

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
Y MEDIO AMBIENTE



TESIS

“Efecto de dos tipos de bosque en la población de macroinvertebrados del suelo en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE:

AUTORES:

Bachiller: PONCE DE LEON
CHUCUYA, Beatriz Jemima

Bachiller: HUAYLLA TTITO, Franksua
Elias

ASESOR: M.Sc PEÑA
VALDEIGLESIAS, Joel

CO-ASESOR: M.Sc. GARATE
QUISPE, Jorge Santiago

Puerto Maldonado, noviembre 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE
DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
Y MEDIO AMBIENTE



TESIS

“Efecto de dos tipos de bosque en la población de macroinvertebrados del suelo en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y
MEDIO AMBIENTE:

Bachiller: PONCE DE LEON
CHUCUYA, Beatriz Jemima

Bachiller: HUAYLLA TTITO, Franksua
Elias

ASESOR: M.Sc PEÑA
VALDEIGLESIAS, Joel

CO-ASESOR: M.Sc. GARATE
QUISPE, Jorge Santiago

TURNITIN_BEATRIZ PONCE DE LEON Y FRANKSUA HUAYLLA

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	documentop.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios Trabajo del estudiante	<1%
8	www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
9	vsip.info Fuente de Internet	

PRESENTACIÓN

El progresivo avance de las actividades antrópicas en las últimas décadas ha generado una acelerada pérdida de biodiversidad en nuestros ecosistemas forestales. En este contexto, resulta imperativo reconocer la trascendencia de la diversidad, especialmente en lo que respecta a la variabilidad edáfica, como elemento primordial en los procesos de degradación y mantenimiento de la vida en la superficie del suelo. De esta manera, el estudio emprendido busca evidenciar la conexión de vegetación existente y la población de macroinvertebrados. Los suelos en la Amazonia desempeñan un rol central en la fertilidad edáfica y, por ende, en el sustento de la vida sobre ellos. Sin embargo, la caracterización del comportamiento de los macroinvertebrados en estos ecosistemas forestales, especialmente en los variados tipos de bosque presentes en el departamento de Madre de Dios, han sido objeto de escasa atención. Por tanto, esta investigación trata de llenar esta laguna de conocimiento, ofreciendo una base de datos que pueda ser utilizada como referencia en la formulación de políticas ambientales por parte de las instancias gubernamentales.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, tanto el cambio de uso del suelo como las variaciones climáticas han generado un constante riesgo para la comunidad de macroinvertebrados edáficos, impactando su abundancia y diversidad. No obstante, existen escasos informes que aborden la dinámica de la biomasa en relación con los factores ambientales y la estructura forestal (Yin et al. 2022). La promoción de la agricultura sostenible se erige como un tema de relevancia en países con una perspectiva más holística, dada la necesidad imperante de comprender la interacción de la macrofauna en la salud integral del suelo y sus componentes (Olayemi et al. 2022).

A pesar de la existencia de diversos estudios que explican la correlación entre la macrofauna y las propiedades fisicoquímicas, así como su significancia (Dahlsjö et al. 2014), son escasas las investigaciones que consideran la estructura del bosque, así como las especies de flora y los factores ambientales en la comunidad de macroinvertebrados. Trabajos previos han demostrado la asociación de los macroinvertebrados con la composición arbórea y la hojarasca, resaltando una relación directa con la materia orgánica (Rousseau et al. 2021). Sin embargo, la relación con la diversidad arbórea se revela como menos pronunciada, lo que suscita interrogantes acerca de la vinculación con el tipo de bosque y los factores ambientales.

El cambio de uso del suelo en los bosques Amazónicos conlleva a una notable disminución en la diversidad de la macrofauna, afectando la biomasa tanto a nivel individual como comunitario. Por tanto, resulta imperativo comprender el impacto del tipo de suelo, el tipo de bosque y la estructura arbórea en dicha biomasa (Yin et al. 2022). La relevancia de los macroinvertebrados radica en

su papel crucial en la descomposición y mantenimiento de la materia orgánica en los bosques Amazónicos. El estado del suelo, en consecuencia, está intrínsecamente ligado a la biomasa generada por estos organismos, lo cual incide directamente en la sostenibilidad de los ecosistemas forestales y en la provisión de servicios ecosistémicos (Pant, Negi y Kumar 2017).

En este contexto, el propósito de este estudio fue el evaluar el impacto de la cobertura vegetal y la composición florística en la comunidad de macroinvertebrados en el sureste de la Amazonia peruana. Para ello, se plantearon los siguientes objetivos específicos: a) determinar la diversidad de la macroinvertebrados edáficos en distintos tipos de cobertura vegetal en la región Amazónica de Madre de Dios, b) analizar la relación entre la composición florística y la diversidad de macroinvertebrados en los diversos tipos de bosque, c) evaluar la influencia de la entrada de luz en la cobertura del sotobosque sobre la diversidad de macroinvertebrados, y d) examinar las características fisicoquímicas del suelo en la comunidad de macrofauna en los diferentes tipos de bosque.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	iv
INTRODUCCIÓN	v
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general	4
Objetivos específicos.....	4
1.4. Variables.....	4
1.4.1. Variable dependiente	4
1.4.2. Variables independientes	4
1.5. Operacionalización de variables	5
1.6. Hipótesis.....	7
1.7. Justificación.....	7
1.8. Consideraciones éticas.....	8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes de estudio	9
2.2. Base teórica	13
2.2.1. Definición de artrópodos	13
2.2.2. Los macroinvertebrados como indicador del estado del suelo	13
2.2.3. Detritívoros	13
2.2.4. Macroinvertebrados edáficos.....	14
2.2.5. Importancia y funciones de los macroinvertebrados edáficos en los Bosques tropicales	14
2.2.6. Cómo se relaciona los macroinvertebrados con los elementos del bosque.....	14
2.2.7. Invertebrados y su relación con la calidad del suelo	15
2.3. Definición de términos	16
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	19

3.1. Tipo de estudio	19
3.1.1. Alcance de la investigación	19
3.2. Diseño de estudio.....	19
3.3. Población y muestra.....	20
3.3.1. Población	20
3.3.2. Muestra.....	20
3.4. Métodos y técnicas.....	21
3.4.1. Delimitación espacial y temporal	21
3.4.2. Delimitación espacial y temporal Ubicación política y geografía del lugar de estudio	23
3.4.3. Muestreo de la macroinvertebrados	24
3.4.4. Densidad y biomasa de macroinvertebrado del suelo.....	26
3.4.5. Para determinar la diversidad de macroinvertebrados del suelo	27
3.4.6. Evaluación de la diversidad y composición florística.....	28
3.4.7. Relación entre composición florística y la diversidad de macroinvertebrados en los diferentes tipos de bosque	29
3.4.8. Determinar la influencia de la entrada de luz en la cobertura del sotobosque en la diversidad de macroinvertebrados del suelo	29
3.4.9. Determinar las características fisicoquímicas del suelo	29
3.5. Tratamientos de los datos	30
3.5.1. Procesamiento de datos y análisis estadísticos.....	30
3.5.2. Análisis Descriptivo-Exploratorio	30
3.5.3. Análisis inferencial.....	30
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	32
4.1 Identificación de los macroinvertebrados	32
4.2 Diversidad de macroinvertebrados	41
4.3 Diversidad y composición florística de los dos tipos de bosque	42
4.4 Relación que existe entra la composición florística y la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque	44
4.5 Influencia de la entrada de luz en la cobertura del sotobosque en la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de Bosque	49
4.6 Propiedades físicas y químicas del suelo	51

CONCLUSIONES	53
SUGERENCIAS.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS.....	66
Anexo 1: Mapa de Ubicación de las zonas de estudio	66
Anexo 2: Matriz de consistencia	67
Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos	69
Anexo 4: Histograma de precipitación	87

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de cobertura vegetal del distrito de Las Piedras en el Departamento de Madre de Dios	15
Figura 2. El diseño de la investigación fue establecido en dos tipos de bosque, con 06 unidades de muestreo en parcelas	20
Figura 3. Mapa de elevación del área de conservación “Fundo el Bosque”	22
Figura 4. Mapa de elevación del área de estudio en Bosque inundable de palmeras	22
Figura 5. Mapa de Zonas de Vida del área de estudio situada en el distrito de Las Piedras	24
Figura 6. Mapa de la fisiografía vegetal del área de estudio que comprende Bosque de Terraza alta y Baja en el Distrito de Las Piedras - Madre Dios..	25
Figura 7. Distribución de las unidades de muestreo en los dos tipos de cobertura vegetal en el distrito de Las Piedras	26
Figura 8. Metodología de muestreo por el Tropical Soil Biology and Fertility Program (TSBF).....	26
Figura 9. Densidad de la macroinvertebrados del suelo del bosque de terraza alta de castaña en el Distrito de Las Piedras	38
Figura 10. Densidad de la macroinvertebrados del suelo del bosque inundable de palmeras en el Distrito de Las Piedras	38
Figura 11. Biomasa de macroinvertebrados del suelo en bosque de terraza alta con castaña en el Distrito de Las Piedras	39
Figura 12. Biomasa de macroinvertebrados del suelo en bosque inundable con palmeras en el Distrito de Las Piedras.....	39
Figura 13. Densidad de los macroinvertebrados a diferentes profundidades en los dos tipos de bosque.	40
Figura 14. Biomasa de los macroinvertebrados a diferentes profundidades en los dos tipos de bosque.	41
Figura 15. Boxplot de la comparación de la cobertura vegetal del sotobosque entre dos tipos de bosque. En la parte superior muestra la diferencia significativa de la prueba T student un 5% de probabilidad de error.	50
Figura 16. Mapa de ubicación de las zonas de estudio en referencia de su altitud	66
Figura 17: Histograma de precipitación en Madre de Dios en el año 2022, Fuente: senamhi, MDD	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables de la investigación.....	5
Tabla 2. Densidad total de macroinvertebrados del suelo en el bosque de terraza alta con castaña en el distrito de Las Piedras.....	32
Tabla 3. Grupo funcional de macroinvertebrados del suelo en el bosque de terraza alta con castaña en el distrito de Las Piedras.....	34
Tabla 4. Grupo funcional de macroinvertebrados del suelo en el bosque inundable con palmeras en el distrito de Las Piedras.....	35
Tabla 5. Densidad total de macroinvertebrados del suelo en el bosque inundable con palmeras en el distrito de Las Piedras.....	36
Tabla 6. Comparación de la densidad y biomasa de los dos tipos de bosque.....	37
Tabla 7. Diversidad de Shannon, Wiener de los macroinvertebrados en dos tipos de bosque en el distrito de Las Piedras.....	42
Tabla 8. Diversidad de Shannon, Wiener de la flora presente en los dos tipos de bosque.....	42
Tabla 9. Composición florística del bosque de terraza alta con castaña por hectárea en el Distrito de las Piedras.....	45
Tabla 10. Composición florística del bosque inundable con palmeras.....	47
Tabla 11. Propiedades fisicoquímicas de los dos tipos de bosque.....	52
Tabla 12. Instrumento de recolección de datos para determinar la densidad y diversidad de macroinvertebrados para bosque inundable.....	69
Tabla 13. Instrumento de recolección de datos para determinar la biomasa de macroinvertebrados para bosque inundable.....	70
Tabla 14. Instrumento de recolección de datos para determinar la densidad y diversidad de macroinvertebrados para bosque de terraza alta.....	71
Tabla 15. Instrumento de recolección de datos para determinar la biomasa de macroinvertebrados para bosque de terraza alta.....	72
Tabla 16. Densidad de macroinvertebrados por tipo de bosque y a diferentes profundidades.....	73
Tabla 17. Instrumento de recolección de datos para determinar la composición florística en los dos sitios en bosque de terraza alta con castaña.....	80
Tabla 18: Análisis de suelos del Bosque de terraza alta con castaña y el Bosque de terraza inundable con Castaña.....	87

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

En diferentes partes del mundo, el suelo es gravemente afectado por los cambios en la cobertura vegetal y los usos que se le da, provocados por las actividades antrópicas (Józefowska, Loaiza-Usuga y Schmidt 2020).

Un fenómeno de gran importancia ecológica es la estrecha interdependencia entre el ecosistema forestal y la comunidad de macroinvertebrados del suelo. Como parte importante de los ecosistemas terrestres, los bosques tienen un impacto significativo en la estructura y cantidad de los macroinvertebrados. Los cambios en la cobertura vegetal y la organización de los bosques pueden afectar significativamente el hábitat y los recursos disponibles para estos organismos, lo que afecta su diversidad y funcionalidad en el ecosistema. Los macroinvertebrados, por otro lado, juegan un papel importante en la dinámica del suelo al participar en la descomposición de materia orgánica, los ciclos biogeoquímicos y la regulación de las comunidades de otros seres vivos. Además, su presencia y acción constituyen indicadores de calidad, salud, reflejo de procesos fisicoquímicos y biológicos ambientales.

En los bosques de la Amazonia el suelo es un elemento fundamental para el aireado y captación de nutrientes (Schroth y Fergus 2003), por lo cual los cambios de temperatura, la disposición hídrica y la estructura poblacional del bosque influye en la diversidad y cantidad de la colectividad de macroorganismos. Los macroinvertebrados contribuyen en el buen manejo y en el equilibrio del bosque, porque de ellos depende la productividad de la vida en los bosques (Barros et al. 2003). Asimismo, los macroinvertebrados son considerados uno de los mejores indicadores de calidad del suelo.

La estructura de cantidad y variedad de macroinvertebrados varía según la organización de la vegetación, las diferentes capas y las condiciones edafoclimáticas del suelo (Cabrera 2012), por tanto, un bosque de terraza alta con castaña tiene una estructura de vegetación diferente al bosque inundable con palmeras y consecuentemente también habría variación de la edafofauna.

El presente estudio de investigación trató de evaluar la presencia de macrofauna en el suelo en dos tipos de bosques, de terraza alta con castaña y bosque inundable de palmeras.

Diferentes reportes sugieren que los macroinvertebrados dependen de la biomasa del sotobosque, como los bosques de terraza alta con mayor hojarasca o los bosques inundables de palmeras. (mayor disposición hídrica) (Yin et al. 2022), por lo que es necesario entender el dinamismo que tiene con otros factores que marquen la diversidad y abundancia de los macroinvertebrados (Brown et al. 2004). No obstante, es necesario caracterizar y entender los microclimas.

El área de estudio ubicada en el distrito Las Piedras, se caracteriza por presentar bosques de terraza baja y alta (MINAM 2015), donde el clima es cálido-húmedo (Aw) y con abundantes precipitaciones pluviales (SENAMHI 2020), con una temperatura promedio de 26,5 °C y una precipitación de 2120 mm, está en los bosques húmedo tropical del Perú (Holdridge 1967; Britto 2017). No obstante, no se presenta una precipitación constante todo el año, por lo cual se distinguen dos estacionalidades (lluvias y secas), entre los meses de octubre a febrero y marzo a agosto. Estos factores aumentan la densidad de los macroinvertebrados edáficos, principalmente la disposición hídrica que es más presente en terrazas bajas y desciende en los meses más secos (Gamboa et al. 2010).

El estudio de los macroinvertebrados edáficos es importante porque nos permite manejar y monitorear las perturbaciones y cambios del bosque (Wilson 2017). Nos permite comparar y caracterizar la relación que tienen los macroinvertebrados con los factores ambientales y cómo esta influye en la

conservación de los bosques en la Amazonia (Larissa, Vasconcelos y Alfaia 2020; Cabrera 2012; Triana et al. 2015).

Debido a que los macroinvertebrados son muy susceptible a los cambios bruscos del clima o perturbaciones, son un buen indicador para determinar el grado de conservación o depredación, así mismo la caracterización fisicoquímica del suelo que nos ayuda a determinar mejor el estado situacional (Sanchez 2018; Zerbino-Bardier 2005; Ccoycca 2018).

1.2. Formulación del problema

Dentro del marco del problema planteado, nos formulamos las siguientes preguntas de investigación:

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye el efecto de dos tipos de bosque en la población de macroinvertebrados del suelo en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios?

1.2.2. Problemas específicos

PE1. ¿Cuál es la densidad y biomasa de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable con palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios?

PE2. ¿Cuál es la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable con palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios?

PE3. ¿Cuál es la diversidad y composición florística en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable con palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios?

PE4. ¿Cuál es la relación que existe entre la composición florística y la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable con palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios?

PE5. ¿Cómo influye la entrada de luz en la cobertura del sotobosque en la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque?

PE6. ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del suelo y su relación con la comunidad de macroinvertebrados en dos diferentes tipos de bosque?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de dos tipos de bosque en la población de macroinvertebrados del suelo en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios

Objetivos específicos

- OE1. Determinar la densidad y biomasa de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios.
- OE2. Determinar la diversidad de los macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios.
- OE3. Determinar la diversidad y composición florística en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios
- OE4. Determinar la relación que existe entre la composición florística y la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios
- OE5. Evaluar la influencia de la entrada de luz en la cobertura del sotobosque en la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque.
- OE6. Determinar las relaciones entre las características fisicoquímicas del suelo y la composición de la comunidad de macroinvertebrados en dos tipos de bosque.

1.4. Variables

1.4.1. Variable dependiente

- Tipo de Bosque

1.4.2. Variables independientes

- Diversidad de macroinvertebrados

1.5. Operacionalización de variables

En este estudio la operacionalización de variable se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Operacionalización de variables de la investigación.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Variable independiente Tipo de bosque	El porcentaje de área cubierta por vegetación en el estrato inferior del bosque.	Porcentaje de área cubierta por vegetación en el estrato inferior del bosque, medido a través del porcentaje de luz y cobertura.	Cobertura de sotobosque	Porcentaje de luz en el dosel y porcentaje de cobertura en el dosel.	(% de luz y cobertura)
	El número total de especies arbóreas presentes en un área específica (área de muestreo).	Inventario de especies de florísticas contadas en un área específica (tipo de bosque).	Composición florística	Número de individuos mayores a 10 cm en cada hectárea de los dos tipos de bosque.	N° spp/área
	Las propiedades fisicoquímicas del suelo incluyendo arena, arcilla, limo, MO, pH, K, P, Mg, Na,Ca, CIC.	Medición de los niveles de pH, K, P, cationes cambiabes, capacidad de intercambio catiónico y arena, arcilla, limo, materia orgánica en el suelo.	Características fisicoquímicas del Suelo	Porcentaje de contenido de arena, arcilla, limo y materia orgánica. Niveles de pH, K, P, cationes cambiabes y capacidad de intercambio catiónico.	ppm, mg, kg^{-1}
	El número total de individuos florísticos diferentes en un área específica (área de muestreo).	Número total de categorías taxonómicas (especies, familias u órdenes) contadas en una unidad de muestra (área de muestreo).	Diversidad de florística (taxon)	Número de individuos diferentes índice de Shannon.	índice de Shannon

Variable dependiente Población de macroinvertebrados	El número total de macroinvertebrados diferentes en un área específica (área de muestreo).	Número de especies de macroinvertebrados contadas en un área específica (área de muestreo).	Diversidad	Número de especies por área muestreada.	N° spp/área
	El peso total de los macroinvertebrados presentes en un área específica (área de muestreo).	Peso total de los individuos de macroinvertebrados por unidad de área (g m-2).	Biomasa	Peso total de los individuos de macroinvertebrados.	g/m ²
	El número total de macroinvertebrados presentes en una unidad de muestra (área de muestreo).	Número total de individuos de macroinvertebrados contados en una unidad de muestra (área de muestreo).	Abundancia	Número total de individuos de macroinvertebrados contados en una unidad de muestra por especie.	N° spp/área
	El conjunto total de categorías taxonómicas presentes.	Número total de categorías taxonómicas (especies, familias u órdenes) contadas en una unidad de muestra (área de muestreo).	Taxon	Número total de categorías taxonómicas contadas en una unidad de muestra por tipo.	N° spp/órdenes

1.6. Hipótesis

Hi: La población de macroinvertebrados del suelo son diferentes entre el bosque de terraza alta con castaña y el bosque inundable con palmeras.

Ho: La población de macroinvertebrados del suelo no son diferentes entre el bosque de terraza alta con castaña y el bosque inundable con palmeras.

1.7. Justificación

Los suelos de bosque inundable de palmeras albergan una fauna y flora particulares y están en función de la disposición hídrica y su frondosa vegetación. Esta difiere del bosque de terraza alta con castaña que tiene otra configuración geológica, climática y antrópica, lo que lo hace un bosque altamente productivo para el sector forestal. Es necesario caracterizar estos tipos de suelo y su dinamismo con los macroinvertebrados.

Al comparar la vegetación entre estos dos tipos de cobertura vegetal se presentan diversas diferencias como el número de individuos por especies, grupos taxonómicos para terraza alta con castaña suele ser mayor. No obstante, para las zonas inundables la predominancia de especies de palmeras es mayor, por lo cual es necesario observar a detalle esta comparación con respecto al suelo.

Los macroinvertebrados presentes en el suelo, mayores a 2 mm, participan en fases con la agregación, mantenimiento, estructura, abonamiento, textura, desplazamiento del agua, intercambios gaseosos y propiedades fisicoquímicas del mismo. Por lo cual es importante estudiar su dinamismo con factores ambientales y como su entorno se relaciona con los macroinvertebrados.

La importancia recae en la fertilidad del suelo y como está relacionada a los macroinvertebrados, para realizar planes de manejo y definir usos en los bosques Amazónicos es fundamental entender los suelos y sus componentes. Es de importancia, estudiar los macroinvertebrados en los diferentes tipos de coberturas vegetales (BIP, BTAC) en la Amazonia, y las integraciones que

existe entre los factores ambientales, así como la composición florística con el suelo y cómo esta influye en las comunidades edáficas, y esto se representa en el estado situacional de la salud de los bosques.

1.8. Consideraciones éticas

En el estudio, para el ámbito ambiental se trató de generar el mínimo impacto ambiental, mientras que en la ejecución de las actividades de recolección de datos se evitó en lo máximo la perturbación del bosque con buenas prácticas de manejo, además se consideró las zonas de estudio en lugares titulados y con el permiso adecuado para poder ingresar. Para realizar la recolección de los datos se consideró 06 monolitos para cada tipo de bosques y cada uno de 25 cm x 25 cm x 25 cm. Por otro lado, en el aspecto social se tuvo el permiso de los dueños de cada predio con la documentación necesaria, donde se plasmó las actividades a realizar en el tiempo de recolección.

Para poder realizar la recolección de datos en campo, se consideró la metodología de lineamientos sugerida por Tropical Soil Biology and Fertility Program (TSBF) (Anderson y Ingram 1993), donde lo esquematizan y ofrece el método más confiable para poder determinar estudio de suelos. Finalmente, el presente proyecto se redactó con los lineamientos y normas del reglamento de grados y títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Antecedentes internacionales

Cabrera et al. (2017), estudiaron el impacto de la colectividad de macrofauna en siete diversos tipos de bosques y usos del suelo (Pastizales, Cañaverales, Bosque Secundario, Agroecosistemas Urbanos, Bosque Primario, Sistemas Agroforestales, y Cultivos Varios), utilizaron indicadores florísticos y faunísticos para poder determinar el estado del suelo. Se tomaron muestreos en las épocas lluviosas entre 2009 y 2013 y mediante la metodología Tropical Soil Biology and Fertility Program (TSBF) (Anderson y Ingram 1993), con 06 replicaciones con el monolito. Para los indicadores sugieren a los detritívoros/no detritívoros y lombrices/hormigas. En la caracterización se pudo encontrar la superioridad de los individuos de lombrices y detritívoros que variaron entre 0 a 1 y se observó que los bosques tenían una densa cobertura vegetal. Por lo contrario, a mayor grado de distribución y disturbio del bosque los índices están cercanos a cero. Los bosques que no presentan ninguna o mínima alteración presentan mayor abundancia de detritívoros o de lombrices. Por lo cual, el indicador más práctico y útil para determinar la salud del bosque es lombrices/hormigas a niveles de grupo o especie.

Rojas, Montero y Zequeira (2016), estudiaron la diversidad y relación de los macroinvertebrados en diversos entornos, en Colombia, las variables evaluadas fueron, densidad, biomasa, equidad y factores fitoquímicos. Como resultados se observó una densidad de un 35,5% correspondiente al ecosistema "Arroyo", en cuanto a biomasa el ecosistema "Puerta del cielo" fue el mayor con un 44%, de igual forma existió un índice de equitatividad mayor en el ecosistema "Playón" con un valor de (0,51), y el ecosistema que más se

llegó a destacar en las variables fisicoquímicas fue “Ciénaga” por su C.O (3,4%), N (0,27%) y Na (0,91 cmol (+)/kg). Se concluye que los factores microclimáticos, la distribución, densidad vegetal, y el tipo de suelo influyen en el comportamiento de las comunidades de macroinvertebrados los cuales modifican su diversidad y abundancia.

En los estudios de Kamau et al. (2017), se evaluaron la influencia espacial en árboles de *Croton megalocarpus*, *Eucalyptus grandis* y *Zanthoxylum gillettii*, en presencia de macrofauna en el suelo. Descubrieron que después de 10 años de cultivo, bajo el dosel, *C. megalocarpus* almacenó 46,6 g/kg de carbono y 6 g/kg de nitrógeno, *E. grandis* registró 58 g/kg de carbono y 5,9 g/kg de nitrógeno, mientras que en *Z. gillettii* se encontraron 54 g/kg de carbono y 5,6 g/kg de nitrógeno. Resultados similares se obtuvieron en casos de cultivos de 16 y 62 años. Sin embargo, la mayor abundancia de macrofauna en el suelo se observó en los cultivos de 16 y 62 años, siendo la abundancia de lombrices mayor en *Z. gillettii* (389 individuos/m²) a los 16 años (160 individuos/m²).

La investigación de Rendón et al. (2011), tuvieron como objetivo cuantificar la calidad del suelo en diferentes tipos de vegetación, para lo cual se utilizó la metodología del Instituto de Fertilidad y Biología de Suelos Tropicales (TSBF). Se identificaron todos los macroinvertebrados a nivel de familia en el área de estudio, determinando que la mayor diversidad y densidad se encontró en los primeros 10 centímetros de profundidad.

Cabrera (2012), señaló que la forma más eficaz de predecir o estimar el estado de conservación del suelo es mediante la consideración de las variables físicas, químicas y biológicas. Por tanto, los macroinvertebrados con un diámetro superior a los 2 mm, debido a su riqueza taxonómica, densidad, biomasa y composición funcional, son de gran ayuda para estimar dicho estado. Además, el estudio reafirmó la relación que existe entre la población de macroinvertebrados y el suelo. Sin embargo, es importante destacar que

también es crucial relacionarla con variables climáticas para obtener una comprensión más completa.

Antecedentes Nacionales

Huauya y Huamaní (2014), tuvieron como objetivo evaluar la presencia de metales pesados y su influencia en la diversidad y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados, para lo cual instaló 22 parcelas en Huánuco y Ucayali. Mediante monolitos de 25 x 25 x 20 cm, recolectó los macroinvertebrados presentes y realizó análisis fisicoquímicos del suelo para realizar la correlación que existe, dando como resultado que el promedio de la densidad es de 511 ± 374 individuos/ m^2 para la Hymenoptera seguida por Oligochaeta con 213 ± 258 individuos/ m^2 . Finalmente se determinó que existe una relación significativa en la densidad de Isoptera con el contenido de cadmio en el suelo.

Tapia, Pashanasi y Del Castillo (2006), estudiaron en las zonas de varillales y chamizales a 200 km al suroeste de Iquitos, ubicado en el margen derecho del río Ucayali, en varillales se observó entre 1,611 y 2,781 individuos/ m^2 de macroinvertebrados en los bosques primarios, con una biomasa en peso fresco que varió de 30,3 a 42,7 g, respecto a chamizales que se observó 670 y 1179 individuos/ m^2 , y para su biomasa se reportó 31,5 a 100 g de peso fresco/ m^2 .

Huerta et al. (2008), realizaron su estudio en 24 sitios, distribuidos en 17 lugares con policultivos arbóreos, frutales, cañaverales y pastos inducidos, y 7 sitios con selva, pastizales y vegetación riveriana. Observaron que la diversidad muestra una influencia descendente de acuerdo con el tipo de vegetación, encontrando que los policultivos contenían de 6 a 8 órdenes, mientras que los monocultivos no arbóreos se ubicaban entre 1 y 5 órdenes.

Antecedentes locales

Sanchez (2018), el propósito del estudio fue evaluar el impacto de varios sistemas de uso de la tierra. La comunidad de macroinvertebrados se evaluó en cuatro tipos de uso del suelo: una plantación con sistema agroforestal, un bosque protegido, un área cubierta de pasto (brachiaria) y una plantación monocultiva (Shiringa), durante la época de máxima precipitación. En el Km 56 carretera interoceánica sector de Pampa Hermosa Puerto, se midió la densidad de macrofauna del suelo (individuos/ m^2) y se analizaron las propiedades físicas y químicas del suelo.

El sistema agroforestal tenía una mayor cantidad de biomasa (g de peso fresco/ m^2) y macrofauna (414,5 individuos/ m^2), mientras que el pastizal tenía la mayor cantidad de biomasa de macrofauna/ m^2 . La macrofauna del pastizal era más diversa. Los niveles de potasio y la capacidad de intercambio catiónico del suelo afectan la cantidad de macrofauna en el suelo; en suelos con mayores niveles de potasio y capacidad de intercambio catiónico, la población es mayor. Además, se descubrió que existe una correlación entre el número de órdenes de macrofauna del suelo y su capacidad de intercambio catiónico.

Ccoycca (2018), estudió los macroinvertebrados en el distrito de Laberinto e Inambari, ubicados en la región de Madre de Dios, en diversos sistemas agroforestales. Para ello, se monitorearon 25 parcelas y se establecieron 6 monolitos para cada una de ellas, con dimensiones de 25 cm x 25 cm x 3 cm. El propósito era determinar la abundancia y densidad de los macroinvertebrados para cada sistema. Se observó una abundancia de 163,09 individuos/ m^2 , pertenecientes a 20 órdenes diferentes. Además, la biomasa seca registrada fue de 17,09 g/ m^2 .

2.2. Base teórica

2.2.1. Definición de artrópodos

Los artrópodos son los animales más abundantes en el grupo de invertebrados, estos no tienen columna vertebral, pero sí un exoesqueleto que les da protección, además de tener la característica de tener unas patas articuladas. Con el pasar de los años se ha encontrado que los artrópodos representan un 80% de las especies animales conocidas en el planeta, y de igual forma corresponden al 80% en los insectos.

Entre ellos los insectos más destacados tenemos a (moscas, mosquitos, libélulas, cucarachas, piojos, abejas, etc.), los arácnidos (arañas, garrapatas, escorpiones, etc.), los crustáceos (langostas, cangrejos, etc.) y los miriápodos (ciempiés, milpiés, etc.).

2.2.2. Los macroinvertebrados como indicador del estado del suelo

La diversidad biológica en los bosques se caracteriza como el número y la configuración de la información biológica presente dentro de los diferentes ecosistemas ordenados por una jerarquía (Sanchez 2006). Por ende los macroinvertebrados pueden constituir indicadores de calidad de los suelos debido a su gran importancia en la diversidad, reciclaje, aireación, formación de estructuras, sin contar con su gran diversidad y número, estos organismos son sensibles a los cambios ambientales lo que los hace un buen indicador.

2.2.3. Detritívoros

Estos grupos viven en la parte superficial del suelo más conocida como hojarasca. Cumplen con descomponer la totalidad de la materia orgánica, los macroinvertebrados, hongos y bacterias cumplen con el rol de trituración mecánica de los restos vegetales y de animales. De esta forma existe materia y alimentos para otros organismos más pequeños, por lo cual se conoce a los detritívoros como los mejores recicladores de nutrientes, entre ellos tenemos a los órdenes de Haplotaxida, Coleóptera, Isóptera y Díptera.

2.2.4. Macroinvertebrados edáficos

Los macroinvertebrados del suelo están constituidos por todos los organismos que pasan toda o parte de su vida en la parte superficial del suelo y así mismo en la hojarasca de la tierra, las cuales van desde animales microscópicos a vertebrados de mediano tamaño (George et al. 2001). Son todos los organismos iguales o mayores a 2 mm, que aporten o interfieran en los procesos de agregación, intercambio, equilibrio del suelo, porosidad, movimiento hídrico y aporte en el mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del suelo (Lal 1988; Neber 1999; Lavelle 2003).

2.2.5. Importancia y funciones de los macroinvertebrados edáficos en los Bosques tropicales

En los bosques tropicales el papel que cumplen los macroinvertebrados edáficos van desde la descomposición, flujo de nutrientes hasta el equilibrio y mejoramiento del suelo, esto estará influenciado directamente con la temperatura y la humedad del ambiente (Brown, Pasini, et al. 2001). La importancia recae en la función que desempeña la configuración del suelo y el respaldo de las plantas (Brown, Pasini, et al. 2001). Los Bosques de terraza baja del Amazonas son de elevación baja, y se extiende por las laderas orientales y valles, en función del MINAM lo clasifica en terraza baja con paca, shiringa y castaña, (Figura 1) (Bax y Francesconi 2018; Araújo-Flores et al. 2021).

2.2.6. Cómo se relaciona los macroinvertebrados con los elementos del bosque

Las funciones principales que realizan los macroinvertebrados del suelo son la descomposición y mineralización de la materia orgánica como la hojarasca y a la vez aceleran los procesos de reciclaje y aprovechamiento de nutrientes de los demás organismos en el bosque (Lavelle, Senapati y Barros 2003).

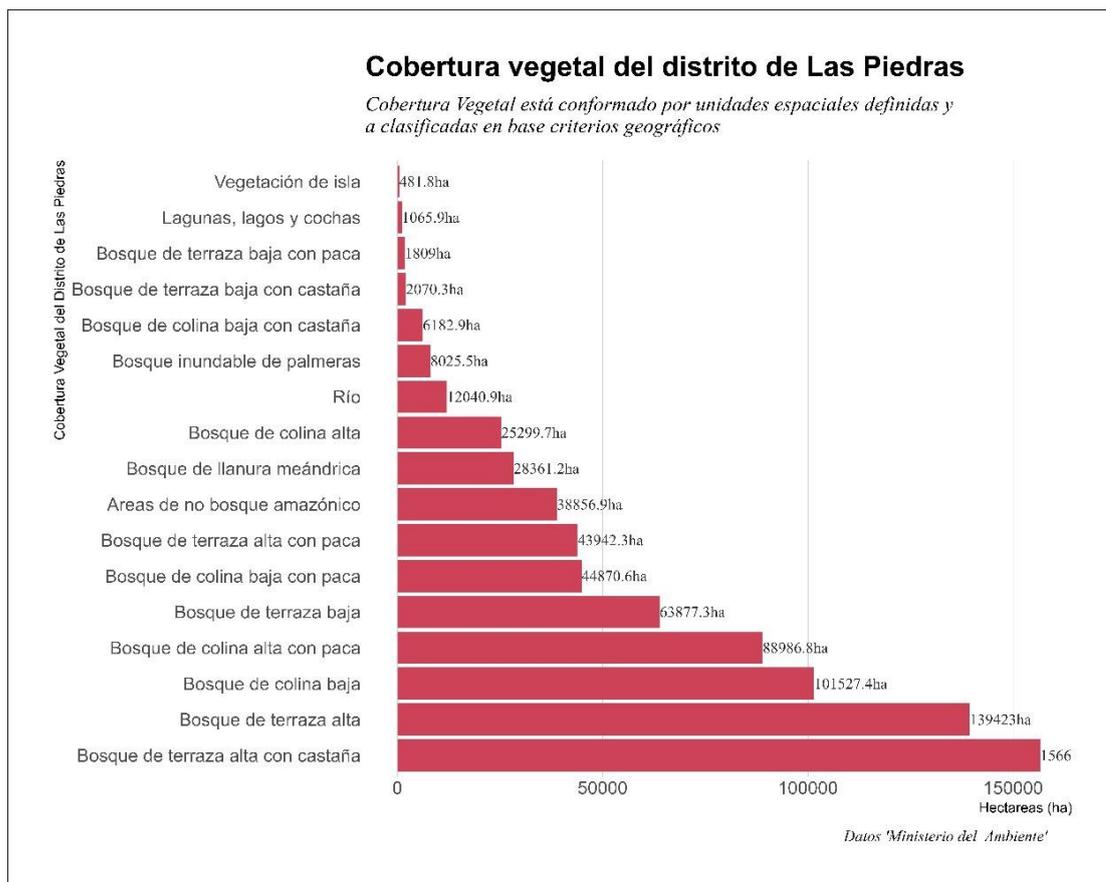


Figura 1. Mapa de cobertura vegetal del distrito de Las Piedras en el Departamento de Madre de Dios, (MINAM 2015).

2.2.7. Invertebrados y su relación con la calidad del suelo

La riqueza de especies, la abundancia y la diversidad son los principales índices utilizados para evaluar la calidad del suelo a través de la comunidad de macroinvertebrados. La variedad de taxones presentes en el suelo se indica en la riqueza de especies, que es un indicador de la diversidad biológica y la estabilidad del ecosistema. La abundancia, por otro lado, proporciona información sobre la densidad y estructura poblacional de los invertebrados al cuantificar el número total de individuos. Finalmente, la diversidad, evaluada a través de índices como los de Shannon y Simpson, refleja la equitatividad en la distribución de especies y su contribución a la complejidad del ecosistema. Dado que su presencia y actividad afectan la calidad del suelo, estos índices permiten evaluar el impacto de los macroinvertebrados en la calidad del suelo (Decaëns 2010).

2.3. Definición de términos

- **Calidad del suelo**

La calidad de suelo se conoce como la capacidad de cumplir funciones tales como: ecológicas, agricultura económica, sostén de vida, arqueológicas, deposiciones y sobre todo el hogar de toda la vida terrestre. Dependiendo del estado del suelo determinará el comportamiento de la vida, por ende, es fundamental velar por sus propiedades fisicoquímicas (MINAM 2014).

- **Muestra simple**

Se le conoce como las muestras recolectadas en un momento o instante, por ello se le conoce como simple. En este tipo de muestreo se presentan las condiciones puntuales y en un solo tiempo. Este tipo de muestra se aplica para análisis de diagnósticos o caracterización (MINAM 2014).

- Suelo

Es un material que no está consolidado y está compuesto por factores bióticos y abióticos. Comprende diferentes fases o niveles de profundidad y en ellas se desarrolla todo el ciclo de la vida terrestre (MINAM 2014).

- Textura de suelo

Son esas propiedades que se derivan de la composición granulométrica, y está formada por limo, arcilla y arena. La conformación o combinaciones de estas texturas, cambia en diferentes partes del mundo (MINAM 2014).

- Calicatas

Las calicatas o catas es una técnica utilizada para describir o caracterizar los suelos, con fines de edafología, ecología, biología, forestal, agricultura, etc. Consiste en realizar una perforación en el terreno con la asistencia de una pala o pico y tratar de visualizar las capas del suelo (Viera, Abelleira y Lugo 2008).

- Tipo de Vegetación

Gilabert, González y García (1997), menciona que la formación de los tipos de suelo está influenciada con las variaciones climáticas y el tipo de vegetación, por decir, en un bosque de pino el suelo tendrá diferente composición a un bosque de palmeras predominantes.

- Bosque de terraza alta con castaña

Estos bosques con castaña también reconocidos como “nuez de Brasil”, se encuentran en la zona suroriental de la región de Madre de Dios, que está rodeado por Bolivia y Brasil, y está conformada por los ríos Tambopata, Quebrada Pampa Hermosa, Manu, Lago Valencia, Tahuamanu, Manuripe, Piedras, Pariamarca, Pariamanu. En estos bosques están de forma predominante los árboles de *Bertholletia excelsa*, que tienen un DAP de más de 2 metros y una altura de 60 m, las cuales representan las especies más antiguas de la selva (MINAM 2015).

- Bosque inundable con palmeras

Este bosque es también conocido como “aguajal”, su extensión está ubicada en las llanuras aluviales de la selva Amazónica, que va desde las zonas más bajas hasta una altitud de 750 msnm, estos bosques están casi todo el año inundados, a consecuencia de los desbordes de los ríos que provocan inundaciones que también son consecuencia de la precipitación pluvial (MINAM 2015). Estos suelos tienen poco drenaje y bastante materia orgánica con lenta descomposición. En este bosque el predominante son las palmeras de porte de árboles de un DAP de 40 cm y una altura de 30 m, también existen árboles que toleran el agua como las especies: *Symphonia globulifera* (“azufre caspi”), *Euterpe precatoria* (“huasaí”), *Mauritia flexuosa* (“aguaje”), *Virola surinamensis* (“cumala caupuri”), *Attalea butyracea* (“shapaja”), *Eriotheca macrophylla* (“punga”), *Ilex* sp. (“timareo”), *Campsiandra* cf. *angustifolia* (“Huacapurana”), *Guatteria* aff. *multivenia* (“carahuasca lanuda”), *Socratea exorrhiza* (“casha pona”) y *Buchenavia* sp. (“yacushapana”), *Ruptiliocarpon* cf. *caracolito* (“cedro masha”) (Florez-castillo, Nieto-ramos y Garate-quispe 2020).

- Relieve o topografía

Ramírez, Valencia y Vela (2018), mencionan que el relieve es la configuración que presenta un área en la superficie terrestre, basado por los niveles o curvas dadas por la elevación, más conocidas como depresiones u otras desigualdades. Estas características morfológicas son nombradas o clasificadas como valle, colina, montaña, mesetas o cañones. La elevación produce la modificación y erosión geológica del suelo.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de estudio

El tipo de estudio en el presente proyecto de investigación es descriptivo exploratorio, porque utiliza métodos como la especificación, formación correlacional, de desarrollo, y delimitación de propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice (Beltrán, Igea y Agustín 2003). El estudio se enfocó en una investigación cuantitativa, puesto que se efectuó mediciones mediante diversos instrumentos de forma continua y generando resultados; para lo cual se realizó el método deductivo y pruebas de hipótesis (Hernández y Mendoza 2018).

3.1.1. Alcance de la investigación

El alcance de la investigación es descriptiva porque se caracterizó la biomasa de las especies, también se correlacionó, puesto que se buscó el grado de relación entre las variables y el fenómeno, finalmente explicativo porque se pretende explicar las causas y factores por la cual se da (Hernández y Mendoza 2018).

3.2. Diseño de estudio

El estudio se delimitó dentro de un diseño de análisis observacionales no experimentales, porque no se manipuló ninguna variable, sin grupo de control longitudinal.

En el estudio se evaluó dos tipos (Bosque de terraza alta con castaña y Bosque inundable de palmeras) de bosques en la Amazonía de Madre de Dios, para lo cual se realizó la recolecta de 6 monolitos (25 cm x 25 cm x 25 cm) por cada mes teniendo un total de 36 monolitos y una recolecta del 100% de los macroinvertebrados del suelo (**Figura 2**).

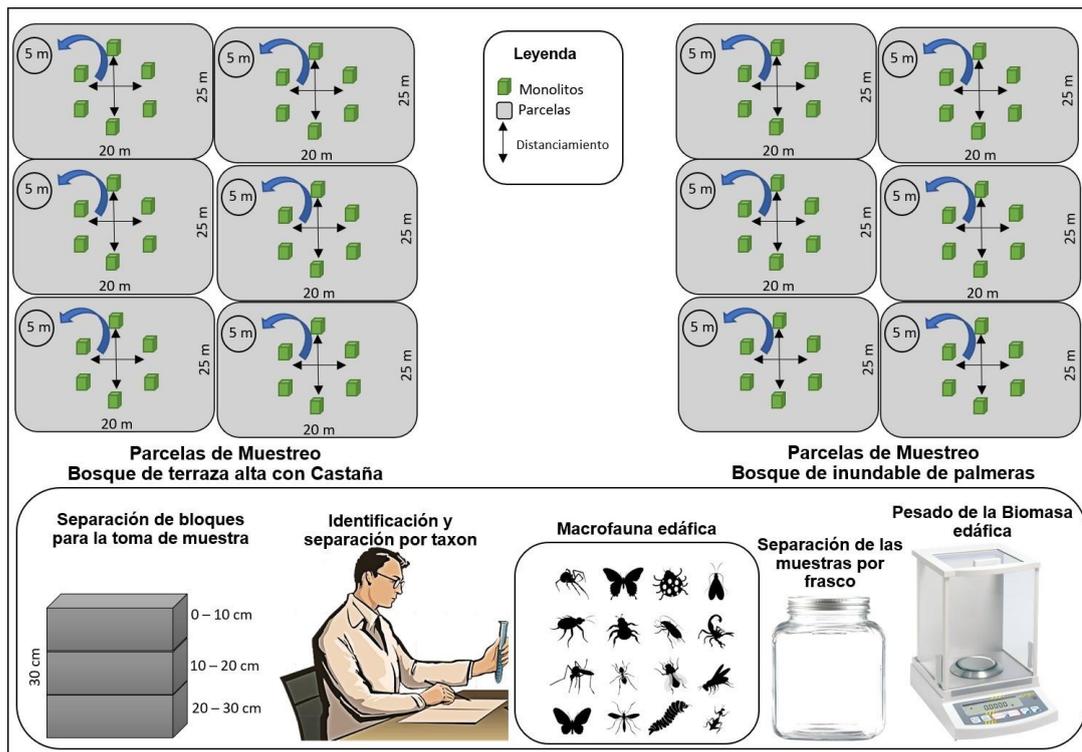


Figura 2. El diseño de la investigación fue establecido en dos tipos de bosque, con 06 unidades de muestreo en parcelas de 0.5 ha cada una.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población está conformada por dos tipos de cobertura vegetal: El Bosque inundable de palmeras es de 10000 m^2 en el distrito de Las Piedras (**Figura 5**), y para el Bosque de terraza alta con castaña se consideró 10000 m^2 , entre los dos tipos más representativos de los bosques Amazónicos del departamento Madre de Dios.

3.3.2. Muestra

Tipo de Muestra

Para el tamaño de la muestra se consideró muestras no probabilísticas, pues está sujeto a un juicio del investigador en consideración de las variables que la involucran. Se consideró un muestreo por conveniencia debido al costo y la accesibilidad al área de estudio.

Número de muestras para cada tipo de Bosque

Las muestras estuvieron conformadas por todos los individuos que estuvieron presentes en cada monolito para bosque de terraza alta con castaña (36 monolitos) y bosque inundable de palmeras (36 monolitos), en el distrito de Las Piedras, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios, las cuales fueron analizadas en laboratorio y gabinete para los resultados. Cada unidad de muestreo está representada por 01 ha, como lo sugiere (MINAM 2014; Reynoso 2014). Así como la recomendación de (MINAM 2014), de realizar como mínimo 30 submuestras para bosques tropicales.

3.4. Métodos y técnicas

3.4.1. Delimitación espacial y temporal

El estudio se desarrolló en dos zonas con características diferentes, una en bosque de terraza alta (MINAM 2015) denominada "Fundo el Bosque", la cual está localizada a unos 28 minutos aprox, desde la localidad de Puerto Maldonado, sector Loboyoc en el Distrito de las Piedras, con coordenadas 9°55'33"- 13°20'04" Latitud Sur, 68°39'27"-77°22'27" Longitud Oeste y entre 200-210 msnm, para el segundo lugar se consideró un bosque inundable con palmeras en el área de sector Cachuela margen izquierdo así como se presenta en anexo 1 (Figura 16). El clima del área de estudio es cálido-húmedo (Aw) y con abundantes precipitaciones pluviales (SENAMHI 2020), con una temperatura promedio de 26,5 °C y una precipitación de 2120 mm, está en los bosques húmedos tropicales del Perú (Holdridge 1967; Britto 2017). No obstante, no se presenta una precipitación constante todo el año, por lo cual se distinguen dos estacionalidades (lluvias y secas), entre los meses de octubre a febrero y marzo a agosto. En Madre de Dios son muy representativos los suelos Gleysol distrito - Lixisol hiplico - Fluvisol dístico.

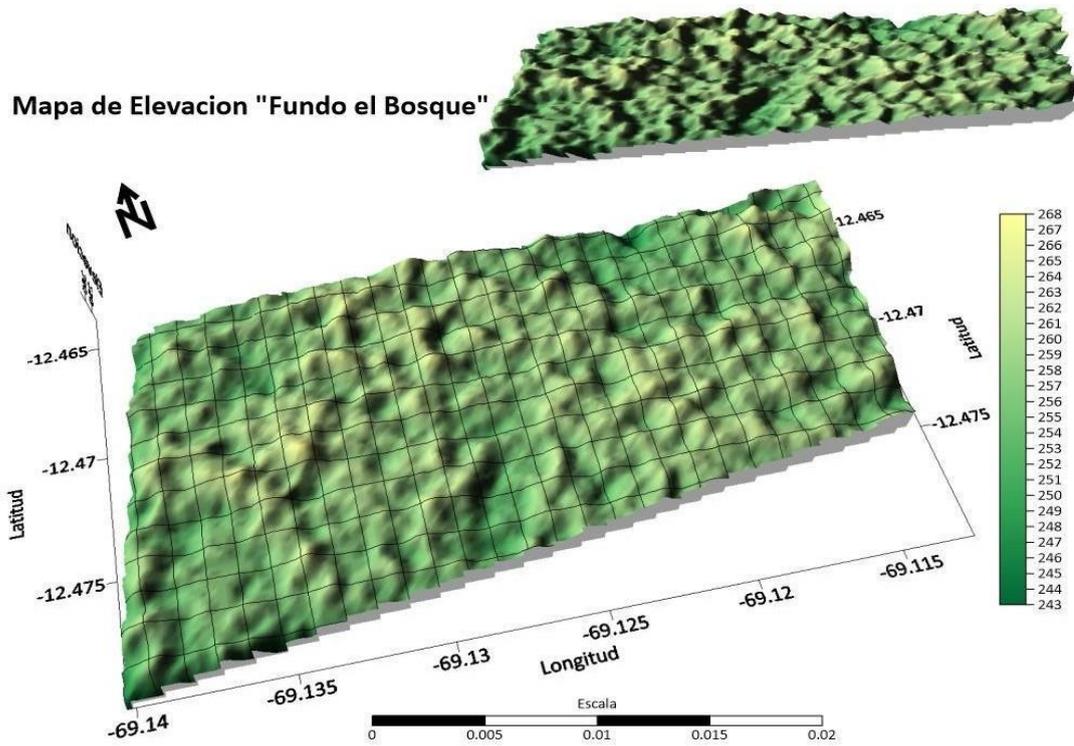


Figura 3. Mapa de elevación del área de conservación "Fundo el Bosque" (UNAMAD).

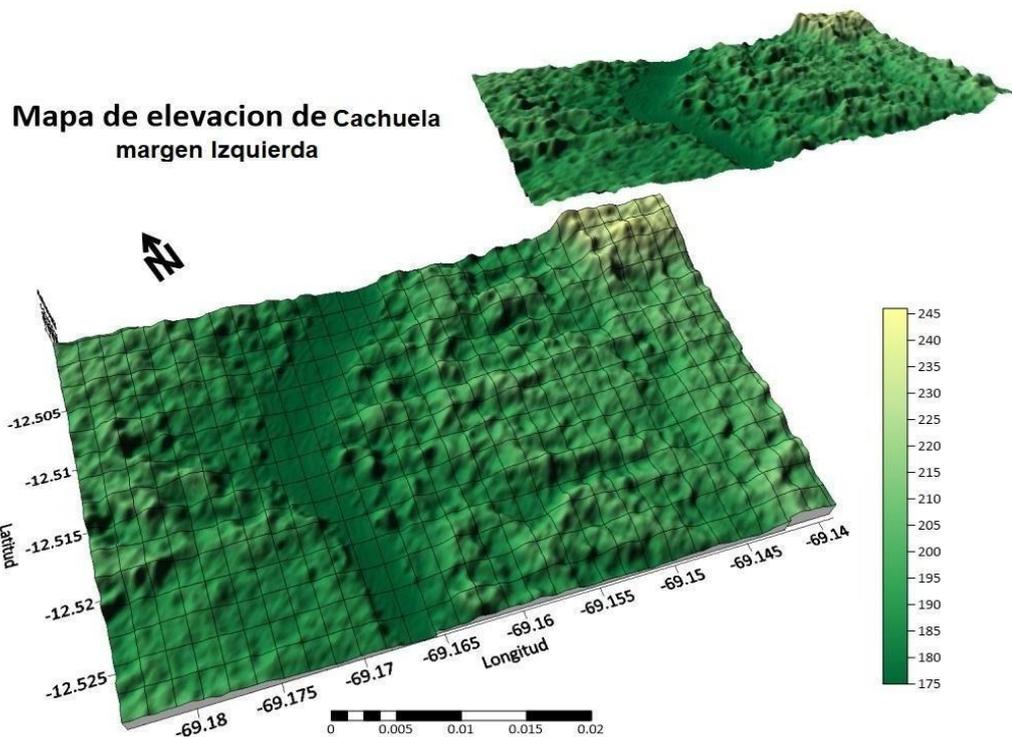


Figura 4. Mapa de elevación del área de estudio en Bosque inundable de palmeras.

3.4.2. Delimitación espacial y temporal Ubicación política y geografía del lugar de estudio

a) Ubicación Política

El área abarcada es un Bosque terraza alta con castaña (Loboyoc) y el Bosque inundable de palmeras (Cachuela baja), ubicado en el distrito y provincia de Tambopata en el departamento de Madre de Dios

b) Caracterización general del área

El Perú está compuesto por diferentes tipos de bosque, el área de estudio está situada en un bosque húmedo tropical (bh-S) que se extiende en todo el territorio de Madre de Dios (Holdridge 1967; Britto 2017) (**Figura 3**). El área está situada entre 150 – 3000 msnm, el clima es cálido-húmedo la cual tiene abundantes precipitaciones pluviales (SENAMHI 2020), la temperatura promedio anual es de 26,5 °C, además de tener una precipitación de 2120 mm, que es característica de bosques húmedos-tropicales.

Hidrología

El Río Las Piedras o también llamado río Tacuatimanu. Constituye uno de los afluentes fundamentales en la región de Madre de Dios. Se origina en las elevaciones que forman la división de aguas con el río Shepagua. Presenta un amplio trayecto con una longitud de 790 km. Su curso continua hasta unirse con el río Madre de Dios (IIAP 2000).

Vegetación

Bosque de Terraza alta con castaña

Estos bosques tienen extensiones grandes y planas en Madre de Dios, con drenaje regular a pobre (Figura 6). Este tipo de bosques son de fácil acceso, en este bosque es común encontrar comunidades de castañas *Bertholletia excelsa* y otras especies maderables como *Spondias mombin* (ubos), *Brosimum lactescens* (tamamuri), *Amburana cearensis* (ishpingo), *Dipteryx odorata* (shihuahuaco), *Hymenaea* sp. (azúcar huayo), *Helicostylis tomentosa* (misho chaqui), *Virola obovata* (cumala), *Iriartea deltoidea* (huacrapona),

Phytelephas macrocarpa (yarina), *Euterpe* sp. (Huasaí) (INADE 2007). La estructura de estos bosques es vertical y presenta abundantes lianas y epifitas (Loaiza 2011).

Bosque inundable con palmeras

Estos bosques son los que están más próximos a los cauces de los ríos principales o secundarios, que van entre los 5 a 10 metros sobre el nivel del río y son de suelos limo arenosos (**Figura 6**). Estos tipos de zonas son comúnmente llamados bajiales o aguajales, y son zonas inundables debido a las intensas lluvias que favorecen al desborde de los ríos. Debido a ello el terreno tiene una capa freática muy alta, este tipo de bosque representa el 9,01 % de Inambari a Iñapari con alrededor de 276,28 ha (Alarcón y Amilcar 2011).

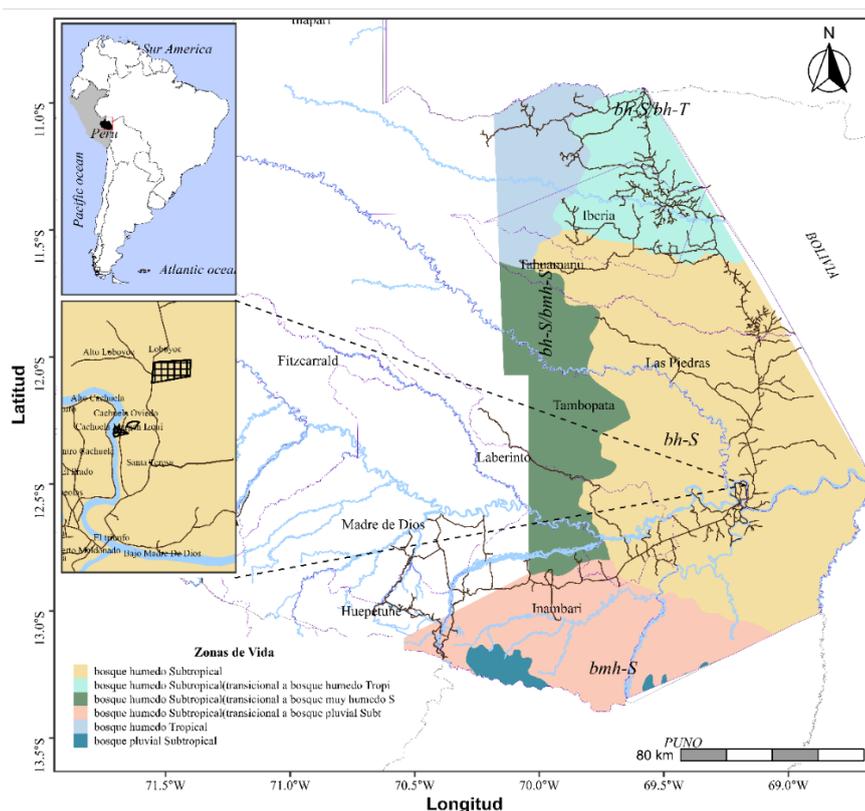


Figura 5. Mapa de Zonas de Vida del área de estudio situada en el distrito de Las Piedras (MINAM 2015).

3.4.3. Muestreo de la macroinvertebrados

Para el criterio del muestreo se consideró la metodología propuesta por (Anderson y Ingram 1993), titulada Tropical “Soil Biology and Fertility (TSBF)

Program”, en la cual se realizó un marco muestreador de 25 x 25 cm con una altura de 10 cm, con planchas metálicas de alta resistencia con la cual se extrajeron 6 monolitos con una distancia de 5 metros entre cada uno.

De igual forma se realizó la recolección de 1 muestra de hojarasca y 3 muestras de suelo con una profundidad total de 30 cm en capas de 10 cm cada una, de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm (Figura 2).

Número de muestras para cada tipo de Bosque

De acuerdo con TSBF, se consideró 6 monolitos por cada muestreo en 6 parcelas, teniendo un total de 36 monolitos para cada tipo de bosque (Figura 8), los cuales estuvieron distanciados por 5 metros entre cada monolito y 500 m entre cada muestreo (Figura 7) (Anderson e Ingram 1993).

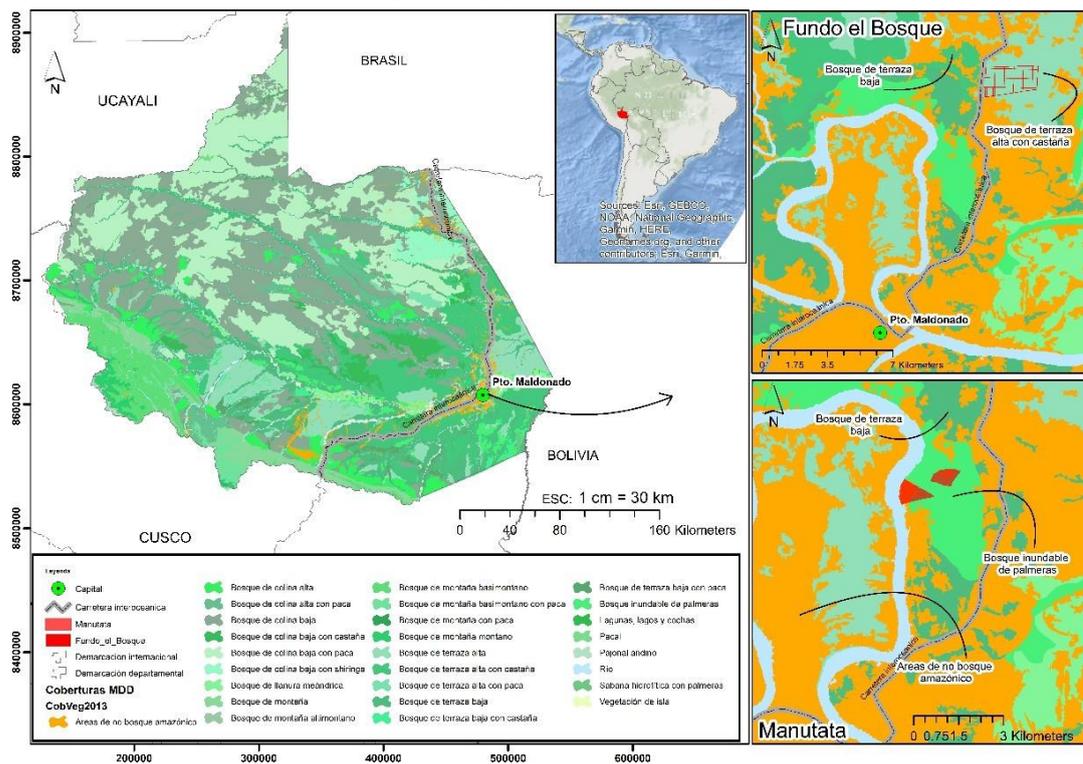


Figura 6. Mapa de la fisiografía vegetal del área de estudio que comprende Bosque de Terraza alta y Baja en el Distrito de Las Piedras - Madre Dios.

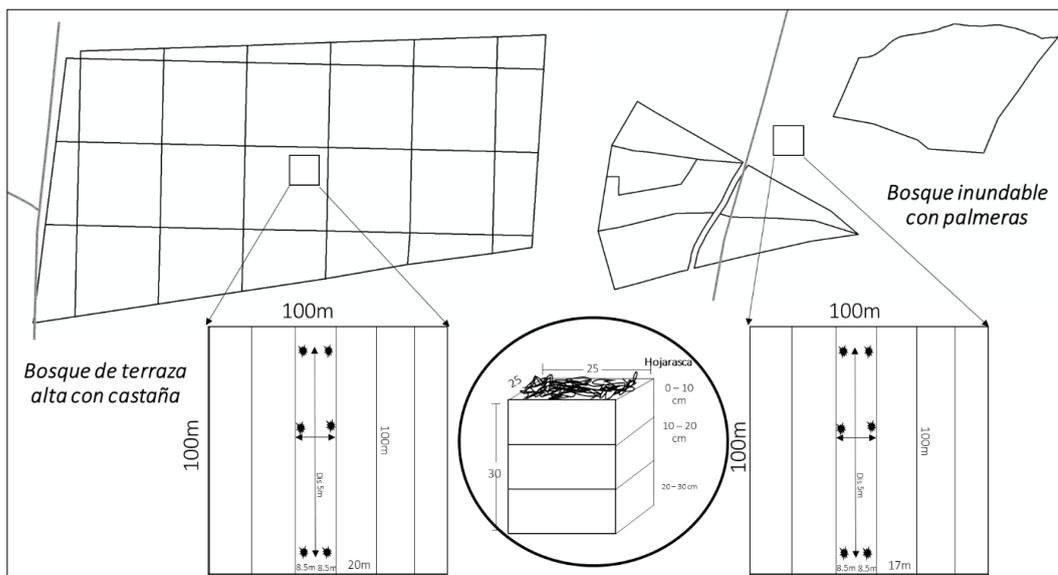


Figura 7. Distribución de las unidades de muestreo en los dos tipos de cobertura vegetal en el distrito de Las Piedras.

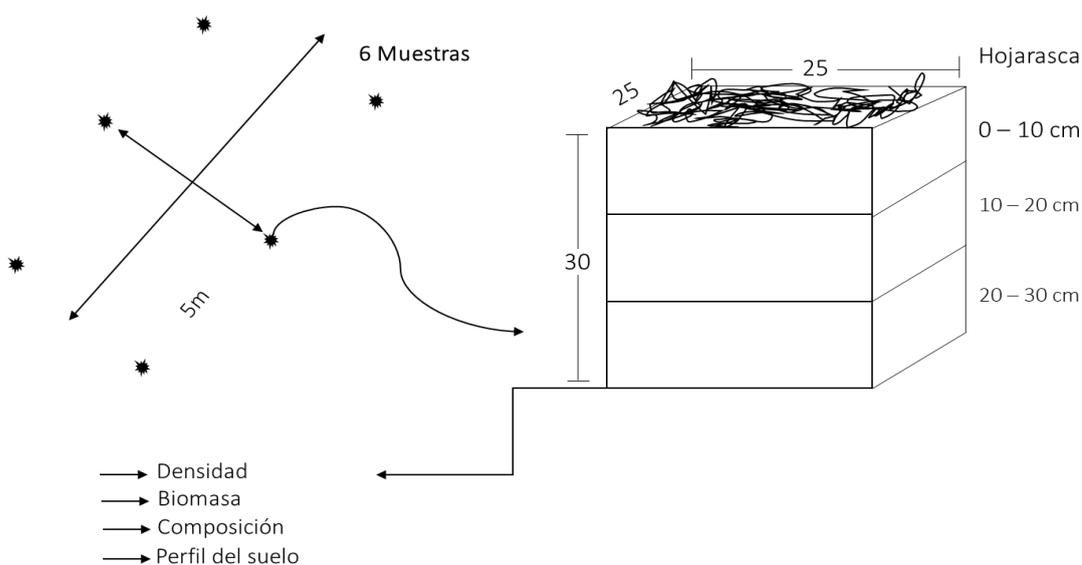


Figura 8. Metodología de muestreo por el Tropical Soil Biology and Fertility Program (TSBF). (Anderson y Ingram 1993).

3.4.4. Densidad y biomasa de macroinvertebrado del suelo

Las muestras de macroinvertebrados recolectados en campo se almacenaron en alcohol de 70% en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios hasta su respectivo análisis. Posteriormente se realizó la identificación de macrofauna edáfica en la que se contó con el especialista Joel Peña Valdeiglesias, así mismo con el apoyo en la búsqueda completa de bibliografía especializada para la identificación de los macroinvertebrados. Seguidamente se realizó el conteo del número de individuos por orden y se realizó el pesado de la biomasa con una balanza

analítica. Para la abundancia se midió el número de individuos por metro cuadrado y su biomasa por gramos por metro cuadrado.

3.4.5. Para determinar la diversidad de macroinvertebrados del suelo

a) Índices de abundancia proporcional

Según Peet (1974), clasifica estos índices de abundancia en índices de equidad, donde los datos consideran la relevancia del valor de la especie, y en índices de heterogeneidad a los que también considera el emblema completo de especies del consistorio. “Por otro lado, estos índices enfatizan ya sea el período de dominancia o la igualdad en la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de neutralidad” (Moreno 2001).

b) Índice de Shannon – Weaver (H)

Propuesta por Shannon (1948): “utiliza la relación (ppp) entre la abundancia de individuos de cada especie (n_i) y la abundancia total (NT) de cada sitio de estudio, mientras mayor sea el valor, más diverso es el sitio” (Dibán Karmy 2019, p. 28), la fórmula planteada es la ecuación 1.

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{n_T} \log_2 \left(\frac{n_i}{n_T} \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$p_i = \frac{n_i}{n_T}$$

Los índices fundamentados en la dominancia son criterios opuestos a la comunicación de suavidad o equidad de la comunidad. Consideran la representatividad de las especies con mayor fuerza de importancia evaluar sin el aporte del resto de las especies (Moreno 2001).

c) Índice de Simpson (D)

Propuesta por Simpson (1949), “se toma en cuenta la relación (ppp) entre abundancia de individuos de cada especie y abundancia total de cada sitio.

El índice varía entre 0 y 1, siendo 0 el más diversos.” Para los análisis se utilizó $1-D(S_{ij})$ de este modo se interpreta igual que el índice H (Dibán 2019b), la fórmula planteada es la ecuación 2.

$$D_{(Si)} = \sum_{i=1}^S (p_i)^2 \dots\dots\dots (2)$$

d) Índice de Equitatividad de Pielou (J)

Propuesta por Pielou (1966) “indica la equitatividad de la diversidad, el cual varía entre 0 y 1, siendo 1 el valor que indica mayor equitatividad, cuando las especies son igualmente abundantes. Se utiliza el índice de Shannon – Weiner (H’) y riqueza de especies (S)” (Dibán 2019b), la fórmula planteada es la ecuación 3.

$$J = \frac{H'}{\log_2(S)} \dots\dots\dots (3)$$

3.4.6. Evaluación de la diversidad y composición florística

Para determinar el área a realizar el inventario se consideró la metodología de Gentry (1982), donde se consideró un total de 1 ha dividida en 10 x 100 m y con una distancia de 300 m una de la otra. Se realizó un registro de todas las especies que tenían un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de 10 cm o más, con una altura aproximada de 1,30 m. Las muestras se identificaron a nivel de género, familia y especie siguiendo la metodología de (Radford et al. 1974), se contó con la asistencia de un experto en botánica a cargo del herbario Alwyn Gentry-Hag de la Universidad Nacional amazónica de Madre de Dios.

3.4.7. Relación entre composición florística y la diversidad de macroinvertebrados en los diferentes tipos de bosque.

Para determinar la relación de la composición florística con la diversidad de macroinvertebrados, se realizó primero el promedio de la diversidad por cada unidad de muestreo que vienen a ser los monolitos y así poder tener la diversidad total para ambos casos. Posteriormente se calculó la relación a través del análisis de correlación lineal de Spearman. Este análisis se hizo utilizando el paquete estadístico Software R-Studio versión 4.0.1 (RStudio 2021), con la librería “ggpubr- ggscatter” (Kassambara 2020a).

3.4.8. Determinar la influencia de la entrada de luz en la cobertura del sotobosque en la diversidad de macroinvertebrados del suelo

Para poder determinar la densidad de la cobertura boscosa se utilizó el densiómetro esférico, a pesar de que no determina directamente la disponibilidad lumínica, es muy usado para determinar el porcentaje de cobertura en el sotobosque y se puede tener en términos relativos la medida el porcentaje de luz suelo (Dimarco, Russo y Farji 2004; Clark y Clark 1992). Mediante el método intercepto de puntos, se determinó la cobertura relativa (% CR_i) tanto utilizando la frecuencia de una determinada especie (n_i) en relación con el total de puntos muestreados (N_T) Goodall (1953), la fórmula planteada en la ecuación 4.

$$\%CR_i = \frac{n_i}{N_T} \dots\dots\dots (4)$$

3.4.9. Determinar las características fisicoquímicas del suelo

En cada tipo de bosque (Bosque de terraza alta con castaña, inundable de palmeras), se recolectaron suelo de la parte superficial con un total de 6 muestras se mezclaron para tener una muestra representativa y homogénea con un total de ½ kilogramos de suelo entre los 30 cm de profundidad. Las muestras se enviaron al laboratorio de suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes

(LASPAF) de la Universidad Nacional Agraria la Molina para su análisis. Para poder correlacionar la biomasa, cantidad de macroinvertebrados y la diversidad con el pH, CIC (capacidad de intercambio catiónico) MO (Materia orgánica), Fósforo (P), Potasio (k), Calcio (Ca), Aluminio (Al), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Conductividad eléctrica (CE), Textura del suelo, Densidad aparente.

3.5. Tratamientos de los datos

3.5.1. Procesamiento de datos y análisis estadísticos

Se utilizó la hoja de cálculo de Excel 2019, para clasificar, filtrar y categorizar los registros que posteriormente fueron guardados en una base de datos.

3.5.2. Análisis Descriptivo-Exploratorio

Para el análisis se utilizó el paquete estadístico Software R-Studio versión 4.0.1 (R Core Team 2020), para la determinación del análisis exploratorio de los datos recolectados en la fase de campo y posteriormente la aplicación de los análisis comparativos de medias y regresión para las variables que interactúan.

3.5.3. Análisis inferencial

Abundancia

Para el análisis se utilizó como unidad de muestreo a las subparcelas y se realizó una sumatoria de todas las especies de macroinvertebrados recolectados en ambos tipos de bosque y de esta manera se obtuvo la abundancia para cada parcela para lo cual se utilizó el paquete estadístico Software R-Studio 4.0.1 (RStudio 2021) con su Librería Ggplot2 (Wickham 2016) y la librería ggpubr (Kassambara 2020a). Para determinar las diferencias de abundancia entre los dos tipos de sitios con diferente grado de perturbación, se utilizó también el análisis de comparación de media con la prueba de T student para definir si existe diferencias significativas posteriormente se utilizó la librería “ggstatsplot” para los gráficos (Patil 2018b).

Cobertura de sotobosque y entrada de luz

Para la determinación de la cobertura de vegetación del sotobosque y la entrada de luz del dosel a las parcelas se calculó el promedio de todas las subparcelas para cada tipo de bosque con diferentes grados de perturbación la prueba utilizada es la T student para definir si existe diferencias significativas posteriormente; se utilizó la librería “ggstatsplot” para los gráficos (Patil 2018a). La relación de la abundancia y riqueza de macroinvertebrados con la cobertura de vegetación del bosque y la entrada de luz del dosel se calculó a través del análisis de correlación lineal de Spearman. Este análisis se hizo utilizando el paquete estadístico Software R-Studio versión 4.0.1 (RStudio 2021), con la librería “ggpubr- ggscatter” (Kassambara 2020a).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1 Identificación de los macroinvertebrados

Para el bosque de terraza alta con castaña se observó 14 órdenes, donde Isóptera representa el orden más abundante con 843 individuos que en promedio se recolectó por visita $140,4(\pm 179,18)$ ind/ m^2 que corresponde a la especie termitas, seguida por la Hymenoptera con 339 individuos que en promedio es $56,44(\pm 36,66)$ ind/ m^2 . El tercer orden más abundantes es Coleóptera que tiene un total de 181 individuos que en promedio por visitas es de $30,22(\pm 15,61)$ ind/ m^2 . Se registró en total 1819 individuos para este tipo de bosque, siendo el sexto mes (setiembre) el más abundante ver (Tabla 14 del anexo 3).

Tabla 2. Densidad total de macroinvertebrados del suelo en el bosque de terraza alta con castaña en el distrito de Las Piedras

Ordenes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Densidad (ind/ m^2)		
							total	Mean	sd
Araneae	11	8	13	27	32	13	104	17,33	9,65
Hymenoptera	37	16	64	27	112	83	339	56,44	36,66
Coleóptera	16	11	48	37	24	45	181	30,22	15,61
Scolopendromorpha	5	24	13	51	8	3	104	17,33	17,99
Haplotaxida	11	11	5	3	3	13	46	7,55	5,44
Lepidoptera	3	0	5	8	0	0	16	2,67	3,37
Isoptera	19	5	107	80	141	491	843	140,4	179,1
Blattodea	3	8	19	5	8	5	48	8,00	5,59
Orthoptera	0	5	5	8	13	3	35	5,78	4,59
Diptera	0	3	3	3	13	11	32	5,33	5,33
Hemiptera	0	0	3	0	13	3	19	3,11	5,18
Dermaptera	0	0	11	0	13	5	29	4,89	5,94
Diplopoda	0	0	8	0	0	0	8	1,33	3,27
Geophilomorpha	0	0	0	0	13	3	16	2,67	5,33

Se identificaron un total de 18 órdenes de macroinvertebrados en el bosque inundable de palmeras. El orden Scolopendromorpha fue predominante con 685 individuos que en promedio se recolectó por visita $114,22(\pm 74,62)$ ind/ m^2 que corresponde a la especie ciempiés, seguido por Coleóptera 381 individuos que en promedio se recolectó por visita $63,56 (\pm 28,44)$ ind/ m^2 que corresponde a la especie escarabajos. El número total de individuos recolectados fue de 2125 individuos, siendo el quinto (agosto) mes el más abundante con 557 individuos y el de menor abundancia fue el tercer mes (junio) con 147, esto se puede atribuir debido a que es temporada seca ver (Tabla 12 anexo 3). En otro estudio, Rios y Casimiro (2022), evaluaron la macrofauna del suelo, registrando 14 y 15 órdenes de magnitud, donde el principal fue el orden Membranosos, seguido por Haplotaxida, Isoptera y finalmente Isópodo.

La presencia de órdenes como los Coleópteros, Isopteras, hemipteras y araneae son indicadores de una alta calidad biológica de los suelos (Rousseau et al. 2013). El orden araneae muchas veces están vinculadas a la estructura del hábitat y a la abundancia de presas, son sensibles a los cambios repentinos en su hábitat, como por ejemplo a consecuencia de tala de los bosques (Willett 2001) y contaminación de suelos (Hlava et al. 2023). El orden Isoptera tuvo mayor densidad en el bosque de terraza alta con castaña en comparación con el bosque inundable con palmeras. Esto es debido a que las isópteras son característicos de bosques con mayor riqueza de especies (Herrera-Machaca 2022). Esto podría explicarse en función a que la riqueza vegetal proporciona más alimento (Angers y Caron 1998).

Por otro lado las hormigas (omnívoro) del orden Hymenoptera, tienden a una mayor resistencia a las variadas circunstancias cambiantes del entorno o tipos de suelo, lo cual se atribuye a sus hábitos generalistas en la utilización de los recursos (Wodika y Baer, 2015).

A nivel local, la diversidad del entorno, las características del suelo y la acumulación y calidad de la hojarasca como fuente de materia orgánica, son los elementos más cruciales; principalmente para los organismos que se alimentan de restos vegetales y que residen en la capa de hojas y los primeros

centímetros del suelo, así como para aquellos más sedentarios (lombrices de orden Haplotaxida, caracoles, cochinillas de orden Hemiptera, milpiés Diplópoda), en comparación con otros organismos más móviles que pertenecen a diversos grupos funcionales (como la hormigas y cucarachas) (Rousseau *et al.*, 2013; Gerlach *et al.*, 2013).

Cabrera *et al.*, (2017) utilizaron los indicadores faunísticos como los detritívoros/no detritívoro en específico lombrices/ hormigas para determinar el impacto de uso de los suelos donde manifiesta que los valores por debajo de 1 y próximos a 0 manifiestan un mal estado en la salud del suelo. De acuerdo con el indicador del impacto de suelo se pudo determinar que los bosques de terraza inundables y los bosques de terraza alta con castaña son suelos pobres (ver tabla con un valor de 0,06 y 0,13 respectivamente (Cabrera *et al.*, (2017) teniendo como dominante a los indicadores faunísticos no detritívoros/hormigas debido a que la población de detritívoros/lombrices es baja por efecto de las condiciones climáticas del estudio ya que el suelo estuvo seco por la temporada.

Tabla 3. Grupo funcional de macroinvertebrados del suelo en el bosque de terraza alta con castaña en el distrito de Las Piedras

	Bosque de terraza alta con castaña	Total
Depredador	Araneae	104
Depredador	Dermaptera	29
Depredador	Geophilomorpha	16
Depredador	Hymenoptera	339
Depredador	Scolopendromorpha	104
Detritívoro	Coleóptera	181
Detritívoro	Diptera	32
Detritívoro	Haplotaxida	46
Detritívoro	Isoptera	843
Herbívoro	Diplopoda	8
Herbívoro	Hemiptera	19
Herbívoro	Lepidoptera	16
Herbívoro	Orthoptera	35
Omnívoro	Blattodea	48

Fuente: Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo.

Tabla 4. Grupo funcional de macroinvertebrados del suelo en el bosque inundable con palmeras en el distrito de Las Piedras

Bosque inundable con palmeras		total
Depredador	Araneae	200
Depredador	Dermaptera	24
Depredador	Geophilomorpha	24
Depredador	Hymenoptera	347
Depredador	Pseudoscorpionida	8
Depredador	Scolopendromorpha	685
Depredador	Scorpionida	8
Detritívoro	Coleóptera	381
Detritívoro	Diptera	24
Detritívoro	Haplotaxida	22
Detritívoro	Isoptera	85
Herbívoro	Diplopoda	16
Herbívoro	Hemiptera	51
Herbívoro	Lepidoptera	8
Herbívoro	Orthoptera	59
Herbívoro	Stylommatophora	109
Omnívoro	Blattodea	72
Parasito	Ixodida	3

Fuente: Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo.

Según los datos de precipitaciones registrados durante los seis meses de estudio en el Bosque inundable con palmeras, se observa un patrón constante en la densidad de macroinvertebrados, aunque se destaca un aumento significativo en el orden Coleóptera durante el mes de septiembre. Este fenómeno puede explicarse por la mayor abundancia de coleópteros en la primera mitad de la temporada de lluvias, ya que existe un incremento en la proporción de plantas que reinician su desarrollo. Estos resultados concuerdan con los informes de (Moura y Aires, 2004; Oliveira y Frizzas, 2008) quien establece una relación directa entre el aumento de los coleópteros y la cantidad de precipitación.

En el bosque de terraza alta con castaña, se identificó un patrón constante en la densidad de macroinvertebrados en la época seca, observando un aumento significativo en el orden Isóptera durante el mes de septiembre en el que se intensifican las precipitaciones. Estos resultados difieren de los obtenidos en el estudio realizado por Santana et al., (2010) quien observó una disminución de estos organismos durante las épocas de lluvia. Lo que podría explicarse por el hecho de que su investigación se llevó a cabo en un sistema agroforestal, el cual es considerablemente homogéneo en comparación con el Bosque de terraza alta, que exhibe una mayor heterogeneidad. Esta diversidad podría influir en la cantidad de macroinvertebrados encontrados.

Tabla 5. Densidad total de macroinvertebrados del suelo en el bosque inundable con palmeras en el distrito de Las Piedras

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Densidad (ind/m ²)		
							total	Mean	sd
Araneae	24	40	13	24	64	35	200	33,33	17,67
Hymenoptera	72	53	5	61	80	75	347	57,78	27,44
Coleóptera	77	35	37	83	45	104	381	63,56	28,44
Scolopendromorpha	123	115	59	72	256	61	685	114,22	74,62
Haptotaxida	8	3	0	5	3	3	22	3,55	4,21
Isoptera	5	29	0	11	40	0	85	14,22	16,67
Blattodea	13	5	8	11	0	35	72	12,00	12,01
Orthoptera	11	5	3	5	19	16	59	9,78	6,46
Diptera	11	0	3	0	5	5	24	4,00	4,04
Hemiptera	8	3	3	5	16	16	51	8,44	6,18
Dermaptera	0	8	8	3	5	0	24	4,00	3,68
Diplopoda	0	3	0	0	0	13	16	2,67	5,33
Lepidoptera	3	0	0	0	3	3	8	1,33	1,46
Geophilomorpha	24	0	0	0	0	0	24	4,00	9,80
Pseudoscorpionida	3	5	0	0	0	0	8	1,33	2,23
Stylommatophora	3	8	8	43	11	37	109	18,22	17,15
Ixodida	0	0	0	0	3	0	3	0,44	1,09
Scorpionida	0	0	0	0	8	0	8	1,33	3,27

Los suelos del bosque inundable con palmeras presentaron la mayor cantidad o número total de individuos con un total de 2125 individuos y el bosque de terraza alta con castaña registra el menor número con 1819 (Figura 9 y 10), ver anexo (Tabla 12). En los estudios realizados por (Porta, López-Acevedo y Roquero 1999; Casimiro 2022), la riqueza específica y la determinación de la

biomasa de macroinvertebrados están estrechamente relacionado con el uso y el grado de perturbación del suelo, y sugieren que la profundidad es un determinante en estas poblaciones.

La presencia o ausencia de los macroinvertebrados están relacionados con la temperatura, porosidad y aspectos físicos del suelo por lo cual es imprescindible tener en cuenta la profundidad en la determinación de la biomasa.

Por lo contrario, la biomasa total de macroinvertebrados edáficos del suelo fue mayor en bosque de terraza alta con castaña 28,86 g en total, seguida por el bosque de inundable con palmeras registrando 23,28g (Figura 11 y 12) ver (Tabla 15 del anexo 3). Por lo general, los macroinvertebrados edáficos están relacionados con la disposición hídrica para su desarrollo. Decaëns et al. (2001), manifiesta que el bajo registro de riqueza de especies y biomasa está relacionado con las formaciones de raíces y el cambio de microclima del suelo. No se encontró diferencias significativas en la densidad de macroinvertebrados en los dos tipos de bosque debido que en el p-valor de la prueba estadística de U man Whitney es mayor que 0,05 (Tabla 6). Por lo contrario, para el caso de la biomasa, si existe diferencias significativas entre los dos tipos de bosque, puesto que el p-valor es menor que 0,05 aplicando la prueba de U man Whitney, siendo el bosque de terraza alta con castaña el que tuvo mayor biomasa con 0,32 ($\pm 0,40$) g/m².

Tabla 6. Comparación de la densidad y biomasa de los dos tipos de bosque

Variables	Bosque inundable con palmeras	Bosque de terraza alta con Castaña	Mann-Whitney U (p-valor)
Densidad (ind/m ²)	18,67 ($\pm 34,85$)	20,22 ($\pm 56,39$)	0,57
Biomasa (g/m ²)	0,21 ($\pm 0,32$)	0,32 ($\pm 0,40$)	0,01

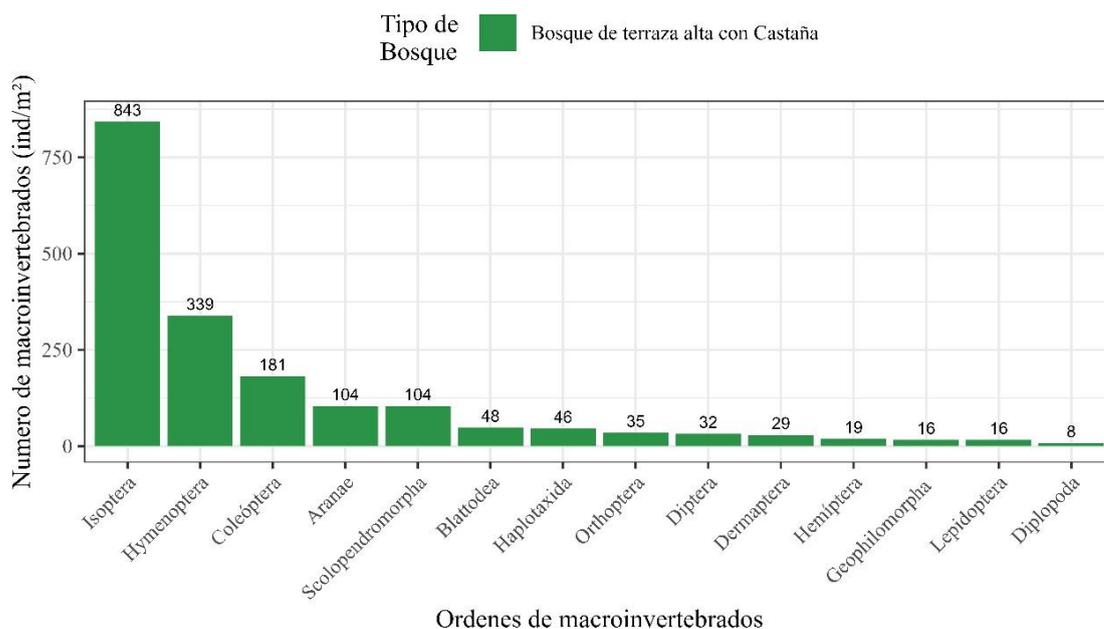


Figura 9. Densidad de la macroinvertebrados del suelo del bosque de terraza alta de castaña en el Distrito de Las Piedras

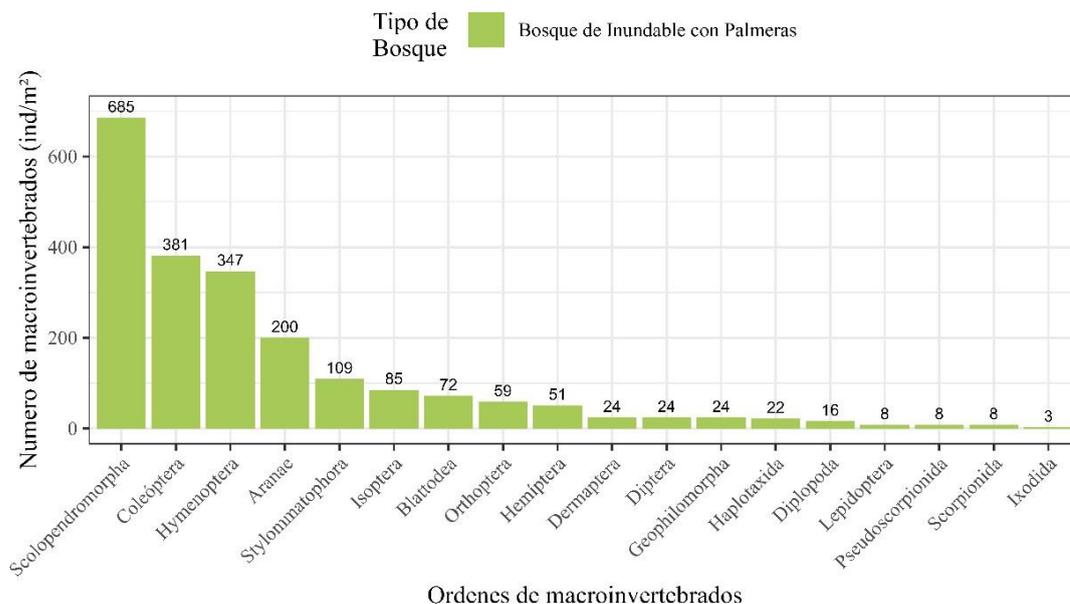
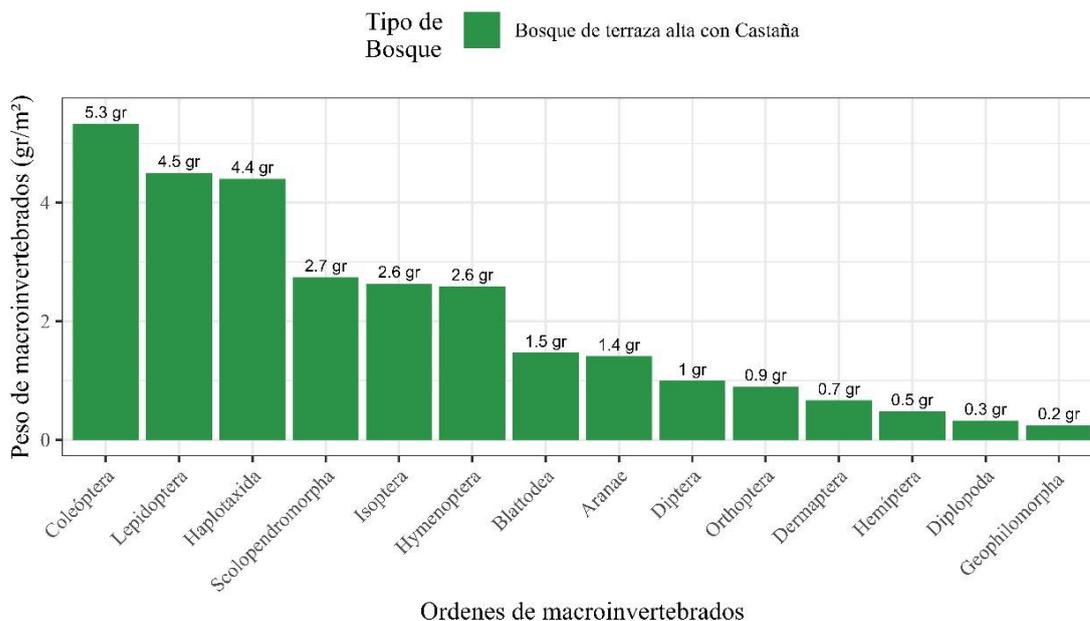
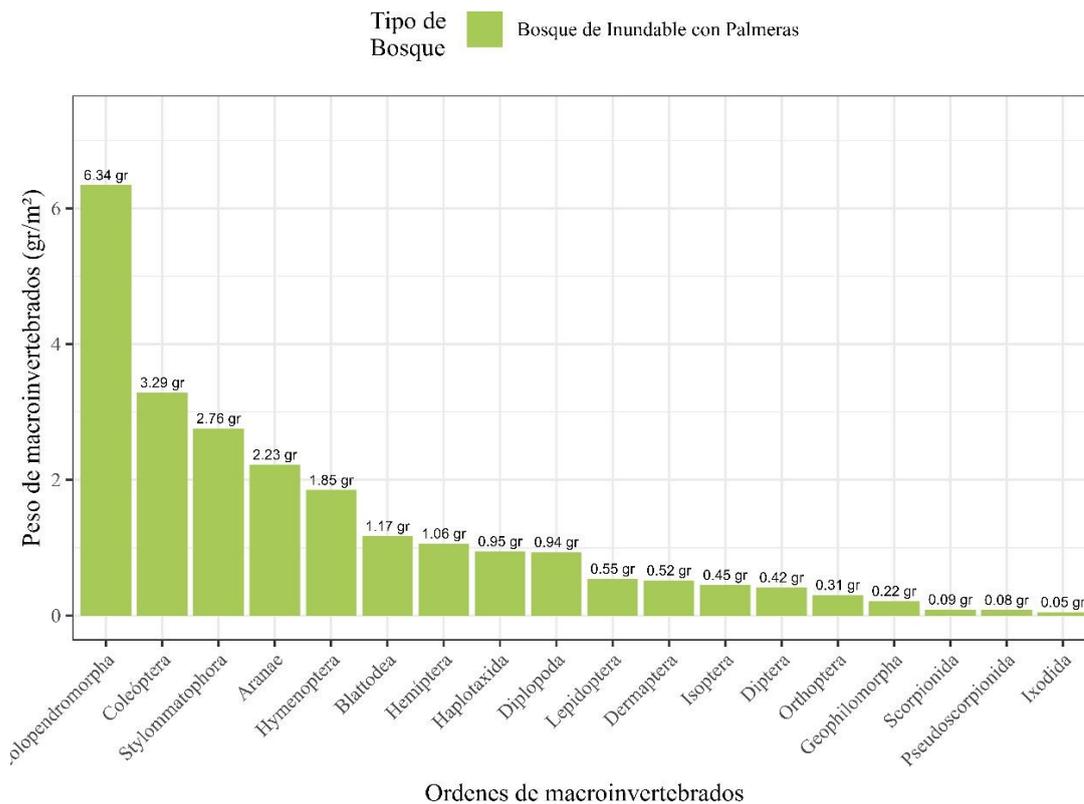


Figura 10. Densidad de la macroinvertebrados del suelo del bosque inundable de palmeras en el Distrito de Las Piedras.



Ordenes de macroinvertebrados

Figura 11. Biomasa de macroinvertebrados del suelo en bosque de terraza alta con castaña en el Distrito de Las Piedras.



Ordenes de macroinvertebrados

Figura 12. Biomasa de macroinvertebrados del suelo en bosque inundable con palmeras en el Distrito de Las Piedras.

Con respecto a las profundidades de evaluación de los macroinvertebrados, el bosque de terraza alta con castaña presentó mayor densidad de macroinvertebrados en la profundidad de 0 a 10 cm con 789 (ind/m^2), así mismo la profundidad 0 a 10 cm en bosque inundable con palmeras fue mayor con 1059 (ind/m^2) (Figura 13) ver (Tabla 16 del anexo 3), estos resultados concuerdan con lo estudiado por (Casimiro 2022; Zarate et al. 2015; Porta, López-Acevedo y Roquero 1999), por lo que sugiere que lo macroinvertebrados perciben y conviven más en esta profundidad debido a sus condiciones favorables, estos resultados concuerdan con los estudios previos de (Porta, López-Acevedo y Roquero 1999; Brown, Fragoso, et al. 2001; Casimiro 2022).

Cuando hay diferencias en la disponibilidad de agua los macroinvertebrados pueden mudar y se sumergen a mayores profundidades por los alimentos y condiciones favorables (Vanderlinden, Giráldez y Van Meirvenne 2003).

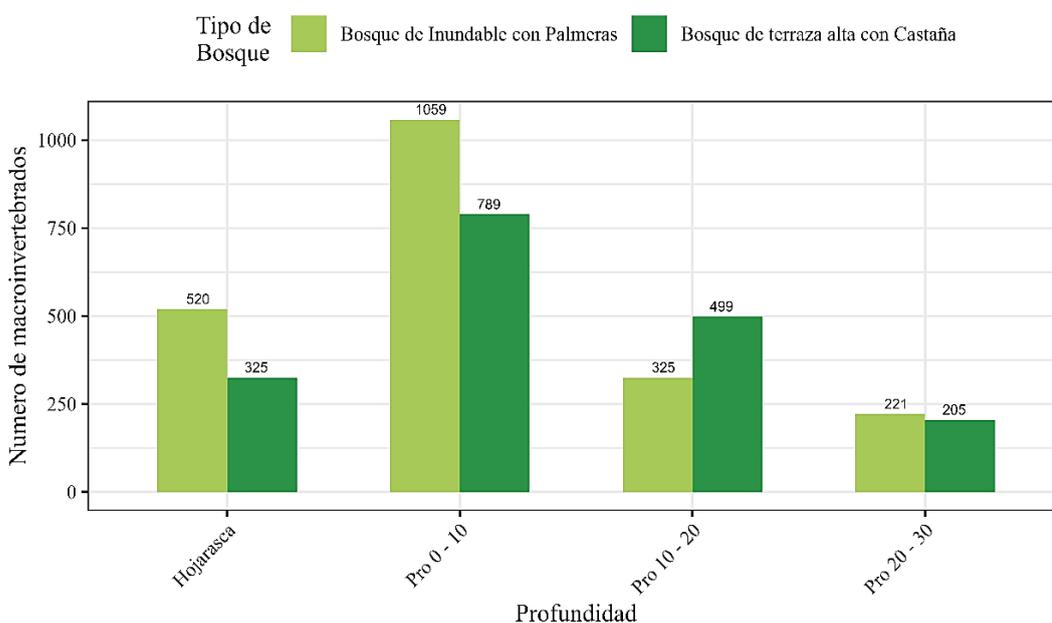


Figura 13. Densidad de los macroinvertebrados a diferentes profundidades en los dos tipos de bosque.

En el bosque de terraza alta con castaña presentó mayor biomasa de macroinvertebrados en la profundidad de 0 a 10 cm con 12,09 (g/m^2), así mismo la profundidad 0 a 10 cm en bosque inundable con palmeras fue mayor con 11,87 (g/m^2), estos resultados concuerdan con lo estudiado por (Casimiro

2022), por lo que sugiere que los macroinvertebrados perciben y conviven más en esta profundidad debido a sus condiciones favorables (Figura 14). Para el caso del bosque inundable con palmeras la profundidad con mayor biomasa fue 0 – 10 cm con 11,87 (g/m^2), seguida por hojarasca con 10,52 (g/m^2) (Figura 14). Decaëns et al. (2001), manifiesta que el bajo registro de riqueza de especies y biomasa está relacionado con las formaciones de raíces y el cambio de microclima del suelo.

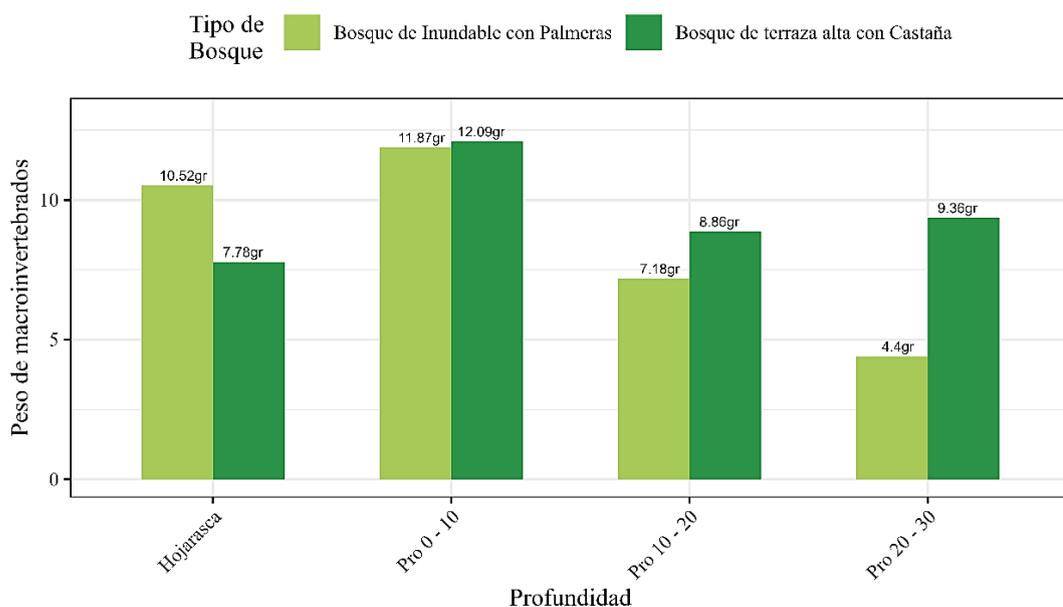


Figura 14. Biomasa de los macroinvertebrados a diferentes profundidades en los dos tipos de bosque.

4.2 Diversidad de macroinvertebrados

Para el caso de la diversidad de Shannon – Wiener para los dos tipos de bosque, se muestra que el bosque inundable con palmeras (CP. Cachuela margen izquierdo) tiene mayor diversidad de macroinvertebrados con 2,02, mientras que el Bosque de terraza alta con Castaña (Fundo el Bosque) es menos diverso y presentó un índice de 1,79 (Tabla 7). De acuerdo a lo manifestado por PLA (2006), informa que los valores menores a 3 son considerados bajos y que los valores cercanos a 5 son consideradas altas en los ecosistemas, en comparación con los datos encontrados podemos considerar como diversidad baja y estas coinciden con los hallado por

Casimiro (2022), donde tuvo 2,86 y 2,43 en sus índices estudiados en dos sistemas agroforestales en Tingo María, Perú.

Tabla 7. Diversidad de Shannon, Wiener de los macroinvertebrados en dos tipos de bosque en el distrito de Las Piedras

Tipo de Bosque (Cobertura)	Índice de Diversidad de Shannon - Wiener (H')
Bosque de terraza alta con Castaña (Fundo el Bosque)	1,79
Bosque inundable con palmeras (CP. Cachuela margen izquierda)	2,02

4.3 Diversidad y composición florística de los dos tipos de bosque

Se encontró que el "Bosque de terraza alta con Castaña" tiene un índice de Shannon de 4,10, indicando una diversidad florística alta. Por otro lado, el "Bosque inundable con palmeras" presentó un índice de Shannon de 3,13, lo que indica una diversidad ligeramente menor en comparación con el bosque de terraza alta con Castaña.

Estos hallazgos resaltan la importancia de la estructura y características específicas de cada tipo de bosque en la diversidad de plantas. El "Bosque de terraza alta con Castaña" muestra una mayor diversidad florística, lo cual puede atribuirse a factores como la presencia de la especie Castaña y su influencia en el hábitat. En contraste, el "Bosque inundable con palmeras" exhibe una diversidad ligeramente menor, lo cual podría estar relacionado con las condiciones específicas de inundación y la predominancia de palmeras en dicho ecosistema (Tabla 8).

Tabla 8. Diversidad de Shannon, Wiener de la flora presente en los dos tipos de bosque

Tipo de Bosque (Cobertura)	Índice de Diversidad de Shannon - Wiener (H')
Bosque de terraza alta con Castaña (Fundo el Bosque)	4,10

Bosque inundable con palmeras
(CP. Cachuela margen izquierda)

3.13

En el bosque de terraza alta con castaña, se registraron un total de 86 especies diferentes. Las especies más abundantes es *Iriartea deltoidea* con 27 individuos, *Euterpe precatoria* con 17 individuos, *Iryanthera laevis* con 9 individuos, *Protium stevensonii* con 8 individuos y *Pseudolmedia laevigata* con 9 individuos. Estas especies representan una parte significativa de la composición florística en el bosque de terraza alta con castaña. Por otro lado, en el bosque inundable de palmeras se registraron un total de 44 especies diferentes. Las especies más abundantes en este tipo de bosque es *Astrocaryum murumuru* con 60 individuos, *Attalea phalerata* con 45 individuos, *Ficus insípida* con 11 individuos, *Cecropia membranacea* con 11 individuos y *Guazuma ulmifolia* con 15 individuos.

Estas especies dominantes demuestran la importancia de las palmeras en la composición del bosque inundable. Se observa una mayor diversidad de especies en el bosque de terraza alta con castaña (93 especies) en comparación con el bosque inundable de palmeras (58 especies). Sin embargo, el bosque inundable se caracteriza por la presencia de especies arbóreas importantes como *Astrocaryum murumuru* y *Attalea phalerata*, que son abundantes en este tipo de ambiente.

Carhuarupay (2018), realizó un exhaustivo análisis sobre la composición florística de un bosque de terraza alta, identificando un total de 442.9 árboles por hectárea. Es importante señalar que estos datos discrepan de manera significativa con la composición registrada en la presente investigación. Asimismo, se observó que la familia botánica más destacada fue la Fabaceae, seguida de cerca por Moraceae. Estas observaciones contrastan con las familias identificadas en el estudio actual, donde se destaca la presencia preponderante de la familia Arecaceae. Estas variaciones evidencian la diversidad y particularidades de la flora en diferentes contextos ambientales, subrayando la relevancia de un enfoque meticuloso y contextualizado en la investigación botánica.

4.4 Relación que existe entre la composición florística y la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque

El Bosque de terraza alta con Castaña exhibe una mayor diversidad florística, con un total de 93 especies diferentes, destacando especies como *Iriartea deltoidea*, *Euterpe precatoria*, y *Protium stevensonii*, se pueden observar 33 familias de las cuales la Arecaceae con los géneros Euterpe, Iriartea y Oenocarpus son las más predominantes con 46 especies, seguida por la familia Fabaceae con 37 especies. Sin embargo, su diversidad de macroinvertebrados es menor, con un índice de Shannon de 1,79. Por otro lado, el Bosque inundable de palmeras muestra una diversidad florística más reducida, con 58 especies diferentes, 23 familias donde Arecaceae conlleva 110 especies seguidas por Fabaceae con 30 especies, pero sorprendentemente una mayor diversidad de macroinvertebrados, alcanzando un índice de Shannon de 2,02, siendo las especies dominantes, *Astrocaryum murumuru* y *Attalea phalerata*.

Se evidencia que la incidencia de la luz afecta en la relación entre los macroinvertebrados y la composición florística. A medida que aumenta la intensidad lumínica, se observa un incremento en la presencia de órdenes no detritívoros. Estos últimos se caracterizan por su mayor dominancia y tolerancia a dichas condiciones. Los resultados resaltan los factores específicos del hábitat resaltan la importancia del tipo de bosque, más allá de la mera diversidad florística, (Tabla 17, Tabla 18 del anexo 3).

Estos resultados coinciden con los resultados Sánchez (2018), quien identificó una menor presencia de macroinvertebrados en el bosque con una diversidad de 1,58, esto comparado con la diversidad de 1,62 encontrada en los pastizales. No obstante los estudios realizados por Pashanasi (2021), sugieren una diversidad mayor en los bosques en comparación con los pastizales. En contraste, los bosques inundables con palmeras presentan menor diversidad florística y mayor diversidad de macroinvertebrados, esto

también coinciden con los estudios antes mencionados que reportaron una mayor cantidad de macroinvertebrados en pastizales.

Tabla 9. Composición florística del bosque de terraza alta con castaña por hectárea en el Distrito de las Piedras

Orden	Familia	Género	Especie	Nº	
	Arecaceae	Euterpe	Euterpe precatória	17	
Arecales	Arecaceae	Iriartea	Iriartea deltoidea	27	
	Arecaceae	Oenocarpus	Oenocarpus bataua	2	
Boraginales	Boraginaceae	Cordia	Cordia lomatóloba	1	
Caryophyllales	Nyctaginaceae	Neea	Neea macrophylla	1	
	Nyctaginaceae	Neea	Neea spruceana	5	
	Sapotaceae	Chrysophyllum	Chrysophyllum lucentifolium	1	
	Lecythidaceae	Couratari	Couratari guianensis	1	
	Lecythidaceae	Eschweilera	Eschweilera coriacea	4	
	Sapotaceae	Huberodendron	Huberodendron swietenioides	1	
Ericales	Sapotaceae	Manilkara	Manilkara bidentata	1	
	Sapotaceae	Micropholis	Micropholis egensis	2	
	Lecythidaceae	Pausandra	Pausandra trianae	3	
	Sapotaceae	Pouteria	Pouteria reticulata	1	
	Sapotaceae	Pouteria	Pouteria sp	2	
	Sapotaceae	Talicia	Talicia sp	1	
		Fabaceae	Apuleia	Apuleia leiocarpa	1
		Fabaceae	Dialium	Dialium guianense	4
	Fabaceae	Hymenaea	Hymenaea parvifolia	2	
	Fabaceae	Inga	Inga alba	5	
	Fabaceae	Inga	Inga auristellae	1	
	Fabaceae	Inga	Inga heterophylla	1	
Fabales	Fabaceae	Parkia	Parkia nitida	2	
	Fabaceae	Parkia	Parkia pendula	1	
	Fabaceae	Platymiscium	Platymiscium sp	1	
	Fabaceae	Poecilanthe	Poecilanthe effusa	2	
	Fabaceae	Tachigali	Tachigali amarumayu	10	
	Fabaceae	Tachigali	Tachigali sp	2	
	Fabaceae	Tachigali	Tachigali alba	5	
		Apocynaceae	Aspidosperma	Aspidosperma parvifolium	2
Gentianales	Apocynaceae	Aspidosperman	Aspidosperman rigidum	1	
	Rubiaceae	Coussarea	Coussarea sp	1	

	Apocynaceae	Geissospermum	Geissospermum reticulatum	2
	Apocynaceae	Tabernaemontana	Tabernaemontana cymosa	2
Lamiales	Bignoniaceae	Jacaranda	Jacaranda copaia	3
	Lauraceae	Aiouea	Aiouea grandifolia	1
	Lauraceae	Ocotea	Ocotea bofo	10
Laurales	Lauraceae	Ocotea	Ocotea longifolia	1
	Lauraceae	Ocotea	Ocotea oblonga	1
	Lauraceae	Ocotea	Ocotea puberula	1
	Lauraceae	Ocotea	Ocotea tessmannii	1
	Magnoliaceae	Agonandra	Agonandra silvatica	2
	Annonaceae	Annona	Annona papilionella	1
	Myristicaceae	Iryanthera	Iryanthera juruensis	7
	Myristicaceae	Iryanthera	Iryanthera laevis	9
	Monimiaceae	Mollinedia	Mollinedia killipii	1
Magnoliales	Annonaceae	Onychopetalum	Onychopetalum periquino	1
	Siparunaceae	Siparuna	Siparuna decipiens	7
	Myristicaceae	Virola	Virola calophylla	9
	Myristicaceae	Virola	Virola decorticans	1
	Myristicaceae	Virola	Virola elongata	2
	Myristicaceae	Virola	Virola sebifera	1
	Euphorbiaceae	Capirona	Capirona decorticans	2
	Euphorbiaceae	Conceveiba	Conceveiba guianensis	2
	Euphorbiaceae	Drypetes	Drypetes amazonica	1
	Euphorbiaceae	Drypetes	Drypetes gentryana	3
Malpighiales	Lacistemataceae	Lacistema	Lacistema aggregatum	1
	Salicaceae	Laetia	Laetia procera	1
	Ochnaceae	Ouratea	Ouratea discophora	1
	Clusiaceae	Symphonia	Symphonia globulifera	3
	Malvaceae	Apeiba	Apeiba membranacea	5
Malvales	Malvaceae	Eriotheca	Eriotheca globosa	2
	Malvaceae	Matisia	Matisia ochrocalyx	3
	Myrtaceae	Eugenia	Eugenia sp	3
Myrtales	Melastomataceae	Miconia	Miconia sp	1
	Melastomataceae	Octandra	Octandra sp	1
Proteales	Sabiaceae	Meliosma	Meliosma herbertii	4
	Moraceae	Brosimum	Brosimum acutifolium	1
Rosales	Moraceae	Brosimum	Brosimum lactescens	4

	Urticaceae	Cecropia	Cecropia ficifolia	1
	Urticaceae	Cecropia	Cecropia sciadophylla	6
	Ulmaceae	Celtis	Celtis schippii	2
	Moraceae	Clarisia	Clarisia racemosa	2
	Ebenaceae	Diospyro	Diospyro capreifolia	4
	Moraceae	Helicostylis	Helicostylis tomentosa	3
	Chrysobalanaceae	Hirtella	Hirtella excelsa	2
	Chrysobalanaceae	Hirtella	Hirtella pilosissima	2
	Chrysobalanaceae	Licania	Licania heteromorpha	1
	Chrysobalanaceae	Licania	Licania sp	1
	Chrysobalanaceae	Naucleopsis	Naucleopsis krukovii	4
	Moraceae	Pourouma	Pourouma minor	7
	Moraceae	Pseudolmedia	Pseudolmedia laevigata	7
	Moraceae	Pseudolmedia	Pseudolmedia laevis	2
	Moraceae	Pseudolmedia	Pseudolmedia macrophylla	2
Santalales	Olacaceae	Heisteria	Heisteria nitida	1
	Meliaceae	Cedrela	Cedrela odorata	2
	Rutaceae	Galipea	Galipea trifoliata	2
	Meliaceae	Guarea	Guarea kunthiana	3
Sapindales	Burseraceae	Protium	Protium amazonicum	2
	Burseraceae	Protium	Protium sagotianum	2
	Burseraceae	Protium	Protium stevensonii	6
	Burseraceae	Tetragastris	Tetragastris altissima	3
	Rutaceae	Zanthoxylum	Zanthoxylum sp	1

Tabla 10. Composición florística del bosque inundable con palmeras

Orden	Familia	Género	Especie	Nº
Apiales	Araliaceae	Schefflera	Schefflera morototoni	1
	Arecaceae	Astrocaryum	Astrocaryum murumuru	60
	Arecaceae	Attalea	Attalea butyracea	3
	Arecaceae	Attalea	Attalea phalerata	45
	Arecaceae	Iriartea	Iriartea deltoidea	1
Arecales	Arecaceae	Socratea	Socratea exorrhiza	1
Boraginales	Boraginaceae	Cordia	Cordia sp	1
Caryophyllales	Polygonaceae	Triplaris	Triplaris americana	5
Ericales	Sapotaceae	Micropholis	Micropholis guyanensis	1

	Sapotaceae	Pouteria	Pouteria torta	1
	Fabaceae	Abarema	Abarema sp	1
	Fabaceae	Erythrina	Erythrina poeppigiana	4
	Fabaceae	Inga	Inga acrocephala	3
	Fabaceae	Inga	Inga macrophylla	1
	Fabaceae	Inga	Inga nobilis	2
	Fabaceae	Inga	Inga punctata	2
	Fabaceae	Inga	Inga thibaudiana	1
	Fabaceae	Inga	Inga umbratica	2
	Fabaceae	Pterocarpus	Pterocarpus rorhii	2
	Fabaceae	Schizolobium	Schizolobium parahyba	2
Fabales	Fabaceae	Senegalia	Senegalia polyphylla	10
	Rubiaceae	Amaioua	Amaioua guianensis	2
	Rubiaceae	Calycophyllum	Calycophyllum spruceanum	1
Gentianales	Rubiaceae	Genipa	Genipa americana	1
	Lauraceae	Aniba	Aniba sp	1
	Lauraceae	Nectandra	Nectandra globosa	3
Lurales	Lauraceae	Ocotea	Ocotea puberula	1
	Annonaceae	Annona	Annona papilionella	3
	Annonaceae	Annona	Annona sp	5
	Annonaceae	Guatteria	Guatteria hirsuta	3
	Annonaceae	Unonopsis	Unonopsis floribunda	3
	Myristicaceae	Virola	Virola calophylla	1
Magnoliales	Myristicaceae	Virola	Virola pavonis	2
	Euphorbiaceae	Alchornea	Alchornea sp	1
	Salicaceae	Casearia	Casearia sp	7
	Salicaceae	Hasseltia	Hasseltia floribunda	1
	Euphorbiaceae	Hieronyma	Hieronyma alchorneoides	1
	Euphorbiaceae	Sapium	Sapium marmieri	8
Malpighiales	Salicaceae	Semira	Semira sp	1
	Malvaceae	Apeiba	Apeiba membranacea	2
	Malvaceae	Ceiba	Ceiba samauma	2
	Malvaceae	Guazuma	Guazuma crinita	2
Malvales	Malvaceae	Guazuma	Guazuma ulmifolia	15
Myrtales	Myrtaceae	Eugenia	Eugenia sp	1

	Combretaceae	Terminalia	Terminalia oblonga	4
Oxalidales	Elaeocarpaceae	Sloanea	Sloanea guianensis	2
	Moraceae	Brosimum	Brosimum guianense	1
	Urticaceae	Cecropia	Cecropia engleriana	2
	Urticaceae	Cecropia	Cecropia membranacea	11
	Moraceae	Ficus	Ficus insipida	11
	Chrysobalanaceae	Licania	Licania sp	2
	Moraceae	Maclura	Maclura tinctoria	1
Rosales	Moraceae	Ruizodendron	Ruizodendron ovale	1
	Meliaceae	Cedrela	Cedrela odorata	1
	Sapindaceae	Cupania	Cupania cinerea	1
	Anacardiaceae	Tapirira	Tapirira guianensis	4
	Anacardiaceae	Tapirira	Tapirira guianensis	1
Sapindales	Rutaceae	Zanth	Zanthoxylum sp	5

4.5 Influencia de la entrada de luz en la cobertura del sotobosque en la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de Bosque.

Los resultados de este estudio revelan que existe una diferencia significativa entre los dos tipos de bosque en términos de cobertura del sotobosque y su influencia en la diversidad de macroinvertebrados, puesto después de realizar la prueba de T student el p valor es menor de 0,05. El "Bosque de terraza alta con Castaña" muestra una menor cobertura de sotobosque en comparación con el "Bosque inundable de palmeras" que exhibe una mayor cobertura de sotobosque (Figura 15).

La mayor cobertura del sotobosque en el "Bosque inundable de palmeras" con 71,27 ($\pm 8,72$) % podría estar relacionada con la mayor diversidad de macroinvertebrados encontrada en este tipo de bosque. La presencia de una densa y variada vegetación en el sotobosque podría proporcionar una amplia gama de microhábitats y recursos alimenticios para los macroinvertebrados, lo que favorece su diversidad y abundancia.

En contraste, el "Bosque de terraza alta con Castaña" muestra una cobertura del sotobosque relativamente más baja $54,59 (\pm 12,74)$ %, lo que podría afectar la disponibilidad de microhábitats y recursos para los macroinvertebrados del suelo. Esto podría explicar la menor diversidad encontrada en este tipo de bosque.

Florez (2022), en su investigación acerca de la influencia de la cobertura del sotobosque en el bosque de terraza alta con castaña sobre la diversidad de macrohongos, se registró un promedio del 70.40 % de cobertura. Este dato guarda coherencia con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde la cobertura alcanzó el 71.27 %. Este hallazgo refuerza la afirmación de que los bosques de terraza alta exhiben un porcentaje considerablemente elevado de sombreado, subrayando la consistencia de los patrones identificados en distintas investigaciones sobre esta temática.

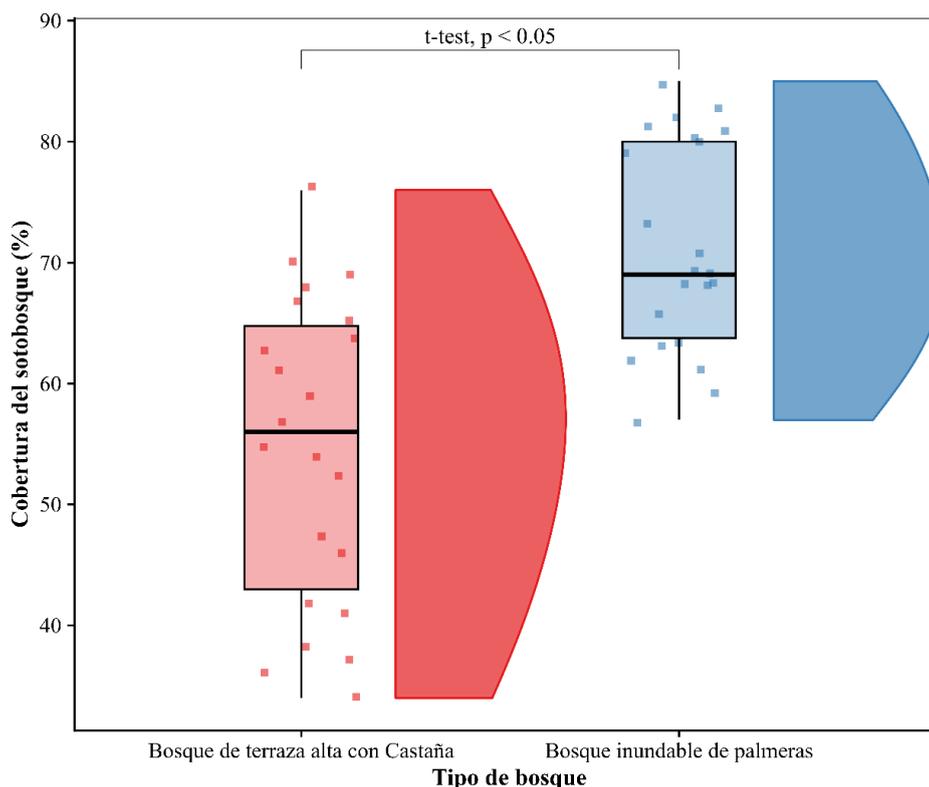


Figura 15. Boxplot de la comparación de la cobertura vegetal del sotobosque entre dos tipos de bosque. En la parte superior muestra la diferencia significativa de la prueba T student un 5% de probabilidad de error.

4.6 Propiedades físicas y químicas del suelo

Las condiciones de pH del suelo en el Bosque inundable de palmeras son mejores que en el Bosque de terraza alta con Castaña, donde existe condiciones extremas de pH que en promedio son de 3,69, que es fuertemente ácido, donde el crecimiento de la vegetación se ve afectado por estas condiciones. El nivel de materia orgánica en el Bosque inundable de palmeras es medio, mientras que en el Bosque de terraza alta con Castaña este nivel es bajo, y va disminuyendo la materia orgánica a medida que se va profundizando en el suelo.

Con respecto al fósforo y al potasio, el bosque inundable de palmeras tiene niveles altos y medios respectivamente que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas que se desarrollan en él, mientras que en el Bosque de terraza alta con castaña son bajos.

La fertilidad del Bosque inundable de palmeras hace que la biodiversidad sea alta en comparación al Bosque de terraza alta con Castaña.

Texturalmente, el Bosque inundable de palmeras es Franco limoso, y el Bosque de terraza alta con Castaña es Franco arcilloso en promedio.

La capacidad de intercambio catiónico en el Bosque inundable de palmeras es mayor, ya que este tiene mayores concentraciones de calcio y magnesio que también son nutrientes vitales para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Existen condiciones ideales en el suelo para el crecimiento y desarrollo de las plantas en el Bosque inundable de palmeras, con condiciones ideales de pH, niveles medios de materia orgánica una buena capacidad de intercambio catiónico, y no existe niveles de toxicidad de aluminio, condiciones que podrían estar influyendo en una alta diversidad de macroinvertebrados en el suelo.

Tabla 11. Propiedades fisicoquímicas de los dos tipos de bosque

	Bosque de terraza alta con Castaña (Fundo el Bosque)	Bosque inundable con palmeras (CP. Cachuela margen izquierda)
pH	3,69	5,82
MO	1,93067931	2,82214388
P	6,60997779	15,6872714
K	53,5	120
ARENA	34	22
LIMO	35	52
ARCILLA	31	26
CIC	7,68	13,04
Ca	0,77349169	7,79
Mg	0,26743468	2,22587945
K	0,09846975	0,25960208
Na	0,13049283	0,13919235
Al+H	3	0,05

Sanchez (2018), en su estudio de comparación de diferentes sistemas vegetativos en la comunidad de macroinvertebrados edáficos, se menciona que el pH del suelo en el bosque es de 3.93. Este dato coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde se registra un pH de 3.69, clasificado como suelos fuertemente ácidos. Por otro lado, la materia encontrada por Sánchez es de 1.52, un valor inferior al registrado en la presente investigación, donde la materia orgánica alcanzó 1.93.

En última instancia, los valores de fósforo y potasio, según lo reportado por Sánchez, fueron de 2.6 y 30, respectivamente. No obstante, se observa una discrepancia significativa en el presente estudio, donde el fósforo se registró en 6.60 y el potasio en 53.5, evidenciando marcadas diferencias en la disponibilidad de estos nutrientes en el suelo. Estas variaciones subrayan la importancia de considerar múltiples factores en la evaluación de los sistemas vegetativos y sus efectos sobre los parámetros edáficos.

CONCLUSIONES

En el bosque de terraza alta con castaña se identificaron 14 órdenes de macroinvertebrados. El orden más abundante fue Isóptera (termitas), se registró un total de 1819 individuos en este tipo de bosque, En el bosque inundable de palmeras, se identificaron 18 órdenes de macroinvertebrados, el orden Scolopendromorpha (ciempiés) fue el más predominante. El número total de individuos recolectados en este bosque fue de 2125. No se encontraron diferencias significativas en la densidad de macroinvertebrados entre los dos tipos de bosque, pero se encontraron diferencias significativas en la biomasa, siendo mayor en el bosque de terraza alta con castaña con 0,32.

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon-Wiener. El bosque inundable con palmeras mostró una mayor diversidad de macroinvertebrados con un índice de 2,02, mientras que el bosque de terraza alta con castaña presentó una diversidad menor con un índice de 1,79.

Los resultados revelaron que el "Bosque de terraza alta con Castaña" presenta una diversidad florística relativamente alta con un índice de Shannon de 4,10, mientras que el "Bosque inundable con palmeras" exhibe una diversidad ligeramente menor con un índice de Shannon de 3,13.

De acuerdo a los datos se encontró que el bosque de terraza alta con castaña exhibe una mayor diversidad florística, como consecuencia se halló que existe menor diversidad de macroinvertebrados.

Los resultados de este estudio indican que la cobertura del sotobosque tiene una influencia significativa en la diversidad de macroinvertebrados en ambos tipos de bosque. El "Bosque inundable de palmeras" con una mayor cobertura del sotobosque exhibe una mayor diversidad de macroinvertebrados, en contraste, el "Bosque de terraza alta con Castaña" muestra una menor diversidad de macroinvertebrados.

Los resultados muestran que el pH en el suelo del Bosque inundable con palmeras es mejor que en el Bosque de terraza alta con castaña con un promedio de 5,82 y 3,69 respectivamente. La materia orgánica en el bosque inundable con palmeras es buena, con un promedio del 2,82%, mientras que en el bosque de terraza alta con castaña es relativamente baja, con un promedio del 1,93%. Estos factores pueden influir en la diversidad y abundancia de macroinvertebrados en cada tipo de bosque.

SUGERENCIAS

Estudio comparativo en diferentes regiones: Realizar estudios similares en diferentes regiones geográficas para evaluar si las conclusiones obtenidas se mantienen consistentes en diferentes contextos. Esto ayudaría a tener una visión más amplia y generalizada sobre la relación entre macroinvertebrados y características del bosque.

Análisis de interacciones tróficas: Investigar las interacciones tróficas entre macroinvertebrados y otros organismos en el ecosistema forestal. Esto implica analizar las redes tróficas y el papel de los macroinvertebrados como consumidores, descomponedores o presas. Comprender estas interacciones puede brindar una visión más completa de la función y la importancia de los macroinvertebrados en el ecosistema forestal.

Efectos del cambio climático: Evaluar cómo el cambio climático puede afectar la diversidad y la abundancia de macroinvertebrados en los bosques. Investigar los efectos de variables climáticas como la temperatura, la precipitación y los patrones de sequía en las comunidades de macroinvertebrados puede ayudar a prever y mitigar posibles impactos del cambio climático en estos ecosistemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCÓN, G. y ALMILCAR, P., 2011. Estructura Y Composición Florística De Un Bosque De Terraza Baja En Tambopata, Madre De Dios. Biodiversidad Amazónica, vol. 3, no. 3, ISSN 2075-8081.
- ANDERSON, J.M. y INGRAM, J.S.I., 1993. Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods, Second edition.
- ARAÚJO-FLORES, J.M., GARATE-QUISPE, J., GARCÍA MOLINOS, J., PILLACA-ORTIZ, J.M., CABALLERO-ESPEJO, J., ASCORRA, C., SILMAN, M. y FERNANDEZ, L.E., 2021. Seasonality and aquatic metacommunity assemblage in three abandoned gold mining ponds in the southwestern Amazon, Madre de Dios (Perú). Ecological Indicators, vol. 125, ISSN 1470160X. DOI 10.1016/j.ecolind.2021.107455.
- BARROS, E., NEVES, A., BLANCHART, E., FERNANDES, E.C.M., WANDELLI, E., LAVELLE, P., NACIONAL, I. y PESQUISAS, D., 2003. Development of the soil macrofauna community under silvopastoral and agrosilvicultural systems in Amazonia. *Pedo biología*, vol. 1,
- BAX, V. y FRANCESCONI, W., 2018. Environmental predictors of forest change: An analysis of natural predisposition to deforestation in the tropical Andes region, Peru. *Applied Geography*, vol. 91, ISSN 01436228. DOI 10.1016/j.apgeog.2018.01.002.
- BELTRÁN, A.L., IGEA, D.D.R. y AGUSTÍN, J.A., 2003. Bases metodológicas de la Investigación Educativa. Barcelona. Experiencia. Barcelona: s.n. ISBN 8460559785.
- BRITTO, B., 2017. Actualización de las Ecorregiones Terrestres de Perú propuestas en el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú. *Gayana. Botánica*, vol. 74, no. ahead, DOI 10.4067/s0717-66432017005000318.
- BROWN, G., FRAGOSO, C., BAROIS, I., ROJAS, P., PATRÓN, J., BUENO, J., MORENO, A., LAVELLE, P., ORDAZ, V. y RODRÍGUEZ, C., 2001.

Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. ACTA ZOOLOGICA MEXICANA, DOI <https://doi.org/10.21829/azm.2001.8401847>.

BROWN, G., PASINI, A., BENITO, N., MARIA DE AQUINO, A. y FERNANDES,

M., 2001. Diversidad y papel funcional de las comunidades de macrofauna del suelo en los agroecosistemas brasileños con labranza cero. [en línea], Disponible en: <http://unu.edu/env/plec/cbd/abstracts/Brown.doc>.

BROWN, G.G., MORENO, A.G., BAROIS, I., FRAGOSO, C., ROJAS, P., HERNÁNDEZ, B. y PATRÓN, J.C., 2004. Soil macrofauna in SE Mexican pastures and the effect of conversion from native to introduced pastures. Agriculture, Ecosystems and Environment, ISSN 01678809. DOI 10.1016/j.agee.2003.12.006.

CABRERA, G., 2012. La macrofauna edáfica como indicador del estado de conservación/perturbación del suelo. Pastos y Forrajes, vol. 35, no. 4, ISSN 08640394.

CABRERA, G.D.C., SOCARRÁS-RIVERO, A.A., HERNÁNDEZ-VIGOA, G., DE LEÓN-LIMA, D., MENÉNDEZ-RIVERO, Y.I. 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, vol. 40, no. 2, ISSN 0864-0394.

CASIMIRO, H., 2022. Abundancia de macrofauna del suelo en dos sistemas agroforestales en el fundo Alborada, Distrito Castillo Grande-Provincia Leoncio Prado [en línea]. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva. [consulta: 12 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/782>.

CCOYCCA, S.L., 2018. Estudio de la macrofauna del suelo en sistemas agroforestales en los distritos de Laberinto e Inambari del departamento de Madre de Dios [en línea]. S.I.: Universidad Nacional Amazónica de

Madre de Dios. Disponible en:
<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/353>.

- CLARK, D.A. y CLARK, D.B., 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs*, ISSN 00129615. DOI 10.2307/2937114.
- DAHLSJÖ, C.A.L., PARR, C.L., MALHI, Y., MEIR, P., CHEVARRIA, O.V.C. y EGGLETON, P., 2014. Termites promote soil carbon and nitrogen depletion: Results from an in situ macrofauna exclusion experiment, Peru. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 77, ISSN 00380717. DOI 10.1016/j.soilbio.2014.05.033.
- DECAËNS, T., 2010. Macroecological patterns in soil communities. *Global Ecology and Biogeography*, vol. 19, no. 3, ISSN 1466822X. DOI 10.1111/j.1466-8238.2009.00517.x.
- DECAËNS, T., LAVELLE, P., JIMÉNEZ, J., ESCOBAR, G., RIPPSTEIN, G., SCHNEIDMADL, J., SANZ, J., HOYOS, P. y THOMAS, R., 2001. Impact of land management on soil macrofauna in the Eastern plains of Colombia. Colombia: s.n.
- DIBÁN, M.J., 2019. Patrones biogeográficos de los ensambles de hongos Agaricales s.l. en bosques dominados por *Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst. y *Nothofagus macrocarpa* (A.Dc.) Vasq. & Rodr. en un gradiente latitudinal.
- DIMARCO, R., RUSSO, G. y FARJI, A.G., 2004. Patrones de herbivoría en seis especies leñosas del bosque templado de América del Sur Evidencia preliminar a favor de la hipótesis del balance carbono nutrientes. *Ecologia Austral*, ISSN 03275477.
- FLOREZ-CASTILLO, G., NIETO-RAMOS, C. y GARATE-QUISPE, J., 2020. Caracterización morfológica de *Euterpe precatoria* Mart. (huasaí) en dos tipos de bosque en el suroeste de la Amazonia peruana (Madre de Dios). *Bosques Latitud Cero* [en línea], vol. 10, no. 2, Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/868>.

- GAMBOA, J., ORJUELA, J., MARTÍNEZ, L. y MUÑOZ, F., 2010. Macroinvertebrados edáficos asociados a tres tipos de cobertura en paisaje de lomerío (Caquetá, Colombia). *Ingenierías & Amazonia*, vol. 3, no. 1,
- GENTRY, A.H., 1982. Patterns of Neotropical Plant Species Diversity. *Evolutionary Biology*. S.l.: s.n.,
- GEORGE, B., FRAGOSO, C., BAROIS, I., ROJAS, P., PATRON, J., BUENO, J., MORENO, A., LAVELLE, P., ORDAZ, V. y RODRIGUEZ, C., 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*,
- GILABERT, M.A., GONZÁLEZ, J. y GARCÍA, J., 1997. Acerca de los índices de vegetación., no. January,
- GOODALL, D., 1953. Point Quadrat methods for the analysis of vegetation — the treatment of data for tussock grasses. *Australian Journal of Botany*, ISSN 0067-1924. DOI 10.1071/bt9530457.
- HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. metodología de la investigación las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 978-1-4562-6096-5. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hernández-Metodología de la investigación.pdf>.
- HOLDRIDGE, L.R., 1967. Life zone ecology. S.l.: s.n. ISBN B0007JDYF2.
- HUAUYA, M. y HUAMANÍ, Hu., 2014. Edaphic Macrofauna and Heavy Metals in the Cacao Crop, *Theobroma Cacao* L. (Malvaceae). *The Biologist*, vol. 12, no. 1, ISSN 1816-0719.
- HUERTA, E., RODRÍGUEZ-OLÁN, J., EVIA-CASTILLO, I., MONTEJO-MENESES, E., DE LA CRUZ-MONDRAGÓN, M. y GARCÍA-HERNÁNDEZ, R., 2008. Relación entre la fertilidad del suelo y su población de macroinvertebrados. *Terra Latinoamericana*, vol. 26, no. 2,

- INADE- Instituto Nacional de Desarrollo I.N. de D., 2007. Estudio de meso zonificación ecológica-económica del corredor interoceánico sur tramo Iñapari- Inambari. Puerto Maldonado- Madre de Dios:
- JIMÉNEZ, J., DECAËNS, T., THOMAS, R. y LAVELLE, P., 2003. La macrofauna del suelo: un recurso natural aprovechable pero poco conocido. Colombia: s.n.
- JÓZEFOWSKA, A., LOAIZA-USUGA, J.C. y SCHMIDT, O., 2020. Consequences of land-use changes for soil quality and function, with a focus on the EU and Latin America. S.l.: LTD. ISBN 9780128180327.
- KAMAU, S., BARRIOS, E., KARANJA, N.K., AYUKE, F.O. y LEHMANN, J., 2017. Soil macrofauna abundance under dominant tree species increases along a soil degradation gradient. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 112, ISSN 00380717. DOI 10.1016/j.soilbio.2017.04.016.
- KASSAMBARA, A., 2020a. ggpubr:"ggplot2" Based Publication Ready Plots. 2020. S.l.: s.n.
- LAL, R., 1988. Ecología tropical y edafología física. *Revista de Ecología Tropical*, vol. 28, no. 3, ISSN 0013-1644. DOI 10.1177/001316446802800332.
- LARISSA, W., VASCONCELOS, F. De y ALFAIA, S.S., 2020. Diversity and abundance of soil macrofauna in three land use systems in eastern Amazonia.
- LAVELLE, P., 2003. *Soil Ecology*. S.l.: s.n. ISBN 0306481626. LAVELLE, P., SENAPATI, B.K. y BARROS, E., 2003. *Soil macrofauna*.
- LOAIZA, M., 2011. Evaluación de regeneración natural en claros naturales de 06 especies forestales maderables en un bosque de terraza alta Tambopata - Madre de Dios. S.l.: s.n.
- MAGURRAN, A.E., 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. S.l.: s.n. ISBN 9789401573603.

- MINAM, 2015. Mapa Nacional de Cobertura Vegetal. S.l.: Ministerio del Ambiente.
- MINAM, M. del A., 2014. Guia para el Muestreo de Suelos. Lima-Perú:
- MORENO, C., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Primera Ed. Mexico: s.n. ISBN 9783540773405.
- MOURA De Souza, L., & Aires De Camargo, A. (2004). Herbívoros e herbivoria no Cerrado: lagartas como exemplo. In: Aguiar, L.M.S., Camargo, A.J.A. (Eds.), Cerrado: Ecologia e Caracterização.
- NEBER, D., 1999. Soil community composition and ecosystem processes Comparing agricultural ecosystems with natural ecosystems. Agroforestry Systems 45, vol. 103, no. 3,
- OLAYEMI, O., SCHNEEKLOTH, J., WALLENSTEIN, MATTHEW TRIVEDI, P., CALDERÓN, FRANCISCO J CORWIN, J. y FONTE, S., 2022. Soil macrofauna and microbial communities respond in similar ways to management drivers in an irrigated maize system of Colorado (USA). Applied Soil Ecology, vol. 178, DOI <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108079>.
- OLIVEIRA, C., & Frizzas, M. (2008). Insetos de Cerrado: distribuição estacional e abundância. <http://www.cpac.embrapa.br>
- PANT, M., NEGI, G.C.S. y KUMAR, P., 2017. Macrofauna contributes to organic matter decomposition and soil quality in Himalayan agroecosystems, India. Applied Soil Ecology, vol. 120, no. July, ISSN 09291393. DOI 10.1016/j.apsoil.2017.07.019.
- PATIL, I., 2018a. ggstatsplot: «ggplot2» Based Plots with Statistical details. CRAN, DOI 10.5281/zenodo.2074621.
- PATIL, I., 2018b. ggstatsplot: «ggplot2» Based Plots with Statistical details.
- PASHANASI, B., 2021. Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonía peruana. folia amazónica, 12(1-2).

- CRAN [en línea], DOI 10.5281/zenodo.2074621. Disponible en: <https://cran.r-project.org/package=ggstatsplot>.
- PEET, R., 1974. *The Measurement of Species Diversity*. New York. U.S.A.: s.n.
- PIELOU, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, ISSN 10958541. DOI 10.1016/0022-5193(66)90013-0.
- PLA, L., 2006. *Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza*.
- PORTA, J., LÓPEZ-ACEVEDO, R. y ROQUERO, C., 1999. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. España: s.n.
- R CORE TEAM, 2020. R: A language and environment for statistical computing. <http://www.R-project.org/>. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RADFORD, A., WILLIAM, C., DICKINSON, J., MASSEY, R. y RITCHIE, B., 1974. *Vascular plant systematics*.
- RAMÍREZ, E.R., VALENCIA RAMOS, M.F. y VELA ALVARADO, J.W., 2018. Génesis, morfología, clasificación y susceptibilidad de suelos de la parte media de la cuenca del río Abujao Región Ucayali. *Anales Científicos*, vol. 79, no. 2, ISSN 0255-0407. DOI 10.21704/ac.v79i2.1249.
- RENDÓN, S., ARTUNDUAGA, F., RAMÍREZ, R., QUIROZ, J.A. y LEIVA, E.I., 2011. Los Macroinvertebrados como Indicadores de la Calidad del Suelo en Cultivos de Mora, Pasto y Aguacate. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, vol. 64, no. 1, ISSN 0304-2847.
- REYNOSO ZARATE, A.F., 2014. *Protocolo técnico para el muestreo de suelos en pasturas*. Instituto Nacional de Innovación Agraria,
- ROJAS, L., MONTERO, M. y 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, vol. 43, no. 43, DOI 10.17151/luaz.2016.43.10.

ROUSSEAU, G., DEHEUVELS, O., CELENTANO, D., ARIAS, I. y HERNÁNDEZ-GARCÍA, L SOMARRIBA, E., 2021. Shade tree identity rather than diversity influences soil macrofauna in cacao-based agroforestry systems. *Pedobiologia*, vol. 89, DOI <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2021.150770>.

RSTUDIO, T., 2021. Integrated Development Environment for R. 2021. Boston,MA: s.n. 4.0.1.

SANCHEZ, A., 2006. Conceptos basicos de gestion ambiental y desarrollo sustentable. S.l.: s.n. vol. 1999. ISBN 9786077552079.

SANCHEZ, G., 2018. Evaluacion el efecto de cuatro diferentes usos de suelos sobre la macrofauna edáfica, en el distrito las Piedras, provincia de Tambopata, departamento Madre de Dios [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNA_195dd29b7476b43072b4b2ee14b1c569/Details.

SANTANA De Lima, S., Maria De Aquino, A., Carvalho, L. F., Velásquez, E., & Lavelle, P. (2010). Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. In *Pesq. agropec. bras* (Issue 3).

SCHROTH, G. y FERGUS, S., 2003. *Trees, Crops and Soil Fertility: Concepts and Research Methods*.

SENAMHI- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú 2020. *Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional*. S.l.: s.n. vol. 53. ISBN 9788578110796.

SHANNON, C.E., 1948. *The mathematical theory of communication*. 1963. M.D. computing : computers in medical practice, ISSN 0724-6811.

SIMPSON, E.H., 1949. *Measurement of diversity* [16]. 1949. S.l.: s.n.

- TAPIA, S.C., PASHANASI, B. y DEL CASTILLO, D., 2006. Estudio preliminar de la macrofauna del suelo en áreas de varillales y chamizales de la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, vol. 13, no. 1-2, ISSN 1018-5674. DOI 10.24841/fa.v13i1-2.138.
- TRIANA, S., ROUSSEAU, G.X., ROCHA, A., CELENTANO, D., LUÍS, M., ZELARAYÁN, C., BRAUN, H., AGROECOLOGÍA, P.D.P., ESTADUAL, U. y UEMA, D.M., 2015. La macrofauna del suelo como indicadora de degradación de bosques ribereños en la amazonia oriental brasilera. *Revista de la Facultad de Agronomía*, no. June.
- VANDERLINDEN, K., GIRÁLDEZ, J. V y VAN MEIRVENNE, M., 2003. Evaluación de la capacidad de retención de agua de los suelos de Andalucía mediante el análisis del balance medio anual del agua. *Saturada del. S.I.:*
- VIERA, C., ABELLEIRA, O.J. y LUGO, A.E., 2008. Estructura y Química del Suelo en un Bosque de Castilla elástica en el Carso del Norte de Puerto Rico: Resultado de una Calicata. *Acta Científica*, vol. 22, no. 1,
- WICKHAM, H., 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for data Analysis*. S.I.: Springer- Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4.
- WILSON, G.D.F., 2017. Macrofauna abundance, species diversity and turnover at three sites in the Clipperton-Clarion Fracture Zone., DOI 10.1007/s12526- 016-0609-8.
- YIN, R., KARDOL, P., EISENHAUER, N. y SCHÄDLER, M., 2022. Land-use intensification reduces soil macrofauna biomass at the community but not individual level. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 337, DOI <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108079>.
- ZARATE, R., MARTINEZ, A., RODRIGUEZ, A., MAYCOTTE, C. y ACEVEDO, O., 2015. Coeficientes de carbono para arbustos y herbáceas del bosque de oyamel del Parque Nacional El Chico. scielo.org.mx [en línea], [consulta: 8 abril 2023]. Disponible en:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322015000500005&script=sci_arttext.

ZERBINO-BARDIER, M., 2005. Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción.

ANEXOS

Anexo 1: Mapa de Ubicación de las zonas de estudio

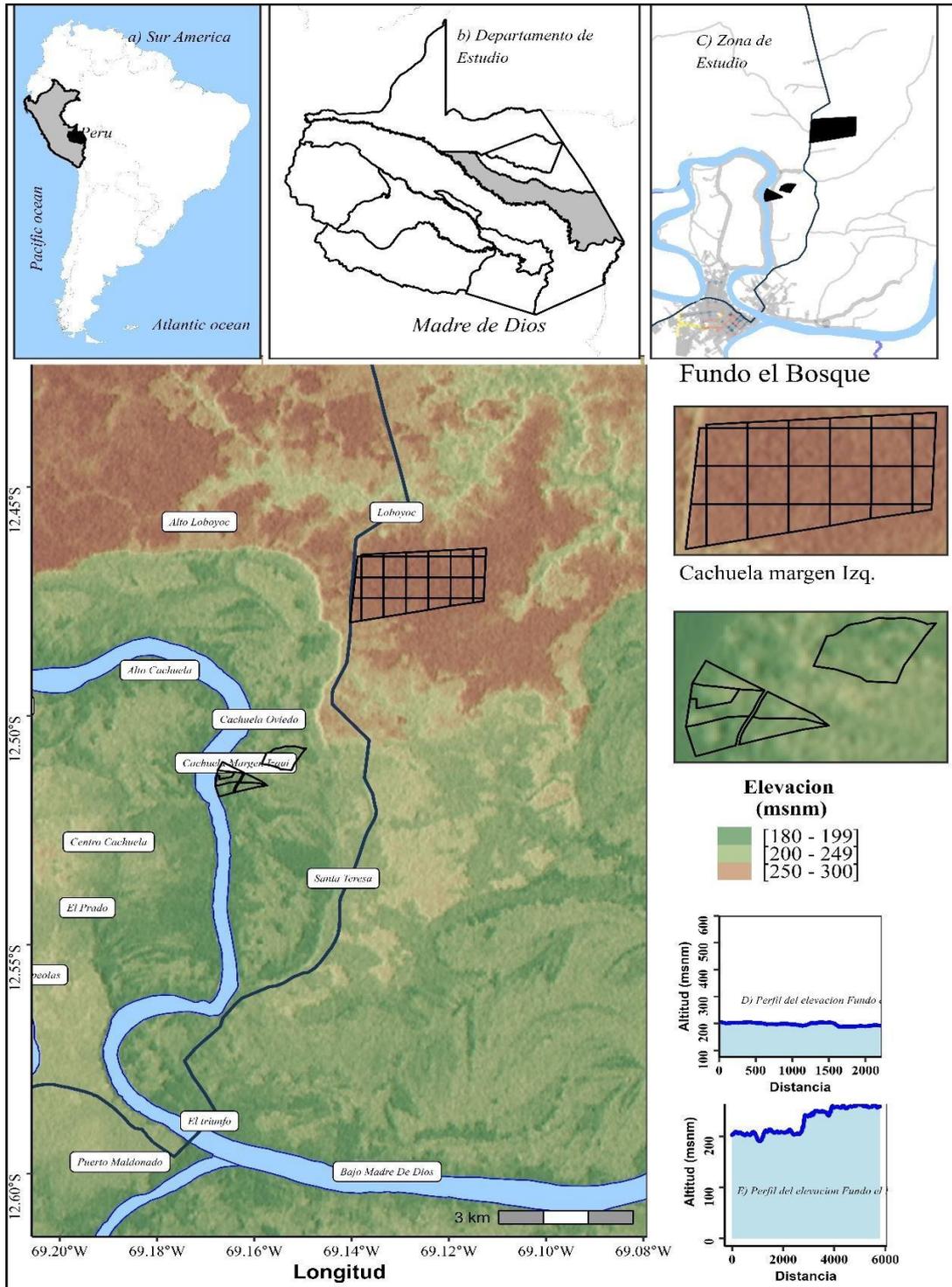
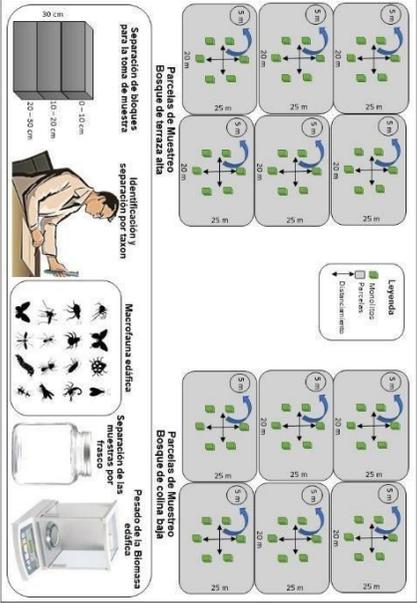


Figura 16. Mapa de ubicación de las zonas de estudio en referencia de su altitud

Anexo 2: Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Justificación	Hipótesis	Índices	Método
<p>Problema principal ¿Cómo influye el efecto de dos tipos de bosque en la población de macroinvertebrados del suelo en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios?</p> <p>Problema específico N°1 ¿Como es la densidad y biomasa de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios?</p> <p>Problema específico N° 2 ¿Cómo es la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios?</p> <p>Problema específico N° 3 ¿Cómo es la diversidad y composición florística de en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios?</p> <p>Problema específico N° 4 ¿Cómo es la relación que existe entre la composición florística y la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta, bosque de colina baja), en el distrito de Las Piedras en</p>	<p>Objetivo general Evaluar el efecto de dos tipos de bosque en la población de macroinvertebrados del suelo en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios.</p> <p>Objetivo específico N° 1 Determinar la densidad y biomasa de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios.</p> <p>Objetivo específico N° 2 Determinar la diversidad de los macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios.</p> <p>Objetivo específico N° 3 Determinar la diversidad y composición florística de en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de Dios</p> <p>Objetivo específico N° 4 Determinar la relación que existe entre la composición florística y la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque (bosque de terraza alta con castaña, bosque inundable de palmeras), en el distrito de Las Piedras en Madre de</p>	<p>Tipo de Justificación. Los suelos de bosque inundables de palmeras albergan una fauna y flora particulares y están en función de la disposición hídrica y su frondosa vegetación. Esta difiere del bosque de terraza alta con castaña que tiene otra configuración geológica, climática y antrópica, lo que lo hace un bosque altamente productivo para el sector forestal. Es necesario caracterizar estos tipos de suelo y su dinamismo con los macroinvertebrados.</p>	<p>1.6. Hipótesis Hi: La población de macroinvertebrados del suelo son diferentes entre el bosque de terraza alta con castaña y el bosque inundable con palmeras. Ho: La población de macroinvertebrados del suelo no son diferentes entre el bosque de terraza alta con castaña y el bosque inundable con palmeras.</p>	<p>Índices Tipo de Bosque: Bosque inundable (con palmeras) y terraza alta (con castaña), es una variable cualitativa. Taxon: Es el orden de los individuos de macroinvertebrados del suelo. Es una variable cualitativa. Densidad: Es el número de individuos por unidad de área (ind. m⁻²) de un determinado taxón (orden) o de una parcela. Biomasa: Es el peso total de los individuos por unidad de área (g m⁻²). Dominancia: Es la sumatoria de las áreas basales de la abundancia de una especie sobre un área especificada y que esto es expresado en metros cuadrados por hectárea (m²/ha).</p>	<p>Método - Tipo y nivel de investigación En el presente estudio se enfocó en una investigación cuantitativa. Alcance de la investigación El alcance del estudio es descriptiva y explicativa Unidad de Análisis La comunidad de macroinvertebrados en los dos tipos de bosque. Población de estudio La comunidad de macroinvertebrados está presente en los dos tipos de bosque (Bosque de terraza alta con castaña y Bosque inundable de palmeras).</p> 

<p>Madre de Dios?</p> <p>Problema específico Nº 5 ¿Cómo influye la entrada de luz en la cobertura del sotobosque en la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque?</p> <p>Problema específico Nº 6 ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del suelo y su relación con la comunidad de macroinvertebrados en dos diferentes tipos de bosque?</p>	<p>Dios.</p> <p>Objetivo específico Nº 5 Evaluar la influencia de la entrada de luz en la cobertura del sotobosque en la diversidad de macroinvertebrados del suelo en dos tipos de bosque.</p> <p>Objetivo específico Nº 6 Determinar las relaciones entre las características fisicoquímicas del suelo y la composición de la comunidad de macroinvertebrados en dos tipos de bosques.</p>				
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

METODOS Y DISEÑO	POBLACIÓN	TÉCNICAS
<p>El presente trabajo de investigación es de tipo exploratorio transversal ya que los datos obtenidos fueron ejecutados en un tiempo establecido, mientras que el diseño fue establecido en dos unidades de muestreo por tipo de cobertura vegetal.</p>	<p>POBLACIÓN La población está conformada por dos tipos de cobertura vegetal: Bosque inundable de palmeras es de 84.27 ha de las 8025.3ha del total del distrito de Las Piedras, para el Bosque de terraza alta con castaña se consideró 424 ha de 156611.3 ha que representa en el distrito, que representa los bosques más representativos de los bosques amazónico del departamento Madre de Dios.</p> <p>MUESTRA: La muestra está conformada por todos los individuos que están presentes en cada monolito para bosque de terraza alta con castaña (36 monolitos) y bosque inundable de palmeras (36 monolitos), en el distrito de Las Piedras, provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios.</p>	<p>TECNICA DE ANALISIS DE DATOS: El método estadístico en el estudio se realizó con un Análisis descriptivo para obtener los resultados del trabajo de investigación y se efectuó el análisis multivariado para los datos.</p> <p>MUESTREO: Muestreos no probabilísticos por conveniencia teniendo en cuenta los factores de logística y accesibilidad.</p> <p>TAMAÑO MUESTRAL: En cada unidad de muestreo homogéneo se consideró 01 ha.</p>

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

Tabla 12. Instrumento de recolección de datos para determinar la densidad y diversidad de macroinvertebrados para bosque inundable

Ordenes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Densidad (ind/m ²)		
							total	Mean	sd
Araneae	24	40	13	24	64	35	200	33,33	17,67
Hymenoptera	72	53	5	61	80	75	347	57,78	27,44
Coleóptera	77	35	37	83	45	104	381	63,56	28,44
Scolopendromorpha	123	115	59	72	256	61	685	114,22	74,62
Haplotaxida	8	3	0	5	3	3	22	3,55	4,21
Isoptera	5	29	0	11	40	0	85	14,22	16,67
Blattodea	13	5	8	11	0	35	72	12,00	12,01
Orthoptera	11	5	3	5	19	16	59	9,78	6,46
Diptera	11	0	3	0	5	5	24	4,00	4,04
Hemiptera	8	3	3	5	16	16	51	8,44	6,18
Dermaptera	0	8	8	3	5	0	24	4,00	3,68
Diplopoda	0	3	0	0	0	13	16	2,67	5,33
Lepidoptera	3	0	0	0	3	3	8	1,33	1,46
Geophilomorpha	24	0	0	0	0	0	24	4,00	9,80
Pseudoscorpionida	3	5	0	0	0	0	8	1,33	2,23
Stylommatophora	3	8	8	43	11	37	109	18,22	17,15
Ixodida	0	0	0	0	3	0	3	0,44	1,09
Scorpionida	0	0	0	0	8	0	8	1,33	3,27
Total	384	312	147	323	557	403	2125	354,2	241,7

Tabla 13. Instrumento de recolección de datos para determinar la biomasa de macroinvertebrados para bosque inundable

Ordenes							Peso (ind/ m ²)		
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	total	mean	sd
Araneae	0,27	0,31	0,32	0,66	0,35	0,31	2,23	0,37	0,14
Hymenoptera	0,21	0,30	0,10	0,39	0,45	0,41	1,85	0,31	0,13
Coleóptera	0,65	0,64	0,25	0,54	0,43	0,78	3,29	0,55	0,19
Scolopendromorpha	0,31	1,21	0,60	0,77	1,79	1,67	6,34	1,06	0,60
Haplotaxida	0,25	0,08	0,00	0,19	0,21	0,22	0,95	0,15	0,19
Isoptera	0,07	0,12	0,00	0,09	0,17	0,00	0,45	0,08	0,07
Blattodea	0,22	0,15	0,17	0,24	0,00	0,40	1,17	0,20	0,13
Orthoptera	0,07	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,05	0,09
Diptera	0,20	0,00	0,05	0,00	0,12	0,05	0,42	0,07	0,08
Hemiptera	0,04	0,08	0,23	0,15	0,17	0,39	1,06	0,18	0,12
Dermaptera	0,00	0,09	0,12	0,08	0,23	0,00	0,52	0,09	0,09
Diplopoda	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,81	0,94	0,16	0,33
Lepidoptera	0,12	0,00	0,00	0,00	0,06	0,36	0,55	0,09	0,14
Geophilomorpha	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,04	0,09
Pseudoscorpionida	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,01	0,02
Stylommatophora	0,04	0,11	0,27	0,89	0,24	1,21	2,76	0,46	0,48
Ixodida	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,01	0,02
Scorpionida	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,09	0,02	0,04
Total	2,70	3,50	2,10	3,99	4,37	6,62	23,28	3,88	2,95

Tabla 14. Instrumento de recolección de datos para determinar la densidad y diversidad de macroinvertebrados para bosque de terraza alta

Ordenes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Densidad (ind/ m ²)		
							total	Mean	sd
Araneae	11	8	13	27	32	13	104	17,33	9,65
Hymenoptera	37	16	64	27	112	83	339	56,44	36,66
Coleóptera	16	11	48	37	24	45	181	30,22	15,61
Scolopendromorpha	5	24	13	51	8	3	104	17,33	17,99
Haplotaxida	11	11	5	3	3	13	46	7,55	5,44
Lepidoptera	3	0	5	8	0	0	16	2,67	3,37
Isoptera	19	5	107	80	141	491	843	140,4	179,1
Blattodea	3	8	19	5	8	5	48	8,00	5,59
Orthoptera	0	5	5	8	13	3	35	5,78	4,59
Diptera	0	3	3	3	13	11	32	5,33	5,33
Hemiptera	0	0	3	0	13	3	19	3,11	5,18
Dermaptera	0	0	11	0	13	5	29	4,89	5,94
Diplopoda	0	0	8	0	0	0	8	1,33	3,27
Geophilomorpha	0	0	0	0	13	3	16	2,67	5,33
Total	105	91	304	249	393	678	1820	303,1	317,6

Tabla 15. Instrumento de recolección de datos para determinar la biomasa de macroinvertebrados para bosque de terraza alta

Ordenes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Peso (ind/ m ²)		
							total	mean	sd
Araneae	0,1	0,1	0,3	0,5	0,3	0,1	1,4	0,23	0,16
Hymenoptera	0,2	0,2	0,7	0,3	0,6	0,6	2,6	0,43	0,23
Coleóptera	0,6	0,1	1	1,1	0,4	2,1	5,3	0,88	0,70
Scolopendromorpha	0,3	0,6	0,4	0,9	0,3	0,2	2,7	0,45	0,26
Haplotaxida	1	1,3	1,5	0,2	0,1	0,4	4,7	0,78	0,68
Lepidoptera	0,8	1,3	1,5	0,3	0,1	0,4	4,4	0,73	0,57
Isoptera	0,1	0,0	1,1	0,5	0,3	0,5	2,5	0,42	0,39
Blattodea	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,3	1,5	0,25	0,10
Orthoptera	0,0	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	1	0,17	0,14
Diptera	0,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,4	1	0,17	0,15
Hemiptera	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,4	0,07	0,08
Araneae	0,1	0,1	0,3	0,5	0,3	0,1	1,4	0,23	0,16
Dermaptera	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1	0,6	0,10	0,13
Diplopoda	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,05	0,12
Geophilomorpha	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,3	0,05	0,08
Total	3,2	4,2	7,9	4,4	3,4	5,4	28,70	4,78	3,79

Tabla 16. Densidad de macroinvertebrados por tipo de bosque y a diferentes profundidades

Bosque inundable de palmeras cachuela baja margen izquierdo			
N°	Fecha:	Composición florística	
N°	DAP	Nombre científico	Familia
1	19	<i>Abarema sp</i>	Fabaceae
2	18	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
3	10	<i>Pouteria torta</i>	Sapotaceae
4	56	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
5	37	<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae
6	34	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae
7	23.5	<i>Inga punctata</i>	Fabaceae
8	45	<i>Guatteria hirsuta</i>	Annonaceae
9	38	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
10	29	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae
11	18	<i>Micropholis guyanensis</i>	Sapotaceae
12	38	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
13	47	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
14	19	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
15	29	<i>Annona sp</i>	Annonaceae
16	16	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
17	19	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
18	24	<i>Casearia sp</i>	Salicaceae
19	19	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
20	19.5	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
21	17	<i>Inga acrocephala</i>	Fabaceae
22	41	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
23	35	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
24	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
25	18	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
26	22	<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae
27	32	<i>Annona papilionella</i>	Annonaceae
28	18	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
29	22	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
30	25	<i>Unonopsis floribunda</i>	Annonaceae
31	25	<i>Annona papilionella</i>	Annonaceae
32	28	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
33	24.5	<i>Nectandra globosa</i>	Lauraceae
34	34	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
35	16	<i>Inga thibaudiana</i>	Fabaceae
36	28	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
37	32	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae

38	29	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
39	18	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
40	43	<i>Sloanea guianensis</i>	Elaeocarpaceae
41	19	<i>Cupania cinerea</i>	Sapindaceae
42	24	<i>Ceiba samauma</i>	Malvaceae
43	17	<i>Unonopsis floribunda</i>	Annonaceae
44	19	<i>Inga umbratica</i>	Fabaceae
45	36	<i>Ceiba samauma</i>	Malvaceae
46	47	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
47	48	<i>Schizolobium parahyba</i>	Fabaceae
48	12	<i>Triplaris americana</i>	Polygonaceae
49	38	<i>Cecropia engleriana</i>	Urticaceae
50	56	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae
51	32	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
52	34	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
53	56	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
54	58	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
55	15	<i>Hasseltia floribunda</i>	Salicaceae
56	19	<i>Annona sp</i>	Annonaceae
57	14	<i>Inga nobilis</i>	Fabaceae
58	23	<i>Casearia sp</i>	Salicaceae
59	36	<i>Casearia sp</i>	Salicaceae
60	38	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae
61	43	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
62	30	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae
63	47	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae
64	15	<i>Inga umbratica</i>	Fabaceae
65	46	<i>Apeiba membranacea</i>	Malvaceae
66	13	<i>Eugenia sp</i>	Myrtaceae
67	14	<i>Triplaris americana</i>	Polygonaceae
68	15	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae
69	12	<i>Casearia sp</i>	Salicaceae
70	27	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
71	28	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
72	85	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
73	18	<i>Inga acrocephala</i>	Fabaceae
74	30	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
75	32	<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae
76	19	<i>Triplaris americana</i>	Polygonaceae
77	16	<i>Triplaris americana</i>	Polygonaceae
78	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
79	47	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae

80	21	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
81	50	<i>Annona papilionella</i>	Annonaceae
82	29	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
83	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
84	22	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
85	19	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
86	36	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
87	35	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
88	45	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
89	33	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
90	32	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
91	42	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
92	45	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
93	48	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
94	37	<i>Annona sp</i>	Annonaceae
95	18	<i>Zanthoxylum sp</i>	Rutaceae
96	11	<i>Inga nobilis</i>	Fabaceae
97	23	<i>Nectandra globosa</i>	Lauraceae
98	33	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
99	49	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
100	43	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
101	47	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
102	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
103	36	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
104	22	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
105	30	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
106	42	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
107	74	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
108	46	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
109	46	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
110	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
111	14	<i>Inga macrophylla</i>	Fabaceae
112	16	<i>Annona sp</i>	Annonaceae
113	21	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
114	22	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
115	18	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
116	17	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
117	40	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
118	43	<i>Virola pavonis</i>	Myristicaceae
119	47	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
120	18.5	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
121	30	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae

122	12	<i>Sloanea guianensis</i>	Elaeocarpaceae
123	21	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
124	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
125	49	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
126	38	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
127	33	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae
128	32.5	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
129	18	<i>Zanthoxylum sp</i>	Rutaceae
130	26	<i>Pterocarpus rorhii</i>	Fabaceae
131	13	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Phyllanthaceae
132	12	<i>Annona sp</i>	Annonaceae
133	30	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
134	30	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
135	17	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
136	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
137	25	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
138	22	<i>Ingaacrocephala</i>	Fabaceae
139	31	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae
140	16	<i>Alchornea sp</i>	Euphorbiaceae
141	25	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
142	24	<i>Nectandra globosa</i>	Lauraceae
143	32	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
144	27	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae
145	31	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
146	31	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
147	23	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
148	35	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae
149	27	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae
150	16	<i>Pterocarpus rorhii</i>	Fabaceae
151	43	<i>Virola pavonis</i>	Myristicaceae
152	22	<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae
153	33	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
154	22	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
155	32	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
156	27	<i>Apeiba membranacea</i>	Malvaceae
157	15	<i>Inga punctata</i>	Fabaceae
158	24	<i>Cecropia engleriana</i>	Urticaceae
159	30	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae
160	25	<i>Casearia sp</i>	Salicaceae
161	18	<i>Cordia sp</i>	Cordiaceae
162	35	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae

163	24	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
164	27	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
165	14	<i>Triplaris americana</i>	Polygonaceae
166	22	<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae
167	35	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae
168	31	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae
169	34	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae
170	38	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae
171	39	<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae
172	28	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
173	27	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
174	26	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
175	13	<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae
176	18	<i>Ocotea puberula</i>	Lauraceae
177	40	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae
178	40	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
179	20	<i>Guazuma crinita</i>	Malvaceae
180	15	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
181	12	<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae
182	14	<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae
183	32	<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae
184	24	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae
185	10	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
186	12	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
187	26	<i>Licania sp</i>	Chrysobalanaceae
188	12	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae
189	30	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae
190	18	<i>Zanthoxylum sp</i>	Rutaceae
191	27	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
192	26	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
193	22	<i>Casearia sp</i>	Salicaceae
194	15	<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae
195	28	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
196	27	<i>Zanthoxylum sp</i>	Rutaceae
197	41	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae
198	22	<i>Cecropia membranacea</i>	Urticaceae
199	23	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae
200	30	<i>Guazuma crinita</i>	Malvaceae
201	22	<i>Casearia sp</i>	Salicaceae
202	28	<i>Zanthoxylum sp</i>	Rutaceae
203	14	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
204	18	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae

205	16	<i>Ruizodendron ovale</i>	Annonaceae
206	10	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Rubiaceae
207	27	<i>Senegalia polyphylla</i>	Fabaceae
208	35	<i>Guatteria hirsuta</i>	Annonaceae
209	55	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
210	35	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
211	20	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
212	32	<i>Amaioua guianensis</i>	Rubiaceae
213	18	<i>Amaioua guianensis</i>	Rubiaceae
214	35	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
215	38	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
216	20	<i>Licania sp</i>	Chrysobalanaceae
217	15	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
218	38	<i>Guatteria hirsuta</i>	Annonaceae
219	41	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
220	40	<i>Attalea butyracea</i>	Arecaceae
221	16	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
222	35	<i>Attalea butyracea</i>	Arecaceae
223	18	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae
224	30	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae
225	24	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
226	14	<i>Brosimum guianense</i>	Moraceae
227	34	<i>Semira sp</i>	Rubiaceae
228	26	<i>Attalea butyracea</i>	Arecaceae
229	43	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae
230	60	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
231	21	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
232	17	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
233	20	<i>Unonopsis floribunda</i>	Annonaceae
234	18	<i>Socratea exorrhiza</i>	Arecaceae
235	35	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae
236	30	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
237	36	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
238	18	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
239	42	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae
240	18	<i>Aniba sp</i>	Lauraceae
241	15	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae
242	18	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
243	17	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
244	18	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae
245	33	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
246	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae

247	40	<i>Sapium marmieri</i>	Euphorbiaceae
248	40	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
249	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
250	21	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
251	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
252	22	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
253	23	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
254	32	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
255	40	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
256	30	<i>Schefflera morototoni</i>	Araliaceae
257	20	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
258	30	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
259	22	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
260	75	<i>Ficus insipida</i>	Moraceae
261	28	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Arecaceae
262	32	<i>Attalea phalerata</i>	Arecaceae
263	65	<i>Schizolobium parahyba</i>	Fabaceae

Tabla 17. Instrumento de recolección de datos para determinar la composición florística en los dos sitios en bosque de terraza alta con castaña

Bosque de terraza alta con castaña, Fundo el Bosque			
N°	Fecha:	Composición florística	
N°	DAP	Nombre científico	Familia
1	21	<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae
2	14.5	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
3	15	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae
4	10	<i>Iryanthera juruensis</i>	Myristicaceae
5	21.5	<i>Meliosma herbertii</i>	Sabiaceae
6	25	<i>Apeiba membranacea</i>	Malvaceae
7	15	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
8	57	<i>Huberodendron swietenoides</i>	Malvaceae
9	38	<i>Protium stevensonii</i>	Burseraceae
10	14.5	<i>Tabernaemontana cymosa</i>	Apocynaceae
11	14	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae
12	27	<i>Tachigali sp</i>	Fabaceae
13	17	<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceae
14	38	<i>Eschweilera coriacea</i>	Lecythidaceae
15	28	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae
16	13	<i>Hirtella excelsa</i>	Chrysobalanaceae
17	14.9	<i>Couratari guianensis</i>	Lecythidaceae
18	16	<i>Tachigali alba</i>	Fabaceae
19	12	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
20	12	<i>Parkia nitida</i>	Fabaceae
21	12	<i>Pausandra trianae</i>	Ebenaceae
22	38	<i>Drypetes amazonica</i>	Putranjivaceae
23	18	<i>Iryanthera juruensis</i>	Myristicaceae
24	17	<i>Siparuna decipiens</i>	Siparunaceae
25	11	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae
26	10	<i>Diospyro capreifolia</i>	Ebenaceae
27	13	<i>Aiouea grandifolia</i>	Lauraceae
28	22	<i>Inga heterophylla</i>	Fabaceae
29	17	<i>Tachigali alba</i>	Fabaceae
30	17	<i>Protium amazonicum</i>	Burseraceae
31	33	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	Fabaceae
32	23	<i>Dialium guianense</i>	Fabaceae
33	22	<i>Ocotea bofo</i>	Lauraceae
34	15	<i>Siparuna decipiens</i>	Siparunaceae
35	13	<i>Galipea trifoliata</i>	Rutaceae
36	13	<i>Siparuna decipiens</i>	Siparunaceae
37	18	<i>Matisia ochrocalyx</i>	Malvaceae

38	40	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae
39	16.5	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae
40	11	<i>Pourouma minor</i>	Urticaceae
41	33	<i>Inga alba</i>	Fabaceae
42	10.5	<i>Siparuna decipiens</i>	Siparunaceae
43	18	<i>Capirona decorticans</i>	Rubiaceae
44	19	<i>Ocotea longifolia</i>	Lauraceae
45	15.5	<i>Matisia ochrocalyx</i>	Malvaceae
46	14	<i>Siparuna decipiens</i>	Siparunaceae
47	28	<i>Neea spruceana</i>	Nyctaginaceae
48	24	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
49	22	<i>Pourouma minor</i>	Urticaceae
50	14	<i>Galipea trifoliata</i>	Rutaceae
51	77	<i>Brosimum lactescens</i>	Moraceae
52	34	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Moraceae
53	21	<i>Pourouma minor</i>	Urticaceae
54	32.5	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Moraceae
55	12	<i>Ocotea bofo</i>	Lauraceae
56	15.5	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
57	11	<i>Diospyro capreifolia</i>	Ebenaceae
58	16	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
59	37	<i>Dialium guianense</i>	Fabaceae
60	18.5	<i>Iryanthera juruensis</i>	Myristicaceae
61	31	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
62	28	<i>Tetragastris altissima</i>	Burseraceae
63	15	<i>Helicostylis tomentosa</i>	Moraceae
64	12.5	<i>Helicostylis tomentosa</i>	Moraceae
65	21	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae
66	10	<i>Inga auristellae</i>	Fabaceae
67	19	<i>Meliosma herbertii</i>	Sabiaceae
68	12	<i>Virola decorticans</i>	Myristicaceae
69	12	<i>Tachigali amarumayu</i>	Fabaceae
70	15	<i>Eriotheca globosa</i>	Malvaceae
71	17	<i>Ocotea bofo</i>	Lauraceae
72	58	<i>Inga alba</i>	Fabaceae
73	13	<i>Parkia pendula</i>	Fabaceae
74	12	<i>Geissospermum reticulatum</i>	Apocynaceae
75	22	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae
76	45	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
77	12.5	<i>Tachigali amarumayu</i>	Fabaceae
78	37	<i>Drypetes gentryana</i>	Putranjivaceae
79	18	<i>Meliosma herbertii</i>	Sabiaceae

80	22	<i>Naucleopsis krukovii</i>	Moraceae
81	16	<i>Ouratea discophora</i>	Ochnaceae
82	13	<i>Hirtella pilosissima</i>	Chrysobalanaceae
83	19	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Moraceae
84	19.5	<i>Protium sagotianum</i>	Burseraceae
85	20	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae
86	41	<i>Geissospermum reticulatum</i>	Apocynaceae
87	12	<i>Meliosma herbertii</i>	Sabiaceae
88	15	<i>Brosimum acutifolium</i>	Moraceae
89	19.5	<i>Octandra sp</i>	Chrysobalanaceae
90	13	<i>Tachigali amarumayu</i>	Fabaceae
91	15	<i>Annona papilionella</i>	Annonaceae
92	14	<i>Apeiba membranacea</i>	Malvaceae
93	17	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae
94	19	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae
95	12	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae
96	19	<i>Pourouma minor</i>	Urticaceae
97	18.5	<i>Tachigali amarumayu</i>	Fabaceae
98	13	<i>Onychopetalum periquino</i>	Annonaceae
99	23	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae
100	18	<i>Matisia ochrocalyx</i>	Malvaceae
101	52	<i>Tachigali alba</i>	Fabaceae
102	28	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
103	18	<i>Euterpe precatória</i>	Arecaceae
104	15.5	<i>Pausandra trianae</i>	Euphorbiaceae
105	20	<i>Neea spruceana</i>	Nyctaginaceae
106	16.5	<i>Poecilanthe effusa</i>	Fabaceae
107	14	<i>Euterpe precatória</i>	Arecaceae
108	21	<i>Apeiba membranacea</i>	Malvaceae
109	18	<i>Pseudolmedia macrophylla</i>	Moraceae
110	19	<i>Virola sebifera</i>	Myristicaceae
111	15	<i>Licania sp</i>	Chrysobalanaceae
112	15	<i>Pausandra trianae</i>	Euphorbiaceae
113	12	<i>Euterpe precatória</i>	Arecaceae
114	20	<i>Virola elongata</i>	Myristicaceae
115	51	<i>Inga alba</i>	Fabaceae
116	18	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
117	28	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
118	11	<i>Mollinedia killipii</i>	Monimiaceae
119	32	<i>Neea spruceana</i>	Nyctaginaceae
120	17	<i>Pseudolmedia macrophylla</i>	Moraceae
121	16	<i>Neea macrophylla</i>	Nyctaginaceae

122	16	<i>Neea spruceana</i>	Nyctaginaceae
123	33	<i>Protium stevensonii</i>	Bursaceae
124	18	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
125	15	<i>Conceveiba guianensis</i>	Euphorbiaceae
126	12	<i>Eugenia sp</i>	Myrtaceae
127	26	<i>Ocotea tessmannii</i>	Lauraceae
128	15.5	<i>Talicia sp</i>	Sapindaceae
129	21	<i>Tachigali alba</i>	Fabaceae
130	18	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
131	39	<i>Pourouma minor</i>	Urticaceae
132	15	<i>Naucleopsis krukovii</i>	Moraceae
133	39	<i>tachigali sp</i>	Fabaceae
134	14.5	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Moraceae
135	30	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
136	21	<i>Oenocarpus bataua</i>	Arecaceae
137	14	<i>Hirtella pilosissima</i>	Chrysobalanaceae
138	21	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Moraceae
139	12.5	<i>Brosimum lactescens</i>	Moraceae
140	22	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
141	31	<i>Brosimum lactescens</i>	Moraceae
142	34	<i>Hirtella excelsa</i>	Chrysobalanaceae
143	13	<i>Virola elongata</i>	Myristicaceae
144	22	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae
145	33	<i>Cecropia ficifolia</i>	Urticaceae
146	20	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
147	62	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae
148	13	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
149	18	<i>Miconia sp</i>	Melastomataceae
150	17	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
151	27	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
152	15	<i>Pouteria sp</i>	Sapotaceae
153	18	<i>Micropholis egensis</i>	Sapotaceae
154	12	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Fabaceae
155	10	<i>Siparuna decipiens</i>	Siparunaceae
156	58	<i>ocotea bofo</i>	Lauraceae
157	23	<i>Brosimum lactescens</i>	Moraceae
158	18	<i>Naucleopsis krukovii</i>	Moraceae
159	30	<i>Eschweilera coriacea</i>	Lecythidaceae
160	19	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae
161	25	<i>Iryanthera juruensis</i>	Myristicaceae
162	37	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae

163	20	<i>Protium sagotianum</i>	Burseraceae
164	11	<i>Capirona decorticans</i>	Rubiaceae
165	24	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
166	43	<i>Hymenaea parvifolia</i>	Fabaceae
167	15	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
168	13	<i>ocotea bofo</i>	Lauraceae
169	44	<i>ocotea bofo</i>	Lauraceae
170	10	<i>Chrysophyllum lucentifolium</i>	Sapotaceae
171	15	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
172	26	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Moraceae
173	12	<i>Siparuna decipiens</i>	Siparunaceae
174	13	<i>Eugenia sp</i>	Myrtaceae
175	50	<i>Hymenaea parvifolia</i>	Fabaceae
176	20	<i>Aspidosperman rigidum</i>	Fabaceae
177	24	<i>Celtis schippii</i>	Cannabaceae
178	34	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae
179	23	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae
180	43	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae
181	46	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Urticaceae
182	31	<i>Apeiba membranacea</i>	Malvaceae
183	18	<i>Conceveiba guianensis</i>	Euphorbiaceae
184	20	<i>Lacistema aggregatum</i>	Lacistemataceae
185	30	<i>Zanthoxylum sp</i>	Rutaceae
186	28	<i>Eugenia sp</i>	Myrtaceae
187	22	<i>Tachigali amarumayu</i>	Fabaceae
188	20	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Moraceae
189	14	<i>Tachigali amarumayu</i>	Fabaceae
190	11	<i>Tachigali amarumayu</i>	Fabaceae
191	18	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae
192	12	<i>Helicostylis tomentosa</i>	Moraceae
193	13	<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae
194	14	<i>Celtis schippii</i>	Cannabaceae
195	41	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
196	15	<i>Ocotea puberula</i>	Lauraceae
197	22	<i>Apeiba membranacea</i>	Malvaceae
198	25	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	Moraceae
199	18	<i>Agonandra silvatica</i>	Opiliaceae
200	25	<i>Eriotheca globosa</i>	Malvaceae
201	12	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
202	65	<i>Inga alba</i>	Fabaceae
203	26	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
204	27	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae

205	26	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
206	31	<i>Tetragastris altissima</i>	Burseraceae
207	23	<i>ocotea bofo</i>	Lauraceae
208	21	<i>ocotea bofo</i>	Lauraceae
209	25	<i>Drypetes gentryana</i>	Putranjivaceae
210	26	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaeae
211	23	<i>ocotea oblonga</i>	Lauraceae
212	17	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaeae
213	34	<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceae
214	14	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
215	28	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
216	25	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaeae
217	21	<i>Poecilanthus effusus</i>	Fabaceae
218	10.5	<i>Parkia nitida</i>	Fabaceae
219	21	<i>Protium stevensonii</i>	Burseraceae
220	18	<i>Neea spruceana</i>	Nyctaginaceae
221	15	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
222	19	<i>Agonandra silvatica</i>	Opiliaceae
223	22	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaeae
224	39	<i>Laetia procera</i>	Salicaceae
225	27	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
226	45	<i>Manilkara bidentata</i>	Sapotaceae
227	35	<i>Tachigali alba</i>	Fabaceae
228	17	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Moraceae
229	28	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
230	60	<i>Tetragastris altissima</i>	Burseraceae
231	22	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
232	68	<i>Pouteria reticulata</i>	Sapotaceae
233	13	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	Fabaceae
234	18	<i>Euterpe precatoria</i>	Arecaceae
235	25	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
236	28	<i>Pourouma minor</i>	Urticaceae
237	30	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
238	35	<i>ocotea bofo</i>	Lauraceae
239	20	<i>Drypetes gentryana</i>	Putranjivaceae
240	18	<i>Iryanthera juruensis</i>	Myristicaeae
241	41	<i>Dialium guianense</i>	Fabaceae
242	45	<i>ocotea bofo</i>	Lauraceae
243	34	<i>Micropholis egensis</i>	Sapotaceae
244	38	<i>Pouteria sp</i>	Sapotaceae
245	28	<i>Eschweilera coriacea</i>	Lecythidaceae
246	25	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae

247	36	<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae
248	26	<i>Naucleopsis krukovii</i>	Moraceae
249	18	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
250	17	<i>Licania heteromorpha</i>	Chrysobalanaceae
251	18	<i>Cordia lomitoloba</i>	Cordiaceae
252	73	<i>Dialium guianense</i>	Fabaceae
253	28	<i>Coussarea sp</i>	Rubiaceae
254	27	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
255	27	<i>Inga alba</i>	Fabaceae
256	26	<i>Pourouma minor</i>	Urticaceae
257	25	<i>Oenocarpus bataua</i>	Arecaceae
258	16	<i>Iryanthera juruensis</i>	Myristicaceae
259	24	<i>Heisteria nitida</i>	Olacaceae
260	25	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
261	32	<i>Protium stevensonii</i>	Burseraceae
262	27	<i>Diospyro capreifolia</i>	Ebenaceae
263	33	<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceae
264	36	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae
265	18	<i>Iryanthera juruensis</i>	Myristicaceae
266	34	<i>Platymiscium sp</i>	Fabaceae
267	14	<i>Diospyro capreifolia</i>	Ebenaceae
268	30	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae
269	28	<i>Iryanthera laevis</i>	Myristicaceae
270	13	<i>Protium stevensonii</i>	Burseraceae
271	23	<i>Eschweilera coriacea</i>	Lecythidaceae
272	54	<i>Tachigali amarumayu</i>	Fabaceae
273	32	<i>Tachigali amarumayu</i>	Fabaceae
274	16	<i>Tachigali amarumayu</i>	Fabaceae
275	13	<i>Tabernaemontana cymosa</i>	Apocynaceae
276	32	<i>Protium stevensonii</i>	Burseraceae
277	16	<i>Euterpe precatória</i>	Arecaceae
278	29	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae
279	13	<i>Protium amazonicum</i>	Burseraceae
280	22	<i>Iriartea deltoidea</i>	Arecaceae

Anexo 4: Histograma de precipitación

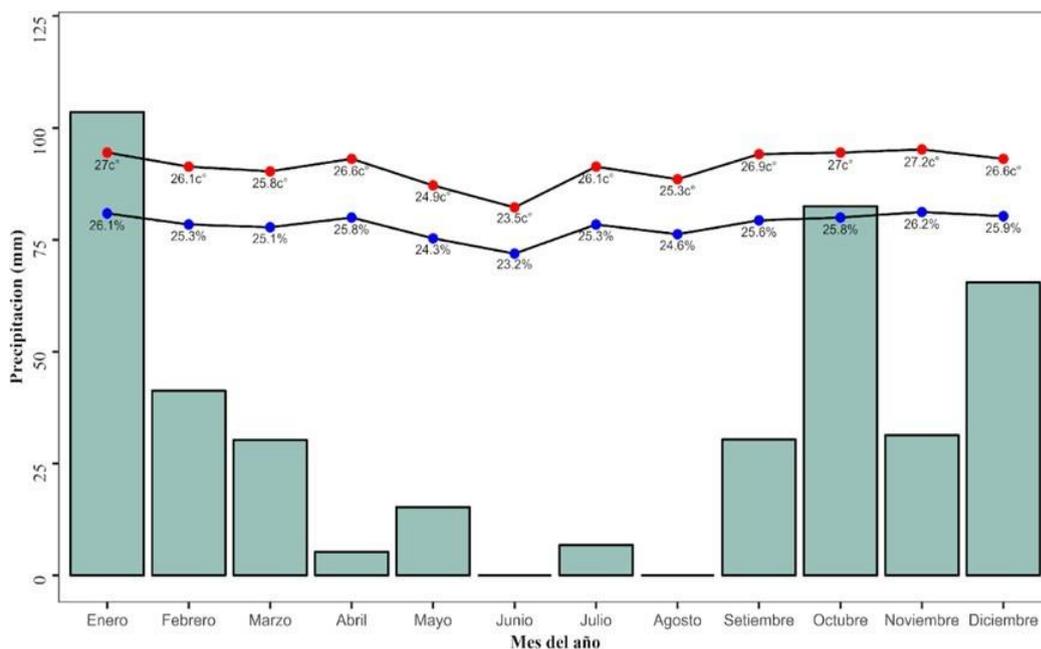


Figura 17: Histograma de precipitación en Madre de Dios en el año 2022, Fuente: senamhi, MDD

Anexo 5: Análisis de características fisicoquímicas de suelo

Tabla 18: Análisis de suelos del Bosque de terraza alta con castaña y el Bosque de terraza inundable con Castaña, Fuente: Laboratorio de agua, suelos, medio ambiente y fertirriego (LASMAF) de la Universidad Nacional Agraria la Molina

ANÁLISIS DE SUELOS: CARACTERIZACIÓN

Solicitante ASOCIACIÓN CENTRO DE INNOVACIÓN CIENTÍFICA
AMAZÓNICA

Departamento MADRE DE DIOS
Distrito TAMBOPATA

Provincia: TAMBOPATA

Referencia H.R. 79046-024C23

Fact.: 9735

Fecha 10/03/2023

Número de Muestra	Lab	Claves	pH	C.E.				Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
				(1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Arena %	Limo %			Arcilla %	Textural	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺				Na ⁺
1297		Bosque inundable de palmeras	6.74	0.43	0.00	4.37	24.0	148	19	56	25	Fr.L.	13.28	10.19	2.35	0.29	0.01	0.00	12.84	12.84	97
1298		Bosque de terraza alta con castaña	3.79	0.17	0.00	2.32	9.8	56	45	24	31	Fr.Ar.A.	8.48	0.69	0.20	0.09	0.04	3.40	4.42	1.02	12

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcilloso Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
Fr.Ar.L. = Franco Arcilloso Limoso ; Ar.A. = Arcilloso Arenoso ; Ar.L. = Arcilloso Limoso ;
Ar. = Arcilloso