

**Madre de Dios capital de la Biodiversidad del Perú**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**“EVALUACION DE LA MACROFAUNA DEL SUELO EN CUATRO DIFERENTES  
SISTEMAS DE USO, EN EL DISTRITO LAS PIEDRAS, PROVINCIA DE TAMBOPATA,  
DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS”**

**Presentado por : Bach. Gerson Sánchez Díaz**

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y MEDIO  
AMBIENTE**

**PUERTO MALDONADO - MADRE DE DIOS - PERÚ**

**2018**

**Madre de Dios, capital de la Biodiversidad del Perú**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**“EVALUACION DE LA MACROFAUNA DEL SUELO EN CUATRO DIFERENTES  
SISTEMAS DE USO, EN EL DISTRITO LAS PIEDRAS, PROVINCIA DE TAMBOPATA,  
DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS”**

**Presentado por : Bach. Gerson Sánchez Díaz**

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y MEDIO  
AMBIENTE**

**PUERTO MALDONADO - MADRE DE DIOS - PERU**

**2018**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico a la memoria de mi Padre, Miguel Sánchez Gonzales y a mi madre Edelmira Díaz Rodríguez Vda de Sánchez por el esfuerzo incansable que realizaron en su día a día por verme profesional, a mis hermanos y hermanas por el apoyo incondicional en momentos difíciles de mi trajinar diario, Edinson, Hilberto, Milagros, Elbia, Luis Antonio, por su comprensión y sobre todo por esos momentos que vivimos juntos, a mi hijo Thomas Jefferson e hijas, Yubitza Milagros Elhena y Dayra Gerlus Lucero que son mi fuente de motivación, a mis buenos amigos de la UNAMAD por ser parte de esta aventura profesional, Alfonso, José Arturo, Carlos Javier, Gastón y Julio Cesar.

Gerson S.D.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer primero a Dios Nuestro ser supremo que me dio la vida y por todas las cosas buenas que me ha brindado a lo largo de mi vida, sin el nada somos, quiero dejar constancia de una enorme gratitud a la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, institución que se ha convertido en el baluarte y engranaje del desarrollo de nuestra región, brindando una educación de calidad y excelencia a sus alumnos, forjando en el tiempo, profesionales de excelencia frente a un mundo de exigencia y competitividad.

A los docentes de la carrera profesional de ingeniería Forestal y Medio Ambiente que durante todo el proceso de mi formación dieron lo mejor de sí, brindando sus conocimientos y experiencias.

A mis asesores de tesis, Asesor Msc. Jhoe Peña Valdeiglesias, Co-asesor Dr. Eliseo Pumacalahui Salcedo, docentes que no dejaron de orientar y asesorar la tesis en todas sus etapas, mi lealtad será el homenaje a su sacrificio.

Además quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento al Msc. Nimer Guillermo Velarde Katayama, a los Bachilleres: Lusdilan Rojas Taipe, Alexis Ancco Suel, quienes colaboraron con esta investigación, a la Msc. Lizeth Rodriguez Achata por brindar las facilidades del Laboratorio ambiental de la UNAMAD en su calidad de encargada.

De Manera especial al Dr. Erick Yabar Landa, director encargado del laboratorio de Entomología de la facultad de Ciencias de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco y a sus colaboradores, Bachilleres: Araseli Elme Tumpay, Edgar Luis Marquina Montesinos, quienes conformaron el equipo de trabajadores de laboratorio en la identificación de los Macroinvertebrados del suelo.

A mí hermana, Lic. Milagros Sánchez Díaz, y a la Empresa Industrial YJM SAC., por ser parte del equipo de investigación en el financiamiento del presente trabajo.

Gerson, S.D.

## INTRODUCCIÓN

La deforestación y el cambio de uso de los suelos provocan la degradación y destrucción de los suelos y de los ambientes naturales de los organismos que habitan en el suelo (que produce la desaparición de numerosas especies de macrofauna). Según IIAP (2012), en “Madre de Dios la deforestación intensiva en las áreas laterales a la carretera interoceánica se estima en 141 885 ha, de ellas aproximadamente 49 496 ha, por sus ventajas agrícolas son calificadas como aptas para la implementación de sistemas agroforestales, el 85 % de esas tierras aptas se encuentran en la provincia Tambopata y el 15 % en la provincia de Tahuamanu”.

La fauna del suelo “comprende una gran variedad de organismos con tamaños y estrategias adaptativas muy diferentes, especialmente en cuanto a la movilidad y modo de alimentación, lo que determina la manera que puede influir en los procesos del suelo (Linden *et al.*, 1994). Los de mayor tamaño constituyen la macrofauna edáfica se destacan porque su actividad tiene efectos en la fertilidad y estructura del suelo, en el control de insectos y enfermedades y en el crecimiento de las plantas” (Curry, 1987; Curry y Good, 1992; Linden *et al.*, 1994).

“Las actividades humanas a través de las distintas prácticas de manejo y tecnologías aplicadas ejercen importantes efectos en los determinantes de la biota del suelo y sobre ella misma, lo que afecta la composición de las comunidades y su nivel de actividad (Lavelle *et al.*, 1993; citados por Lavelle, 2002). La macrofauna responde al manejo en escalas de tiempo de meses o años, por lo que tiene gran potencial para el uso como indicadores biológicos” (Blair *et al.*, 1996; Pankhurst y Lynch, 1994).

“Debido a su sensibilidad a las prácticas de manejo, la evaluación de la macrofauna del suelo conjuntamente con las propiedades del mismo, puede ser una herramienta útil para evaluar la sustentabilidad de las innovaciones tecnológicas que se proponen para el manejo de suelos y cultivos” (Zerbino, 2005).

En Madre de Dios “se han publicado muy pocos trabajos enfocados a este tema y casi siempre descontextualizados del entorno edáfico, en los últimos años los estudios sobre la diversidad” de la Macrofauna del suelo han cobrado mayor importancia.

## ÍNDICE

INTRODUCCION.....	1
RESUMEN .....	7
ABSTRACT.....	8
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>9</b>
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	9
1.1 Descripción del Problema .....	9
1.2 Formulación del Problema .....	10
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>13</b>
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional. ....	18
2.1.3. Antecedentes a nivel regional.....	19
Macrofauna del suelo .....	20
Definición de Artrópodos.....	20
Organismos del suelo como entidad Funcional de Diversidad .....	21
La Regulación jerárquica de los procesos del suelo.....	22
Relaciones macrofauna hábitat .....	22
Clima .....	23
Características del suelo .....	23
Diversidad Biológica.....	24
Alfa diversidad .....	24
Taxonomía de los organismos del suelo .....	25
Sistemas de uso del suelo .....	26
Ciclo Vital de los Macroinvertebrados del Suelo .....	27
Metamorfosis Incompleta.....	27
Metamorfosis completa.....	27
2.3. Definición de términos.....	28
a) Calidad de suelos .....	28
b) Calicatas .....	28
c) Clima .....	28
d) Ecosistema .....	28
e) Especies anécicas .....	29
f) Especies endogeicas:.....	29
g) Especies epigeicas .....	29
h) Ingenieros del ecosistema .....	29

i) Microdepredadores .....	30
j) Monolito .....	30
k) Muestra compuesta .....	30
l) Muestra simple .....	30
m) Organismos .....	31
n) Relieve o topografía .....	31
o) Suelo.....	31
p) Textura de suelo.....	32
q) Tiempo .....	32
r) Vegetación. ....	32
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>33</b>
3.3.1. Población.....	34
3.3.2. Muestra .....	34
3.4.1.    Ámbito geográfico.....	34
a) Ubicación Geográfica .....	34
3.4.2.    Ubicación política y geográfica del lugar de estudio .....	35
a) Ubicación Política.....	35
b) Caracterización general del área.....	35
Clima .....	35
Geología .....	36
Geomorfología .....	36
Vegetación .....	37
Hidrografía .....	37
3.5.    Materiales, equipos, herramientas.....	38
Extracción Macrofauna y muestreo de suelo .....	38
3.4.4.1.    Distribución de las parcelas de muestreo.....	39
3.4.4.2.    Identificación de la macrofauna .....	40
3.4.4.3.    Evaluación de la macrofauna .....	40
3.4.4.4.    Densidad de la macrofauna .....	41
3.4.4.5.    Biomasa de la macrofauna.....	41
3.4.4.7.    Diversidad de la macrofauna .....	41
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>43</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Densidad de la macrofauna .....	43
4.2.    Biomasa de macroinvertebrados .....	47
4.3.    Biodiversidad.....	49

4.4.	Correlación entre las características físicas y químicas de los suelos con la macrofauna.....	50
4.5.	Coeficientes de correlación entre las variables de estudio .....	52
4.6.	Correlación entre la Capacidad de Intercambio catiónico y Numero de ordenes.....	54
4.7.	Correlación entre la Biomasa y el Índice de diversidad .....	54
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....</b>	<b>58</b>
	<b>ANEXO .....</b>	<b>64</b>
	Anexo 1. Matriz de consistencia de la investigación .....	65
	Anexo 2. Datos del peso del suelo .....	68
	Anexo 3. Análisis de suelo: caracterización .....	69
	BOSQUE PROTEGIDO .....	69
	MONOCULTIVO .....	70
	PASTIZAL .....	71
	Anexo 4. Registro de datos de la macrofauna .....	73
	Anexo 5. Registro de imágenes.....	84
	Anexo 6. Certificados .....	87



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> modelo jerárquico de los principales factores determinantes de los procesos del suelo (adaptado de Lavelle et al., 1993).....	22
<b>Figura 2.</b> El diseño de la investigación fue establecido en cuatro sistemas de uso de suelo, con cuatro unidades de muestreo en parcelas de 10 ha cada una.....	33
<b>Figura 3.</b> Plano de Emplazamiento y Ubicación de la Investigación.....	35
<b>Figura 4.</b> Biplot de Macrofauna hallados en los diferentes sistemas de uso del suelo.....	44
<b>Figura 5.</b> Número de Individuos de macroinvertebrados.....	47
<b>Figura 6.</b> Biomasa de los de macroinvertebrados.....	47
<b>Figura 7.</b> Biomasa de los de macroinvertebrados (g/m <sup>2</sup> ) por tipo de uso de suelo y órdenes.....	48
<b>Figura 8.</b> Macrofauna del suelo: a) Índice de diversidad de Shannon b) número de órdenes.....	49
<b>Figura 9.</b> Correlación entre cantidad de Macroinvertebrados y Potasio.....	53
<b>Figura 10.</b> Correlación entre cantidad de Macroinvertebrados y CIC.....	53
<b>Figura 11.</b> Correlación entre número de Órdenes y CIC.....	54
<b>Figura 12.</b> Correlación entre el ID de Shannon y Biomasa.....	55

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 01.</b> <i>Resumen de las definiciones, aplicaciones prácticas y cálculo de las tres componentes de biodiversidad de un paisaje: alfa, beta y gamma (Ferriol y Merle, s.f.).....</i>	25
<b>Cuadro 02.</b> <i>Está integrado por los animales que tienen un ancho de cuerpo mayor a 2 mm (Linden et al., 1994) y en los cuales pertenecen a distintos Filos, Clases y Órdenes.....</i>	26
<b>Cuadro 03.</b> <i>Números de Sistemas de uso de suelos y sus respectivas unidades de muestreo.....</i>	39
<b>Cuadro 4.</b> <i>Total de individuos encontrados.....</i>	43
<b>Cuadro 5.</b> <i>Cantidad promedio de macrofauna/m<sup>2</sup> hallados por cada tipo de uso del suelo.....</i>	45
<b>Cuadro 6.</b> <i>El análisis de caracterización muestra en promedio que los suelos estudiados.....</i>	50
<b>Cuadro 7.</b> <i>El análisis de caracterización muestra en promedio que los suelos estudiados.....</i>	50
<b>Cuadro 8.</b> <i>El análisis de caracterización muestra en promedio que los suelos estudiados.....</i>	51
<b>Cuadro 9.</b> <i>El análisis de caracterización muestra en promedio que los suelos estudiados.....</i>	51
<b>Cuadro 10.</b> <i>Coeficientes de Correlación (r) entre variables.....</i>	52
<b>Cuadro 11.</b> <i>Coeficientes de Correlación (r) entre las características del suelo y las ordenes de macroinvertebrados.....</i>	55

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes sistemas de uso del suelo (bosque, monocultivo, pastizal y sistema agroforestal) sobre su macrofauna en la Amazonia Sur del Perú, para lo cual se utilizó el método de muestreo planteado por el “Tropical Soil Biology and Fertility” (TSBF).

La comunidad macro-invertebrados del suelo fue evaluada en 4 sistemas de uso de suelo, en una Plantación de Monocultivo (Shiringa), en un bosque protegido, en una Plantación con Sistema Agroforestal, y en un área con cobertura de pasto (brachiaria), en temporada máxima de precipitación (Diciembre – Mayo). Se evaluó la densidad (individuos/m<sup>2</sup>), la biomasa (g de peso fresco/m<sup>2</sup>) de la macrofauna del suelo y las propiedades físicas químicas del suelo en el sector de Pampa Hermosa Km 56 carretera Interoceánica Puerto Maldonado – Iberia, Margen izquierda, perteneciente al distrito de las Piedras en la Provincia de Tambopata Departamento de Madre de Dios.

En el sistema agroforestal se encontró mayor cantidad de macrofauna (414,5 individuos/m<sup>2</sup>), mientras que en el pastizal se tuvo la mayor cantidad de biomasa de macrofauna/m<sup>2</sup> (20,26g). Se encontró una mayor diversidad de macrofauna en el pastizal. La cantidad de macrofauna del suelo se ve influenciada por el contenido de potasio y por la capacidad de intercambio catiónico del mismo, siendo mayor la población mientras mayor sea el contenido de potasio y la capacidad de intercambio catiónico del suelo. Así mismo se encontró que existe una relación entre el número de órdenes de macrofauna del suelo y la capacidad de intercambio catiónico del mismo.

### **PALABRAS CLAVE**

Macrofauna del suelo, sistemas de uso del suelo, diversidad, Madre de dios.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different soil use systems (forest, monoculture, pasture and agroforestry system) on its macrofauna in the Southern Amazon of Peru, using the sampling method proposed by the Tropical Soil Biology and Fertility "(TSBF).

The macro-invertebrate community of the soil was evaluated in 4 systems of land use, in a Monoculture Plantation (Shiringa), in a protected forest, in a Plantation with Agroforestry System, and in an area with grass cover (brachiaria), In maximum precipitation season (December - May). The density (individuals / m<sup>2</sup>), the biomass (g of fresh weight / m<sup>2</sup>) of the macrofauna of the soil and the physical chemical properties of the soil in the sector of Pampa Hermosa Km 56 Interoceánica Puerto Maldonado road - Iberia, Left margin, pertaining to the district of the Stones in the Province of Tambopata Department of Madre de Dios.

In the agroforestry system, a greater amount of macrofauna (414,5 individuals /) was found, whereas in the pasture there was the highest amount of macrofauna / m<sup>2</sup> biomass (20,26g). A greater diversity of macrofauna was found in the pasture. The amount of macrofauna in the soil is influenced by the potassium content and the cation exchange capacity of the soil, the population being larger the higher the potassium content and the cation exchange capacity of the soil. It was also found that there is a relationship between the number of orders of macrofauna of the soil and the capacity of cation exchange of the same.

## KEYWORDS

Macrofauna of the soil, systems of land use, diversity, Madre de Dios.

## CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Descripción del Problema

La deforestación y el cambio de uso de los suelos provocan la degradación y destrucción de los suelos y de los ambientes naturales de los organismos que habitan en el suelo (que produce la desaparición de numerosas especies de macrofauna). Según IIAP (2012), en “Madre de Dios la deforestación intensiva en las áreas laterales a la carretera interoceánica se estima en 141 885 ha, de ellas aproximadamente 49 496 ha, por sus ventajas agrícolas son calificadas como aptas para la implementación de sistemas agroforestales, el 85 % de esas tierras aptas se encuentran en la provincia Tambopata y el 15 % en la provincia de Tahuamanu”.

“Las actividades humanas a través de las distintas prácticas de manejo y tecnologías aplicadas ejercen importantes efectos en los determinantes de la biota del suelo y sobre ella misma, lo que afecta la composición de las comunidades y su nivel de actividad (Lavelle et al., 1993; citados por Lavelle, 2002). La macrofauna responde al manejo en escalas de tiempo de meses o años, por lo que tiene gran potencial para el uso como indicadores biológicos” (Blair et al., 1996; Pankhurst y Lynch, 1994).

“Debido a su sensibilidad a las prácticas de manejo, la evaluación de la macrofauna del suelo conjuntamente con las propiedades del mismo, puede ser una herramienta útil para evaluar la sustentabilidad de las innovaciones tecnológicas que se proponen para el manejo de suelos y cultivos” (Zerbino, 2005).

En Madre de Dios “se han publicado muy pocos trabajos enfocados a este tema y casi siempre descontextualizados del entorno edáfico, en los últimos años los estudios sobre la diversidad” de la Macrofauna del suelo han cobrado mayor importancia.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cuál será la Densidad de la macrofauna del suelo, según el uso en una plantación de Monocultivo, un bosque protegido, una plantación con Sistema Agroforestal y un pastizal?, ¿Cuál será la Diversidad de la macrofauna del suelo, según el uso en una plantación de Monocultivo, un bosque protegido, una plantación con Sistema Agroforestal y un pastizal, ¿Cuál será la biomasa de la Macrofauna del suelo según el uso en una plantación de Monocultivo, un bosque protegido, una plantación con Sistema Agroforestal y un pastizal?, ¿Cuál será las relaciones físico y químicas de la Macrofauna del suelo según el uso de en una plantación de Monocultivo, un bosque protegido, una plantación con Sistema Agroforestal y un pastizal?.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General:**

Evaluar el efecto de cuatro diferentes usos de suelos sobre la macrofauna edáfica, en el distrito las Piedras, provincia de Tambopata, departamento Madre de Dios.

### **1.3.2 Objetivos específicos:**

- Determinar la Densidad de la Macrofauna del suelo según los diferentes usos de suelos.
- Determinar la Diversidad de la Macrofauna del suelo según los diferentes usos de suelos.
- Determinar la Biomasa de la Macrofauna del suelo según los diferentes usos de suelos.
- Establecer las relaciones existentes entre las características fisicoquímicas del suelo con la Macrofauna de los mismos por cada tipo de uso de suelo.

## **1.4 Variables**

Las variables independientes identificadas están asociadas a la población de Macroinvertebrados del suelo y a sus características fisicoquímicas (densidad de individuos / monolito, diversidad de Individuos / Ordenes "Taxón", Peso de los Individuos "biomasa" y características fisicoquímicas del suelo). Las variables dependientes identificadas fueron los diferentes sistemas de uso de suelo evaluados (Bosque, Monocultivo, Pastizal y Sistema Agroforestal).

## **1.5 Operacionalización de variables**

En el anexo 1 de la matriz de consistencia de la investigación en el cuadro 11 se observa detalladamente la operacionalización de las variables de la presente investigación.

## **1.6 Hipótesis**

Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

### **1.6.1 Hipótesis General:**

Los diferentes tipos de uso de suelo no influyen en la población de la macrofauna.

### **1.6.2 Hipótesis específicas:**

**H 1:** La Densidad de la macrofauna no está influenciada por los diferentes tipos de uso del suelo evaluados.

**H 2:** La Diversidad de la macrofauna no está influenciada por los diferentes tipos de uso del suelo evaluados.

**H 3:** La Biomasa de la macrofauna no está influenciada por los diferentes tipos de uso del suelo evaluados.

**H 4:** No existe correlación entre las características fisicoquímicas del suelo con la Macrofauna de los mismos.

## 1.7. Justificación

En los últimos años “los estudios sobre la diversidad de la Macrofauna del suelo han cobrado mayor importancia. En Madre de Dios, sin embargo, se han publicado muy pocos trabajos enfocados a este tema y casi siempre descontextualizados del entorno edáfico. Para ello se requiere tener mayor información y publicar una síntesis del conocimiento de algunos organismos de la biota edáfica de Madre de Dios, tomando en cuenta como marco conceptual el proceso de la descomposición y los organismos involucrados”.

Escasa información sobre “la Diversidad y Rol Funcional de la Macrofauna Edáfica en los Ecosistemas Tropicales de Madre de Dios. Teniendo en cuenta que la macrofauna del suelo incluye a los invertebrados visibles a simple vista que viven, total o parcialmente, dentro del suelo o inmediatamente sobre él. Éstos invertebrados (lombrices de tierra, termites, hormigas, milpiés, ciempiés, arañas, escarabajos, gallinas ciegas, grillos, chicharras, caracoles, escorpiones, chinches y larvas de moscas y de mariposas) pueden incluir más de un millar de especies en un sólo ecosistema y alcanzar densidades y biomasa de más de un millón de individuos y más de una tonelada por hectárea, respectivamente. Estos organismos ejecutan múltiples funciones en el ecosistema y pueden ser divididos en varias clases, usando diversas clasificaciones funcionales”.

La deforestación de la selva puede tener “un efecto negativo en las poblaciones de los artrópodos epigeos, mientras que el implante de pastizales puede aumentar la biomasa de lombrices, superando inclusive la encontrada en la vegetación original”.

Finalmente en madre de Dios la deforestación puede tener “efecto negativo de la destrucción de los ambientes naturales sobre estos organismos (desaparición de numerosas especies), se resalta la necesidad de taxónomos especializados en estos grupos de invertebrados” y, debido a su importancia en la silvicultura mayor cantidad de estudios a nivel de poblaciones y comunidades.



## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de estudio

#### 2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional

- En Cuba Cabrera *et al.*, (2017) estudiaron el efecto en la macrofauna edáfica de siete sistemas de uso de la tierra, Bosque Primario, Bosque Secundario, Sistemas Agroforestales, Pastizales, Cañaverales, Cultivos Varios y Agroecosistemas Urbanos, se sugirieron indicadores faunísticos para evaluar el impacto del uso de la tierra y el estado de salud del medio edáfico. Los muestreos se efectuaron en la estación lluviosa, entre los años 2009 y 2013, según la metodología estándar del TSBF, y se estudiaron seis monolitos de suelo por réplica de sistema de uso. Como indicadores faunísticos se propusieron los siguientes: detritívoros/no detritívoros y lombrices/hormigas. Tales relaciones mostraron la superioridad de individuos detritívoros y lombrices de tierra con valores cercanos o mayores que 1, sobre todo en los bosques, donde hubo una mayor cobertura y protección del suelo. En los sistemas de uso con un mayor grado de disturbio se obtuvieron valores próximos a cero. Una abundancia alta de detritívoros o de lombrices de tierra y una menor cantidad de individuos no detritívoros o de hormigas pueden representar sistemas con poca o ninguna alteración y un estado favorable de fertilidad. Un resultado inverso evidencia condiciones más intensas de perturbación y degradación del suelo. El indicador lombrices/hormigas resulta de mayor utilidad práctica, ya que los grupos involucrados son de fácil identificación y no necesitan de un conocimiento especializado
  
- El objetivo del estudio de Rojas *et al.*, (2016) fue “evaluar la diversidad y relación suelo-rol funcional de los macroinvertebrados edáficos de ecosistemas de los municipios de Chimichagua, Chiriguaná y La Jagua de Ibirico del departamento del Cesar - Colombia. Las variables a evaluados fueron: biomasa, densidad, diversidad, equitatividad y factores fisicoquímicos del suelo (pH, P, C, N, K, arcilla).

Determinaron que la composición taxonómica comprendió tres Phyla, 7 clases, 16 órdenes y 35 familias. El ecosistema “Playón” del municipio de Chiriguana tiene mayor diversidad respecto a los otros ecosistemas. El ecosistema “Arroyo” del municipio de Chiriguana constituyó el valor más alto de densidad que corresponde al 35,5% del total. En cuanto a la biomasa el ecosistema “Puerta del Cielo” de Chimichagua está por encima de los otros municipios con una biomasa que representa el 44% del total. Los taxa Himenoptera, Isoptera y Hemiptera estuvieron relacionados con los ecosistemas más disturbados y Haplotáxida con suelos húmedos y densidad media de vegetación. Los resultados de biomasa, densidad y taxas, indicaron que hay una gran influencia de las condiciones microclimáticas, grado de disturbación de los sitios muestreados y algunos factores fisicoquímicos de los suelos en la composición de macroinvertebrados de estos municipios”.

- La investigación realizada por Fernández, *et al.*, (2015) “en cuatro fincas de la Empresa Agropecuaria “Mal tiempo”, municipio de Cruces, Cienfuegos - Cuba, que se encuentran en el proceso de conversión hacia la producción agroecológica. Donde el objetivo fue de evaluar las poblaciones de la macrofauna presente en el suelo a diferentes profundidades se desarrolló la misma en áreas de frutales, donde se intercalan los cultivos. Las mayores poblaciones de insectos, ácaros, anélidos, moluscos y miriápodos se cuantificaron en “Las Carolinas” y “Las Caobas”, favorecidas por el mayor tiempo en la fase de transformación, mayor contenido de materia orgánica y pH neutro. Las poblaciones de anélidos, miriápodos y ácaros abundaron más en el período poco lluvioso y la de los insectos en el lluvioso. Las poblaciones de ácaros fueron cuantiosas entre los 10 y 20 cm de la superficie del suelo, las de insectos fue similar pero abundaron también en la hojarasca; sin embargo, los anélidos, miriápodos y moluscos no mostraron preferencia por una profundidad determinada”.
  
- El estudio de Jozineudo *et al.*, (2014) tuvieron como objetivo caracterizar las macrofauna del suelo en la interfaz de suelo – arena en una zona situada en la

región semiárida de Brasil, con la finalidad de conocer los taxones presentes y sus contribuciones al mantenimiento y la estructura del suelo. Los grupos más destacados fueron Formicidae, Gastropoda, Araneae, Pseudoscorpionida y Coleoptera. El suelo en época de lluvias tiene la mayor abundancia, riqueza, diversidad y uniformidad, seguido de la hojarasca en la época de lluvias. La abundancia y la riqueza de la macrofauna fueron mayores en el suelo en la hojarasca en la estación lluviosa la mayor parte de la hojarasca en el suelo fue durante la estación seca.

- Con la necesidad de analizar “el impacto de los métodos agroecológicos a través de la variación de la mesofauna del suelo, en una finca con manejo integrado ganadería-agricultura (en Cangrejas, provincia Artemisa - Cuba)”. Socarrás e Izquierdo (2014) evaluaron “tres sistemas de manejo: área de pastizal, designada como área control, y con más de 20 años de establecida; área de forraje, sembrada en forma de mosaico, con pequeñas parcelas de cultivos perennes, y sometida a un tratamiento de abono orgánico; y área de policultivos, con un sistema de rotación de cultivos de ciclo corto y aplicación de compost”. Dando como resultados en las “áreas de forraje y pastizal, en cuanto a las relaciones oribátidos/astigmados, oribátidos/prostigmados y astigmados/mesostigmados (en ambas estaciones y años de transformación), dominaron los grupos edáficos que constituyen indicadores de estabilidad y fertilidad del suelo (oribátidos y mesostigmados), al estar favorecidos por la incorporación de la materia orgánica y una mayor cobertura del suelo, lo cual estimula que la mesofauna recobre condiciones de mayor estabilidad. En el área de policultivo predominaron los grupos indicadores de la inestabilidad e infertilidad del suelo (astigmados y prostigmados), ya que la rotación de cultivos y el manejo de las técnicas agroecológicas no garantizaron las condiciones que benefician el establecimiento de los otros grupos”.
  
- En la provincia de Matanzas – Cuba se evaluó “el comportamiento de la macrofauna edáfica en áreas de la finca de producción intensiva de césped, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Ramírez *et al.*, (2014) evaluaron tres sistemas, con diferentes años de explotación y tres réplicas por sistema: S1: suelos con diez años o más de explotación intensiva; S2: suelos con

cuatro años de explotación; y S3: suelos de condición estándar o de referencia, en los que se establecieron las parcelas para la producción intensiva de césped. En sentido general, la composición taxonómica de la macrofauna edáfica fue similar en los sistemas evaluados, y existieron diferencias en cuanto a la diversidad y equitatividad de los órdenes. Los sistemas más perturbados (S1 y S2) fueron los de menor diversidad taxonómica, con cinco unidades taxonómicas (ut), debido al monocultivo continuado de gramíneas cespitosas. Los órdenes de mayor representación en el S1 fueron Coleoptera (38,63 %) y Haplotaxida (31,81 %); en el S2, Coleoptera (52,63 %) y Haplotaxida (28,94 %); y en el S3, Haplotaxida (34,48 %) y Lepidoptera (12,93 %). Estos resultados evidencian el potencial de la macrofauna edáfica como indicador de la calidad del suelo, y su sensibilidad ante las perturbaciones causadas por la intensidad en el uso y manejo del suelo”.

- La macrofauna del suelo “es ampliamente usada como bioindicadora de calidad ambiental. En ese sentido Pinzón *et al.*, (2014) estudiaron el efecto de la degradación forestal de bosques ribereños sobre la abundancia y composición de grupos taxonómicos y funcionales de macrofauna en las cuencas Pepital y Grande, Alcântara, Maranhão - Brasil. Se tomaron muestras en la estación seca en zonas con cuatro niveles de degradación forestal utilizando el método TSBF modificado. Los resultados indicaron que la degradación forestal tiene influencia directa sobre la abundancia y la diversidad de la macrofauna del suelo. La mayor riqueza y densidad total fueron observadas en las áreas conservadas (vegetación secundaria >7m y bosques maduros >15m). Los grupos de hormigas (Formicidae, Latreille) y termitas (Isoptera, Brullé) fueron dominantes con 80,5% de la abundancia total. El análisis de componentes principales fue altamente significativo ( $p=0,0001$ ) e indicó que el 45,6% de la comunidad total de la macrofauna responde negativamente a la degradación forestal. Los grupos de opiliones (Opiliona, Sundevall), caracoles (Gastropoda, Cuvier), lombrices (Oligochaeta, Lamarck) y cochinillas (Isopoda, Latreille) se relacionan estrechamente con las áreas conservadas, al igual que los grupos saprófagos y herbívoros, los cuales mostraron preferencia por los bosques maduros (>15m).

La ausencia de estos grupos indica el fuerte efecto causado por la eliminación de bosques ribereños”.

- Con el objetivo de caracterizar “la densidad, diversidad y estructura de la comunidad de macroinvertebrados edáficos en una sucesión secundaria en el Páramo de Gavidia (Andes venezolanos) así como su relación con la diversidad de especies vegetales”, Morales y Sarmiento (2002), realizaron el estudio de macroinvertebrados del suelo, “en parcelas de 0 años (recién cosechadas), 1 y 6 años de descanso y en parcelas de páramo nunca cultivado (PV), con cuatro repeticiones por categoría, para un total de 16 parcelas analizadas. En el páramo virgen, la comunidad de macroinvertebrados edáficos está formada por 18 taxa, pertenecientes a Nematoda, Mollusca, Annelida y Arthropoda, con una densidad promedio de 407 ind/m<sup>2</sup>, una riqueza de 74 morfotipos y una diversidad (N1 de Hill) de 12 morfotipos. Coleoptera fue el orden mejor representado, con 135 ind m<sup>2</sup>, seguido de Diptera con 72 ind/m<sup>2</sup> y de Oligochaeta con 56 ind/m<sup>2</sup>. La perturbación agrícola del páramo natural produjo un efecto negativo sobre la edafofauna, reduciendo drásticamente su densidad, riqueza y diversidad, de las cuales, solo la densidad se recupera totalmente después de 6 años de descanso. Se encontraron morfotipos característicos de cada etapa sucesional y del páramo natural, que pudieran ser indicadores de calidad ambiental y/o perturbación. Los resultados muestran una relación positiva entre la riqueza de morfotipos animales y la de especies vegetales ( $r^2 = 0,53$ ) y entre la diversidad de la macrofauna y de la vegetación (N1:  $r^2 = 0,65$ ; N2:  $r^2 = 0,75$ )”.
- En el estado de Veracruz - México, usando una metodología estándar (método TSBF). Brown *et al.*, (2001) “muestrearon 127 comunidades de macrofauna edáfica en 37 localidades, 9 tipos principales de ecosistemas, predominando los pastizales, los bosques y/o selvas, los cultivos anuales, los cítricos y los cafetales. Los resultados preliminares revelaron un predominio de las lombrices de tierra en cuanto a la biomasa en la mayor parte de los ecosistemas, mientras las hormigas predominaron en cuanto a la densidad. Las milpas y el cocotal presentaron la menor biomasa total de todos los ecosistemas (<15 g/m<sup>2</sup>), los bosques tuvieron más de 25 g/m<sup>2</sup> mientras que los demás ecosistemas se caracterizaron por biomásas mayores de 35 g/m<sup>2</sup>. En la caña de azúcar se encontró un promedio de

casi 3 000 individuos m<sup>2</sup>, mientras que en los demás ecosistemas las densidades no fueron mayores de 1 600 individuos/m<sup>2</sup>. Como estudio de caso se analizó la región de Los Tuxtlas, en donde se observó que el desmonte de la selva tuvo un efecto negativo en las poblaciones de los artrópodos epigeos, mientras que el implante de pastizales aumentó la biomasa de lombrices, superando inclusive la encontrada en la vegetación original”.

### 2.1.2. Antecedentes a nivel nacional.

- La comunidad de macro invertebrados del suelo y las propiedades químicas del suelo fue evaluada en plantaciones ***Cedrelinga catenaeformis*** y ***Simarouba amara*** comparándolas con un bosque primario y un bosque secundario en Jenaro Herrera, en el Amazonas peruano. Los macro invertebrados fueron colectados por el método recomendado por el Programa de Biología y Fertilidad de Suelos Tropicales (TSBF) con un marco metálico durante el período de máxima precipitación en el año 2001. Los resultados que obtuvieron Tapia *et al.*, (2012) indican que los valores de densidad (expresada en individuos/m<sup>2</sup>) de macro invertebrados fueron mayores en plantaciones forestales de ***Simarouba amara*** (3 702 ***Cedrelinga catenaeformis*** ind/m<sup>2</sup>) y (2 176 ind/m<sup>2</sup>) que en bosque primario y bosque secundario respectivamente. Por lo tanto, se insiste en que las plantaciones forestales, incluso en forma de monocultivo, en el cual el ciclo de nutrientes se limita a compuestos de la especie en sí, tenían un efecto favorable en composición de macro invertebrados y las propiedades químicas del suelo, mostrando un efecto positivo en la recuperación de tierras.
- El estudio de Pashanasi (2001), fue evaluar la “comunidad de macro-invertebrados del suelo en 22 sistemas de uso edáfico en las zonas de Yurimaguas y Pucallpa. El bosque primario, no intervenido e intervenido, tiene una diversidad muy rica. Asimismo, su densidad (382 a 853 individuos/m<sup>2</sup>) y su biomasa, dominada por oligochaetas, isópteras y miriápodos (57,8 a 91,1 g peso fresco/m<sup>2</sup>), son bastante altas. Los cultivos de esta comunidad, cuya densidad es de 362 a 574 individuos/m<sup>2</sup> y cuya biomasa es de 5,1 a 32,4 g de peso fresco/m<sup>2</sup>, se encuentran severamente agotados. Las pasturas tienen baja diversidad. La densidad de su

población varía en un rango de 654 a 1 034 individuos/m<sup>2</sup>. Su biomasa es tan alta como de 38,4 a 165,9 g de peso fresco/m<sup>2</sup>, debido a la colonización de la lombriz peregrina, *Pontoscolex corethrurus*. En las purmas, la densidad poblacional está en un rango de 334 a 838 individuos/m<sup>2</sup>, mientras que la biomasa varía entre 4,2 y 102 g peso fresco/m<sup>2</sup>. Cabe destacar que, en algunos casos, la riqueza taxonómica es mayor que la del bosque primario. Finalmente, los sistemas agroforestales con cobertura de leguminosas tienen la más alta diversidad. Lo contrario ocurre en los sistemas con cobertura de malezas que están por debajo del bosque secundario. Su densidad poblacional se encuentra en un rango que va desde 557 hasta 2 896 individuos/m<sup>2</sup>, mientras que su biomasa varía entre 18,5 y 170,5 g peso fresco/m<sup>2</sup>, debido a la conservación de gran parte de la fauna del bosque primario que, además, es colonizada por especies oportunistas de terrenos disturbados (miriápodos, oligochaetas e isópteras)”.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel regional**

- La “comunidad macro-invertebrados del suelo fue evaluada en 2 sistemas de uso de suelo, en el fundo San Antonio (UNSAAC). la densidad (individuos/m<sup>2</sup>) y biomasa (g de peso fresco/m<sup>2</sup>) de la macrofauna del suelo, fueron estudiadas en el Bosque primario remanente y área deforestada. Garate y Usca (2013) no encontramos diferencias estadísticamente significativa entre la macrofauna del suelo del bosque Primario y el Área Deforestada. Los formícidos fueron el grupo taxonómico más abundante en ambos sistemas de uso de suelo. El bosque primario presenta una menor diversidad de macrofauna del suelo que el área deforestada. El bosque primario presenta una mayor abundancia de macrofauna del suelo (392 ind/ m<sup>2</sup> en promedio) que el área deforestada (200 ind/m<sup>2</sup> en promedio); sin embargo el área deforestada presenta mayor biomasa de macrofauna del suelo que el bosque primario (27,36 g/m<sup>2</sup> y 6,4 g/m<sup>2</sup> respectivamente)”.

## **2.2. Marco conceptual**

### **Macrofauna del suelo**

“Este grupo está integrado por los animales que tienen un ancho de cuerpo mayor a 2 mm (Linden *et al.*, 1994) y que pertenecen a distintos Filos, Clases y Órdenes. Operan en escalas de tiempo y espacio más amplias que los individuos más pequeños. Desde el punto de vista de la alimentación incluye individuos que son herbívoros, detritívoros y depredadores (Brown *et al.*, 2001). A través de sus actividades físicas (mezcla del mantillo con el suelo, construcción de estructuras y galerías, agregación del suelo) y metabólicas (utilización de fuentes orgánicas disponibles, desarrollo de relaciones mutualistas y antagonistas) participan en muchos procesos. Al fragmentar las partículas, producir pelotas fecales y estimular la actividad microbiana interviene en el ciclo de la materia orgánica y de nutrientes. Con la redistribución de la materia orgánica y de los microorganismos, la mezcla de suelo con partículas orgánicas y la producción de pelotas fecales causan mejoras en la agregación”.

### **Definición de Artrópodos**

“Los artrópodos son el grupo más diverso y abundante de animales. Las 750 000 especies descritas representan más de tres veces el resto de especies animales juntas, y lo han logrado gracias a su gran diversidad adaptativa que les ha permitido colonizar diversos hábitats desde su aparición en el Precámbrico. El término Artrópodos fue asignado por Von Siebold (1845), son Organismos Metazoarios, en su Desarrollo embrionario son: Triblásticos y tienen Simetría Bilateral, el Celoma es reducido y en el embrión posee grandes cavidades celómicas, la cavidad del cuerpo es muy reducida en los artrópodos, a diferencia de los anélidos, y está limitada a la cavidad donde se encuentran los celomoductos (nefridios modificados) y los conductos de las gónadas. Esto se debe a que la mayor parte del cuerpo se encuentra ocupada por el hemocele o la cavidad sanguínea, la que junto con el corazón y los vasos sanguíneos forman el sistema circulatorio. Según Manton y Tiegs (1958) el hemocele pudo ser un antecedente



del proceso de artropodización, ya que proporciona una cavidad del cuerpo no tabicada” (Bar, 2011).

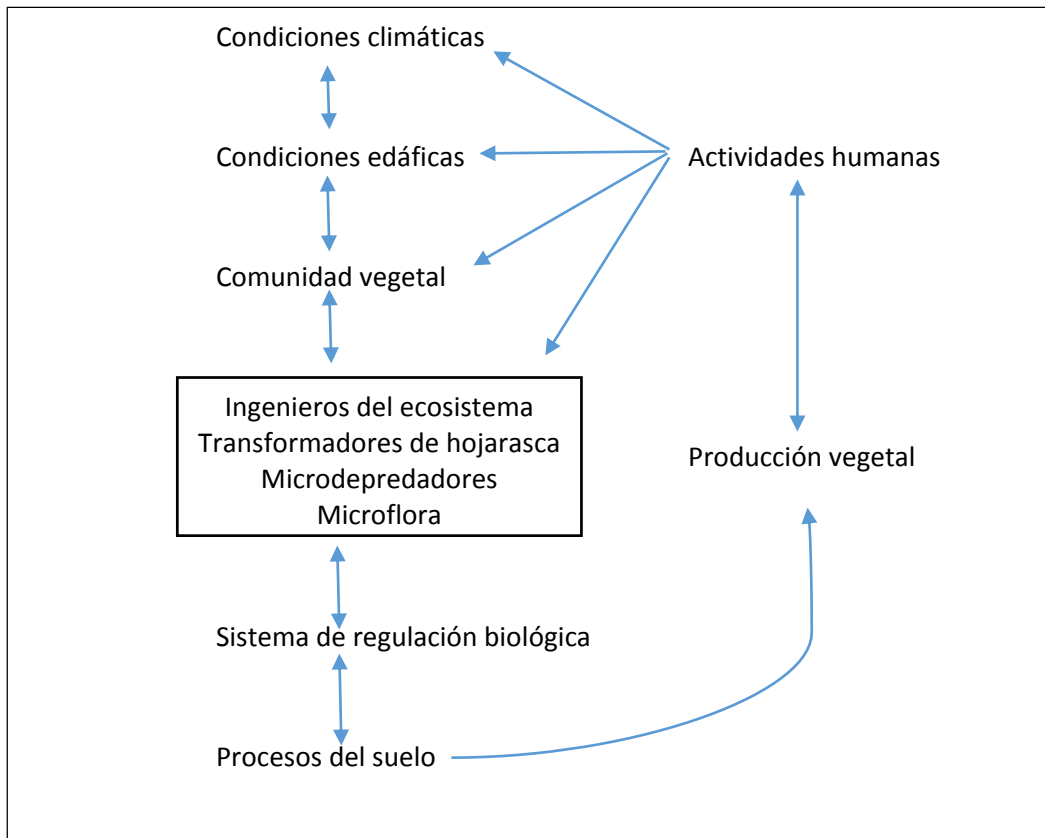
### **Organismos del suelo como entidad Funcional de Diversidad**

“La diversidad biológica se define como “la cantidad y la estructura de información biológica contenido en los ecosistemas vivos organizados jerárquicamente” (Blondel, 1995). “Se trata de un atributo de los sistemas vivos que pueden ser considerados bajos diferentes niveles de organización, desde los genes hasta la biosfera, la cual abarca, a su vez, desde poblaciones de especies y comunidades hasta paisajes ecológicos” (Solbrig, 1991b, 1994 citado por Jiménez *et al.*,s.f.).

El “grupo funcional de detritívoros vive en la hojarasca, en la superficie e interior del suelo. Interviene en la descomposición de la materia orgánica y, fundamentalmente los invertebrados que habitan en la superficie, se encargan de la trituración de los restos vegetales y animales que componen la hojarasca. La fragmentación mecánica de estos restos hace que haya mayor disponibilidad de alimentos para otros invertebrados más pequeños y para los microorganismos (por ejemplo: hongos y bacterias), jugando los detritívoros un papel importante en el reciclaje de nutrientes. En la literatura especializada se menciona, además, que algunos individuos detritívoros podrían ser omnívoros no selectivos; siendo los organismos omnívoros consumidores de todo tipo de material de origen vegetal o animal, la otra parte de los macrofauna que funcionan como herbívoros o depredadores, viven tanto en el interior como en la superficie del suelo. Los primeros se alimentan de las partes vivas de las plantas y así controlan la cantidad de material vegetal que ingresa al suelo; mientras los depredadores consumen diversos invertebrados, por lo que modifican el equilibrio de sus poblaciones y el balance entre estas y los recursos disponibles del ecosistema. La otra parte de los macrofauna\* que funcionan como herbívoros o depredadores, viven tanto en el interior como en la superficie del suelo. Los primeros se alimentan de las partes vivas de las plantas y así controlan la cantidad de material vegetal que ingresa al suelo; mientras los depredadores consumen diversos invertebrados, por lo que modifican el equilibrio de sus poblaciones y el balance entre estas y los recursos disponibles del ecosistema” (Cabrera, 2012).

## La Regulación jerárquica de los procesos del suelo

El “modelo jerárquico de la figura 1 explica el funcionamiento de los procesos del suelo mediante una serie de factores que están determinados, dentro de la jerarquía, por escala de espacio y de tiempo” (Lavelle *et al.*, 1993).



**Figura 01:** modelo jerárquico de los principales factores determinantes de los procesos del suelo (adaptado de Lavelle *et al.*, 1993).

## Relaciones macrofauna hábitat

Los “procesos del suelo están sometidos a una jerarquía de determinantes que operan en escalas anidadas de tiempo y espacio. El clima, seguido por las propiedades del suelo opera en las grandes escalas, los cuales fuerzan a las comunidades de plantas, que determinan la calidad y cantidad de los ingresos orgánicos del suelo, a los macrofauna y a los microorganismos que operan en escalas locales (Lavelle *et al.*, 1993; citado por Lavelle, 2002). Por otra parte, a nivel local la composición y distribución de las comunidades son afectadas por factores tales como la disponibilidad de recursos, las condiciones microclimáticas, la fertilidad y estructura del suelo” (Beare *et al.*, 1995; citados por Correia, 2002).

## **Clima**

Las “variaciones microclimáticas asociadas a la estructura y densidad de la vegetación y a la presencia de residuos, afectan considerablemente la distribución de los invertebrados dentro de la pastura y su persistencia durante adversidades climáticas (Curry, 1987). Las variaciones estacionales inducen a movimientos verticales” (Lavelle y Spain, 2001).

El “clima ha sido el factor que ha tenido mayor efecto en los procesos de evolución de largo plazo, determinando la estructura y características de las comunidades vegetales y la distribución y abundancia de los invertebrados (Curry, 1987). La diversidad y la actividad de muchos grupos están severamente restringidas a determinados climas. Mientras que las termitas tienen una distribución tropical-subtropical, las lombrices son características de regiones templadas” (Curry, 1987).

## **Características del suelo**

Las “propiedades físicas y químicas del suelo afectan a la fauna que lo habita de manera directa por el contenido de materia orgánica y de humedad, el pH, la estructura del suelo y la aeración y de forma indirecta a través del efecto que tienen sobre la vegetación” (Dubset *et al.*, 2004; Swift *et al.*, 1976, citado por Curry, 1987).

La “densidad de Coleoptera y Oligochaeta tiene una relación positiva con el contenido de Carbono orgánico y Nitrógeno total (Clapperton, 2000; Zerbino y Morón, 2003). Suelos ricos en bases, con buen drenaje, donde la materia orgánica está distribuida en el perfil soportan altas densidades de lombrices, mientras que en aquellos que tienen contenidos discretos de materia orgánica la fauna está representada por pequeños artrópodos que habitan la superficie (Satchell, 1967, citado por Curry, 1987). La estructura del suelo determina la distribución de la fauna. Existe una clara y positiva relación entre el número y tamaño de los poros y el tipo de animales que lo habitan (Hendricks 1985). Los

grandes invertebrados ocupan los poros del suelo llenos de aire. Si bien las preferencias en cuanto a pH son variadas, la mayoría de los organismos evitan los suelos ácidos (Hendricks 1985). Esta propiedad tiene una fuerte dependencia con el material parental, pero el tipo de vegetación y los procesos de descomposición ejercen efectos sobre ella. En general los organismos edáficos prefieren los ambientes húmedos. En condiciones de déficit de agua se trasladan a partes más profundas del perfil y se distribuyen en forma más agregada (Verhoef y Van Selm, 1983). El contenido de humedad es tan importante que en suelos con contenidos de nutrientes muy bajos pero con adecuados tenores de humedad, las densidades poblaciones de la macrofauna son considerablemente superiores que en suelos ricos en nutrientes pero más secos” (Luizão *et al.*, 2002).

### **Diversidad Biológica.**

El “concepto de diversidad es ampliamente utilizado en el ámbito de la ecología uno de los conceptos más simples es el que se refiere a esta como la variedad de todas las formas de vida, a todo nivel de integración de los organismos desde moléculas de ADN hasta ecosistemas” (goodfellow y Slater 1992; Kikkawa 1990 citado por Sonco 2013)

El “concepto de biodiversidad se encuentra más estrechamente vinculado con el inventario y conservación de las especies biológicas (vallejo y aranda, s.f.). Por otro lado Moreno (2011) sostiene que se debe en primer lugar a la riqueza de plantas y animales, la cual tiene un valor incalculable: es el patrimonio natural, resultado de la evolución de un proceso histórico que ha ocurrido en el tiempo y es irreplicable”, citado por (Sonco, 2013).

### **Alfa diversidad**

En “una primera aproximación la diversidad alfa corresponde a un concepto claro y de fácil uso; el número de especies presentes en un lugar, esta sencillez es engañosa ya que el número de especies en un grupo indicador que se encuentra en un determinado punto puede variar de mucho de un lugar a otro, aun dentro de un mismo tipo de comunidad y en un mismo paisaje” (Moreno y Halfer, 2005 citado por Sonco, 2013)

Para Whittaker (1972) “la diversidad alfa es la riqueza de especies de una muestra territorial y según sugg (1996) la diversidad alfa es el número de especies que viven y están adaptadas a un hábitat homogéneo, cuyo tamaño determina el número de especies por la relación área – especie, en la cual a mayor área mayor cantidad de especies”. “La principal diferencia se refiere a lo que medimos: la riqueza de especies de una muestra territorial o la riqueza de especies de la muestra de una comunidad, así considerado el concepto necesita precisión (Cuadro 01)” (Halfter *et al.*, 2005 citado por Sonco, 2013)

**Cuadro 01.** Resumen de las definiciones, aplicaciones prácticas y cálculo de las tres componentes de biodiversidad de un paisaje: alfa, beta y gamma (Ferriol y Merle, s.f.).

Componente	Definición	Aplicaciones	Cálculos
Alfa – diversidad	Diversidad intrínseca de una comunidad	Cartografiar biodiversidad Relacionar biodiversidad con parámetro ambiental	Riqueza de especies Índice de Simpson Índice de Shannon-Wiener Índice uniformidad Pielou
Beta – diversidad	Tasa de cambio en la composición de distintas comunidades	Medir la heterogeneidad de un paisaje	Coeficientes de similitud (Sorensen) Distancias (Bray-Curtis)
Gamma – diversidad	Diversidad de un paisaje compuesto por distintas comunidades	Igual que la alfa diversidad pero a mayor escala	Riqueza de especies Relación entre alfa- y beta-diversidad

### Taxonomía de los organismos del suelo

A pesar del “extraordinario despliegue de formas de vida, la Taxonomía de los organismos del suelo se conocen aún de manera insuficiente y hay muchos géneros taxonómicos cuyas especies no han podido aun ser identificadas ni clasificadas (Cuadro 2)” (Brussaard *et al.*, 1997; Giller *et al.*, 1997; Lavelle 1996).

**Cuadro 02.** Está integrado por los animales que tienen un ancho de cuerpo mayor a 2 mm (Linden et al., 1994) y en los cuales pertenecen a distintos Filos, Clases y Órdenes.

Filo	Clase	Sub clase	Orden
Annelida	Clitellata	-	Oligochaeta
Arthropoda	Arachnida	-	Araneae
	Insecta	-	Coleoptera
			Dictyoptera
			Diptera
			Hemiptera
			Hymenoptera
			Homoptera
			Isoptera
			Orthoptera
	Crustacea	-	Isopoda
Myriapoda	Chiploda		
	Diplopoda		
Nematoda	Adenophorea	-	Mermithida
Mollusca	Gastropoda	-	

### Sistemas de uso del suelo

Los sistemas de uso del suelo van desde el bosque hasta la agricultura, pastizales y las áreas urbanas viéndolas desde un punto de vista económico, social bajo criterios ambientales, es un área con cobertura boscosa que presenta CUM (capacidad de uso mayor) para cultivos anuales, permanentes o de pastoreo con el fin de realizar actividades agrícolas o pecuarias (Reátegui y Arce 2016).

Los “cambios en la vegetación y el uso del suelo son inherentemente espaciales y dinámicos, la magnitud y el impacto son tales que se reconocen globalmente, de manera que esta dinámica se reconoce también como uno de los grandes retos en la ciencia ambiental (Miranda, 2013). La necesidad de investigar temas sobre la dinámica del uso del suelo, especialmente si sus objetivos son el conocimiento mejorado de los procesos y los cambios producidos, ha sido abordada en diferentes investigaciones” (Bhattarai et al., 2009; Biggs et al., 2010 citado por Miranda, 2013).

## **Ciclo Vital de los Macroinvertebrados del Suelo**

Todos los artrópodos tienen que desprenderse de su exoesqueleto a intervalos para poder crecer, pero los grupos tienen desarrollos distintos. Los Mirípodos y los Arácnidos mudan durante toda su vida y sus estadios inmaduros parecen adultos en pequeño (McGavin, 2000).

### **Metamorfosis Incompleta**

Los estadios inmaduros se llaman ninfas, son muy similares a los adultos pero carecen de alas y de estructuras reproductivas, las alas crecen gradualmente en el exterior del cuerpo, dentro de brotes o almohadillas alares, tras una serie de mudas en función de la especie, la muda final al estadio adulto se produce con expansión de las alas. En los órdenes acuáticos los odonatos (libélulas) las ninfas son menos parecidas a los adultos (McGavin, 2000).

### **Metamorfosis completa**

El estadio inmaduro, llamado larva, tiene un aspecto muy distinto del adulto. Las larvas de algunas moscas reciben el nombre de cresas y de las de las mariposas se llaman orugas. Las larvas se alimentan continuamente y atraviesan varias mudas hasta alcanzar el último estadio larval. Entonces dejan de alimentarse y buscan un lugar seguro para pupar. En el estadio pupal tiene lugar la reorganización y la transformación de los tejidos larvales. Los tejidos del insecto maduro se disgregan al tiempo que crecen unos pequeños grupos de células (discos imaginales) que han estado presentes desde la eclosión del huevo y se desarrollan hasta formar los tejidos orgánicos de adulto. Para proteger la pupa el último estadio larval teje a menudo un capullo o construye una celda con partículas del suelo o con fibras de madera masticadas. Las pupas de algunas especies tienen mandíbulas móviles y pueden defenderse en cierta medida. El adulto se libera de la piel y/o del capullo con sus mandíbulas o patas, o inflado parte de su cuerpo (McGavin, 2000).

## **2.3. Definición de términos**

### **a) Calidad de suelos**

MINAM (2014) menciona que “es la capacidad natural del suelo de cumplir diferentes funciones: ecológicas, agronómicas, económicas, culturales, arqueológicas y recreacionales. Es el estado del suelo en función de sus características físicas, químicas y biológicas que le otorgan una capacidad de sustentar un potencial ecosistémico natural y antropogénicas”.

### **b) Calicatas**

Aliaga (2014) conceptualiza que “las calicatas o catas son una de las técnicas de prospección empleadas para el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno, son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizada normalmente con una pala o retroexcavadora. Permiten la inspección directa del suelo que desee estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa”.

### **c) Clima**

Oñate (2005) sostiene que el factor clima ha sido considerado durante mucho tiempo con el de mayor importancia desde el punto de vista de agente formador del suelo. Los primeros edafólogos modernos citaron al clima como un factor muy complejo debido a que sus principales componentes que intervienen en la formación del suelo como la humedad (precipitación), temperatura, vientos, radiación solar, presión, luz, entre otros, son elementos determinantes.

### **d) Ecosistema**

Para Reátegui y Arce (2016) “es el sistema natural de organismos vivos que interactúan entre sí y con su entorno físico como una unidad ecológica. Los ecosistemas son la fuente de los servicios eco-sistémicos. También es considerado como ecosistema generador de dichos servicios aquel recuperado o establecido por intervención humana”.



### **e) Especies anécicas**

Según el CIAT (s.f.) son especies que remueven la hojarasca de la superficie del suelo a través de su actividad alimenticia (ej. lombrices que mueven la hojarasca hacia sus túneles o termitas removiéndola hacia sus montículos). Cantidades considerables de suelo, elementos minerales y materia orgánica pueden ser redistribuidas a través de esas actividades, que implican efectos físicos sobre la estructura del suelo y en características hidráulicas (p1).

### **f) Especies endogeicas:**

El CIAT (s.f.) afirma que son las especies que viven en el suelo y se alimentan de materia orgánica y raíces muertas. Los dos grupos principales son lombrices y termitas humívoras, que en algunos sitios pueden descomponer anualmente una proporción significativa de materia orgánica del suelo (p1).

### **g) Especies epigeicas**

El CIAT (s.f.) afirma que son especies que viven y se alimentan en la superficie del suelo. Estos invertebrados afectan la fragmentación de la hojarasca y la liberación de nutrientes, pero no redistribuyen activamente materiales vegetales (aunque el material fragmentado puede ser más fácilmente transportado por el viento o agua que el material del cual se derivó). Esas especies son principalmente artrópodos (ej. miriápodos, isópodos, o lombrices pequeñas y completamente pigmentadas) (p1).

### **h) Ingenieros del ecosistema**

Jones *et al.*, (1994) sostienen que “son aquellos organismos que producen estructuras físicas con las cuales modifican la disponibilidad o accesibilidad de un recurso para otros organismos, su actividad y la producción de estructura biogénicas pueden modificar la abundancia o la estructura de otras comunidades de organismos”.

### **i) Microdepredadores**

Lavelle (1996) menciona que este grupo incluye a los invertebrados más pequeños, los protozoos y los nematodos, estos organismos no producen ninguna estructura órgano – mineral. Couteaux, *et al.*, (1991) afirman que “El efecto principal de estos organismos es estimular la mineralización de la materia orgánica”.

### **j) Monolito**

Kauffman y Van (1998) sostienen que “los monolitos de suelos son una de las herramientas de la cual se dispone para ofrecer al observador los atributos de los mismos en su condición natural, es decir, permiten exhibir detalles relacionados con características de los suelos tales como: Estructura, color, actividad biológica y raíces, tipos, espesor y distribución de horizontes. Son representativos de condiciones particulares y constituyen una herramienta muy útil para el estudio del recurso suelo”.

El método de muestreo a utilizar en el estudio será (Monolitos de 25cm x 25cm x 30cm) recomendado por el Programa “Tropical Soil Biology and Fertility” (TSBF), en cada sistema por unidad de muestreo se colectaran 120 muestras.

### **k) Muestra compuesta**

MINAM (2014) afirma que es aquella que está “constituida por un conjunto de muestras simples (sub muestras), convenientemente mezcladas, y llevadas al laboratorio para su correspondiente análisis, siendo el resultado un valor analítico medio de la propiedad o compuesto analizado. El número de sub muestras dependerá de la variabilidad de la sustancia o propiedad a analizar en el área de estudio y tiene la ventaja de permitir un muestreo mayor sin aumentar el número de muestras a analizar”.

### **l) Muestra simple**

MINAM (2014) indica que “las muestras colectadas en un tiempo y en un lugar particular son llamadas muestras simples. Este tipo de muestras representa las

condiciones puntuales de una muestra de la población en el tiempo que fue colectado”.

#### **m) Organismos**

Oñate (2005) manifiesta que el papel de los organismos como elementos formadores del suelo ha sido muy cuestionado y discutido, no obstante muchos edafólogos americanos, rusos e inclusive de origen francés coinciden en señalar el rol protagónico que cumplen los organismos animales y vegetales al influir en forma directa en la formación del suelo, pero sin lugar a duda uno de los más importantes son las plantas al absorber agua y elementos nutritivos del suelo a través de su sistema radicular. Las plantas superiores participan de manera decisiva en la formación del suelo de las más diversas formas, mediante una mayor retención de agua, secreción y exudación de sustancias a través de las raíces facilitando el intemperismo físico, químico y biológico de rocas y minerales, incrementando la materia orgánica.

#### **n) Relieve o topografía.**

Oñate (2005) Reporta que el relieve se lo define en general como la configuración del terreno, basado en las diferencias de nivel ocasionado por las elevaciones, depresiones u otras desigualdades. Estos desniveles, considerada su morfología, extensión, roca sobre la que se ha formado, llevan diferentes nombres algunos comunes, como colinas, valles, montañas, mesetas, depresiones. En forma general el relieve actúa principalmente como modificador de la erosión geológica activa y del movimiento del agua en el suelo.

#### **o) Suelo**

MINAM (2014) sostiene que es un “material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad”.

**p) Textura de suelo**

MINAM (2014) menciona que “es la propiedad física derivada de la composición granulométrica, constituida por arena, limo y arcilla, cuyos diámetros están contempladas en la escala de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo”.

**q) Tiempo**

Oñate (2005) indica que la influencia del tiempo como factor formador del suelo resulta innegable. Si partimos del hecho de que una roca en la cual no existe vegetación alguna y los minerales que constituyen presenta sus características microscópicas y químicas inalteradas. A medida que pasa el tiempo la roca cambia de tamaño, se desmenuza, existe degradación y como consecuencia el intemperismo físico y químico se produce de manera concomitante la lixiviación de sales solubles y de menor solubilidad están relacionadas con la cantidad de precipitación de la zona y el suelo que se forma; la parte esencial de este proceso estriba, cuando se puede considerar que se ha formado el suelo. En realidad, estrictamente hablando, un suelo se forma inmediatamente después de que la roca o material matricial se pone en contacto con los agentes atmosféricos, evolucionando con el tiempo las características de este suelo primario.

**r) Vegetación.**

Oñate (1999) indica que es un factor que influye mucho para la formación de una determinada clase de suelo, es decir el tipo de vegetación determina el suelo que se forma en un área o zona determinada. Ejemplo, bajo un suelo de bosque de pinos se desarrolla un tipo de suelos, bajo un bosque natural (árboles, arbustos, hierbas) se forman otro tipo de suelo, bajo un pastizal o un cultivo se forma otra clase de suelo.

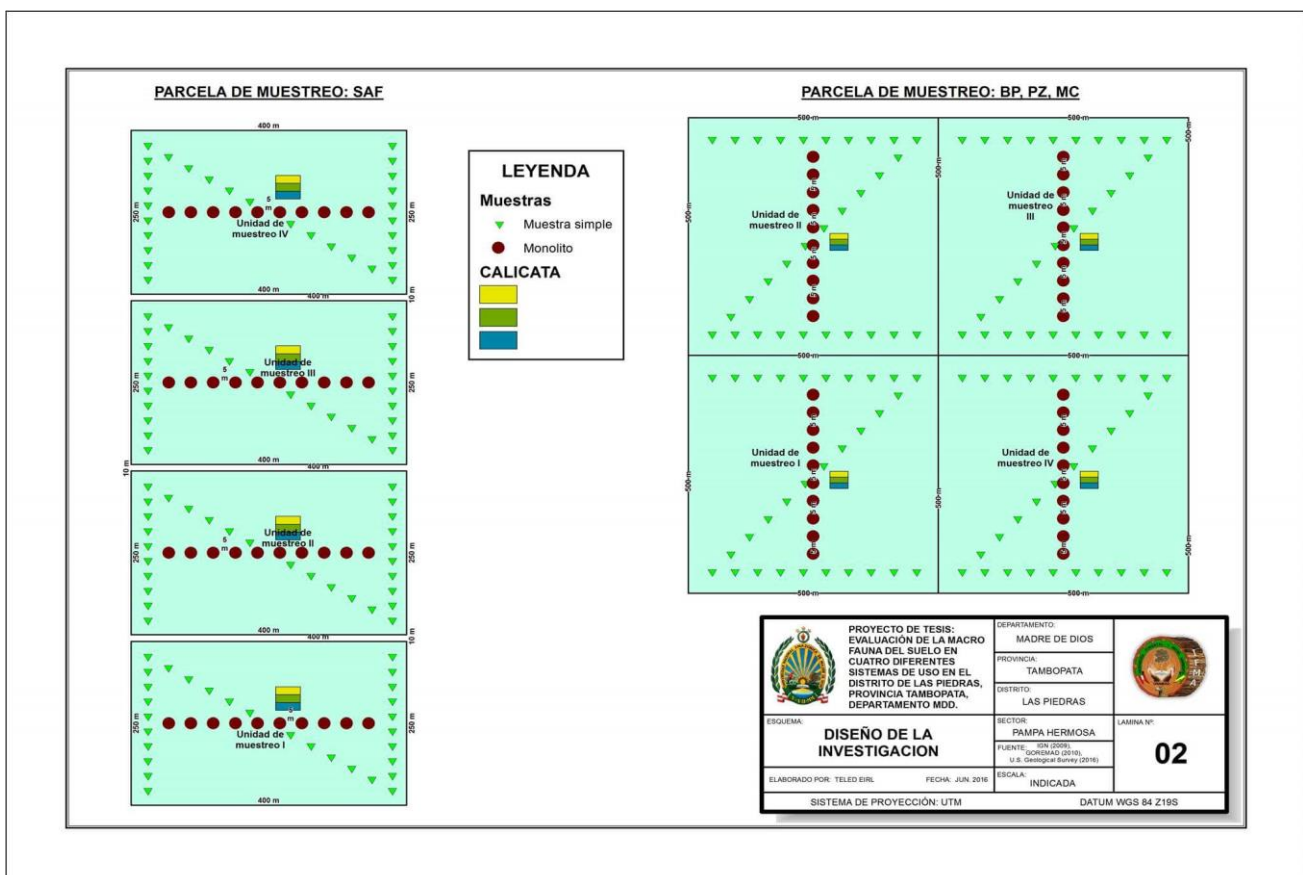
## CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Tipo de estudio

La investigación que se realizó fue de tipo descriptivo exploratorio transversal.

### 3.2. Diseño de estudio

Se evaluaron cuatro sistemas de uso de suelo, Bosque, Sistema Agroforestal, Monocultivo, Pastizal, para cada sistema de uso se colectaron 40 monolitos, haciendo un total de 160 monolitos para la colecta de los macroinvertebrados del suelo (figura 2).



**Figura 2.** El diseño de la investigación fue establecido en cuatro sistemas de uso de suelo, con cuatro unidades de muestreo en parcelas de 10 ha cada una (Fuente elaboración propia).

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

Conformada por 4 sistemas de uso de suelos (Plantación con Monocultivo, Bosque Protegido, una Plantación con Sistema Agroforestal y un área con cobertura de Pasto) en el Distrito de las Piedras, Provincia Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

#### **3.3.2. Muestra**

Todos los individuos que se colectaron en cada uno de los monolitos por cada unidad de muestreo (160), 40 en una Plantación con Monocultivo, 40 en bosque protegido, 40 en una plantación con Sistema Agroforestal y 40 en un área con cobertura de pastos, en la Provincia Tambopata Distrito de las Piedras, Departamento de Madre de Dios, los mismos que se identificaran y analizaran en gabinete. En cada unidad de muestreo homogéneo se consideró 10 ha, de acuerdo a las recomendaciones de (Reynoso, 2014; MINAM, 2013). Así también se considerara 30 sub muestras o muestras simples como sostiene (ARCOS, 2008 citado por VARGAS, 2012; MINAM, 2013).

### **3.4. Métodos y técnicas**

#### **3.4.1. Ámbito geográfico**

##### **a) Ubicación Geográfica**

El área de estudio de ubica en el fundo San Miguel km 56 y el Fundo Lago km 59, propiedad de la empresa industrial YJM S.A.C., Carretera Interoceánica Sur, Puerto Maldonado – Iberia margen izquierda. Geográficamente está ubicado entre las coordenadas (UTM Zona 19 Datum WGS-84): 486462 – 486919 Este y 8654408 – 8656688 Norte (figura 3).

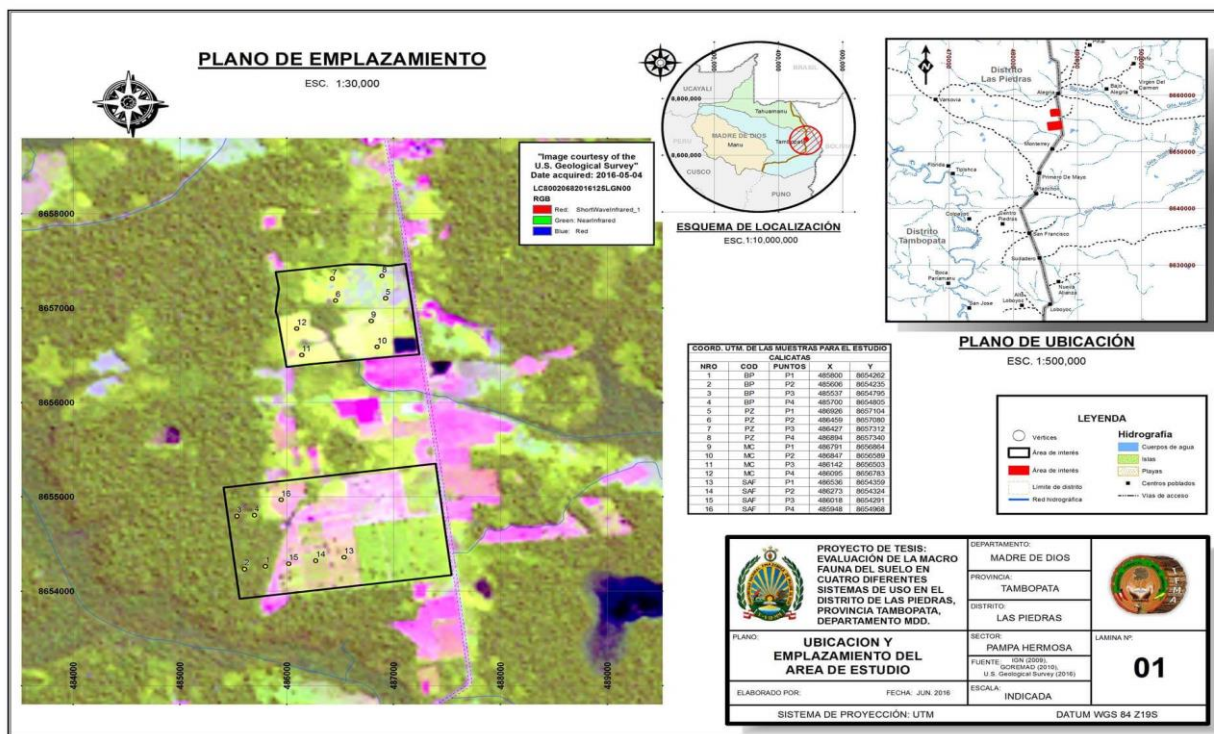


Figura 3. Plano de Emplazamiento y Ubicación de la Investigación (Fuente elaboración propia)

### 3.4.2. Ubicación política y geográfica del lugar de estudio

#### a) Ubicación Política

**Sector** : Pampa Hermosa  
**Distrito** : Las Piedras  
**Provincia** : Tambopata  
**Departamento** : Madre de Dios

#### b) Caracterización general del área

La zona de estudios presenta las siguientes características:

#### Clima

#### Bosque húmedo – Subtropical (bh-S).

INADE (2006) de acuerdo al método de Thorthnwaite, determina dos tipos de climas: 1) ligeramente húmedo y cálido, déficit pequeño de agua, exceso grande de agua, concentración térmica baja en verano, con temperatura que va de 24,5 a 25 °C y precipitación de 1 600 a 2 100 mm/año; 2) moderadamente húmedo y cálido, déficit

pequeño de agua, exceso grande de agua, concentración térmica baja en verano, con rango de temperatura de 24,5 a 26 °C y precipitación pluvial de 2 100 a 3 500 mm/año.).

### **Geología**

El ámbito de estudio, está conformada principalmente por dos unidades geológicas:

**a) Neógeno – Cuaternario (Formación Madre de Dios)** Esta formación se extiende en la cuenca Madre de Dios hasta el territorio Boliviano, conformando conglomerados de color gris o rojo parduzco con manchas rojizas por oxidación de la hierro, además presenta clastos subredondeados de cuarcitas, areniscas e intrusitos, con intercalaciones de arenas y arcillas de color gris amarillento y rojizas. La edad de esta formación está en el rango del Neógeno superior hasta periodos cuaternarios del Pleistoceno (INADE, 2006).

**b) Cuaternario Pleistoceno;** Los depósitos cuaternarios en la cuenca Madre de Dios pueden clasificarse en depósitos de terrazas y suelos eluviales. Las Terrazas conformadas por arenas cuarzosas que proceden de depósitos retrabajados en diferentes épocas, presentando una buena clasificación y selección de los mismos, los suelos eluviales conformados fundamentalmente por alteración in situ del basamento que en este caso lo constituyen las formaciones Ipururo y Madre de Dios. “Dentro de estos depósitos se tienen niveles arenosos donde se observan oxidaciones que algunas veces alcanzan niveles freáticos, en las llanuras donde se forman los meandros, los depósitos están formados por arenas y limos y en los meandros se tienen limos, arcillas y arenas con contenidos auríferos” (INADE, 2006).

### **Geomorfología**

El área de estudio pertenece a la categoría de terrazas medias se ha diferenciado en terrazas medias onduladas y disectadas, estas terrazas pueden alcanzar alturas de 5 a 10 metros, conformadas por depósitos aluviales antiguos, arenas, limos y arcillas, estando en parte cubiertas por depósitos de llanura de inundación (INADE, 2006).



## Vegetación

### Terrazas Altas Aluviales Ligeramente Disectadas

Ubicadas en las intercuenas de la llanura aluvial, comprende grandes extensiones de terrazas planas a ligeramente disectadas, con drenaje regular a pobre. Estos bosques son relativamente de fácil acceso y tránsito. Es un hábitat óptimo para las comunidades de *Bertholletia excelsa* (castaña). En el sotobosque crecen abundantes palmeras de *Geonoma* spp. (palmiche), y abundantes especies arbustivas de los géneros *Piper*, *Inga*, *Rinorea*, entre otros. Este bosque presenta estratos definidos en su estructura vertical, y además presenta abundantes lianas y epífitas. Entre las especies importantes presentes en este bosque podemos mencionar a *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, 2006). Este tipo de vegetación original corresponde al sector del área a estudiar y de sus alrededores: Pampa Hermosa, Alegría y Planchón.

En el sector de estudio y sectores aledaños la intervención antrópica, se presenta en unas más que otras, por encontrarse en predios agrícolas e influencia del eje carretero Interoceánico. El uso de los terrenos está dirigido a cultivos de pan llevar, como yuca, plátano y frutales permanentes diversos, terrenos abandonados en proceso de regeneración en distintas edades denominados purmas, y los pastizales destinados para la crianza de ganado. Entre las especies más importantes en este tipo de vegetación tenemos: *Brachiaria* sp., *Pueraria phaseoloides* (kudzu), *Oryza latifolia*, *Andropogon bicornis* (cola de caballo), *Paspalum conjugatum*, *Paspalum nutans*, *Panicum* sp., *Cecropia ficifolia* (cetico), *Vernonia patens* (ocuera), *Chromolaena* sp., *Pseudelephantopus spiralis* (mata pasto), especies de la familia *Bignoniaceae*, *Passifloraceae*, *Clusiaceae*, *Melastomataceae*, *Musa paradisiaca* (plátano), *Manihot esculenta* (yuca), *Citrus* sp. (Limón), entre muchas otras especies (INADE, 2006).

## Hidrografía

### Cuenca del río Las Piedras.

El río Tahuamanu se origina en el área de influencia del nacimiento de los ríos Yaco y Las Piedras, con el aporte de los ríos Titimanu y Cocama, en territorio peruano. Recorre la Selva Baja Amazónica del departamento de Madre de Dios, con dirección

hacia el Este, atravesando el territorio Boliviano. Los sectores de Mavila, Alegría Pampa hermosa y Planchón pertenecen a la subcuenca del río Manuripe (INADE, 2006).

### **3.5. Materiales, equipos, herramientas**

Los “materiales y equipos necesarios tanto para el trabajo de laboratorio, como para la extracción de muestras de suelos y macrofauna en el campo. Se presentan en función de la actividad para la cual serán utilizados”.

#### **Extracción Macrofauna y muestreo de suelo**

- ✓ Cuadro de metal de 25 x 25 x 5 cm (muy resistente)
- ✓ Pala
- ✓ Plástico de 2 m x 2 m de color blanco.
- ✓ Bolsas de 10 cm x 25 cm de plástico transparente.
- ✓ Tapers de plásticos color blanco
- ✓ Pinzas para insectos
- ✓ Frascos 60 ml con tapa hermética
- ✓ Formol al 4 % en L
- ✓ Alcohol 70% en L
- ✓ Lupa de 40x
- ✓ Plumones permanentes
- ✓ Cámara digital

#### **➤ Trabajo de laboratorio**

- ✓ Balanza digital 0.01g.
- ✓ Envases de plástico.
- ✓ Pinzas.
- ✓ Claves de identificación de Insectos, Aracnidos, etc.
- ✓ Lupa.
- ✓ Cámara Fotográfica Digital 16 MP.
- ✓ Computadora portátil.
- ✓ Etiquetas.
- ✓ Cinta adhesiva transparente.

### 3.4.4.1. Distribución de las parcelas de muestreo

Se distribuyeron por cada sistema de uso de suelo una parcela, cada parcela con cuatro unidades de muestreo, esto se realizó para los dos lugares de estudio (fundo San Miguel y Fundo lago) en donde la plantación con sistemas agroforestales y el bosque se encuentran en el Fundo San Miguel, mientras que el Pastizal y el Monocultivo se encuentran en el Fundo lago (cuadro 03)

**Cuadro 03.** *Números de Sistemas de uso de suelos y sus respectivas unidades de muestreo*

Sistema de Uso de Suelo	Nro. de Parcelas	Nro. de Unidades de Muestreo	LUGAR DE ESTUDIO	
			Fundo San Miguel	Fundo Lago
Plantación con Sistema Agroforestal	1	4	X	
Bosque Protegido	1	4	X	
Plantación con Monocultivo	1	4		X
Pastizal	1	4		X

### Sistemas de uso de suelos evaluados

Se evaluaron cuatro sistemas de uso de suelos cuyas características son las siguientes:

- a) Bosque.- se caracteriza por ser un bosque primario de terraza alta poco intervenido que colinda con las áreas de investigación descritas, este bosque presenta estratos definidos en su estructura vertical, cuenta con abundantes lianas y epífitas, en donde también se encontraron las siguientes especies: *Bertholletia excelsa* (castaña), *Virola obovata* (cumala), *Dipteryx odorata* (shihuahuaco), *Spondias mombin* (ubos) *Geonoma* spp. (palmiche), *Iriartea deltoidea* (pona), *Euterpe* sp. (huasaí), *Phytelephas macrocarpa* (yarina), *pipper* sp.

- b) Monocultivo.- Para este caso se consideró una plantación de Shiringa (*Hevea brasiliensis*) de tres años de edad con cobertura kudzu (*Pueraria phaseoloides*) con fines económicos a largo plazo, el aprovechamiento de la especie forestal en mención se realizará cuando la especie se encuentre en estado adulto (8 años a mas) por tal motivo siendo un aprovechamiento directo de la especie es considerado como un monocultivo.
- c) Pastizal.- Conformado principalmente por *Brachiaria sp.* que tiene de 15 años de instalado y donde no se realizaron actividades ganaderas, agrícolas y forestales.
- d) SAF (Sistema Agroforestal).- Compuesto por las siguientes especies: Shiringa (*Hevea brasiliensis*), Cacao (*Theobroma cacao*) Caoba (*Switenia macrophilla*), Plátano (*Musa sp.*), Piña (*Ananas comosus*), todo con cobertura de kudzu (*Pueraria phaseoloides*), cabe mencionar que el Sistema Agroforestal tiene tres años de instalado.

#### **3.4.4.2. Identificación de la macrofauna**

Utilizando guías de identificación especializadas, en campo los individuos encontrados se separaron de acuerdo a su morfología a nivel de orden, posteriormente fueron enviados al laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco, para la certificación.

#### **3.4.4.3. Evaluación de la macrofauna**

Se utilizó la metodología recomendada por el Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF) (Anderson e Ingram, 1993). En cada zona de muestreo se evaluó 10 monolitos de suelo de 25 cm x 25 cm x 30 cm de profundidad. La evaluación se repitió cuatro veces en cada sistema de uso de suelo (figura 2), las variables a evaluar fueron: biomasa, densidad, diversidad y factores fisicoquímicos del suelo.

#### 3.4.4.4. Densidad de la macrofauna

La densidad relativa se determinó calculando el número de individuos por metro cuadrado (individuos/m<sup>2</sup>).

#### 3.4.4.5. Biomasa de la macrofauna

Para determinar la biomasa se procedió a “la colecta de los invertebrados del suelo utilizando control visual con la ayuda de una lupa de 40x, revisando minuciosamente los extractos del suelo y se procedió a coleccionar manualmente con ayuda de pinzas entomológicas en el mismo campo. La macrofauna existente fue conservada en alcohol al 70 % para los artrópodos y para las lombrices en formol al 4 % respectivamente”, siendo llevadas a laboratorio para luego ser pesadas previa identificación (CIAT, s.f.).

#### 3.4.4.7. Diversidad de la macrofauna

##### ➤ Índice de Shanon

Se calculó a través la siguiente formula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

- $S$  – número de especies (la riqueza de especies)
- $P_i$  – proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ):  $\frac{n_i}{N}$
- $n_i$  – número de individuos de la especie  $i$
- $N$  – número de todos los individuos de todas las especies

#### 3.4.4.8. Análisis de suelos

En cada zona de muestreo se tomaron muestras de suelo hasta los 20cm de profundidad de acuerdo a los estándares de muestreo del MINAM (2014), haciendo un total de 16 muestras compuestas (cuatro por cada sistema de uso), las mismas fueron sometidas a un análisis de caracterización en los laboratorios de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

#### 3.4.4.9. Evaluación de la densidad aparente del suelo (D<sub>Ap</sub>).

El método más utilizado para determinar la densidad aparente del suelo, es el método del cilindro. Este método presenta poca variación, es fácil de repetir y su determinación es sencilla aplicando la siguiente formula recomendado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA, 1999)

$$D_{Ap} \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{peso suelo seco (g)} \times 100}{\text{Volumen del cilindro (cm}^3\text{)}}$$

#### 3.4.4.10. Relación entre las características físico químicas del suelo y la macrofauna

Se estableció una relación entre los resultados de la macrofauna del suelo y los resultados de análisis de suelo obtenidos, así se correlacionó la biomasa, cantidad de macrofauna, y la diversidad de la macrofauna con el pH del suelo, 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. Tratamiento de los datos

El método estadístico en el estudio realizado fue el Análisis descriptivo para obtener los resultados del trabajo de investigación y se efectuó el análisis multivariado para los datos.

## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Densidad de la macrofauna

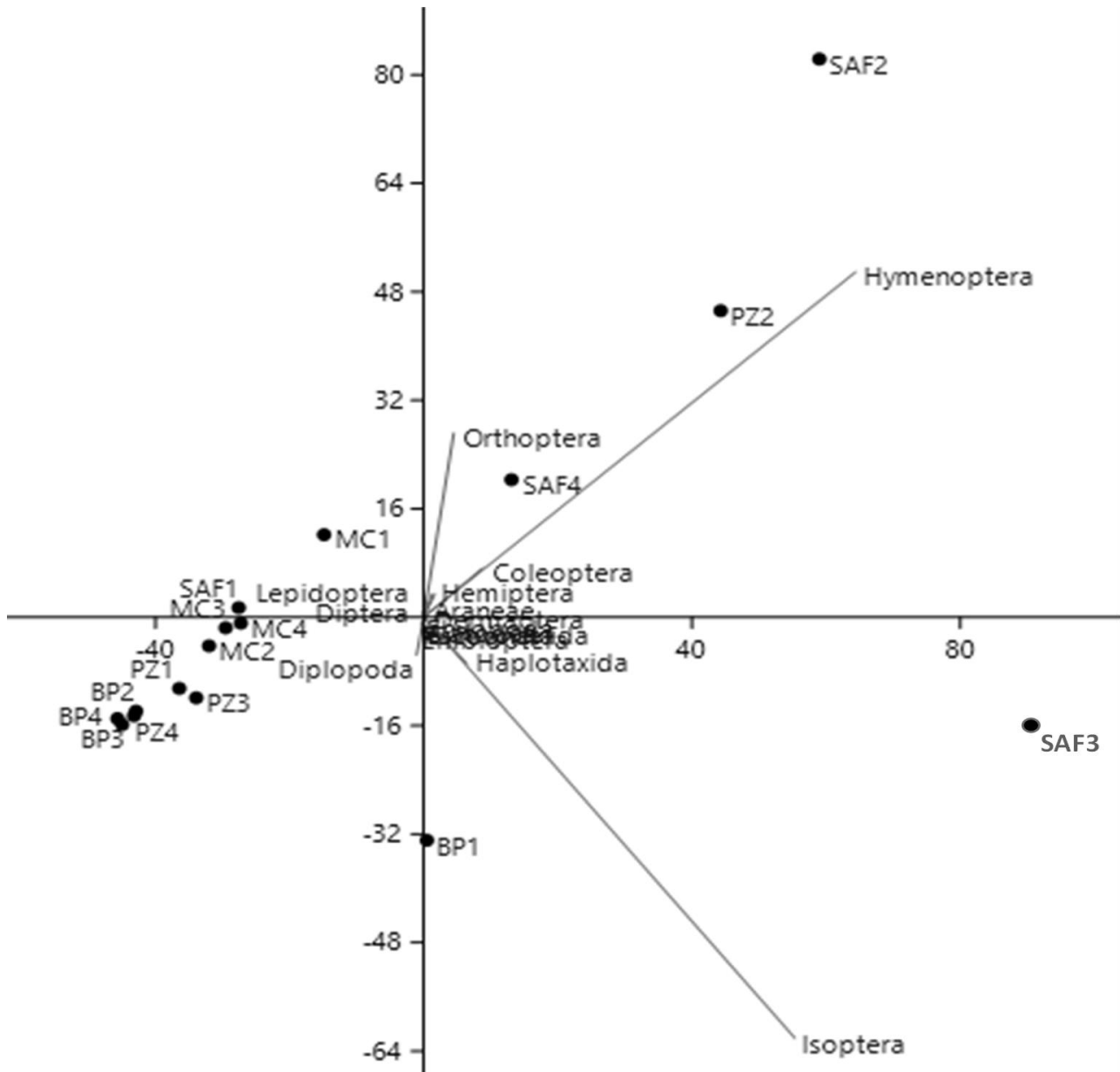
En forma general, en todos los sistemas de uso del suelo se encontró 16 órdenes de macrofauna (cuadro 4) con 1 751 individuos.

**Cuadro 4.** *Total de individuos encontrados*

Ordenes	Especies involucradas	Bosque	Monocult.	Pastizal	SAF	Total
Blatodea	Cucaracha	5	4	2	11	22
Chilopoda	Cien pies	3	5	11	4	23
Coleoptera	Escarabajo	33	76	26	160	295
Diptera	Mosca	1	1	0	2	4
Embioptera	Tejedores	4	2	7	0	13
Haplotaxida	Lombriz	4	7	26	31	68
Hymenoptera	Hormiga	38	106	147	440	731
Isoptera	Termita	45	2	15	227	289
Hemiptera	Chinche	4	10	14	31	59
Pulmonata	Caracol	2	0	0	0	2
Diplopoda	Mil pies	21	9	31	6	67
Araneae	Araña	2	13	1	24	40
Escorpionida	Escorpión	1	0	0	1	2
Lepidoptera	Mariposas	0	8	3	21	32
Orthoptera	Grillo	0	20	6	70	96
Dermaptera	Tijeretas	0	0	0	8	8
<b>Total</b>		<b>163</b>	<b>263</b>	<b>289</b>	<b>1036</b>	<b>1751</b>

En los bosques de la amazonia colombiana, Rojas *et al.* (2016) reportan las siguientes ordenes que son las mismas que coinciden en el presente estudio: Blatodea, Chilopoda, Coleoptera, Haplotaxida, Hymenoptera, Isoptera, Hemiptera, Pulmonata, Diplopoda, Araneae, Lepidoptera y Orthoptera. Así mismo estos autores reportaron también a las órdenes Mantodea y Decapodos (cangrejos).

Los órdenes que se encontraron con mayor abundancia fueron: Hymenoptera con 731 individuos (los mismos que fueron hallados en mayor cantidad en los sistemas agroforestales), Coleoptera con 295, Isoptera con 289, Orthoptera con 96, Haplotalaxida con 68 y Diplopoda con 67 tal como se aprecia en la figura 4 y el cuadro 5.



**Figura 4.** Biplot de Macrofauna hallados en los diferentes sistemas de uso del suelo  
Fuente: Elaboración propia 2017



La cantidad máxima promedio de macroinvertebrados se encontró en el sistema agroforestal (Hymenoptera 176 Individuos/m<sup>2</sup>), mientras que la cantidad mínima se encontró también en el sistema agroforestal y en el bosque (Escorpionida 0.4 Individuos/m<sup>2</sup>).

Las 16 órdenes de macrofauna ordenadas en forma decreciente se observa de la siguiente forma: Hymenoptera, Coleoptera, Isoptera, Orthoptera, Haplotaxida, Diplopoda, Hemiptera, Araneae, Lepidoptera, Chilopoda, Blattodea, Embioptera, Dermaptera, Diptera, Pulmonata, Escorpionida (cuadro 5).

**Cuadro 5.** Cantidad promedio de macrofauna/m<sup>2</sup> hallados por cada tipo de uso del suelo.

Órdenes:	Especies involucradas	Bosque	Monocultivo	Pastizal	SAF	Promedio
Hymenoptera	Hormiga	15,2	42,4	58,8	176,0	73,1
Coleoptera	Escarabajo	13,2	30,4	10,4	64,0	29,5
Isoptera	Termitas	18,0	0,8	6,0	90,8	28,9
Orthoptera	Grillo	0,0	8,0	2,4	28,0	9,6
Haplotaxida	Lombrices	1,6	2,8	10,4	12,4	6,8
Diplopoda	Milpiés	8,4	3,6	12,4	2,4	6,7
Hemiptera	Chinche	1,6	4,0	5,6	12,4	5,9
Araneae	Araña	0,8	5,2	0,4	9,6	4,0
Lepidoptera	Mariposas	0,0	3,2	1,2	8,4	3,2
Chilopoda	Ciempíes	1,2	2,0	4,4	1,6	2,3
Blattodea	Cucaracha	2,0	1,6	0,8	4,4	2,2
Embioptera	Tejedores	1,6	0,8	2,8	0,0	1,3
Dermaptera	Tijeretas	0,0	0,0	0,0	3,2	0,8
Diptera	Moscas	0,4	0,4	0,0	0,8	0,4
Pulmonata	Caracol	0,8	0,0	0,0	0,0	0,2
Escorpionida	Escorpión	0,4	0,0	0,0	0,4	0,2
Total		65,2	105,2	115,6	414,4	

Fuente: Elaboración propia 2017

Las ordenes encontradas con mayor abundancia tanto en bosque como en el sistema agroforestal son Hymenoptera e Isóptera. Como sostiene Martius (1997), Citado por Aquino *et al.*, (2005) estas dos órdenes están entre los artrópodos más abundantes del trópico húmedo, siendo importantes componentes detritívoros de la cadena trófica. Brown *et al.*, (2001) encontraron que las hormigas son las más predominantes en pastizales, bosques, cultivos anuales, cítricos y cafetales en cuanto a densidad se refiere. También se ha constatado la explosión de estas dos órdenes

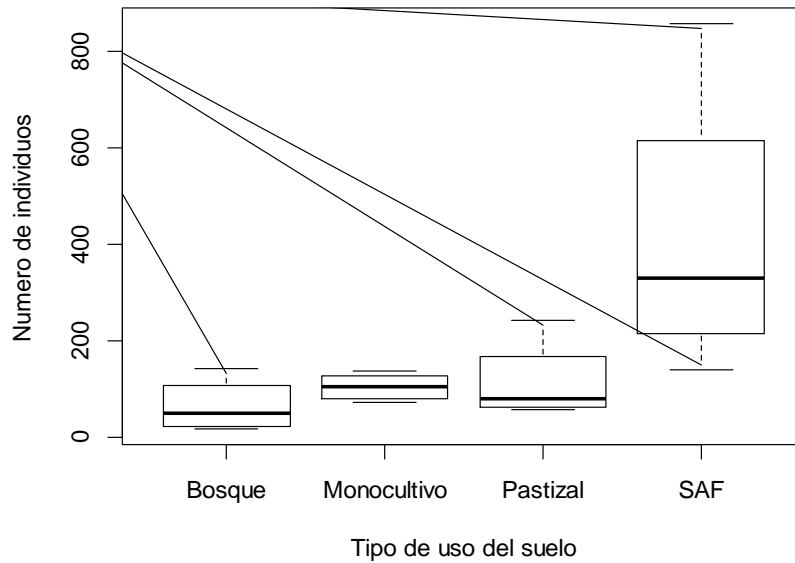
en el sistema agroforestal (Merlin *et al.*, 2001). De hasta once veces más su población comparada con la del bosque.

El orden Escorpionida, podría ser considerado como un indicador de áreas preservadas de elevada diversidad biológica, estos son encontrados en lugares donde existen un micro hábitat favorable en camadas de hojarasca en la superficie del suelo donde promueve el desarrollo de insectos principalmente de las ordenes Hymenoptera e Isoptera y de acuerdo a su funcionabilidad como depredador se ve favorecido por la abundancia de estos. La sobrevivencia va a depender de áreas contiguas con hojarasca continua, en un paisaje relativamente homogéneo como el bosque remanente que alterna con el sistema agroforestal de las áreas estudiadas.

También el orden Hymenoptera es el más abundante en monocultivo y pastizal. La deforestación alteró la diversidad del orden Isoptera principalmente, pero estas van restableciendo sus actividades posteriormente (Aquino *et al.*, 2005).

Las órdenes Lepidoptera, Orthoptera y Dermaptera han sido favorecidas por la perturbación del bosque, debido a la colonización en los tres agroecosistemas comparados con el bosque. En el sistema agroforestal existe más abundancia de estos debido a la gran cantidad de entrada de materia orgánica al suelo. (proveniente de ramas, brotes y hojas frescas podadas casi permanentemente por los cultivos de cacao y siringa)

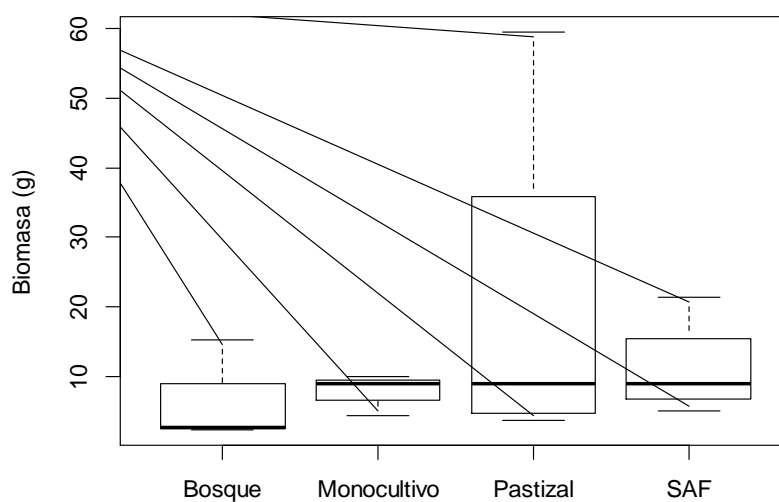
El Sistema Agroforestal con shiringa-cacao-caoba-kudzu fue el que presento mayor cantidad de macrofauna, registrándose en promedio 414,4 individuos/m<sup>2</sup>, le sigue en orden de importancia el pastizal con 115,6 individuos/m<sup>2</sup>, el monocultivo con 105,2 individuos/m<sup>2</sup> y el bosque con 65,2 individuos/m<sup>2</sup> (ver cuadro 5 y figura 5).



**Figura 5.** Número de Individuos de macroinvertebrados  
Fuente: Elaboracion propia 2017

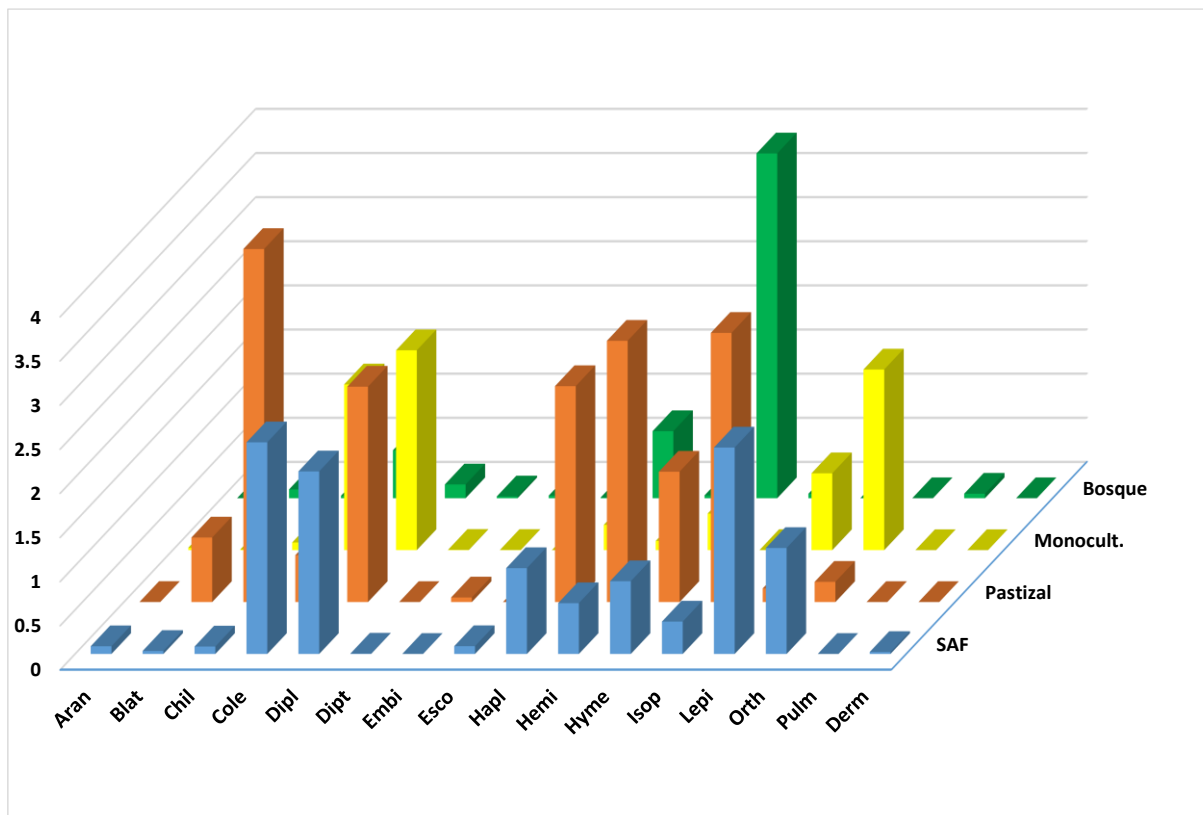
#### 4.2. Biomasa de macroinvertebrados

En el Pastizal se encontró en promedio 20,26 g de macrofauna/m<sup>2</sup> de suelo, en el sistema agroforestal 11,06 g, en el monocultivo 7,99 g y en el bosque 5,68 g/m<sup>2</sup> (figura 6). Estos valores son inferiores a los reportados por Brown *et al.*, (2001), quienes encontraron más de 25 g/m<sup>2</sup> para los bosques de México, y valores mayores de 35 g/m<sup>2</sup> para pastizales, cultivos anuales, de cítricos y cafetales.



**Figura 6.** Biomasa de los de macroinvertebrados  
Fuente: Elaboración propia 2017

En el bosque se encontró una mayor biomasa de himenopteros, en el monocultivo se tuvo más biomasa de orthopteros y diplopodos, en el pastizal se tuvo más biomasa de isópteros, hemípteros, haplotaxidos, diplopodos y chilopodos, y en el SAF se encontró más biomasa de lepidópteros, diplopodos y coleópteros. En todos los casos se consideró una biomasa superior a 2 g/m<sup>2</sup> (Figura 7). Por lo tanto podemos indicar que se encontró más predominio de milpiés (diplopodos) en los sistemas de uso de suelos evaluados, mientras que Brown *et al.*, (2001) encontraron más predominio de las lombrices de tierra.

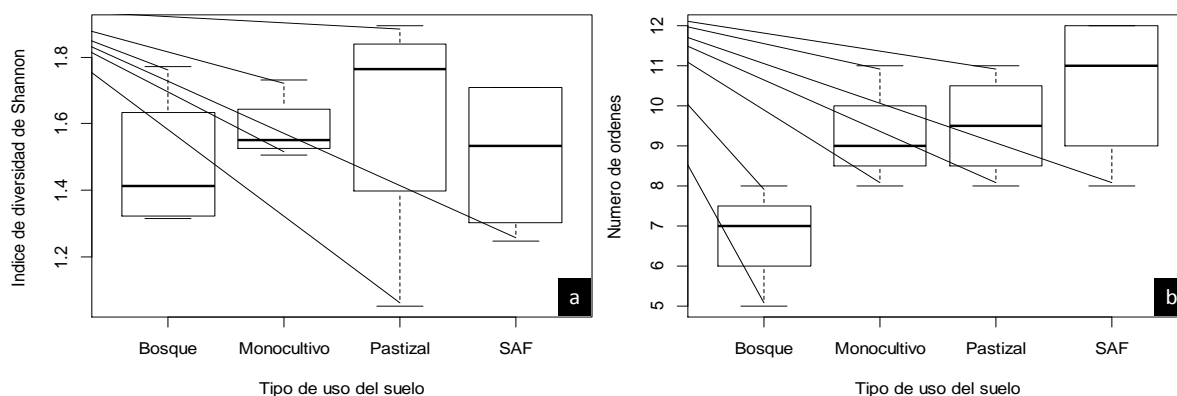


**Figura 7.** Biomasa de los de macroinvertebrados (g/m<sup>2</sup>) por tipo de uso de suelo y órdenes.

### 4.3. Biodiversidad

Se encontró un índice de diversidad promedio de Shannon mayor en el pastizal, llegando este valor a 1,62 (figura 8a). En el Sistema Agroforestal el índice fue de 1,58 y en el monocultivo fue de 1,51. En el bosque se encontró menos diversidad de órdenes de macrofauna con un índice de diversidad de 1,48. Estos datos son contrarios a los reportados por Pashanasi (2001) quien encontró más diversidad en el bosque y menos diversidad en los pastizales, pero coincide que hay más diversidad en los SAFs. Así mismo Rojas *et al.*, (2016) reportaron valores superiores del índice de Shannon que en el presente estudio.

En la figura 8b se puede observar que hay una mayor riqueza de órdenes de macroinvertebrados en el pastizal y en el SAF, coincidiendo con los hallazgos de Pashanasi (2001).



**Figura 8.** Macrofauna del suelo: a) Índice de diversidad de Shannon b) número de órdenes

Fuente: Elaboración propia 2017

#### 4.4. Correlación entre las características físicas y químicas de los suelos con la macrofauna.

##### 4.4.1. Análisis de suelos

**Cuadro 6.** El análisis de caracterización muestra en promedio que los suelos estudiados tienen un pH fuertemente ácido, el nivel de materia orgánica es bajo, el nivel de fósforo y potasio bajo, la CIC baja y los niveles de aluminio son bajos, con excepción del suelo de Bosque I, donde el nivel es alto y puede producir toxicidad en las plantas. Estudios realizados por INADE (2007) muestran el mismo patrón de suelos, con suelos extremadamente ácidos, pobres en nutrientes y con toxicidad de aluminio.

Uso del suelo	Un. de muestreo	pH	M.O. (%)	P K		Arena Limo Arcilla			CIC	Ca <sup>+2</sup> Mg <sup>+2</sup> K <sup>+</sup> Na <sup>+</sup> Al <sup>+3</sup>					Dens. Aparente (g/cc)	
				(ppm)		%				(meq/100g)					20cm	40cm
Bosque	I	3,93	1,52	2,6	30	69	15	16	8,00	0,91	0,25	0,15	0,13	1,00	1,49	1,31
Bosque	II	4,76	1,08	4,4	42	77	13	10	3,84	1,18	0,35	0,2	0,14	0,1	1,55	1,42
Bosque	III	4,22	0,75	4,0	28	87	5	8	3,68	0,94	0,25	0,15	0,12	0,3	1,37	1,24
Bosque	IV	4,47	0,69	3,9	24	81	11	8	3,52	1,04	0,3	0,15	0,12	0,2	1,46	1,28

Fuente: Elaborado con la base de datos del análisis de suelo del anexo 3 y cuadros del 14 al 17.

**Cuadro 7.** El análisis de caracterización muestra en promedio que los suelos estudiados tienen un pH fuertemente ácido, el nivel de materia orgánica es bajo, el nivel de fósforo y potasio bajo, la CIC baja y los niveles de aluminio son bajos, con excepción del suelo de Bosque I, donde el nivel es alto y puede producir toxicidad en las plantas. Estudios realizados por INADE (2007) muestran el mismo patrón de suelos, con suelos extremadamente ácidos, pobres en nutrientes y con toxicidad de aluminio.

Uso del suelo	Un. de muestreo	pH	M.O. (%)	P K		Arena Limo Arcilla			CIC	Ca <sup>+2</sup> Mg <sup>+2</sup> K <sup>+</sup> Na <sup>+</sup> Al <sup>+3</sup>					Dens. Aparente (g/cc)	
				(ppm)		%				(meq/100g)					20cm	40cm
Monocult.	I	5,00	0,72	3,3	39	78	12	10	6,4	0,62	0,41	0,06	0,07	0,2	1,65	1,84
Monocult.	II	4,58	0,42	3,0	32	80	10	10	7,36	0,49	0,45	0,05	0,06	0,2	1,38	1,55
Monocult.	III	4,31	0,17	1,8	16	68	18	14	8,00	0,41	0,31	0,05	0,08	0,4	1,65	1,58
Monocult.	IV	4,64	1,25	5,1	50	78	14	8	7,36	0,83	0,51	0,05	0,13	0,2	1,23	1,37

Fuente: Elaborado con la base de datos del análisis de suelo del anexo 3 y cuadros del 14 al 17.

**Cuadro 8.** El análisis de caracterización muestra en promedio que los suelos estudiados tienen un pH fuertemente ácido, el nivel de materia orgánica es bajo, el nivel de fósforo y potasio bajo, la CIC baja y los niveles de aluminio son bajos, con excepción del suelo de Bosque I, donde el nivel es alto y puede producir toxicidad en las plantas. Estudios realizados por INADE (2007) muestran el mismo patrón de suelos, con suelos extremadamente ácidos, pobres en nutrientes y con toxicidad de aluminio.

Uso del suelo	Un. de muestreo	pH	M.O. (%)	P K		Arena	Limo Arcilla		CIC	Ca <sup>+2</sup> Mg <sup>+2</sup> K <sup>+</sup> Na <sup>+</sup> Al <sup>+3</sup>				Dens. Aparente (g/cc)		
				(ppm)			(%)			(meq/100g)				20cm	40cm	
Pastizal	I	5,19	1,43	3,3	45	75	11	14	4,8	1,72	0,43	0,18	0,13	0,1	1,3	1,24
Pastizal	II	5,21	1,63	2,9	56	71	13	16	5,28	1,69	0,45	0,21	0,13	0,1	1,32	1,55
Pastizal	III	5,23	1,69	2,1	65	71	15	14	6,08	2,08	0,53	0,22	0,13	0,1	1,2	1,34
Pastizal	IV	5,34	1,69	2,0	64	77	9	14	6,08	1,93	0,56	0,24	0,13	0,1	1,25	1,49

Fuente: Elaborado con la base de datos del análisis de suelo del anexo 3 y cuadros del 14 al 17.

**Cuadro 9.** El análisis de caracterización muestra en promedio que los suelos estudiados tienen un pH fuertemente ácido, el nivel de materia orgánica es bajo, el nivel de fósforo y potasio bajo, la CIC baja y los niveles de aluminio son bajos, con excepción del suelo de Bosque I, donde el nivel es alto y puede producir toxicidad en las plantas. Estudios realizados por INADE (2007) muestran el mismo patrón de suelos, con suelos extremadamente ácidos, pobres en nutrientes y con toxicidad de aluminio.

Uso del suelo	Un. de muestreo	pH	M.O. (%)	P K		Arena	Limo Arcilla		CIC	Ca <sup>+2</sup> Mg <sup>+2</sup> K <sup>+</sup> Na <sup>+</sup> Al <sup>+3</sup>				Dens. Aparente (g/cc)		
				(ppm)			(%)			(meq/100g)				20cm	40cm	
SAF	I	4,69	0,77	4,8	63	78	10	12	7,52	1,00	0,58	0,05	0,14	0,2	1,64	1,76
SAF	II	4,9	0,98	4,2	44	82	12	6	7,52	1,1	0,46	0,05	0,09	0,2	1,52	1,8
SAF	III	4,3	1,39	6,2	94	74	14	12	10,72	1,09	0,55	0,05	0,23	0,2	1,54	1,58
SAF	IV	4,53	0,44	2,4	49	62	30	8	9,12	0,53	0,51	0,05	0,35	0,2	1,29	1,75

Fuente: Elaborado con la base de datos del análisis de suelo del anexo 3 y cuadros del 14 al 17.

#### 4.5. Coeficientes de correlación entre las variables de estudio

**Cuadro 10. Coeficientes de Correlación (r) entre variables**

Características físico químicas del suelo	Cantidad de macrofauna	Biomasa de macrofauna	Índice de diversidad Shannon	Nro de Ordenes de macrofauna
pH	-0,17000234	0,297636678	0,156155576	0,180437465
Materia orgánica (M.O).	0,15506985	0,302842528	-0,152780848	0,100289235
Fosforo (P)	0,50695276	0,068210806	-0,235495846	0,038958692
Potasio (K)	<b>0,67376265</b>	0,272436563	-0,005121333	0,505725314
Arena	-0,18741952	-0,154624744	0,050167865	-0,396703764
Limo	0,23830741	0,002614884	-0,04437068	0,405515913
Arcilla	-0,0378385	0,296528207	-0,022678784	0,086997646
Capac. de Intercambio catiónico (CIC)	<b>0,70195046</b>	-0,044662759	-0,088719878	<b>0,655507753</b>
Calcio (Ca.)	-0,06111885	0,269007633	0,07083744	-0,051165471
Magnesio (Mg.)	0,40438742	0,142346632	0,207398708	0,568553336
Sodio (Na.)	0,44817842	0,032827336	0,09885638	0,424194794
Aluminio (Al.)	-0,04188368	-0,267310431	-0,223931406	-0,189311188
Densidad aparente (20cm)	0,19549242	-0,162710683	-0,310509596	-0,217278893
Densidad aparente (40cm)	0,41131981	0,092531903	-0,197398961	0,471910928
Índice de Diversidad de Shannon	-0,39096715	<b>-0,612684126</b>	1	-0,037423841

Fuente: Elaboración propia 2017

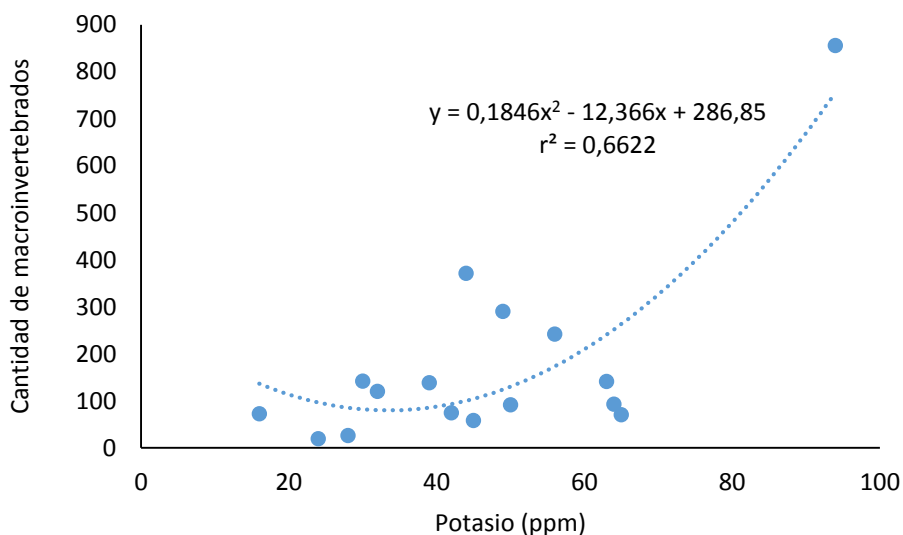
De acuerdo al cuadro 10, se puede observar que existe correlación lineal entre las siguientes variables:

- Cantidad de potasio del suelo y cantidad de macroinvertebrados ( $r=0,67$ )
- Capacidad de Intercambio catiónico y cantidad de macroinvertebrados ( $r=0,70$ )
- Capacidad de Intercambio catiónico y Numero de ordenes ( $r=0,66$ )
- Biomasa y el índice de diversidad ( $r=0,6126$ )

##### 4.5.1. Correlación entre la cantidad de potasio del suelo y cantidad de macroinvertebrados

Se encontró que aumenta la cantidad de macrofauna en el suelo, mientras aumenta su contenido de potasio, en este caso la relación es cuadrática con un coeficiente de correlación  $r=0,81$  y un coeficiente de determinación  $r^2=0,6622$  el mismo que muestra la existencia de una correlación alta entre las variables (figura 9).

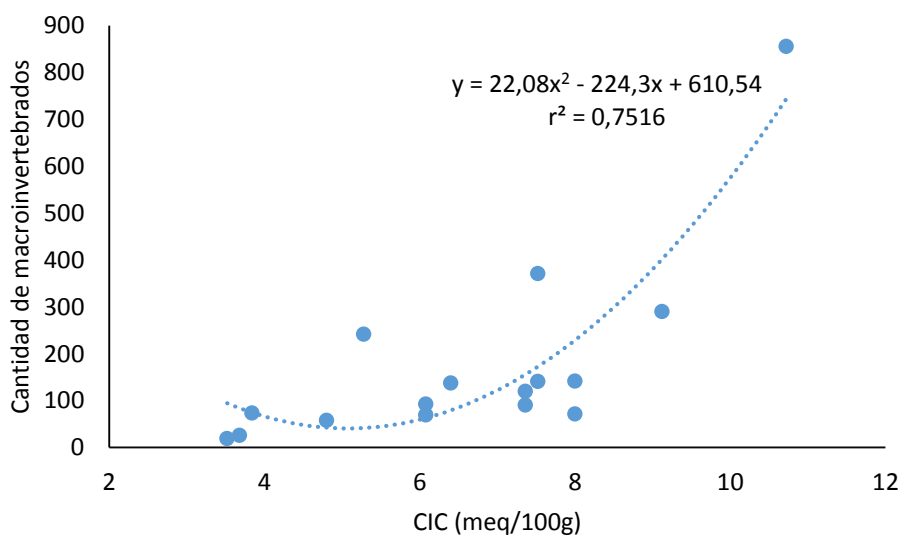




**Figura 9.** Correlación entre cantidad de Macroinvertebrados y Potasio  
Fuente: Elaboración propia 2017 2017

#### 4.5.2. Correlación entre la Capacidad de Intercambio catiónico y cantidad de macroinvertebrados.

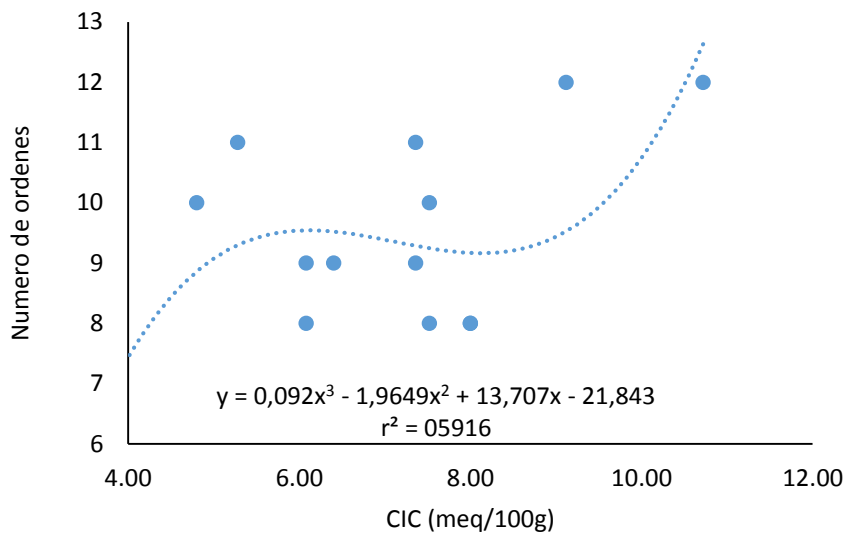
La cantidad de macroinvertebrados aumenta cuanto mayor es la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo, en este caso la relación también es cuadrática con un coeficiente de correlación  $r=0,87$  (figura 10).



**Figura 10.** Correlación entre cantidad de Macroinvertebrados y CIC  
Fuente: Elaboración propia 2017 2017

#### 4.6. Correlación entre la Capacidad de Intercambio catiónico y Numero de ordenes

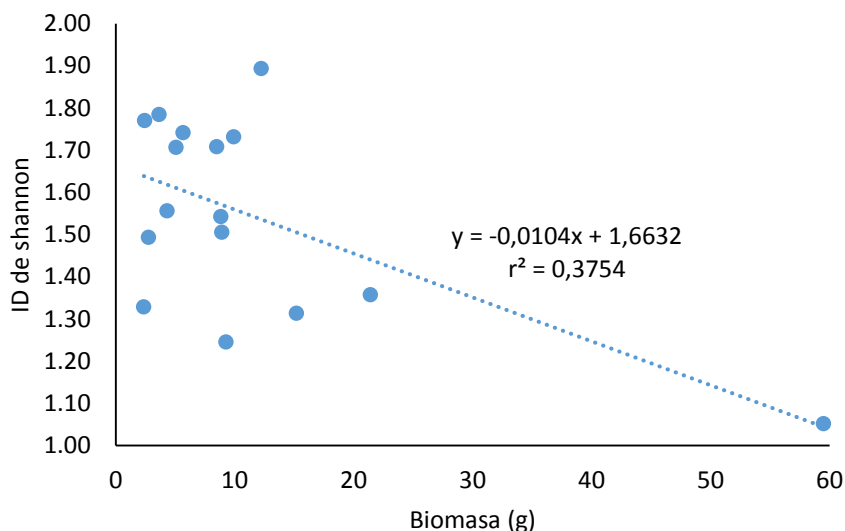
Mientras mayor sea la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo, existe la posibilidad de encontrar mayor cantidad de órdenes de macrofauna en el suelo (coeficiente de correlación  $r=0,77$ ) (figura 11).



**Figura 11.** Correlación entre número de Órdenes y CIC  
Fuente: Elaboración propia 2017 2017

#### 4.7. Correlación entre la Biomasa y el Índice de diversidad

Existe una correlación lineal entre el Índice de Diversidad de Shannon y la biomasa de los macrofauna (coeficiente de correlación  $r=0,37$ ), observándose que el índice de diversidad es más alto cuando la biomasa de macrofauna es menor (figura 12).



**Figura 12.** Correlación entre el ID de Shannon y Biomasa  
Fuente: Elaboración propia 2017 2017

#### 4.7.1. Correlación con algunas ordenes de macroinvertebrados

Mientras aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo (CIC) y el contenido de sodio (Na) del mismo, la población de coleópteros aumentara en el suelo ( $r = 0,68$  y  $r = 0,66$  respectivamente).

La población de lombrices e isopteros también aumenta mientras aumente el nivel de potasio (K) disponible en el suelo ( $r = 0,74$  y  $r = 0,62$  respectivamente). La población de hemípteros aumenta mientras haya más contenido de limo en el suelo y más contenido de sodio (Na) ( $r = 0,71$  y  $r = 0,76$  respectivamente). (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Coeficientes de Correlación ( $r$ ) entre las características del suelo y las ordenes de macroinvertebrados

Característica	Coleoptera	Haplotaxida	Isoptera	Hemiptera
MO	-0.36	0.39	0.25	-0.18
K	0.37	<b>0.74</b>	<b>0.62</b>	0.38
Limo	0.57	0.06	0.10	<b>0.71</b>
CIC	<b>0.68</b>	0.47	0.59	0.50
Na.	<b>0.66</b>	0.32	0.37	<b>0.76</b>

Fuente: Elaboración propia 2017 2017

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede concluir que:

- Se encontraron 16 órdenes de macroinvertebrados/m<sup>2</sup> en los cuatro sistemas de uso siendo Hymenoptera la que tuvo mayor presencia con 731 individuos/m<sup>2</sup> seguido de Coleoptera con 295 ind/m<sup>2</sup>, Isoptera con 289 ind/m<sup>2</sup>, Orthoptera con 96 ind/m<sup>2</sup>, Haplotaxida con 68 ind/m<sup>2</sup> y Diplopoda con 67 ind/m<sup>2</sup> respectivamente.
- En el pastizal fue el que tuvo mayor biomasa con un promedio de 20,26 g de macrofauna/m<sup>2</sup>, seguido del sistema agroforestal con 11,06g, el monocultivo tuvo un promedio de 7,99g, mientras que el bosque se situó en el último lugar con un promedio de 5,68g de macrofauna/m<sup>2</sup> de suelo. En el sistema agroforestal se encontró mayor cantidad de macrofauna 414,5 individuos/m<sup>2</sup>, le sigue en orden de importancia el pastizal con 115,75 individuos/m<sup>2</sup>, el monocultivo con 105,25 individuos/m<sup>2</sup> y el bosque con 65,25 individuos/m<sup>2</sup> respectivamente.
- Se encontró una mayor diversidad de macrofauna en el pastizal, con un valor de 1,62, mientras que en sistema agroforestal el índice fue de 1,58, el monocultivo de 1,51, teniendo el bosque menor índice de diversidad con 1,48.
- La cantidad de macrofauna del suelo se ve influenciada por el contenido de potasio y por la capacidad de intercambio catiónico del mismo, siendo mayor la población mientras mayor sea el contenido de potasio y la capacidad de intercambio catiónico del suelo. Así mismo se encontró que existe una relación entre el número de órdenes de macrofauna del suelo y la capacidad de intercambio catiónico del mismo. Existe una correlación lineal entre el Índice de Diversidad de Shannon y la biomasa de los macrofauna, observándose que el índice de diversidad es más alto cuando la biomasa de macrofauna es menor.

## SUGERENCIAS

- Se sugiere realizar la evaluación en diferentes épocas del año que puede ser en periodo seco y lluvioso, para ver la fluctuación de población de macro invertebrados en el suelo.
- Para futuros estudios se recomienda considerar otros sistemas de uso de suelo diferentes a los presentados en el presente estudio, para tener un panorama completo de la población de macroinvertebrados en el suelo.
- Realizar la identificación a nivel de grupos funcionales y relacionar con el carbono capturado en el suelo.
- Para posteriores estudios se sugiere hacer las evaluaciones a nivel de sustratos del suelo.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Aliaga gaspar, w. j. (2014). *extracción de muestras y contenido de humedad mecánica de suelos i. huancayo*.
- Anderson, j. m., y ingram, j. s. (1993). *tropical soil biology and fertility. a handbook of methods*. 2nd. ed. wallingford. *cab international*, 221.
- Aquino , a. m., ribeiro da silva, e. m., saggin junior, o., rumjanek, n., de-polli, h., y massena reis, v. (2005). a biota do solo e processos relevantes num novo contexto da agricultura. en a. m. aquino, e. m. ribeiro da silva, o. saggin junior, n. rumjanek, h. de-polli, y v. massena reis, *a biota do solo e processos relevantes num novo contexto da agricultura* (págs. 121-174). rio branco - brasil: embrapa - acre.
- Aquino, m. a., merlim , a. d., correia, m. f., y mercante, f. m. (2000). diversidade da macrofauna do solo como indicadora de sistemas de plantio direto para a região oeste do brasil. in reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas (24), reunião brasileira sobre micorrizas (8). *simposio brasileiro de microbiologia do solo (6), reunião brasileira de biologia do solo (3., 2000, santa maria, rio grande do sul, br). fertbio 2000. biodinâmica do solo*, 1 disco compacto.
- Arcos, f. (2008). *estudio de la agroquímica del suelo, riobamba-ecuador*.
- Azevedo, v. f., de lima, d. a., correia, m. f., aquino, a. m., y pereira , d. h. (2000). fauna de solo em diferentes sistemas de plantio e manejo no planalto medio do rio grande do sul. in reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas (24), reunião brasileira sobre micorrizas (8). *simposio brasileiro de microbiologia do solo (6), reunião brasileira de biologia do solo (3., 2000, santa maria, rio grande do sul, br). fertbio 2000. biodinâmica do solo.*, 1 disco compacto.
- bar, m. e. (2011). *biología de los artrópodos*.
- Bentancourt, c. m., y scatoni, i. b. (2001). *enemigos naturales: manual ilustrado para la agricultura y forestación*. montevideo, ed. agropecuaria hemisferio sur. *facultad de agronomía. predeg*.
- Brown, g. g. (s.f.). *diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos*.
- Brown, g., fragoso, c., barois, i., rojas, p., patrón, j. c., bueno, j., . . . rodríguez, c. (2001). *diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. acta zoológica mexicana*, 79-110.
- Brussaard, l. j., behan-pelletier, v., bignell, d., brown, v., didden, w., folgarait, p., . . . virginia, r. (1997). *biodiversity and ecosystem functioning in the soil. ambio*, 563-570.
- Buckman, h., y brady, n. (1993). *naturaleza y propiedades de los suelos. editorial hispano américa méxico d.f.*, 3-17.
- Buol, hole, y craken. (1989). *génesis y clasificación de suelos, méxico d.f. . editorial trillos*, 29-61.
- C. mcgavin, g. (2000). *manual de identificación de insectos arañas y otros artropodos terrestre*. barcelona: ediciones omega s.a.
- Cabrera dávila, g. d., socarrás rivero, a. a., hernández vigoa, g., ponce de león lima, d., menéndez rivero, y. i., y sánchez rondón, j. a. (2017). *evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en cuba. pastos y forrajes*, 118-126.

- Centro internacional de agricultura tropical. (s.f.). protocolo de muestreo para la macrofauna del suelo. *tsbf*, 1.
- Clapperton, j. (2000). creating healthy productive soil. *in congreso nacional de aapresid (8., mar del plata, argentina).*, 35-40.
- Contenidos.educarex.es. (2004). *contenidos.educarex.es.* obtenido de [contenidos.educarex.es/mci/2004/21/materiales/glosario/eco7.htm](http://contenidos.educarex.es/mci/2004/21/materiales/glosario/eco7.htm)
- Correia, m. f. (2002). relações entre a diversidade da fauna do solo e os processos de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. *rio de janeiro, embrapa seropédica. documentos no.156.*, 33.
- Couteaux, m., mousseau, m., celerier, m., y botner, p. (1991). increased atmospheric co2 and litter quality: descomposition of sweet chesnut leaft with animal foot webs of different complexities. *oikos 61*, 54-64.
- Curry, j. p. (1987a). the invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. *i. the composition of the fauna. grass and forage science 42*, 103-120.
- Curry, j. p. (1987b). the invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. *ii. factors affecting the abundance and composition of the fauna. grass and forage science 42*, 197-212.
- Curry, j. p., y good, j. a. (1992). soil faunal degradation and restoration. *advances in soil science 17*, 171-215.
- De la c., g., y cabrera, d. (2014). manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en cuba. *manual práctico*, 7.
- Departamento de agricultura de los estados unidos de norteamerica. (agosto 1999). *guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo.* washintong.
- Doran, j., y safley, m. (1997). defining and assessing soil health and sustainable productivity. *biological indicators of soil health*, 1-28.
- Elliot, l. f. (1997). soil biodiversity and grass cropping systems. *internation grassland congress i(12)*, 241-248.
- Encilopedia.us.es. (20 de 09 de 2011). <http://encilopedia.us.es>. obtenido de [http://encilopedia.us.es/index.php?title=horizonte\\_del\\_suelo&mobileaction=toggle\\_view\\_desktop](http://encilopedia.us.es/index.php?title=horizonte_del_suelo&mobileaction=toggle_view_desktop)
- Escalone echave, m. a. (s.f.). *morfología de los suelos.* uruguay.
- Fao. (2001). *soil biodiversity: what is it? soil biodiversity: portal. land and water (agl).* <http://www.fao.org/ag/agl/agll/soilbiod/soilbtxt.htm>.
- Fao. (s.f.). <ftp://ftp.fao.org>. obtenido de [ftp://ftp.fao.org/fi/cdrom/fao\\_training/fao\\_training/general/x6706s/x6706s08.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/cdrom/fao_training/fao_training/general/x6706s/x6706s08.htm)
- Fao. (sf). <ftp://ftp.fao.org>. obtenido de [ftp://ftp.fao.org/fi/cdrom/fao\\_training/faotraining/general/x6706s/x6706s07.htm](ftp://ftp.fao.org/fi/cdrom/fao_training/faotraining/general/x6706s/x6706s07.htm)

- Fernández terry, i. m., castellanos gonzález, l., fuentes gallardo, m., cairo, p., rajadel acosta, n., y de melo prado, r. (2015). macrofauna del suelo en cuatro fincas en conversión hacia la producción agroecológica en el municipio cruces, cuba. *centro agrícola*, 10.
- Ferriol , m. m., y merle , f. h. (s.f.). los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. aplicación al estudio de comunidades vegetales. *ecosistemas agroforestales (u.d. botánica) - universidad politécnica de valencia*, 1-10.
- Gaspar, w. j. (2014). *extracción de muestras y contenido de humedad mecánica de suelos i. hiuancayo*.
- Gassen, d. n., y gassen, f. r. (1996). plantio direto o caminho do futuro. *passo fundo, aldeia sul. , 207 p.*
- Giller, k., beare, m., lavelle, p., izac, a.-m., y swift, m. (1997). agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *appl soil* 6, 3-16.
- Gizzi, a. h., álvarez castillo, h. a., manetti, p. l., lópez, a. n., clemente, n. l., y studdert, g. a. (diciembre 2008). caracterización de la meso y macrofauna edáfica en sistemas de cultivo del sudeste bonaerense. 9.
- Gómez pamies, d. f., y godoy, m. c. (junio 2012). caracterización de la mesofauna y macrofauna de la hojarasca y el suelo superficial de un bosque subxerófilo del chaco oriental. *unne*.
- Grisel , c. (2012). la macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. resultados obtenidos en cuba. *pastos y forrajes*, 349-364.
- Hendricks, d. m. (1985). animals and soil in arizona. in hendricks, d.m. (ed.) arizona soils. tucson, university of arizona. *editor haney, r.a. jr.*, 55-62.
- Hölldobler, b., y wilson, e. o. (1990). the ants. *cambridge, university press.*, 732.
- Inade. (2006). *mesozonificación ecológica - económica del corredor interoceánico sur, tramo ñapari - inambari, instituto nacional de desarrollo (inade)*. puerto maldonado: proyecto especial madre de dios y el proyecto estudios automatizados especializados - pae .
- Instituto de investigación de la amazonía peruana - iiap. (2012). síntesis de gestión 2006 - 2012. en a. g. flor, *ampliando fronteras para el desarrollo* (págs. 59 - 72). iquitos: imagen amazonía srl.
- Jiménez, j. j. (sf). *la macrofauna del suelo: un recurso aprovechable pero poco conocido*.
- Jiménez, j. j., decäens, t., thomas, r. j., y lavelle, p. (s.f.). la macrofauna del suelo: un recurso natural aprovechable pero poco conocido.
- Jones, c., lawton, j., y shachak, m. (1994). organisms as ecosystem engineers. *oikos* 69, 373-386.
- Jozineudo pinheiro, f., miranda martins, c., silva fialho, j., fernandes correia, m. e., y cascon, p. (2014). caraterización de la macrofauna edáfica en la interfase suelo - arena en un area de caatinga en el nor este de brasil. *centro científico conhecer*, 11.
- Kauffman, y van , b. h. (1998). diseminación de la información de suelos a traves de la colecciones naturales de suelos base de datos nasrec. *ucv agronomía maracay - venezuela*.
- Knoepp, j. d., coleman, d. c., crossley jr, d. a., y clark, j. s. (2000). indicadores biológicos de la calidad del suelo: un ecosistema segun su uso. *forest ecology and management*, 12.



- Lavelle, p. (1988). earthworm activities and the soil system. *biol fertil soils* 6, 237-251.
- Lavelle, p. (1996). diversity of soil fauna and ecosystem function. *biol. int.* 33, 3-16.
- Lavelle, p. (2002). functional domains in soils. *ecological research* 17, 441-450.
- Lavelle, p., y Spain, a. v. (2001). soil ecology. *dordrecht, kluwer academic publishers.*, 654p.
- Lavelle, p., blanchart, e., martin, a., martin, s., Spain, a., toutain, f., . . . schaefer, r. (1993). a hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. *biotropica* 25(2), 130-150.
- Linden, d. r., hendrix, p. f., coleman, d. c., y van vilet, p. c. (1994). faunal indicators of soil quality. *defining soil quality for a sustainable environment.ssa.special publication no. 35*, 91-106.
- Lobato, a., y alonso, e. (s.f.). protocolo de calicata para una apropiada evaluación del riego en plantaciones frutales y parronales. *nutri tierra*, 1-5.
- Mcgeoch, m., y chown, s. (1998). scaling up the value of bioindicators. . *trends in ecology and evolutions ii* (13), 46-47.
- Minagri, y minam. (2015). *ley forestal y de fauna silvestre 29763*.
- Ministerio del ambiente. (2013). *guía para muestreo de suelos en el marco del d.s. 002-2013 minam eca para suelos* . lima.
- Ministerio del ambiente. (2014). *guía para el muestreo de suelos*. lima: mavet impresiones e.i.r.l.
- Miranda aragón, l. (2013). monitoreo de la deforestación mediante técnicas geomáticas en una porción de la región centro - norte de México. *tesis*, 18-19.
- Moore, j. c., berlow, e. l., coleman, d. c., ruitter, p. c., dong, q., hastings, a., . . . wall, d. h. (2004). detritus, trophic dynamics and biodiversity. *ecology letters* 7, 584-600.
- Morales , j., y sarmiento, l. (2002). dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el páramo venezolano. *ecotropicos sociedad venezolana de ecología*, 12.
- Moran mendoza, j. e., y alfaro Gutiérrez, f. r. (septiembre 2015). diversidad de la macrofauna edáfica en dos sistemas de moringa oleífera lam. (marango) en la finca santa rosa, una. *facultad de recursos naturales y del ambiente-universidad nacional agraria*, 46.
- Morón, m. a., y aragon, a. (2003). importancia ecológica de las especies. 13-29.
- Oñate, m. (1999). fundamentos de geología y edafología, riobamba – ecuador. 26-28.
- Oñate, m. (2005). génesis y morfologías de los suelos, riobamba –ecuador. 4-51.
- Pashanasi, b. (2001). estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la amazonía peruana. *folia amazónica*, 75-97.
- Pinzón, s. t., guillaume , x. r., rocha da piedade, a., danielle , c., corrêa zelarayán, m. l., y braun, h. (2014). la macrofauna del suelo como indicadora de degradación de bosques ribereños en la amazonía oriental brasilera. *facultad de agronomía la plata*, 49-60.
- Portal de suelos de la fao. (2016). *www.fao.org*. obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/es/>

- Presidencia del consejo de ministros - dirección nacional técnica de demarcación territorial. (2010). *estudio de diagnóstico y zonificación de la provincia para el tratamiento de la demarcación territorial*. puerto maldonado.
- Price, w. p. (1988). an overview of organismal interactions in ecosystems in evolutionary and ecological time. *agriculture, ecosystems and environment* 2, 269-377.
- Ramírez, w. y., sánchez, s., lópez, m., y hernández, l. (abril - junio 2014). caracterización de la macrofauna edáfica en sistemas de producción intensiva de césped. *pastos y forrajes*, 8.
- Reátegui, s., y arce, j. (abril 2016). *cambio de uso actual de la tierra en la amazonía peruana, avances e implementación en el marco de la ley forestal y de fauna silvestre 29763*. lima.
- Reynoso, z. a. (2014). *protocolo técnico para el muestreo de suelo en pasturas - inia*. lima: programa nacional de medios y comunicación técnica.
- Robertson, l. n., kettle, b. a., y simpson, g. b. (1994). the influence of tillage practices on soil macrofauna in a semiarid agro ecosystem in northeastern australia. *agriculture, ecosystem and environment* 48, 149-156.
- Rodríguez, i., torres, v., crespo, g., y fraga, s. (2002). biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes pastizales. *revista cubana de ciencia agrícola*, 403-408.
- Rojas martínez, l. e., montero oñate, m. t., y zequeira cuervo, á. a. (diciembre 2016). evaluación de la diversidad de macroinvertebrados edáficos en municipios del centro del césar (chimichagua, chiriguana y la jagua de ibirico). *tesis*, 203-227.
- Rypstra, a. l., carter, p. e., balfour, r. a., y marshall, s. d. (1999). architectural features of agricultural habitats and their impact on spider inhabitants. *journal of arachnology* 27, 371-377.
- Santiago, g. j., y usca, m. m. (diciembre 2013). evaluación de la macrofauna del suelo según 2 sistemas de uso de suelo en el fundo san antonio. *universidad nacional san antonio abad del cuzco*, 34.
- Socarrás, a. a., y izquierdo, i. (marzo 2014). evaluación de sistemas agroecológicos mediante indicadores biológicos de la calidad de suelo: mesofauna edáfica. *pastos y forrajes*, 47-54.
- Socarrás, a. a., y robaina, n. (septiembre 2011). mesofauna edáfica en diferentes usos de la tierra en la llanura roja de mayabeque y artemisa, cuba. *pastos y forrajes*, 347-358.
- Sonco suri, r. (2013). estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región madidi, la paz-bolivia. *tesis de grado*, 21-22.
- Sub gerencia de acondicionamiento territorial de la gerencia regional de planeamiento, presupuesto y acondicionamiento territorial del gobierno regional madre de dios. (diciembre 2010). *estudio de diagnóstico y zonificación de la provincia tambopata para el tratamiento de la demarcación territorial*. puerto maldonado: goremad.
- Tapia coral, s. c., luizão, f., pashanasi, b., y del castillo, d. (2001). comunidad de macro invertebrados del suelo en plantaciones forestales y sistemas naturales en la amazonía peruana. *folia amazónica*, 12.
- Vargas, m. c. (2012). *caracterización físico-química de suelos en plantaciones de pinus radiata en acosa, parroquia lasso, cantón laticunga, provincia de cotopaxi*.

- Velarde katayama, n. g., corvera gomringer, r., y vásquez zavaleta, t. (2008). caracterización físico-química de suelos de parcelas experimentales para la identificación de clones promisorios de shiringa (*hevea brasiliensis*) en la región madre de dios, Perú. *informe técnico*, 1-36.
- Verhoef, h., y van selm, a. j. (1983). distribution and population dynamics of collembola in relation to soil moisture. *holartic ecology* 6, 387:394.
- Wardle, d. a. (1995). impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *advances in ecological research* 26, 105:185.
- Zerbino bardier, m. s. (2005). evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción.
- Zerbino bardier, m. s. (agosto 2005). evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. 100.
- Zerbino bardier, m. s. (agosto 2005). evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. 100.
- Zerbino, m. s., y morón, a. (2003). macrofauna del suelo y su relación con propiedades físicas y químicas en rotaciones cultivo-pastura. in morón, a.; díaz, r. (eds. técnicos). *simposio "40 años de rotaciones agrícolas – ganaderas"*. montevideo, inia. serie técnica no. 134., 45-53.
- Zerbino, s., altier, n., morón, a., y rodríguez, c. (2008). e valuación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *agrociencia*, 44-55.

# ANEXO

## Anexo 1. Matriz de consistencia de la investigación

“EVALUACION DE LA MACROFAUNA DEL SUELO EN CUATRO DIFERENTES SISTEMAS DE USO, EN EL DISTRITO LAS PIEDRAS, PROVINCIA DE TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS”.

Cuadro 12: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES					
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es el efecto de los diferentes Usos de Suelos sobre la Macrofauna del Suelo, en una plantación de Monocultivo, un bosque protegido, una plantación con Sistema Agroforestal y un Pastizal?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál será la Densidad de la macrofauna del suelo, según el uso en una plantación de Monocultivo, un bosque protegido, una plantación con Sistema Agroforestal y un pastizal?</li> <li>¿Cuál será la Diversidad de la macrofauna del suelo, según el uso en una plantación de</li> </ol>	<p><b>Objetivo general:</b> Evaluar el efecto de cuatro diferentes usos de suelos sobre la macrofauna edáfica, en el distrito las piedras, provincia de tambopata, departamento madre de dios.</p> <p><b>Específico:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar la Densidad de la Macrofauna del suelo según los diferentes usos de suelos.</li> <li>Determinar la Diversidad de la Macrofauna del suelo según los diferentes usos de suelos.</li> <li>Determinar la Biomasa de la Macrofauna del suelo según los</li> </ol>	<p><b>General:</b> Los diferentes tipos de uso de suelo no influyen en la población de la macrofauna.</p> <p><b>Específicos:</b> <b>H 1:</b> La Densidad de la macrofauna no está influenciada por los diferentes tipos de uso del suelo evaluados. <b>H 2:</b> La Diversidad de la macrofauna no está influenciada por los diferentes tipos de uso del suelo evaluados. <b>H 3:</b> La Biomasa de la macrofauna no está influenciada por los diferentes tipos de uso del suelo evaluados <b>H4:</b> No existe correlación entre las</p>	<p><b>DETERMINACION DE VARIABLES</b></p> <table border="1" data-bbox="1384 515 2136 1023"> <thead> <tr> <th data-bbox="1384 515 1749 555">Dependiente</th> <th data-bbox="1749 515 2136 555">Independiente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1384 555 1749 1023"> <p>Tipo de uso de suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bosque protegido.</li> <li>✓ Monocultivo.</li> <li>✓ Sistema agroforestal.</li> <li>✓ Pastizal.</li> </ul> </td> <td data-bbox="1749 555 2136 1023"> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Biomasa de la macrofauna.</li> <li>✓ Diversidad de la macrofauna.</li> <li>✓ Abundancia de la macrofauna.</li> <li>✓ Densidad de la macrofauna.</li> <li>✓ Características fisicoquímicas del suelo</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>		Dependiente	Independiente	<p>Tipo de uso de suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bosque protegido.</li> <li>✓ Monocultivo.</li> <li>✓ Sistema agroforestal.</li> <li>✓ Pastizal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Biomasa de la macrofauna.</li> <li>✓ Diversidad de la macrofauna.</li> <li>✓ Abundancia de la macrofauna.</li> <li>✓ Densidad de la macrofauna.</li> <li>✓ Características fisicoquímicas del suelo</li> </ul>
Dependiente	Independiente							
<p>Tipo de uso de suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bosque protegido.</li> <li>✓ Monocultivo.</li> <li>✓ Sistema agroforestal.</li> <li>✓ Pastizal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Biomasa de la macrofauna.</li> <li>✓ Diversidad de la macrofauna.</li> <li>✓ Abundancia de la macrofauna.</li> <li>✓ Densidad de la macrofauna.</li> <li>✓ Características fisicoquímicas del suelo</li> </ul>							

<p>Monocultivo, un bosque protegido, una plantación con Sistema Agroforestal y un pastizal?</p> <p>3. ¿Cuál será la biomasa de la Macrofauna del suelo según el uso en una plantación de Monocultivo, un bosque protegido, una plantación con Sistema Agroforestal y un pastizal?</p> <p>4. ¿Cuál será las relaciones físico y químicas de la Macrofauna del suelo según el uso de en una plantación de Monocultivo, un bosque protegido, una plantación con Sistema Agroforestal y un pastizal?</p>	<p>diferentes usos de suelos.</p> <p>4. Establecer las relaciones Físicas y Químicas del suelo con la Macrofauna según los diferentes usos de suelos.</p>	<p>características fisicoquímicas del suelo con la Macrofauna de los mismos</p>	<p><b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b></p> <table border="1" data-bbox="1330 229 2190 638"> <thead> <tr> <th data-bbox="1330 229 1749 264">Independiente</th> <th data-bbox="1749 229 2190 264">Dependiente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1330 264 1749 638"> <p>Tipo de uso de suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bosque Protegido</li> <li>✓ Plantación con Monocultivo</li> <li>✓ Sistema Agroforestal</li> <li>✓ Pastizal.</li> </ul> </td> <td data-bbox="1749 264 2190 638"> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Biomasa de la macrafauna.</li> <li>✓ Diversidad macrofauna.</li> <li>✓ Abundancia de la macrofauna.</li> <li>✓ Densidad de la macrofauna.</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Índices de Diversidad de Shanon.</li> <li>✓ Número de Indiv. / m2</li> <li>✓ Peso de Indiv. / m2</li> <li>✓ pH del suelo</li> <li>✓ CIC (capacidad de intercambio catiónico)</li> <li>✓ MO (Materia orgánica)</li> <li>✓ Fósforo (P)</li> <li>✓ Potasio (k)</li> <li>✓ Calcio (Ca)</li> <li>✓ Aluminio (Al)</li> <li>✓ Magnesio (Mg)</li> <li>✓ Sodio (Na)</li> <li>✓ Conductividad eléctrica (CE)</li> <li>✓ Textura del suelo</li> </ul>	Independiente	Dependiente	<p>Tipo de uso de suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bosque Protegido</li> <li>✓ Plantación con Monocultivo</li> <li>✓ Sistema Agroforestal</li> <li>✓ Pastizal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Biomasa de la macrafauna.</li> <li>✓ Diversidad macrofauna.</li> <li>✓ Abundancia de la macrofauna.</li> <li>✓ Densidad de la macrofauna.</li> </ul>
Independiente	Dependiente						
<p>Tipo de uso de suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bosque Protegido</li> <li>✓ Plantación con Monocultivo</li> <li>✓ Sistema Agroforestal</li> <li>✓ Pastizal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Biomasa de la macrafauna.</li> <li>✓ Diversidad macrofauna.</li> <li>✓ Abundancia de la macrofauna.</li> <li>✓ Densidad de la macrofauna.</li> </ul>						

<b>MÉTODO Y DISEÑO</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>TÉCNICAS</b>
<p>El presente trabajo de investigación es de tipo exploratorio transversal ya que los datos a obtenidos fueron ejecutados en un tiempo establecido, mientras que el diseño fue establecido en cuatro unidades de muestreo por sistema de uso siendo.</p>	<p><b>POBLACION:</b></p> <p>Conformada por 4 sistemas de uso de suelos (Plantación con Monocultivo, Bosque Protegido, una Plantación con Sistema Agroforestal y un área con cobertura de Pasto) en el Distrito de las Piedras, Provincia Tambopata, Departamento de Madre de Dios.</p> <p><b>MUESTRA:</b></p> <p>Todos los individuos que se colectaron en cada uno de los monolitos por cada unidad de muestreo (160), 40 en una Plantación con Monocultivo, 40 en bosque protegido, 40 en una plantación con Sistema Agroforestal y 40 en un área con cobertura de pastos, en la Provincia Tambopata Distrito de las Piedras, Departamento de Madre de Dios, los mismos que se identificaran y analizaran en gabinete.</p>	<p><b>TECNICA DE ANALISIS DE DATOS:</b></p> <p>El método estadístico en el estudio se realizado el Análisis descriptivo para obtener los resultados del trabajo de investigación y se efectuó el análisis multivariado para los datos.</p> <p><b>MUESTREO:</b></p> <p>Muestreo no probabilísticos por conveniencia teniendo en cuenta los factores de logística y accesibilidad.</p> <p><b>TAMAÑO MUESTRAL:</b></p> <p>En cada unidad de muestreo homogéneo se consideró 10 ha.</p>

## Anexo 2. Datos del peso del suelo

Cuadro 13. Datos de los parámetros para determinar la densidad aparente del suelo

PARCELA	FUNDO	COORDENADAS UTM		UNIDAD DE MUESTREO	PROFUNDIDAD (CM)	CODIGO	FECHA DE MUESTREO	PESO HÚMEDO	PESO SECO
		X	Y						
AGROFORESTAL	SAN MIGUEL	486536	8654359	1	20	UM1-SAF-FSM	23/01/2016	1096	964.97
AGROFORESTAL	SAN MIGUEL	486536	8654359	1	40	UM1-SAF-FSM	23/01/2016	1173	1030.78
AGROFORESTAL	SAN MIGUEL	486273	8654324	2	20	UM2-SAF-FSM	23/01/2016	978	889.79
AGROFORESTAL	SAN MIGUEL	486273	8654324	2	40	UM2-SAF-FSM	23/01/2016	1188	1055.21
AGROFORESTAL	SAN MIGUEL	486018	8654291	3	20	UM3-SAF-FSM	23/01/2016	1019	901.42
AGROFORESTAL	SAN MIGUEL	486018	8654291	3	40	UM3-SAF-FSM	23/01/2016	1051	925.31
AGROFORESTAL	SAN MIGUEL	485948	8654968	4	20	UM4-SAF-FSM	23/01/2016	845	755.72
AGROFORESTAL	SAN MIGUEL	485948	8654968	4	40	UM4-SAF-FSM	23/01/2016	1164	1026.98
MONOCULTIVO	LAGO	486791	8656864	1	20	UM1-MC-FL	29/01/2016	1077	965.7
MONOCULTIVO	LAGO	486791	8656864	1	40	UM1-MC-FL	29/01/2016	1215	1077.74
MONOCULTIVO	LAGO	486847	8656589	2	20	UM2-MC-FL	29/01/2016	911	809.76
MONOCULTIVO	LAGO	486847	8656589	2	40	UM2-MC-FL	29/01/2016	1046	908.32
MONOCULTIVO	LAGO	486142	8656503	3	20	UM3-MC-FL	29/01/2016	1067	966.78
MONOCULTIVO	LAGO	486142	8656503	3	40	UM3-MC-FL	29/01/2016	1046	925.32
MONOCULTIVO	LAGO	486095	8656783	4	20	UM4-MC-FL	29/01/2016	871	725.49
MONOCULTIVO	LAGO	486095	8656783	4	40	UM4-MC-FL	29/01/2016	955	803.94
PASTIZAL	LAGO	486926	8657104	1	20	UM1-PZ-FL	15/02/2016	995	763.02
PASTIZAL	LAGO	486926	8657104	1	40	UM1-PZ-FL	15/02/2016	887	728.28
PASTIZAL	LAGO	486459	8657080	2	20	UM2-PZ-FL	15/02/2016	1044	773.57
PASTIZAL	LAGO	486459	8657080	2	40	UM2-PZ-FL	15/02/2016	954	908.75
PASTIZAL	LAGO	486427	8657312	3	20	UM3-PZ-FL	15/02/2016	1013	706.32
PASTIZAL	LAGO	486427	8657312	3	40	UM3-PZ-FL	15/02/2016	889	786.58
PASTIZAL	LAGO	486894	8657340	4	20	UM4-PZ-FL	15/02/2016	959	731.67
PASTIZAL	LAGO	486894	8657340	4	40	UM4-PZ-FL	15/02/2016	860	875.34
BOSQUE PROTEGIDO	SAN MIGUEL	485800	8654262	1	20	UM1-BP-FSM	24/02/2016	953	872.41
BOSQUE PROTEGIDO	SAN MIGUEL	485800	8654262	1	40	UM1-BP-FSM	24/02/2016	898	768.44
BOSQUE PROTEGIDO	SAN MIGUEL	485606	8654235	2	20	UM2-BP-FSM	25/02/2016	912	909.72
BOSQUE PROTEGIDO	SAN MIGUEL	485606	8654235	2	40	UM2-BP-FSM	25/02/2016	1054	835.76
BOSQUE PROTEGIDO	SAN MIGUEL	485537	8654795	3	20	UM3-BP-FSM	24/02/2016	795	802.9
BOSQUE PROTEGIDO	SAN MIGUEL	485537	8654795	3	40	UM3-BP-FSM	24/02/2016	885	727.62
BOSQUE PROTEGIDO	SAN MIGUEL	485700	8654805	4	20	UM4-BP-FSM	24/02/2016	838	855.7
BOSQUE PROTEGIDO	SAN MIGUEL	485700	8654805	4	40	UM4-BP-FSM	24/02/2016	1008	750.55

Fuente: Elaboración propia 2017



### Anexo 3. Análisis de suelo: caracterización

### BOSQUE PROTEGIDO

Cuadro 14. Resultado del análisis de suelo

Solicitante : INDUSTRIAL YJM S.A.C.

Departamento : MADRE DE DIOS  
LAS

Distrito : PIEDRAS

Referencia : H.R. 53786-049C-  
16

Fact.: 35670

Provincia : TAMBOPATA

Predio : FUNDO SAN MIGUEL  
SECTOR PAMPA HERMOSA

Fecha : 13/04/16

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena	Limo	Arcilla			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
								%	%	%			meq/100g							
3248	UM1-BP, Prof. 20 cm.	3.93	0.12	0.00	1.52	2.6	30	69	15	16	Fr.A.	8.00	0.91	0.25	0.15	0.14	1.00	2.45	1.45	18
3249	UM1-BP, Prof. 40 cm.	4.01	0.07	0.00	0.97	2.0	27	63	15	22	Fr.Ar.A.	7.52	0.78	0.18	0.12	0.14	1.00	2.23	1.23	16
3250	UM2-BP, Prof. 20 cm.	4.76	0.13	0.00	1.08	4.4	42	77	13	10	Fr.A.	3.84	1.18	0.35	0.20	0.15	0.10	1.98	1.88	49
3251	UM2-BP, Prof. 40 cm.	4.64	0.05	0.00	0.66	2.4	24	69	13	18	Fr.A.	4.00	0.91	0.32	0.12	0.13	0.30	1.78	1.48	37
3252	UM3-BP, Prof. 20 cm.	4.22	0.18	0.00	0.75	4.0	28	87	5	8	A.Fr.	3.68	0.94	0.25	0.15	0.12	0.30	1.77	1.47	40
3253	UM3-BP, Prof. 40 cm.	4.17	0.09	0.00	0.59	2.3	23	77	11	12	Fr.A.	3.84	0.90	0.23	0.16	0.14	1.00	2.44	1.44	37
3254	UM4-BP, Prof. 20 cm.	4.47	0.11	0.00	0.69	3.9	24	81	11	8	A.Fr.	3.52	1.04	0.30	0.15	0.12	0.20	1.82	1.62	46
3255	UM4-BP, Prof. 40 cm.	4.38	0.07	0.00	0.53	3.8	20	73	13	14	Fr.A.	4.32	0.88	0.23	0.15	0.14	0.50	1.90	1.40	32

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

Fuente: UNALAM

## MONOCULTIVO

### Cuadro 15. Resultado del análisis de suelo

Solicitante : INDUSTRIAL YJM S.A.C.

Departamento : MADRE DE DIOS

Distrito : LAS PIEDRAS

Referencia : H.R. 52978-011C-16

Fact.: 35285

Provincia : TAMBOPATA

Predio : SECTOR PAMPA HERMOSA  
FUNDO LAGO

Fecha : 01/02/16

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena	Limo	Arcilla			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
								%	%	%										
504	UM1-MC, Prof. 20 cm.	5.00	0.07	0.00	0.72	3.3	39	78	12	10	Fr.A.	6.40	0.62	0.42	0.06	0.08	0.20	1.38	1.18	18
505	UM1-MC, Prof. 40 cm.	4.55	0.03	0.00	0.49	2.0	43	68	12	20	Fr.Ar.A.	7.52	0.56	0.43	0.06	0.11	0.60	1.76	1.16	15
506	UM2-MC, Prof. 20 cm.	4.58	0.05	0.00	0.42	3.0	32	80	10	10	Fr.A.	7.36	0.49	0.45	0.05	0.06	0.20	1.25	1.05	14
507	UM2-MC, Prof. 40 cm.	4.44	0.03	0.00	0.48	1.2	29	72	10	18	Fr.A.	7.52	0.55	0.45	0.06	0.08	0.50	1.64	1.14	15
508	UM3-MC, Prof. 20 cm.	4.31	0.04	0.00	0.17	1.8	16	68	18	14	Fr.A.	8.00	0.41	0.32	0.05	0.09	0.40	1.26	0.86	11
509	UM3-MC, Prof. 40 cm.	4.48	0.07	0.00	0.64	2.4	22	74	20	6	Fr.A.	8.64	0.51	0.37	0.05	0.10	0.20	1.23	1.03	12
510	UM4-MC, Prof. 20 cm.	4.64	0.08	0.00	1.25	5.1	50	78	14	8	Fr.A.	7.36	0.83	0.52	0.05	0.13	0.20	1.73	1.53	21
511	UM4-MC, Prof. 40 cm.	4.63	0.06	0.00	0.43	1.8	39	66	16	18	Fr.A.	8.80	0.78	0.53	0.06	0.10	0.30	1.77	1.47	17

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

Fuente: UNALAM

## PASTIZAL

### Cuadro 16. Resultado del análisis de suelo

Solicitante : INDUSTRIAL YJM S.A.C.

Departamento : MADRE DE DIOS  
LAS

Distrito : PIEDRAS

Referencia : H.R. 53786-049C-16

Fact.: 35670

Provincia : TAMBOPATA

Predio : FUNDO LAGO  
SECTOR PAMPA HERMOSA

Fecha : 13/04/16

Número de Muestra	Lab	Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
3256	UM1-PZ, Prof. 20 cm.		5.19	0.07	0.00	1.43	3.3	45	75	11	14	Fr.A.	4.80	1.72	0.43	0.18	0.14	0.10	2.58	2.48	52
3257	UM1-PZ, Prof. 40 cm.		5.00	0.03	0.00	0.51	3.0	28	65	11	24	Fr.Ar.A.	5.12	1.89	0.53	0.16	0.13	0.20	2.92	2.72	53
3258	UM2-PZ, Prof. 20 cm.		5.21	0.05	0.00	1.63	2.9	56	71	13	16	Fr.A.	5.28	1.69	0.45	0.21	0.13	0.10	2.58	2.48	47
3259	UM2-PZ, Prof. 40 cm.		4.83	0.03	0.00	1.10	2.2	39	59	15	26	Fr.Ar.A.	6.08	1.80	0.52	0.17	0.16	0.10	2.74	2.64	43
3260	UM3-PZ, Prof. 20 cm.		5.23	0.07	0.00	1.69	2.1	65	71	15	14	Fr.A.	6.08	2.08	0.53	0.23	0.14	0.10	3.08	2.98	49
3261	UM3-PZ, Prof. 40 cm.		4.88	0.04	0.00	0.85	1.8	47	57	15	28	Fr.Ar.A.	6.40	1.87	0.55	0.20	0.13	0.20	2.95	2.75	43
3262	UM4-PZ, Prof. 20 cm.		5.34	0.06	0.00	1.69	2.0	64	77	9	14	Fr.A.	6.08	1.93	0.57	0.25	0.14	0.10	2.98	2.88	47
3263	UM4-PZ, Prof. 40 cm.		4.91	0.03	0.00	0.44	1.5	41	63	11	26	Fr.Ar.A.	6.08	1.60	0.40	0.23	0.15	0.30	2.67	2.37	39

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

Fuente: UNALAM

## SISTEMA AGROFORESTAL

### Cuadro 17. Resultado del análisis de suelo

Solicitante : INDUSTRIAL YJM S.A.C.

Departamento : MADRE DE DIOS  
 Distrito : LAS  
 : PIEDRAS

Provincia : TAMBOPATA

Predio : SECTOR PAMPA HERMOSA  
 FUNDO SAN MIGUEL

Referencia

: H.R. 52978-011C-16

Fact.: 35285

Fecha : 01/02/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
512	UM1-SAF, Prof. 20 cm.	4.69	0.08	0.00	0.77	4.8	63	78	10	12	Fr.A.	7.52	1.00	0.58	0.05	0.15	0.20	1.98	1.78	24
513	UM1-SAF, Prof. 40 cm.	3.85	0.06	0.00	0.50	1.8	52	70	12	18	Fr.A.	8.80	0.28	0.38	0.06	0.14	1.00	1.86	0.86	10
514	UM2-SAF, Prof. 20 cm.	4.90	0.14	0.00	0.98	4.2	44	82	12	6	A.Fr.	7.52	1.10	0.47	0.05	0.10	0.20	1.91	1.71	23
515	UM2-SAF, Prof. 40 cm.	4.87	0.04	0.00	0.40	2.4	27	78	10	12	Fr.A.	7.68	0.78	0.52	0.06	0.10	0.20	1.66	1.46	19
516	UM3-SAF, Prof. 20 cm.	4.30	0.21	0.00	1.39	6.2	94	74	14	12	Fr.A.	10.72	1.09	0.55	0.05	0.23	0.20	2.13	1.93	18
517	UM3-SAF, Prof. 40 cm.	4.06	0.08	0.00	0.45	2.4	71	68	14	18	Fr.A.	10.56	0.58	0.47	0.06	0.17	0.70	1.98	1.28	12
518	UM4-SAF, Prof. 20 cm.	4.53	0.08	0.00	0.44	2.4	49	62	30	8	Fr.A.	9.12	0.53	0.52	0.06	0.36	0.20	1.66	1.46	16
519	UM4-SAF, Prof. 40 cm.	4.10	0.04	0.00	0.55	1.7	43	70	12	18	Fr.A.	9.28	0.38	0.50	0.06	0.17	1.30	2.40	1.10	12

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

Fuente: Lab. Suelos - UNALAM

#### Anexo 4. Registro de datos de la macrofauna

Cuadro 18. Resultado de la identificación de la macrofauna del suelo en cuatros diferentes sistemas de uso edáfico.

SISTEMA DE USO	UNIDAD DE MUESTREO	MONOLITO	ORDEN	NUMERO DE INDIVIDUOS
BP	1	1	Blatodea	1
BP	1	1	Hymenoptera	2
BP	1	1	Isoptera	42
BP	1	1	Chilopoda	1
BP	1	1	Embioptera	1
BP	1	3	Coleoptera	1
BP	1	3	Hymenoptera	14
BP	1	3	Embioptera	3
BP	1	4	Coleoptera	3
BP	1	4	Hymenoptera	5
BP	1	5	Haplotaxida	1
BP	1	5	Coleoptera	3
BP	1	5	Hymenoptera	5
BP	1	5	Chilopoda	1
BP	1	6	Coleoptera	2
BP	1	6	Isoptera	2
BP	1	8	Coleoptera	1
BP	1	9	Diptera	1
BP	2	1	Hemiptera	3
BP	2	1	Diplopoda	1
BP	2	2	Coleoptera	2
BP	2	3	Coleoptera	2
BP	2	3	Hymenoptera	1
BP	2	4	Haplotaxida	1
BP	2	4	Hymenoptera	1
BP	2	4	Diplopoda	6
BP	2	4	Pulmonata	1
BP	2	5	Coleoptera	3
BP	2	5	Hymenoptera	3
BP	2	5	Diplopoda	6
BP	2	6	Coleoptera	2
BP	2	6	Blatodea	1
BP	2	6	Hymenoptera	1
BP	2	6	Diplopoda	1
BP	2	7	Coleoptera	2
BP	2	7	Diplopoda	1
BP	2	9	Coleoptera	1
BP	2	9	Hemiptera	1

BP	2	10	Diplopoda	5
BP	2	10	Pulmonata	1
BP	3	1	Haplotaxida	2
BP	3	1	Hymenoptera	1
BP	3	2	Coleoptera	1
BP	3	2	Blatodea	1
BP	3	3	Coleoptera	1
BP	3	3	Hymenoptera	1
BP	3	3	Isoptera	1
BP	3	4	Coleoptera	1
BP	3	4	Hymenoptera	1
BP	3	4	Chilopoda	1
BP	3	6	Coleoptera	1
BP	3	7	Coleoptera	1
BP	3	8	Araneae	1
BP	3	10	Blatodea	2
BP	4	2	Coleoptera	1
BP	4	3	Araneae	1
BP	4	3	Hymenoptera	1
BP	4	3	Diplopoda	1
BP	4	3	Escorpionida	1
BP	4	5	Coleoptera	1
BP	4	6	Coleoptera	2
BP	4	8	Coleoptera	1
BP	4	8	Hymenoptera	1
BP	4	9	Coleoptera	1
BP	4	9	Hymenoptera	1
MC	1	1	Coleoptera	3
MC	1	1	Hemiptera	1
MC	1	1	Hymenoptera	12
MC	1	1	Orthoptera	2
MC	1	1	Lepidoptera	1
MC	1	2	Araneae	1
MC	1	2	Coleoptera	2
MC	1	2	Hymenoptera	9
MC	1	2	Orthoptera	1
MC	1	3	Coleoptera	3
MC	1	3	Blatodea	1
MC	1	3	Orthoptera	3
MC	1	3	Chilopoda	1
MC	1	4	Coleoptera	3
MC	1	4	Lepidoptera	1
MC	1	5	Orthoptera	1
MC	1	6	Haplotaxida	1

MC	1	6	Araneae	1
MC	1	6	Coleoptera	2
MC	1	6	Orthoptera	1
MC	1	7	Araneae	1
MC	1	7	Coleoptera	3
MC	1	8	Coleoptera	1
MC	1	8	Hymenoptera	18
MC	1	8	Orthoptera	1
MC	1	8	Chilopoda	1
MC	1	9	Hymenoptera	2
MC	1	9	Lepidoptera	1
MC	1	10	Coleoptera	5
MC	1	10	Hemiptera	2
MC	1	10	Lepidoptera	1
MC	2	1	Coleoptera	4
MC	2	1	Blatodea	1
MC	2	1	Hemiptera	2
MC	2	1	Hymenoptera	3
MC	2	1	Orthoptera	1
MC	2	2	Araneae	1
MC	2	2	Coleoptera	1
MC	2	2	Blatodea	1
MC	2	2	Hymenoptera	1
MC	2	2	Orthoptera	1
MC	2	3	Araneae	1
MC	2	3	Coleoptera	8
MC	2	3	Isoptera	1
MC	2	3	Lepidoptera	1
MC	2	4	Araneae	1
MC	2	4	Coleoptera	4
MC	2	5	Coleoptera	4
MC	2	5	Hymenoptera	3
MC	2	6	Coleoptera	4
MC	2	6	Embioptera	1
MC	2	6	Lepidoptera	2
MC	2	6	Diplopoda	1
MC	2	7	Haplotaxida	1
MC	2	7	Araneae	2
MC	2	7	Coleoptera	4
MC	2	7	Hymenoptera	6
MC	2	8	Coleoptera	3
MC	2	8	Hemiptera	1
MC	2	8	Hymenoptera	1
MC	2	8	Lepidoptera	1
MC	2	9	Coleoptera	1

MC	2	9	Hemiptera	1
MC	2	9	Hymenoptera	2
MC	2	9	Orthoptera	1
MC	2	10	Coleoptera	1
MC	2	10	Blatodea	1
MC	2	10	Embioptera	1
MC	2	10	Hemiptera	1
MC	3	3	Haplotaxida	1
MC	3	3	Hymenoptera	17
MC	3	6	Araneae	2
MC	3	6	Coleoptera	1
MC	3	6	Hymenoptera	2
MC	3	7	Haplotaxida	1
MC	3	7	Hemiptera	1
MC	3	7	Orthoptera	1
MC	3	8	Araneae	2
MC	3	8	Coleoptera	2
MC	3	8	Hymenoptera	4
MC	3	8	Orthoptera	2
MC	3	8	Chilopoda	1
MC	3	9	Haplotaxida	1
MC	3	9	Hemiptera	1
MC	3	9	Orthoptera	1
MC	3	10	Haplotaxida	1
MC	3	10	Coleoptera	1
MC	3	10	Hymenoptera	1
MC	3	10	Diplopoda	2
MC	4	1	Coleoptera	1
MC	4	1	Hymenoptera	16
MC	4	1	Diplopoda	1
MC	4	2	Coleoptera	4
MC	4	2	Isoptera	1
MC	4	2	Orthoptera	2
MC	4	2	Diplopoda	1
MC	4	3	Coleoptera	6
MC	4	3	Diplopoda	1
MC	4	4	Chilopoda	1
MC	4	4	Diplopoda	1
MC	4	5	Coleoptera	1
MC	4	5	Hymenoptera	3
MC	4	5	Diplopoda	2
MC	4	6	Haplotaxida	1
MC	4	6	Coleoptera	1
MC	4	7	Coleoptera	1
MC	4	7	Orthoptera	1



MC	4	7	Chilopoda	1
MC	4	8	Coleoptera	2
MC	4	8	Hymenoptera	1
MC	4	8	Orthoptera	1
MC	4	9	Araneae	1
MC	4	9	Diptera	1
MC	4	9	Hymenoptera	3
MC	4	10	Hymenoptera	2
PZ	1	1	Coleoptera	1
PZ	1	1	Lepidoptera	1
PZ	1	1	Hymenoptera	1
PZ	1	1	Isoptera	2
PZ	1	1	Chilopoda	1
PZ	1	1	Diplopoda	1
PZ	1	2	Haplotaxida	1
PZ	1	2	Lepidoptera	1
PZ	1	3	Haplotaxida	2
PZ	1	3	Hemiptera	1
PZ	1	4	Coleoptera	1
PZ	1	4	Embioptera	1
PZ	1	4	Hymenoptera	1
PZ	1	5	Coleoptera	2
PZ	1	5	Diplopoda	2
PZ	1	6	Hymenoptera	10
PZ	1	7	Hymenoptera	1
PZ	1	8	Coleoptera	2
PZ	1	8	Orthoptera	1
PZ	1	9	Haplotaxida	1
PZ	1	9	Coleoptera	1
PZ	1	9	Diplopoda	1
PZ	2	2	Haplotaxida	1
PZ	2	2	Coleoptera	1
PZ	2	2	Hymenoptera	2
PZ	2	3	Hymenoptera	110
PZ	2	4	Haplotaxida	2
PZ	2	4	Hemiptera	1
PZ	2	4	Hymenoptera	1
PZ	2	4	Orthoptera	1
PZ	2	5	Haplotaxida	1
PZ	2	5	Isoptera	3
PZ	2	6	Haplotaxida	1
PZ	2	6	Blatodea	1
PZ	2	6	Hemiptera	1
PZ	2	6	Hymenoptera	1
PZ	2	6	Isoptera	6

PZ	2	6	Chilopoda	1
PZ	2	7	Coleoptera	2
PZ	2	7	Hemiptera	1
PZ	2	7	Orthoptera	2
PZ	2	7	Chilopoda	1
PZ	2	8	Haplotaxida	1
PZ	2	8	Coleoptera	1
PZ	2	8	Lepidoptera	1
PZ	2	9	Coleoptera	1
PZ	2	9	Embioptera	1
PZ	2	9	Hemiptera	2
PZ	2	9	Diplopoda	1
PZ	2	10	Coleoptera	2
PZ	2	10	Chilopoda	1
PZ	3	1	Haplotaxida	1
PZ	3	1	Coleoptera	2
PZ	3	1	Embioptera	2
PZ	3	1	Isoptera	1
PZ	3	1	Chilopoda	1
PZ	3	2	Haplotaxida	1
PZ	3	2	Araneae	1
PZ	3	2	Hymenoptera	1
PZ	3	2	Isoptera	2
PZ	3	3	Haplotaxida	2
PZ	3	3	Hemiptera	1
PZ	3	4	Haplotaxida	1
PZ	3	4	Embioptera	1
PZ	3	4	Hymenoptera	1
PZ	3	5	Hemiptera	1
PZ	3	5	Hymenoptera	1
PZ	3	6	Coleoptera	1
PZ	3	6	Embioptera	1
PZ	3	6	Hymenoptera	10
PZ	3	8	Hemiptera	1
PZ	3	9	Haplotaxida	1
PZ	3	9	Coleoptera	1
PZ	3	9	Hymenoptera	1
PZ	3	10	Haplotaxida	4
PZ	3	10	Coleoptera	3
PZ	3	10	Isoptera	1
PZ	4	1	Chilopoda	1
PZ	4	1	Diplopoda	16
PZ	4	2	Coleoptera	1
PZ	4	2	Embioptera	1
PZ	4	2	Chilopoda	2

PZ	4	2	Diplopoda	3
PZ	4	3	Hemiptera	1
PZ	4	3	Diplopoda	7
PZ	4	5	Haplotaxida	1
PZ	4	5	Blatodea	1
PZ	4	5	Hemiptera	1
PZ	4	5	Hymenoptera	6
PZ	4	7	Haplotaxida	4
PZ	4	7	Hemiptera	1
PZ	4	8	Coleoptera	4
PZ	4	8	Chilopoda	2
PZ	4	9	Haplotaxida	1
PZ	4	9	Hemiptera	1
PZ	4	10	Hemiptera	1
PZ	4	10	Orthoptera	2
PZ	4	10	Chilopoda	1
SAF	1	1	Araneae	1
SAF	1	1	Coleoptera	7
SAF	1	1	Blatodea	1
SAF	1	1	Lepidoptera	1
SAF	1	1	Hemiptera	1
SAF	1	1	Hymenoptera	7
SAF	1	1	Dermaptera	6
SAF	1	2	Araneae	1
SAF	1	2	Coleoptera	2
SAF	1	2	Blatodea	2
SAF	1	2	Lepidoptera	2
SAF	1	2	Hymenoptera	2
SAF	1	2	Orthoptera	1
SAF	1	3	Coleoptera	2
SAF	1	3	Hymenoptera	6
SAF	1	4	Coleoptera	4
SAF	1	4	Lepidoptera	1
SAF	1	4	Hymenoptera	2
SAF	1	5	Coleoptera	5
SAF	1	5	Lepidoptera	3
SAF	1	5	Hemiptera	2
SAF	1	5	Hymenoptera	1
SAF	1	6	Coleoptera	3
SAF	1	6	Lepidoptera	2
SAF	1	6	Hymenoptera	1
SAF	1	6	Orthoptera	1
SAF	1	7	Coleoptera	1
SAF	1	7	Orthoptera	1
SAF	1	8	Coleoptera	2

SAF	1	8	Blatodea	1
SAF	1	8	Orthoptera	1
SAF	1	9	Araneae	1
SAF	1	9	Coleoptera	1
SAF	1	9	Lepidoptera	1
SAF	1	9	Hymenoptera	4
SAF	1	10	Coleoptera	5
SAF	1	10	Lepidoptera	2
SAF	1	10	Orthoptera	1
SAF	2	1	Araneae	1
SAF	2	1	Coleoptera	3
SAF	2	1	Hymenoptera	8
SAF	2	1	Orthoptera	6
SAF	2	2	Haplotaxida	1
SAF	2	2	Araneae	1
SAF	2	2	Coleoptera	4
SAF	2	2	Lepidoptera	2
SAF	2	2	Hymenoptera	22
SAF	2	2	Orthoptera	1
SAF	2	3	Coleoptera	2
SAF	2	3	Lepidoptera	1
SAF	2	3	Hymenoptera	1
SAF	2	4	Araneae	1
SAF	2	4	Coleoptera	1
SAF	2	4	Hemiptera	1
SAF	2	4	Hymenoptera	17
SAF	2	5	Araneae	3
SAF	2	5	Coleoptera	3
SAF	2	5	Blatodea	1
SAF	2	5	Hymenoptera	6
SAF	2	5	Orthoptera	1
SAF	2	6	Lepidoptera	1
SAF	2	6	Hymenoptera	18
SAF	2	6	Diptera	1
SAF	2	7	Araneae	1
SAF	2	7	Coleoptera	4
SAF	2	7	Hemiptera	1
SAF	2	7	Hymenoptera	4
SAF	2	7	Orthoptera	1
SAF	2	8	Coleoptera	4
SAF	2	8	Hemiptera	1
SAF	2	8	Hymenoptera	35
SAF	2	8	Orthoptera	3
SAF	2	9	Coleoptera	1
SAF	2	9	Hemiptera	1

SAF	2	9	Orthoptera	37
SAF	2	10	Coleoptera	2
SAF	2	10	Lepidoptera	1
SAF	2	10	Hemiptera	1
SAF	2	10	Hymenoptera	25
SAF	2	10	Orthoptera	2
SAF	2	10	Chilopoda	1
SAF	3	1	Haplotaxida	2
SAF	3	1	Coleoptera	5
SAF	3	1	Orthoptera	1
SAF	3	2	Haplotaxida	7
SAF	3	2	Coleoptera	4
SAF	3	2	Blatodea	2
SAF	3	2	Hemiptera	2
SAF	3	2	Hymenoptera	11
SAF	3	2	Isoptera	11
SAF	3	2	Dermaptera	1
SAF	3	3	Haplotaxida	2
SAF	3	3	Araneae	1
SAF	3	3	Coleoptera	2
SAF	3	3	Hymenoptera	5
SAF	3	3	Isoptera	32
SAF	3	4	Coleoptera	3
SAF	3	4	Hymenoptera	2
SAF	3	4	Isoptera	52
SAF	3	4	Orthoptera	1
SAF	3	4	Diplopoda	2
SAF	3	5	Haplotaxida	5
SAF	3	5	Araneae	1
SAF	3	5	Coleoptera	3
SAF	3	5	Hymenoptera	147
SAF	3	5	Isoptera	4
SAF	3	5	Orthoptera	3
SAF	3	6	Haplotaxida	9
SAF	3	6	Araneae	1
SAF	3	6	Coleoptera	7
SAF	3	6	Hymenoptera	15
SAF	3	6	Isoptera	58
SAF	3	7	Haplotaxida	1
SAF	3	7	Coleoptera	4
SAF	3	7	Hymenoptera	25
SAF	3	7	Isoptera	5
SAF	3	7	Diplopoda	1
SAF	3	7	Escorpionida	1
SAF	3	8	Haplotaxida	1

SAF	3	8	Araneae	1
SAF	3	8	Coleoptera	1
SAF	3	8	Hemiptera	1
SAF	3	8	Hymenoptera	5
SAF	3	8	Isoptera	13
SAF	3	8	Dermaptera	1
SAF	3	9	Haplotaxida	1
SAF	3	9	Araneae	1
SAF	3	9	Coleoptera	4
SAF	3	9	Hemiptera	4
SAF	3	9	Hymenoptera	8
SAF	3	9	Isoptera	31
SAF	3	9	Orthoptera	2
SAF	3	9	Diplopoda	1
SAF	3	10	Coleoptera	9
SAF	3	10	Lepidoptera	1
SAF	3	10	Isoptera	10
SAF	3	10	Orthoptera	1
SAF	3	10	Diplopoda	1
SAF	4	1	Coleoptera	7
SAF	4	1	Lepidoptera	1
SAF	4	1	Hemiptera	1
SAF	4	1	Hymenoptera	3
SAF	4	1	Orthoptera	1
SAF	4	2	Coleoptera	4
SAF	4	2	Hemiptera	1
SAF	4	2	Isoptera	4
SAF	4	2	Chilopoda	1
SAF	4	2	Diplopoda	1
SAF	4	3	Araneae	1
SAF	4	3	Coleoptera	2
SAF	4	3	Isoptera	2
SAF	4	4	Coleoptera	10
SAF	4	4	Hemiptera	1
SAF	4	4	Isoptera	1
SAF	4	4	Orthoptera	2
SAF	4	5	Araneae	1
SAF	4	5	Coleoptera	2
SAF	4	5	Hemiptera	4
SAF	4	5	Diptera	1
SAF	4	6	Araneae	1
SAF	4	6	Coleoptera	13
SAF	4	6	Lepidoptera	1
SAF	4	6	Hymenoptera	26
SAF	4	6	Isoptera	3

SAF	4	7	Coleoptera	7
SAF	4	7	Lepidoptera	1
SAF	4	7	Hemiptera	3
SAF	4	7	Hymenoptera	16
SAF	4	8	Haplotaxida	1
SAF	4	8	Araneae	1
SAF	4	8	Coleoptera	6
SAF	4	8	Hymenoptera	4
SAF	4	8	Orthoptera	1
SAF	4	9	Haplotaxida	1
SAF	4	9	Araneae	3
SAF	4	9	Coleoptera	4
SAF	4	9	Blatodea	1
SAF	4	9	Hemiptera	5
SAF	4	9	Hymenoptera	12
SAF	4	9	Isoptera	1
SAF	4	10	Araneae	2
SAF	4	10	Coleoptera	7
SAF	4	10	Blatodea	3
SAF	4	10	Hemiptera	1
SAF	4	10	Hymenoptera	2
SAF	4	10	Orthoptera	2
SAF	4	10	Chilopoda	2

Fuente: Lab. Entomología - UNSAAC

## Anexo 5. Registro de imágenes







**Figura E. Materiales equipos y herramientas**



**Figura F. Extracción de los macroinvertebrados**





Figura G. Obtención de muestras simples

## Anexo 6. Certificados

### Certificado 1: Identificación Muestras Biologicas

#### UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- **APARTADO POSTAL**  
N° 921 - Cusco - Perú
- **FAX:** 238156 - 238173 - 222512
- **RECTORADO**  
Calle Tigre N° 127  
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- **CIUDAD UNIVERSITARIA**  
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- **CENTRAL TELEFÓNICA:** 232398 - 252210  
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- **LOCAL CENTRAL**  
Plaza de Armas s/n  
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- **MUSEO INKA**  
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- **CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**  
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- **COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"**  
Av. De la Cultura N° 721  
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

#### CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS BIOLÓGICAS

Cusco, 20 de Marzo del 2017

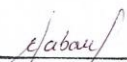
A quien corresponda.

Sirva el presente documento, para certificar la identificación taxonómica del material biológico que el Bach. Gerson Sánchez Díaz, en el marco de su proyecto de tesis "EVALUACION DE LA MACROFAUNA DEL SUELO EN CUATRO DIFERENTES SISTEMAS DE USO, EN EL DISTRITO LAS PIEDRAS, PROVINCIA DE TAMBOPATA, DEPARTAMENTO MADRE DE DIOS".

La identificación taxonómica fue realizada en la colección entomológica de la Universidad del Cusco (CEUC – UNSAAC), Laboratorio de Entomología C – 333 de la Universidad San Antonio Abad del Cusco, donde al mismo tiempo todo el material biológico está depositado.

En detalle, se identificaron 16 órdenes que se mencionan a continuación, haciendo un total de 1751 individuos:

N°	Orden	N° Individuos
1	Araneae	40
2	Blatodea	22
3	Chilopoda	23
4	Coleoptera	295
5	Dermaptera	8
6	Diplopoda	67
7	Diptera	4
8	Embioptera	13
9	Escorpionida	2
10	Haplotaaxida	68
11	Hemiptera	59
12	Hymenoptera	731
13	Isoptera	289
14	Lepidoptera	32
15	Orthoptera	96
16	Pulmonata	2
Total		1751

  
**Erick Yávar Landa**  
 CBP. 1717



Certificado 2: Análisis de suelo Sistema Agroforestal



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN**

Solicitante : INDUSTRIAL YJM S.A.C.  
 Departamento : MADRE DE DIOS  
 Distrito : LAS PIEDRAS  
 Referencia : H.R. 52978-011C-16  
 Fact.: 35285

Provincia : TAMBOPATA  
 Predio : SECTOR PAMPA HERMOSA  
 FUNDO SAN MIGUEL  
 Fecha : 01/02/16

Lab	Número de Muestra		C.E. (1:1) dS/m	pH (1:1)	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
	Claves	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
512	UM1-SAF	Prof. 20 cm.	0.08	4.69	0.00	0.77	4.8	63	78	10	12	Fr.A.	7.52	1.00	0.68	0.05	0.15	0.20	1.98	1.78	24
513	UM1-SAF	Prof. 40 cm.	0.06	3.85	0.00	0.50	1.8	52	70	12	18	Fr.A.	8.80	0.28	0.38	0.06	0.14	1.00	1.86	0.86	10
514	UM2-SAF	Prof. 20 cm.	0.14	4.90	0.00	0.98	4.2	44	82	12	6	A.Fr.	7.52	1.10	0.47	0.05	0.10	0.20	1.91	1.71	23
515	UM2-SAF	Prof. 40 cm.	0.04	4.87	0.00	0.40	2.4	27	78	10	12	Fr.A.	7.68	0.78	0.52	0.06	0.10	0.20	1.66	1.46	19
516	UM3-SAF	Prof. 20 cm.	0.21	4.30	0.00	1.39	6.2	94	74	14	12	Fr.A.	10.72	1.09	0.55	0.05	0.23	0.20	2.13	1.93	18
517	UM3-SAF	Prof. 40 cm.	0.08	4.06	0.00	0.45	2.4	71	68	14	18	Fr.A.	10.56	0.58	0.47	0.06	0.17	0.70	1.98	1.28	12
518	UM4-SAF	Prof. 20 cm.	0.08	4.53	0.00	0.44	2.4	49	62	30	8	Fr.A.	9.12	0.53	0.52	0.06	0.36	0.20	1.66	1.46	16
519	UM4-SAF	Prof. 40 cm.	0.04	4.10	0.00	0.55	1.7	43	70	12	18	Fr.A.	9.28	0.38	0.50	0.06	0.17	1.30	2.40	1.10	12

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

*Sady Garcia Bendezu*  
 Jefe del Laboratorio

## Certificado 3: Análisis de suelo Bosque Protegido



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : INDUSTRIAL YJM S.A.C.

Departamento : MADRE DE DIOS  
Distrito : LAS PIEDRAS

Referencia : H.R. 53786-049C-16

Fact.: 35670

Provincia : TAMBOPATA  
Predio : FUNDO SAN MIGUEL  
SECTOR PAMPA HERMOSA  
Fecha : 13/04/16

Lab	Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g			Suma de Cationes Bases	Suma de Sat. De Bases %			
	Claves								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>			Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>	
3248	UM1-BP	Prof. 20 cm.	3.93	0.12	0.00	1.52	2.6	30	69	15	16	Fr.A.	8.00	0.91	0.25	0.15	0.14	1.00	2.45	1.45	18
3249	UM1-BP	Prof. 40 cm.	4.01	0.07	0.00	0.97	2.0	27	63	15	22	Fr.Ar.A.	7.52	0.78	0.18	0.12	0.14	1.00	2.23	1.23	16
3250	UM2-BP	Prof. 20 cm.	4.76	0.13	0.00	1.08	4.4	42	77	13	10	Fr.A.	3.84	1.18	0.35	0.20	0.15	0.10	1.98	1.88	49
3251	UM2-BP	Prof. 40 cm.	4.64	0.05	0.00	0.66	2.4	24	69	13	18	Fr.A.	4.00	0.91	0.32	0.12	0.13	0.30	1.78	1.48	37
3252	UM3-BP	Prof. 20 cm.	4.22	0.18	0.00	0.75	4.0	28	87	5	8	A.Fr.	3.68	0.94	0.25	0.15	0.12	0.30	1.77	1.47	40
3253	UM3-BP	Prof. 40 cm.	4.17	0.09	0.00	0.59	2.3	23	77	11	12	Fr.A.	3.84	0.90	0.23	0.16	0.14	1.00	2.44	1.44	37
3254	UM4-BP	Prof. 20 cm.	4.47	0.11	0.00	0.69	3.9	24	81	11	8	A.Fr.	3.52	1.04	0.30	0.15	0.12	0.20	1.82	1.62	46
3255	UM4-BP	Prof. 40 cm.	4.38	0.07	0.00	0.53	3.8	20	73	13	14	Fr.A.	4.32	0.88	0.23	0.15	0.14	0.50	1.90	1.40	32

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

Sady García Bendezy  
 Jefe del Laboratorio

## Certificado 4: Análisis de suelo Pastizal



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



## ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : INDUSTRIAL YJM S.A.C.

Departamento : MADRE DE DIOS  
Distrito : LAS PIEDRAS

Referencia : H.R. 53786-049C-16

Provincia : TAMBOPATA  
Predio : FUNDO LAGO  
Sector : SECTOR PAMPA HERMOSA  
Fecha : 13/04/16

Fact.: 35670

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico		Clase	CIC	Cationes Cambiables meq/100g			Suma de Cationes Bases	Suma de Bases %			
								Arena %	Limo %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>			Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>	
3256	UM1-PZ, Prof. 20 cm.	5.19	0.07	0.00	1.43	3.3	45	11	14	Fr.A.	4.80	1.72	0.43	0.18	0.14	0.10	2.58	2.48	52
3257	UM1-PZ, Prof. 40 cm.	5.00	0.03	0.00	0.51	3.0	28	11	24	Fr.Ar.A.	5.12	1.89	0.53	0.16	0.13	0.20	2.92	2.72	53
3258	UM2-PZ, Prof. 20 cm.	5.21	0.05	0.00	1.63	2.9	56	13	16	Fr.A.	5.28	1.69	0.45	0.21	0.13	0.10	2.58	2.48	47
3259	UM2-PZ, Prof. 40 cm.	4.83	0.03	0.00	1.10	2.2	39	15	26	Fr.Ar.A.	6.08	1.80	0.52	0.17	0.16	0.10	2.74	2.64	43
3260	UM3-PZ, Prof. 20 cm.	5.23	0.07	0.00	1.69	2.1	65	15	14	Fr.A.	6.08	2.08	0.53	0.23	0.14	0.10	3.08	2.98	49
3261	UM3-PZ, Prof. 40 cm.	4.88	0.04	0.00	0.85	1.8	47	15	28	Fr.Ar.A.	6.40	1.87	0.55	0.20	0.13	0.20	2.95	2.75	43
3262	UM4-PZ, Prof. 20 cm.	5.34	0.06	0.00	1.69	2.0	64	7	14	Fr.A.	6.08	1.93	0.57	0.25	0.14	0.10	2.98	2.88	47
3263	UM4-PZ, Prof. 40 cm.	4.91	0.03	0.00	0.44	1.5	41	11	26	Fr.Ar.A.	6.08	1.60	0.40	0.23	0.15	0.30	2.67	2.37	39

A = Arena ; A.Fr. = Franco Arenoso ; Fr.A. = Franco Arcilloso ; 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

Dr. Sady García Bendeziú  
 Jefe del Laboratorio



Certificado 5: Análisis de suelo Monocultivo



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : INDUSTRIAL YJM S.A.C.

Departamento : MADRE DE DIOS  
 Distrito : LAS PIEDRAS

Referencia : H.R. 52978-011C-16

Provincia : TAMBOPATA  
 Predio : SECTOR PAMPA HERMOSA  
 FUNDO LAGO  
 Fecha : 01/02/16

Fact.: 35285

Lab	Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables				Suma de Cationes Bases	Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases	
	Claves								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>2+</sup> meq/100g	Mg <sup>2+</sup> meq/100g	K <sup>+</sup> meq/100g	Na <sup>+</sup> meq/100g				Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup> meq/100g
504	UM1-MC	Prof. 20 cm.	5.00	0.07	0.00	0.72	3.3	39	78	12	10	Fr.A.	6.40	0.62	0.42	0.06	0.08	0.20	1.38	1.18	18
505	UM1-MC	Prof. 40 cm.	4.55	0.03	0.00	0.49	2.0	43	68	12	20	Fr.Ar.A.	7.52	0.56	0.43	0.06	0.11	0.60	1.76	1.16	15
506	UM2-MC	Prof. 20 cm.	4.58	0.05	0.00	0.42	3.0	32	80	10	10	Fr.A.	7.36	0.49	0.45	0.05	0.06	0.20	1.25	1.05	14
507	UM2-MC	Prof. 40 cm.	4.44	0.03	0.00	0.48	1.2	29	72	10	18	Fr.A.	7.52	0.55	0.45	0.06	0.08	0.50	1.64	1.14	15
508	UM3-MC	Prof. 20 cm.	4.31	0.04	0.00	0.17	1.8	16	68	18	14	Fr.A.	8.00	0.41	0.32	0.05	0.09	0.40	1.26	0.86	11
509	UM3-MC	Prof. 40 cm.	4.48	0.07	0.00	0.64	2.4	22	74	20	6	Fr.A.	8.64	0.51	0.37	0.05	0.10	0.20	1.23	1.03	12
510	UM4-MC	Prof. 20 cm.	4.64	0.08	0.00	1.25	5.1	50	78	14	8	Fr.A.	7.36	0.83	0.52	0.05	0.13	0.20	1.73	1.53	21
511	UM4-MC	Prof. 40 cm.	4.63	0.06	0.00	0.43	1.8	39	66	16	18	Fr.A.	8.80	0.78	0.53	0.06	0.10	0.30	1.77	1.47	17

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

*Sady García Bendezu*  
 Jefe del Laboratorio