impacto de una estrategia de manejo del suelo de labranza cero con mantillo en las comunidades de macrofauna del suelo en un sistema de cultivo de algodón. Investigación de suelos y labranza, 97(2), 140-149. https://doi.org/10.1016/j.still.2007.09.006

Brown, G. G., Fragoso, C., Barois, I., Rojas, P., Patrón, J. C., Bueno, J., Moreno, A. G., Lavelle, P., Ordaz, V., & Rodríguez, C. (2001). *Diversidad Y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales Mexicanos*. 81.

Bueno-Villegas, J. (2012). *Diplópodos : Los desconocidos formadores de suelo Diplópodos Se conocen como diplópodos , milpiés , rosquillas*. *1916*(June), 4. https://www.researchgate.net/publication/233734474_Diplopodos_Los_desconocidos_formadores_de_suelo

Cabrera-Dávila, G., Socarrás-Rivero, A., Hernández-Vigoa, G., Ponce de León-Lima, D., Menéndez-Rivero, Y., & Sánchez-Rondón, J. (2017). Evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en Cuba. *Pastos y Forrajes*, *40*(2), 118–126. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n2/pyf05217.pdf

Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador del estado de conservación/perturbación del suelo. Pastos y Forrajes, 35(4), 349–363. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n4/pyf01412.pdf

Cabrera, G., & Iborra, G. (2018). Caracterización ecológica de la macrofauna edáfica en dos sitios de bosque siempreverde en El Salón, Sierra del Rosario, Cuba. Bosque, 39(3), 363–373. https://doi.org/10.4067/S0717-92002018000300363

Carlosama, J. C., & Mora, S. (2014). Los Macroinvertebrados como indicadores de calidad del suelo en sistemas de manejo agrícola, ganadero y silvopastoril, evaluados en la reserva natural milagros, vereda bellavista, Municipio de Sibundoy, Putumayo. *Tetrahedron Letters*, *55*, 3909. http://www.itp.edu.co/web2016/phocadownload/Investigacion/Semilleros/Conservemos_nuestros_suelos/MACROINVERTEBADOS RESERVA MILAGROS SAM (2014).pdf

Catuto, S. (2015). Contribución al uso y manejo sostenible de los suelos en la Finca Ramírez de la Comuna Bambil Deshecho de la Parroquia Colonche Provincia de Santa Elena. *Tesis*, 109. https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2735/UPSE-TIA-2015-031.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chen, O. C. (2018). Comparación de la diversidad de la meso y macrofauna edáfica en un bosque Natural de pino candelillo (pinus maximinoi h. M.), y de un área sometida a tala Rasa; San Juan Chamelco, Alta Verapaz. *Biomass Chem Eng*, *3*(2), 101. http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127%0Ahttp://publicacoes.cardiol.br/portal/ijcs/portugues/2018/v3103/pdf/3103009.pdf%0Ahttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-75772018000200067&lng=en&tlng=

Garrido, S. (1993). *Interpretación de análisis de suelos*. *Guia práctica para muestrear los suelose interpretar sus análisis.* Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf

Guggenberger, G., Haumaier, L., Thomas, R. J., & Zech, W. (1996). Assessing the organic phosphorus status of an Oxisol under tropical pastures following native savanna using 31P NMR spectroscopy. Biology and Fertility of Soils, 23(3), 332–339. https://doi.org/10.1007/BF00335963

Hogue, C. (1993). Latin American Insects and Entomology. Los Angeles. Pag 5-167

Hernández, U. (2018). *Macrofauna edáfica asociada aun bosque de pino con aprovechamiento forestal enn Eloxochitlán, Zacatlán, Puebla*. 1–47. https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/8098/351118T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Huerta, E., Rodríguez-Olán, J., Evia-Castillo; Isabel, Montejo-Meneses, E., De la Cruz-Mondragón, M., & García-Hernández, R. (2008). Relación Entre La Fertilidad Del Suelo Y Su Población De Macroinvertebrados. Terra Latinoamericana, 26(2), 174–175. http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v26n2/v26n2a10.pdf

Jimenéz, J., Cepeda, A., Friesen, D., Decaens, T., & Oberson, A. (2001). Disponibilidad de fósforo en moldes de lombrices de tierra de una sabana anécica en oxisol colombiano.

https://books.google.com.co/books/p/pub-2347935248438357?id=-uLuarMugHIC&pg=PA199#v=onepage&q&f=false

Medrano, M., Hernández, F., Corral, S., & Nájera Juan. (2017). Diversidad arbórea a diferentes niveles de altitud en la región de El Salto, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, *8*(40), 57–68. https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i40.36

Mejía, C. (2017). Efecto de borde sobre la composición de quirópteros filostómidos en el derecho de vía, del Proyecto Poliducto Pascuales Cuenca, en un tramo del bosque San José, Cañar-Ecuador. 12. http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12998/1/T-UCE-0016-013.pdf

Melic, A. (2015). Introducción a la Clase Diplopoda . Órdenes Polyxenida , Polyzoniida , Platydesmida y Siphonocryptida. Revista IDE@-SEA, 23, 1–18. http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_23.pdf

Morales-Márquez, J., & Sarmiento, L. (2002). Dinámica de los macroinvertebrados edáficos en relación con la vegetación es una sucesión secundaria en el páramo venezolano. January 2002, 97–108. https://www.researchgate.net/publication/260338283_Dinamica_de_los_macroinvertebrados_edaficos_en_relacion_con_la_vegetacion_es_una_sucesion_secundaria_en_el_paramo_venezolanoMoreira, F., Huising, J., & Bignell, D. (2012). *Manual debiología de suelos tropicales*.

Moreira, F., Huising, J., & Bignell, D. (2012). Manual debiología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiverdad bajo suelo: http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/publicaciones/217/667_2012_Manual_biologia_suelos_tropicales.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. 41. http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf

Moreno, E., & Ortiz, K. (2015). Incidencia de la Mesofauna en el almacenamiento de Carbono Orgánico Total en los suelos del páramo de la comunidad de Guangopud parroquia Juan de Velasco cantón Colta. Facultad de Ciencias, Bachelor, 95. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4074

Navarrete, A., Vela, G., Lopez, J., & Rodriguez, M. D. L. (2011). Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo. ContactoS, 80, 29–37. https://docplayer.es/28937456-Naturaleza-y-utilidad-de-los-indicadores-de-calidad-del-suelo.html

Pardo-Locarno, L., Vélez, C., Sevilla, F., & Madrid, O. (2006). *Abundancia y biomasa de macroinvertebrados edáficos en la temporada lluviosa, en tres usos de la tierra, en los Andes colombianos*. *55*. https://www.redalyc.org/pdf/1699/169920320005.pdf

Pinzón, S., Guillaume, X., Rocha, A., Celentano, D., Correa, M., & Braun, H. (2015). La macrofauna del suelo como indicadora de degradación de bosques ribereños en la amazonia oriental brasilera. Revista de La Facultad de Agronomía, La Plata, 114(1), 49–60. http://revista.agro.unlp.edu.ar/index.php/revagro/article/view/73/172

Pozo, J. (2020). Caracterización de la macrofauna edáfica como bioindicador del impacto de dos usos de la tierra en el centro de apoyo manglaralto. Obtenido de https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5534/1/UPSE-TIA-2020-0015.pdf

Rendón, S., Artunduaga, F., Ramírez, R., Quiroz, A., & Leiva, I. (2011). Los Macroinvertebrados como Indicadores de la Calidad del Suelo en Cultivos de Mora, Pasto y Aguacate. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, *64*(1), 5793–5802. http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a05v64n01.pdf

Rios, Y. . (2003). Importancia de las lombrices en la agricultura. Sistemas Integrados de Produccion Con No Rumiantes, 47-52pp. http://avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/sistemas_integrados/conferencia-8.pdf

Rojas, L., Montero, M., & Zequeira, Á. (2016). Evaluación de la diversidad de macroinvertebrados edáficos en municipios del centro del Cesar (Chimichagua, Chiriguaná y La Jagua de Ibirico). *Luna Azul*, *43*(43), 203–228. https://doi.org/10.17151/luaz.2016.43.10

Ruiz-Cobo, H., Feijoo, D., & Rodríguez, A. (2010). Comunidades de macroinvertebrados edáficos en diferentes sistemas de uso del terreno en la Cuenca del río Otún, Colombia. https://www.redalyc.org/pdf/575/57515556012.pdf

Santos, S. (2016). *Comunidades De Macroinvertebrados Edáficos Sistema De Hortalizas , Los Planes , Chalaenango, El Savador.* 102. http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12706/1/13101623.pdf

Tapia-Coral, S., Teixeira, A., Velásquez, E., & Waldez, F. (2016). Macroinvertebrados del suelo y sus aportes a los servicios ecosistémicos, una visión de su importancia y comportamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, *8*, 260. https://doi.org/10.24188/recia.v8.n0.2016.380

Trávez, K. (2020). Diversidad de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la calidad del suelo en un gradiente de intensidad de uso de la tierra en La Esperanza-Pedro Moncayo-Ecuado. *Universidad Central Del Ecuador*, 2–7. https://www.rufford.org/files/Manual Práctico Sobre la Macrofauna del Suelo.pdf

Triplehorn, C., & Johnson, N. (2005). *Borror and Delong's Introducction to the Study of Insects.* Australia. Pag 5-355

Zelarayán, M., Celentano, D., Oliveira, E., Triana, S., Sodré, D., Muchavisoy, K., & Rousseau, G. (2015). Impacto da degradação sobre o estoque total de carbono de forestas ripárias na Amazônia Oriental, Brasil. *Acta Amazonica*, *45*(3), 271–282. https://doi.org/10.1590/1809-4392201500432

ANEXOS

Anexo 1. Fotos de la metodología para macroinvertebrados edáficos.





Foto 1. Trazando transecto **Foto 2.** Marcando punto cada 20m **Foto 3**. Tomando punto de GPS




Foto 4. Delimitación del cuadrante. **Foto 5.** Extracción del cuadrante

Fecha de colecta	Tipo de Bosque (BS) (BP)	Transecto	Punto de trampa	Nivel de suelo

Foto 6. Ficha de registro de campo



Foto 7. Recolecta en funda ziploc **Foto 8.** Preservación al 5% de formol **Foto 9.** Preservación al 70% de alcohol



Foto 10. Cuarteo de las muestras de suelo. **Foto 11**. Llenando la funda Ziploc.



Foto 12. Muestras etiquetadas. **Foto12.** Ficha de etiqueta para él envió del análisis de suelo

Anexo 2. Tablas de resultados de la metodología.

Tabla 1. Identificación de macroinvertebrados edáficos a nivel de orden y familia del Bosque primario y Bosque secundario.

Orden	Familia	Bosque Primario	Bosque Secundario
Araneae	Filistatidae	3	1
	Araneidae	1	
	Flistatidae		1
	Pholcidae	2	
	Pisauridae	1	
	Scytodidae	2	
Blattodea	Ectobiidae	1	2
	Blaberidae		3
	Blattellidae	2	
	Blattidae	6	3
	Termitidae	31	2
Coleoptera	Scarabaeidae	11	18
	Carabidae	2	4
	Chrysomelidae	4	1
	Coccinellidae		1
	Curculionidae		1
	Dytiscidae	1	
	Elateridae	4	4
	Nitidulidae	2	
	Staphylinidae	3	3
	Tenebrionidae	1	
	Trogidae	1	
Dermaptera	Spongiphoridae	7	2
Díptera	Calliphoridae	3	
	Tipulidae	1	
Geophilomorpha	Himantariidae	4	4
	Geophilidae	5	13
Glomerida	Mecistocephalidae	10	11
	Glomeridae	4	
Glomeridesmida	Glomeridesmidae	19	1
Haplotaxida	Lumbricidae	106	68
Hemiptera	Cydnidae	1	3
Hymenoptera	Formicidae	63	28
Isopoda	Oniscidae	1	

Orden	Familia	Bosque Primario	Bosque Secundario
Lepidoptera	Noctuidae		2
Notoptera	Grylloblattidae	1	4
Opiliones	Travunioidea	2	1
	Sclerosomatidae	1	
Orthoptera	Tettigoniidae	1	1
Polydesmida	Polydesmidae	24	15
	Paradoxosomatidae	1	
	Plathyracidae	1	
	Xystodesmidae	5	4
Phasmatodea	Diapheromeridae	1	
Polyzoniida	Polyzoniidae		1
Scolopendromorpha	Scolopendridae	1	

Tabla 2. Especies identificadas a nivel de orden y familia del Bosque Primario.

BOSQUE PRIMARIO					
Transecto	**Punto**	**Nivel**	**Orden**	**Familia**	**Cantidad**
1	**1**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	2
1	**1**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
1	**1**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	1
1	**1**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
1	**1**	**1**	Geophilomorpha	Geophilidae	1
1	**1**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	3
1	**1**	**1**	Orthoptera	Tettigoniidae	1
1	**2**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	2
1	**2**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
1	**2**	**1**	Polydesmida	Xystodesmidae	1
1	**2**	**1**	Araneae	Flistatidae	1
1	**2**	**1**	Isopoda	Oniscidae	1
1	**2**	**1**	Opiliones	Sclerosomatidae	1
1	**2**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	4
1	**2**	**1**	Glomeridesmida	Glomeridesmidae	6
1	**2**	**1**	Julida	Julidae	2
1	**2**	**1**	Opiliones	Travunioidea	1
1	**2**	**2**	Blattodea	Termitidae	6
1	**3**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	2
1	**3**	**1**	Geophilomorpha	Geophilidae	1
1	**3**	**1**	Blattodea	Termitidae	5
1	**3**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	1
1	**3**	**2**	Sin especímenes		
1	**4**	**1**	Araneae	Araneidae	1

Transecto	Punto	Nivel	Orden	Familia	Cantidad
1	**4**	**1**	Araneae	Pholcidae	1
1	**4**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	3
1	**4**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	5
1	**4**	**1**	Scolopendromorpha	Scolopendridae	1
1	**4**	**1**	Glomeridesmida	Glomeridesmidae	2
1	**4**	**1**	Polydesmida	Plathyracidae	1
1	**4**	**2**	Sin especímenes		
1	**5**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	5
1	**5**	**1**	Blattodea	Blattidae	2
1	**5**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	4
1	**5**	**1**	Araneae	Scytodidae	2
1	**5**	**1**	Glomeridesmida	Glomeridesmidae	2
1	**5**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	2
1	**5**	**1**	Coleoptera	Staphylinidae	2
1	**5**	**1**	Dermaptera	Spongiphoridae	3
1	**5**	**2**	Haplotaxida	Lumbricidae	1
1	**6**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	13
1	**6**	**2**	Sin especímenes		
1	**7**	**1**	Dermaptera	Spongiphoridae	1
1	**7**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	8
1	**7**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	1
1	**7**	**1**	Coleoptera	Chrysomeloidea	3
1	**7**	**1**	Opiliones	Travunioidea	1
1	**7**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	3
1	**7**	**2**	Haplotaxida	Lumbricidae	2
1	**7**	**2**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
1	**8**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	3
1	**8**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	2
1	**8**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
1	**8**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	1
1	**8**	**1**	Coleoptera	Tenebrionidae	1
1	**8**	**2**	Glomeridesmida	Glomeridesmidae	1
1	**8**	**2**	Blattodea	Termitidae	6
1	**8**	**2**	Haplotaxida	Lumbricidae	1
1	**8**	**2**	Geophilomorpha	Geophilidae	2
1	**8**	**2**	Coleoptera	Dytiscidae	1
1	**9**	**1**	Coleoptera	Staphylinidae	1
1	**9**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	1
1	**9**	**1**	Polydesmida	Paradoxosomatidae	1
1	**10**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	3
1	**10**	**1**	Phasmatodea	Diapheromeridae	1

Transecto	Punto	Nivel	Orden	Familia	Cantidad
1	**10**	**2**	Coleoptera	Elateridae	1
2	**1**	**1**	Geophilomorpha	Himantariidae	1
2	**1**	**1**	Blattodea	Termitidae	7
2	**1**	**1**	Coleoptera	Elateridae	1
2	**1**	**1**	Coleoptera	Trogidae	1
2	**1**	**1**	Blattodea	Blattellidae	1
2	**1**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	5
2	**1**	**1**	Dermaptera	Spongiphoridae	1
2	**1**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
2	**1**	**1**	Sin especímenes		
2	**2**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
2	**2**	**1**	Geophilomorpha	Himantariidae	1
2	**2**	**1**	Blattodea	Termitidae	7
2	**2**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
2	**2**	**1**	Blattodea	Blattidae	1
2	**2**	**1**	Dermaptera	Spongiphoridae	1
2	**2**	**1**	Hemiptera	Cydnidae	1
2	**2**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	6
2	**2**	**1**	Blattodea	Ectobiidae	1
2	**2**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	2
2	**2**	**1**	Glomeridesmida	Glomeridesmidae	1
2	**2**	**1**	Notoptera	Grylloblattidae	1
2	**2**	**1**	Araneae	Pisauridae	1
2	**2**	**2**	Sin especímenes		
2	**3**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	10
2	**3**	**1**	Glomeridesmida	Glomeridesmidae	7
2	**3**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
2	**3**	**1**	Julida	Julidae	1
2	**3**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	2
2	**3**	**1**	Blattodea	Blattidae	1
2	**3**	**1**	Araneae	Filistatidae	2
2	**3**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	4
2	**3**	**2**	Haplotaxida	Lumbricidae	3
2	**4**	**1**	Geophilomorpha	Himantariidae	1
2	**4**	**1**	Coleoptera	Carabidae	2
2	**4**	**1**	Blattodea	Blattidae	1
2	**4**	**1**	Coleoptera	Chrysomelidae	1
2	**4**	**1**	Dermaptera	Spongiphoridae	1
2	**4**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	1
2	**4**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	1
2	**4**	**1**	Coleoptera	Elateridae	1

Transecto	Punto	Nivel	Orden	Familia	Cantidad
2	**4**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
2	**4**	**2**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
2	**4**	**1**	Sin especímenes		
2	**5**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	12
2	**5**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	8
2	**5**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
2	**5**	**1**	Polydesmida	Xystodesmidae	1
2	**5**	**1**	Glomerida	Glomeridae	3
2	**6**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	4
2	**6**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
2	**6**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
2	**6**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	4
2	**6**	**2**	Haplotaxida	Lumbricidae	1
2	**6**	**2**	Coleoptera	Nitidulidae	1
2	**7**	**1**	Geophilomorpha	Geophilidae	1
2	**7**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	8
2	**7**	**1**	Polydesmida	Xystodesmidae	1
2	**7**	**1**	Blattodea	Blattellidae	1
2	**7**	**1**	Julida	Julidae	1
2	**7**	**1**	Diptera	Tipulidae	1
2	**7**	**2**	Coleoptera	Nitidulidae	1
2	**8**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	7
2	**8**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	9
2	**8**	**2**	Sin especímenes		
2	**9**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	2
2	**9**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	6
2	**9**	**1**	Geophilomorpha	Himantariidae	1
2	**9**	**1**	Polydesmida	Xystodesmidae	1
2	**9**	**2**	Haplotaxida	Lumbricidae	1
2	**9**	**2**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
2	**9**	**2**	Blattodea	Blattidae	1
2	**9**	**2**	Glomerida	Glomeridae	1
2	**10**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	16
2	**10**	**1**	Araneae	Pholcidae	1
2	**10**	**1**	Polydesmida	Xystodesmidae	1
2	**10**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	2
2	**10**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	11
2	**10**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
2	**10**	**1**	Julida	Julidae	1
2	**10**	**1**	Díptera	Calliphoridae	3
2	**10**	**2**	Coleoptera	Elateridae	1

Tabla 3. Especies identificadas a nivel de orden familia del Bosque Secundario.

BOSQUE SECUNDARIO					
Transecto	**Punto**	**Nivel**	**Orden**	**Familia**	**Cantidad**
1	**1**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
1	**1**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	3
1	**1**	**1**	Julida	Julidae	16
1	**1**	**1**	Geophilomorpha	Geophilidae	5
1	**1**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	1
1	**1**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
1	**1**	**1**	Hemiptera	Cydnidae	1
1	**1**	**1**	Coleoptera	Elateridae	2
1	**1**	**1**	Notoptera	Grylloblattidae	2
1	**1**	**2**	Polydesmida	Polydesmidae	1
1	**2**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	5
1	**2**	**1**	Julida	Julidae	4
1	**2**	**1**	Hemiptera	Cydnidae	2
1	**2**	**2**	Sin especímenes		
1	**3**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	2
1	**3**	**1**	Coleoptera	Elateridae	1
1	**3**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	1
1	**3**	**1**	Julida	Julidae	17
1	**3**	**1**	Blattodea	Ectobiidae	1
1	**3**	**2**	Polydesmida	Polydesmidae	1
1	**4**	1	Julida	Julidae	7
1	**4**	1	Geophilomorpha	Himantariidae	1
1	**4**	1	Polydesmida	Polydesmidae	1
1	**4**	1	Coleoptera	Scarabaeidae	1
1	**4**	1	Hymenoptera	Formicidae	1
1	**4**	1	Geophilomorpha	Geophilidae	4
1	**4**	1	Dermaptera	Spongiphoridae	1
1	**4**	**2**	Haplotaxida	Lumbricidae	1
1	**4**	**2**	Julida	Julidae	1
1	**4**	**2**	Geophilomorpha	Geophilidae	2
1	**4**	**2**	Glomeridesmida	Glomeridesmidae	1
1	**5**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	4
1	**5**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	2
1	**5**	**1**	Julida	Julidae	10
1	**5**	**1**	Coleoptera	Carabidae	1
1	**5**	**2**	Julida	Julidae	1

Transecto	Punto	Nivel	Orden	Familia	Cantidad
1	**6**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
1	**6**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	5
1	**6**	**1**	Blattodea	Termitidae	1
1	**6**	**1**	Polydesmida	Xystodesmidae	2
1	**6**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
1	**6**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	2
1	**6**	**2**	Sin especímenes		
1	**7**	**1**	Julida	Julidae	12
1	**7**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	3
1	**7**	**1**	Coleoptera	Elateridae	1
1	**7**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
1	**7**	**1**	Blattodea	Ectobiidae	1
1	**7**	**1**	Coleoptera	carabidae	1
1	**7**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
1	**7**	**2**	Sin especímenes		
1	**8**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	4
1	**8**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
1	**8**	**1**	Geophilomorpha	Himantariidae	2
1	**8**	**1**	Geophilomorpha	Geophilidae	1
1	**8**	**1**	Julida	Julidae	7
1	**8**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
1	**8**	**1**	Polydesmida	Xystodesmidae	1
1	**8**	**1**	Lepidoptera	Noctuidae	2
1	**8**	**2**	Sin especímenes		
1	**9**	**1**	Julida	Julidae	8
1	**9**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	1
1	**9**	**1**	Blattodea	Termitidae	1
1	**9**	**2**	Sin especímenes		
1	**10**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	2
1	**10**	**1**	Julida	Julidae	15
1	**10**	**1**	Dermaptera	Spongiphoridae	1
1	**10**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
1	**10**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
1	**10**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	2
1	**10**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
1	**10**	**1**	Himenópteros	Formicidae	3
1	**10**	**1**	Araneae	Filistatidae	1
1	**10**	**2**	Sin especímenes		
2	**1**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	3
2	**1**	**1**	Julida	Julidae	8
2	**1**	**1**	Geophilomorpha	Himantariidae	1

Transecto	Punto	Nivel	Orden	Familia	Cantidad
2	**1**	**1**	Himenópteros	Formicidae	5
2	**1**	**1**	Blattodea	Blaberidae	3
2	**1**	**2**	Sin especímenes		
2	**2**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
2	**2**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	1
2	**2**	**1**	Julida	Julidae	8
2	**2**	**2**	Sin especímenes		
2	**3**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	2
2	**3**	**1**	Julida	Julidae	3
2	**3**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	1
2	**3**	**1**	Blattodea	Blattidae	1
2	**3**	**1**	Notoptera	Grylloblattidae	2
2	**3**	**1**	Orthoptera	Tettigoniidae	1
2	**3**	**2**	Sin especímenes		
2	**4**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
2	**4**	**1**	Coleoptera	Staphylinidae	2
2	**4**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	3
2	**4**	**1**	Julida	Julidae	10
2	**4**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	3
2	**4**	**1**	Araneae	Flistatidae	1
2	**4**	**1**	Coleoptera	Carabidae	1
2	**4**	**2**	Sin especímenes		
2	**5**	**1**	Julida	Julidae	5
2	**5**	**1**	Coleoptera	Scarabaeidae	3
2	**5**	**1**	Polydesmida	Xystodesmidae	1
2	**5**	**1**	Coleoptera	Staphylinidae	1
2	**5**	**2**	Sin especímenes		
2	**6**	1	Polydesmida	Polydesmidae	3
2	**6**	1	Haplotaxida	Lumbricidae	3
2	**6**	1	Julida	Julidae	9
2	**6**	1	Coleoptera	Scarabaeidae	1
2	**6**	1	Blattodea	Blattidae	1
2	**6**	1	Polyzoniida	Polyzoniidae	
2	**6**	1	Hymenoptera	Formicidae	5
2	**6**	2	Julida	Julidae	1
2	**6**	2	Coleoptera	Coccinellidae	1
2	**7**	**1**	Coleoptera	Chrysomelidae	1
2	**7**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	3
2	**7**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
2	**7**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	1
2	**7**	**1**	Blattodea	Blattidae	1

Transecto	Punto	Nivel	Orden	Familia	Cantidad
2	**7**	**1**	Julida	Julidae	11
2	**7**	**2**	Sin especímenes		
2	**8**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	5
2	**8**	**1**	Geophilomorpha	Geophilidae	1
2	**8**	**1**	Julida	Julidae	2
2	**8**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	3
2	**8**	**1**	Coleoptera	Curculionidae	1
2	**8**	**1**	Polydesmida	Polydesmidae	1
2	**8**	**2**	Coleoptera	Scarabaeidae	1
2	**8**	**2**	Julida	Julidae	1
2	**9**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	8
2	**9**	**1**	Julida	Julidae	18
2	**9**	**1**	Coleoptera	Carabidae	1
2	**9**	**1**	Hymenoptera	Formicidae	7
2	**9**	**2**	Sin especímenes		
2	**10**	**1**	Haplotaxida	Lumbricidae	12
2	**10**	**1**	Julida	Julidae	6
2	**10**	**1**	Geophilomorpha	Mecistocephalidae	1
2	**10**	**1**	Opiliones	Travunioidea	1
2	**10**	**2**	Sin especímenes		

Tabla 11. Macroinvertebrados presentes por tipo de Bosque o compartidas

Orden	Familia	Bosque Primario	Bosque secundario	Compartidas
Araneae	Filistatidae			x
	Araneidae	x		
	Flistatidae		x	
	Pholcidae	x		
	Pisauridae	x		
	Scytodidae	x		
Blattodea	Ectobiidae			x
	Blaberidae		x	
	Blattellidae	x		
	Blattidae			x
	Termitidae			X

Orden	Familia	Bosque Primario	Bosque secundario	Compartidas
Coleoptera	Scarabaeidae			x
	Carabidae			x
	Chrysomelidae			x
	Coccinellidae		x	
	Curculionidae		x	
	Dytiscidae	x		
	Elateridae			x
	Nitidulidae	x		
	Staphylinidae			x
	Tenebrionidae	x		
	Trogidae	x		
Dermaptera	Spongiphoridae			x
Díptera	Calliphoridae	x		
	Tipulidae	x		
Geophilomorpha	Himantariidae			x
	Geophilidae			x
	Mecistocephalidae			x
Glomerida	Glomeridae	x		
Glomeridesmida	Glomeridesmidae			x
Haplotaxida	Lumbricidae			x
Hemiptera	Cydnidae			x
Hymenoptera	Formicidae			x
Isopoda	Oniscidae	x		
Julida	Julidae			x
Lepidoptera	Noctuidae		x	
Notoptera	Grylloblattidae			x
Opiliones	Travunioidea			x
	Sclerosomatidae	x		
Orthoptera	Tettigoniidae			x
Polydesmida	Polydesmidae			x
	Paradoxosomatidae	x		
	Plathyracidae	x		
	Xystodesmidae			x
Phasmatodea	Diapheromeridae	x		
Polyzoniida	Polyzoniidae		x	
Scolopendromorpha	Scolopendridae	x		