

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**



**DIVERSIDAD DE MACROFAUNA EDÁFICA EN DIFERENTES TIPOS  
TAXONÓMICOS DE SUELOS EN EL SECTOR TRAMPOLIN, PUMAHUASI -  
LEONCIO PRADO- 2018**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES- MENCIÓN  
CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

**JULIO GIANNI ROJAS GARCIA**

**TINGO MARÍA – PERÚ**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María – Perú

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 19 de Noviembre del 2018, a horas 7:10 p.m. en la Sala de Sesiones del Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

**“DIVERSIDAD DE MACROFAUNA EDAFICA EN DIFERENTES TIPOS TAXONÓMICOS DE SUELOS EN EL SECTOR TRAMPOLIN, PUMAHUASI – LEONCIO PRADO - 2018”**

Presentado por el Bachiller: **ROJAS GARCÍA, Julio Gianni**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 10 de Diciembre del 2018

**Blgo. MSc. JOSÉ KALIÓN GUERRA LU**  
**PRESIDENTE**



**Dr. LUIS EDUARDO ORÉ CIERTO**  
**VOGAL**

**Ing. MSc. SANDRO JUNIOR RUIZ CASTRE**  
**VOGAL**

**Ing. MSc. NELINO FLORIDA ROFNER**  
**ASESOR**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivos Específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
2.1 Clasificación de suelos.....	3
2.2 Soil Taxonomy, criterios de la versión 2014.....	4
2.3 Horizontes genéticos.....	5
2.3.1 Reglas de nomenclatura.....	5
2.4 Horizonte de diagnóstico.....	7
2.4.1 Horizonte de diagnóstico superficial.....	7
2.4.2. Horizontes de diagnóstico sub superficiales (endopedon).....	8
2.5 Regímenes de humedad y temperatura.....	8
2.6 Ordenes según la Soil Taxonomy.....	9
2.7 Ordenes representativos en el área de estudio.....	11
2.7.1 Entisol.....	11
2.7.2 Inceptisol.....	12
2.8 Antecedentes de clasificación en el ámbito del proyecto.....	13
2.9 Macrofauna del suelo .....	14
2.10 Calidad biológica del suelo.....	17
2.11 El suelo.....	18
2.12 Evaluación de los macroinvertebrados.....	19
2.13 Índices de diversidad Alfa.....	21

2.14	Diversidad Beta .....	23
2.15	Antecedentes sobre diversidad de macro invertebrados.....	23
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1	Ubicación del lugar de estudio.....	28
3.2	Ubicación geográfica y política del área de estudio.....	28
3.3	Características generales del área de estudio.....	29
3.4	Materiales y equipos.....	31
3.5	Metodología .....	32
3.6	Clasificación taxonómica del suelo.....	32
3.6	Diseño de campo para la evaluación de macrofauna.....	34
3.8	Colecta e identificación de macrofauna.....	35
3.9	Indicadores de la macrofauna a evaluar.....	36
3.10	Variables de estudio.....	38
IV.	RESULTADOS.....	39
4.1	Clasificación taxonómica del suelo.....	39
4.2	Macroinvertebrados en los diferentes tipos taxonómicos.....	46
4.3	Índices de diversidad en diferentes tipos taxonómicos .....	48
V.	DISCUSIÓN.....	50
5.1	De la clasificación de suelos.....	50
5.2	De los índices de diversidad en los diferentes tipos taxonómicos de suelo .....	52
VI.	CONCLUSIÓN .....	56
VII.	RECOMENDACIÓN .....	57
VIII.	ABSTRAC.....	58
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

X.	ANEXOS .....	64
10.1	Clasificación de los suelos.....	64
9.2	Evaluación de los macro invertebrados .....	64
9.3	Análisis de suelo.....	69
9.4	Mapa de ubicación.....	70
9.5	Mapa fisiográfico.....	71

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
01. Horizontes genéticos principales .....	6
02. Régimen de temperatura.....	8
03. Regímenes de humedad.....	9
04. Órdenes y sus principales características .....	10
05. Tipos de suelos a nivel de la región Huánuco .....	13
06. Clasificación de suelos en la zona de uso especial del PNTM.....	14
07. Función de los principales organismos del suelo .....	16
08. Indicadores físicos y químicos evaluados.....	34
09. Clasificación taxonómica del suelo.....	39
10. Características ecofisiográficas de la calicata C1 Cb .....	40
11. Descripción del perfil de la calicata C1Cb .....	41
12. Características ecofisiográficas de la calicata C2 Tm .....	42
13. Descripción del perfil de la calicata C2Tm .....	43
14. Características ecofisiográficas de la calicata C3Tb.....	44
15. Descripción del perfil de la calicata C3Tb.....	45
16. Macroinvertebrados en suelo Inceptisol- Typic Eutrudeps.....	46
17. Macroinvertebrados en suelo Inceptisol - Fluventic Eutrudepts.....	47
18. Macroinvertebrados en suelo Entisol - Typic Udifluents.....	47
19. Índices de diversidad en la calicata 1 .....	48
20. Índices de diversidad en la calicata 2 .....	48
21. Índices de diversidad en calicata C3Tb.....	49

22. Epipedones u horizontes superficiales.....	66
23. Endopedones u horizontes subsuperficiales.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
01. Estructura jerárquica de la Soil Taxónomy.....	5
02. Plano de ubicación política del área de estudio.....	28
03. Puntos de muestreo de macrofauna .....	35
04. Monolito en estratos sucesivos.....	35
05. Perfil modal y paisaje de la calicata C1Cb.....	42
06. Perfil modal y paisaje de la calicata C2Tm .....	44
07. Perfil modal y paisaje de la calicata C3Tb.....	46
08. Comportamiento de los índices en diferentes tipos taxonómicos de Suelos.....	49
09. Apertura y lectura de calicatas .....	64
10. Extracción de muestras con el monolito.....	64
11. Extracción de los macro invertebrados .....	65
12. Identificación de los macro invertebrados .....	65

## DEDICATORIA

A Jehová Dios; quien con su infinito amor y misericordia me ha dado vida y salud, fuerza y constancia, discernimiento en momentos de incertidumbre y alegría en momentos difíciles. Por gozar del privilegio de su protección en el camino diario de la vida.

A mis hermanos, Oliver James, Pier Fernando, Marisol, Reynold y Luis Esteban, a mi sobrina Marioly Dalai, por su amor, amistad y por su apoyo.

A mi amada madre Dalia García por su incondicional amor y guía, por tantos sacrificios y por ser la motivación más grande y poderosa para seguir adelante. Me ha dado lo que nadie, todo lo que soy se lo debo a ella.

A Fiorella Zenaida Alvarado Cabrera, por su amistad y paciencia, por los años compartidos, por todo lo maravilloso regalado, por ser imagen de lucha, valentía, perseverancia y fortaleza frente a las dificultades de la vida, agradezco tu desinteresado apoyo, por ayudarme siempre que lo necesité, por impulsarme a culminar mi carrera y siempre creer en mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Jehová Dios, tu amor y tu bondad son tan magnificas como tus maravillas, me das la oportunidad de hacer el bien con cada día de vida otorgado, por disfrutar de tu creación y mis logros que son resultado de tu guía, por darme fortaleza frente a los azotes de la vida y por regalarme la manifestación de tu amor a través del amor de las personas que amo.

A mi casa de estudios, la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme forjado profesionalmente en sus aulas, a todos los docentes que fueron partícipes de este proceso directa o indirectamente, agradezco en especial a mi asesor Ing. MSc. Nelino Florida Rofner por su asesoría y orientación en mi trabajo de investigación.

A Fiorella Zenaida Alvarado Cabrera por el maravilloso privilegio de haber compartido una década de compañerismo y amor a tu lado, por su gran apoyo, paciencia e impulso, por siempre ocupar toda mi mente y mi corazón, siempre estaré agradecido por todo lo bueno que me regalaste y eres merecedora de gran parte del reconocimiento por este logro, hoy y por siempre, gracias.

A familia por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar, creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por siempre confiar en mí.

Al Sr. Miguel Manrique de Lara y esposa por la confianza y paciencia brindada en todos estos años y por haberme acogido en su sagrado hogar.

## RESUMEN

En la región tenemos una diversificación de tipos de suelos (de origen aluvial y residual) y en consecuencia una pluralidad en la composición biológica de los macro invertebrados. Por ello, la investigación evaluó los índices de diversidad de los macro invertebrados en diferentes tipos taxonómicos de suelo en el sector Trampolín, distrito de Daniel Alomía Robles-Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado. La metodología utilizada para la clasificación del suelo fue la Soil Taxonomy versión 2014 y para la evaluación de la macrofauna la metodología de la tropical soil biology and fertility (TSBF) propuesta por ANDERSON e INGRAM. (1993), se determinaron los índices de diversidad alfa (Shannon – Wiener y Simpson) y la diversidad beta con el índice de Pielou. Los resultados muestran a tres sub órdenes; Typic Eutrudepts y Fluventic Eutrudepts para el orden Inceptisol y Typic Udifluvents para el orden Entisol. Además, el suelo Typic Eutrudepts, presenta seis taxones y valores bajos en los índices J= índice de equidad, H= índice de Shannon y D= índice de Simpson. Para la calicata C2Tm, suelo Fluventic Eutrudepts se encontró seis taxones y valores bajos para D, medio para H, y alto para J. Para la calicata C3Tb, Typic Udifluvents, presenta 7 taxones y valores bajos para el índice D y H, alto para el índice J. En conclusión, hay mayor diversidad en los suelos Inceptisols (Fluventic Eutrudepts y Typic Eutrudepts) y menor en el Entisols (Typic Udifluvents).

## I. INTRODUCCIÓN

En la región tenemos una diversificación de tipos de suelos (de origen aluvial y residual) y en consecuencia una pluralidad en la composición biológica de los macro invertebrados. Para ALTIERI *et al.* (1999) la transformación de los bosques en sistemas de usos se traduce en pérdida de biodiversidad asociada a la transformación de ecosistemas naturales por cultivos, que modifican el flujo de nutriente y energía. Pero, cual es el papel que desempeña cada tipo taxonómico de suelo en la dinámica de los macroinvertebrados, independientemente del uso, es un tema poco estudiado.

A la macrofauna se le confiere gran importancia por su participación en procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica y en el mejoramiento de la estructura del suelo, al acelerar el proceso de reciclaje de nutrientes en los ecosistemas (CABRERA y CRESPO, 2001). Además, por su intervención en procesos de infiltración, aireación e incorporación de la materia orgánica en el suelo (RAMÍREZ *et al.*, 2014). Sin embargo, La agricultura en el trópico siempre ha supuesto un impacto ambiental con diferentes niveles de afectación, pues hay que talar bosques para tener suelos aptos para el cultivo. En consecuencia, las investigaciones se han orientado a evaluar los impactos causados por los diferentes usos, sin considerar al tipo taxonómico de suelo.

En Leoncio Prado no se han realizado trabajos de investigación sobre los diferentes tipos taxonómicos y la diversidad de macro invertebrados del suelo, independientemente del uso del suelo, por lo tanto, los resultados de esta investigación contribuirán con información básica sobre la importancia de los macro invertebrados y su función en la conservación del suelo. En este contexto, la tesis planteo como problema general ¿en qué medida la diversidad de macrofauna edáfica es afectada por los diferentes tipos taxonómicos de suelos en el sector Trampolín?, teniendo como hipótesis: ¿los diferentes índices de diversidad de macro invertebrados presentan variación según los tipos taxonómicos de suelos.

La investigación tuvo como objetivos:

### **1.1. Objetivo general**

Evaluar la diversidad de la macrofauna en diferentes tipos taxonómicos de suelo en el sector Trampolín, distrito de Daniel Alomía Robles-Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar y determinar el tipo taxonómico de los suelos.
- Determinar la diversidad alfa, con los índices de dominancia: Simpson , los índices de equidad : Shannon – Winner y Pielou (J).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Clasificación de suelos

La clasificación es una herramienta importante para conocer las potencialidades y limitaciones de los diferentes tipos de suelo, así, formar parte en la toma de decisiones de la clase política en los proyectos de desarrollo agropecuario. Es también llamado génesis del suelo, forma parte de la ciencia del suelo que trata de los factores y procesos de formación de los suelos: incluye la descripción e interpretación de los perfiles del suelo, los cuerpos y los patrones de suelos en la superficie terrestre. Generalmente se le considera el estudio de la formación del suelo, en la superficie de la corteza terrestre (BOUL *et al.*, 1991). Este mismo autor, señala que los sistemas modernos actuales de clasificación utilizan los siguientes criterios: El grado de desarrollo del perfil, en relación con el grado de evolución, la alteración climática, los movimientos de materia y el edafoclima.

En la actualidad se tienen varios sistemas importantes de clasificación entre ellos: el sistema de la URSS, el sistema Brasileiro, el sistema natural de Kubiëna, el de Francia, Bélgica, de Canadá, Australia, el sistema de clasificación de la FAO y la Soil Taxónomi del USDA (BOUL *et al.*, 1991; PORTA *et al.*, 2003). Todos estos sistemas, tienen como finalidad establecer categorías

que tengan aplicación práctica con el propósito de: Predecir su comportamiento, identificar sus mejores usos, estimar su productividad y proporcionar objetos o unidades de investigación (BOUL *et al.*, 1991).

## **2.2. Soil Taxónomy, criterios de la versión 2014**

Es quizá el sistema de clasificación más utilizado en el mundo, después del sistema de la FAO, pues su constante actualización y contener un rango amplio de taxas, permite clasificar casi todos los tipos de suelo que podemos hallar en el planeta tierra, de allí su utilidad y uso casi universal de este sistema. Al respecto, USDA (2014), señala que la Soil Taxónomy como un sistema de clasificación natural, está basada en las propiedades de los suelos que se encuentran en el paisaje. Un objetivo del sistema es agrupar suelos con una génesis similar y utilizar un criterio específico para poner los suelos en estos grupos de acuerdo con sus propiedades.

Para BOUL *et al.* (1991) señala que este sistema utiliza además de la génesis, características de diferenciación que incluyen la temperatura y la humedad, las definiciones son precisas y cuantitativas en lugar de comparativas. Estos criterios, le permiten a este sistema utilizar interpretaciones, conceptos diferentes para un mismo nombre y denominaciones diferentes para un mismo suelo. Esta es la causa por la que la soil taxonomy está jerarquizada, de modo de cada suelo está agrupado en una categoría que a su vez queda englobada en otra más amplia que alberga más categorías. Cuando se añaden más detalles entonces se define una categoría más baja.

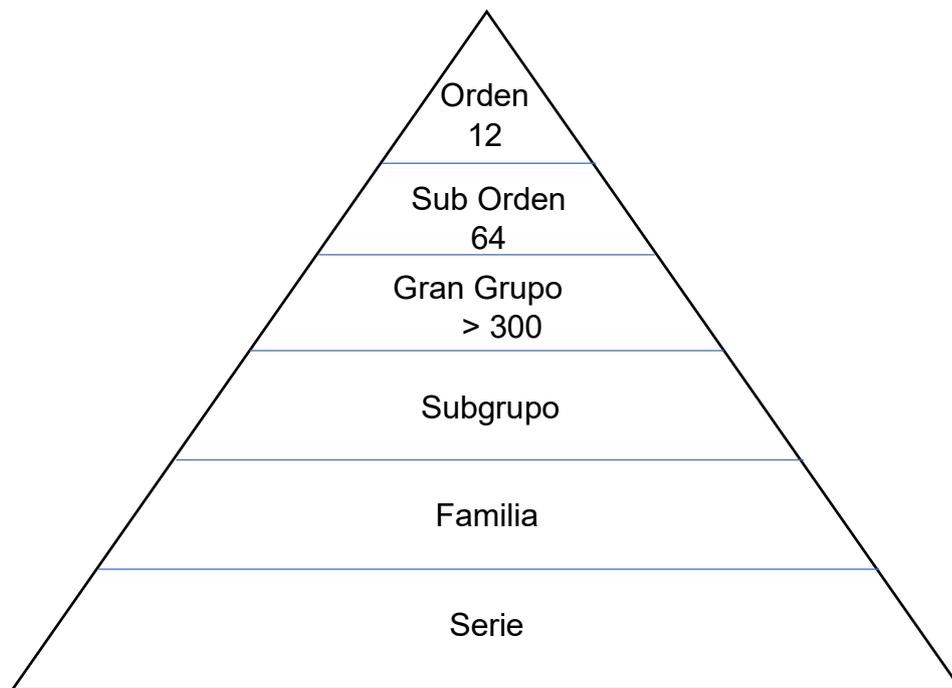


Figura 1. Estructura jerárquica de la Soil Taxonomy

### 2.3. Horizontes genéticos

Es la nomenclatura que se utiliza para la denominación de horizontes, a los sub índices utilizados y a los horizontes de diagnóstico que se detallan en las guías de clasificación (PORTA *et al.*, 2003). Además, para BOUL *et al.* (1991), los horizontes principales se designan con letras mayúsculas, los sub índices con letras minúsculas, sirven para designar las sub divisiones de los horizontes principales (BOUL *et al.*, 1991).

#### 2.3.1. Reglas de nomenclatura

PORTA *et al.* (2003) lo sub divide en:

Horizontes principales. – letras mayúsculas: O, A, E, B, C, R y H y de transición A/B, B/C

- Proceso edafogénico principal. – letras minúsculas: k, t, w, s, na, m, etc.
- Secuencia de horizontes. – índice numérico detrás de las letras minúsculas: 1, 2, 3,..
- Horizonte de transición con predominio de uno de ellos. – se escribe primero el horizonte predominante: AB, BA, etc.

#### Cuadro 01. Horizontes genéticos principales

Horizontes principales	
H	Horizonte orgánico, de un suelo orgánico, turbera
O	Horizonte orgánico en un suelo mineral, contiene como mínimo un 20% de carbono orgánico
A	Horizonte órgano - mineral de un suelo mineral. Se ha formado en la parte superior del suelo y esta oscurecido por la presencia de materia orgánica
E	Horizonte mineral empobrecido por pérdida máxima de materia orgánica, hierro, aluminio y arcilla. Enriquecimiento relativo en arena y limo, su color es blancuzco. Se halla debajo de un O o de un A y encima de un B
B	Horizonte mineral formado dentro del suelo. Con estructura edáfica, color distinto al color del material originario, Bw; o bien con acumulación de material traslocadas Bt, Bk; o con rasgos hidromórficos Bg.
C	Horizonte mineral. Comparativamente poco afectado por procesos edafogénicos, C, Cg, Ct.
R	Roca subyacente, demasiado dura para romperla con la mano. Si presenta grietas, están separadas más de 10 cm. Contacto lítico

Fuente: PORTA et al. (2003)

## **2.4. Horizonte de diagnóstico**

Esta definición fue incorporada al sistema de la soil Taxónomi en 1995. Es un horizonte del suelo definido morfométricamente o por lo menos con la mayor precisión, con datos de campo y de laboratorio, característicos de algunas clases de suelos. Los horizontes de diagnóstico derivan de procesos edafogénicos que hayan predominado a lo largo de la formación del suelo por lo que en un mismo suelo están relacionados genéticamente (PORTA et al., 2003).

### **2.4.1. Horizonte de diagnóstico superficial**

El sistema de clasificación de la Soil Taxónomy descrita por USDA (2014) establece que los horizontes de diagnóstico son los epipedones (7) para los horizontes superficiales y endopedones (19) para los horizontes subsuperficiales. El epipedón (Gr. *epi*, sobre y *pedón*, suelo), es un horizonte de diagnóstico que se forma en o cerca de la superficie del suelo, en el cual la mayor parte de la estructura de la roca ha sido destruida. Está oscurecido por la materia orgánica o muestra evidencias de eluviación o ambas. Estos horizontes pueden estar cubiertos por un manto superficial de material nuevo de suelo. Si el manto superficial presenta estructura de roca, la parte superior del epipedón se considera como la superficie del suelo, a menos que el manto cumpla con la definición de suelos enterrados (PORTA et al., 2011). Los endopedones se describen en el anexo (cuadro 22)

### 2.4.2. Horizontes de diagnóstico sub superficiales (endopedon)

Para PORTA *et al.* (2011) un endopedon es un horizonte de diagnóstico formado en el interior del suelo. Se identifica por presentar estructura edáfica y un color distinto al del material originario; o bien una acumulación de sustancias translocadas dentro del perfil (arcilla, carbonato de calcio, materia orgánica, etc.) o ganadas por aportes sub superficiales (sales solubles). Cada endopedon es descrita en el anexo (cuadro 23).

## 2.5. Regímenes de temperatura y humedad

Cuadro 02. Régimen de temperatura

Regímenes de temperatura	Características
Mésico	Temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 8 °C, pero menor de 15 °C
Térmico	Temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 15 °C pero menor de 22 °C
Hipertérmico	La temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 22 °C
Isofrígido	La temperatura media anual del suelo es menor de 8 °C.
Isomésico	La temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 8 °C, pero menor de 15 °C.
Isotérmico	La temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 15 °C, pero menor de 22 °C.
Isohipertérmico	La temperatura media anual del suelo es 22 °C o mayor

Fuente: Adaptado de USDA (2014)

Cuadro 03. Regímenes de humedad

Regímenes de Humedad	Características
Ácuico	Es un régimen de reducción en un suelo que está virtualmente libre de oxígeno disuelto porque está saturado con agua.
Árido	Los suelos que tienen un régimen de humedad árido (tórrido) están normalmente en climas áridos. Unos pocos están en climas semiáridos
Tórrido	Seca en todas partes por más de la mitad de los días acumulativos por año cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo, es superior de 5°C
Údico	Es uno en el cual la sección de control de humedad no está seca en alguna parte por un período tan largo como 90 días acumulativos en años normales
Ústico	Es intermedio entre el régimen árido y údico. Este régimen tiene humedad limitada, pero ésta ocurre cuando las condiciones son adecuadas para el crecimiento vegetal.
Xérico	Es el régimen de humedad que tipifica a las áreas con climas mediterráneos, donde los inviernos son húmedos y frescos y los veranos son cálidos y secos

*Fuente: Adaptado de USDA (2014)*

Ambos regímenes permiten definir los niveles inferiores de la clasificación de los suelos como grupo y sub grupos.

## 2.6. Ordenes según la Soil Taxonomy

Las características de los Ordenes se describen a continuación

Cuadro 04. Órdenes y sus principales características

Gelisol	Suelo permanentemente helados.
Histosol	Suelos con alto contenido de MO (20-30 %) en los primeros 80 cm.
Espodosol	Suelos ácidos de clima húmedo con procesos de iluviación de materia orgánica con Fe y Al.
Andisol	Suelos oscuros y desarrollados a partir de materiales volcánicos y otros ricos en materiales amorfos.
Oxisol	Suelos extremadamente intemperizados y ácidos, ricos en óxidos de Fe y Al, pobres en bases, escasa cantidad de minerales alterables. Son característicos de regiones tropicales y subtropicales muy lluviosas.
Vertisol	Suelos muy fértiles, con alto contenido de arcillas expandibles que forman grietas que se abren y cierran con cambios de humedad.
Aridisol	Suelos típicos de zonas áridas, con limitada disponibilidad de agua.
Ultisol	Suelos subtropicales y tropicales muy evolucionados y pobres en bases, con iluviación de arcillas. Últimas etapas de meteorización y evolución.
Mollisol	Suelos ricos en materia orgánica, altamente productivos. Se encuentran en estepas o praderas de Europa, Asia, Norteamérica y Sudamérica.
Alfisol	Suelos con procesos de translocación de minerales arcillosos (iluviación de arcilla), sin pérdida de bases (sodio, potasio, calcio o magnesio).
Inceptisol	Suelos jóvenes con un desarrollo incipiente. Presentan agua disponible para las plantas por más de medio año o por más de tres meses consecutivos durante la estación seca.
Entisol	Son los suelos más jóvenes de esta clasificación, principalmente de composición mineral.

Fuente: Adaptado de PORTA et al 2011 y Soil Taxonomy (2014)

## 2.7. Ordenes representativos en el área de estudio

Las características del área de estudio corresponden a suelos típicos de esta zona sub tropical, en el que las áreas adyacentes a los ríos presentan materiales transportando, dando formación a suelos Entisoles y las áreas de laderas colinas y montañas bajas encontramos suelos inceptisoles con un horizonte B en proceso de formación, por lo tanto, a continuación, describimos a estos ordenes típicos que predomina en nuestra provincia.

### 2.7.1. Entisol

PORTA *et al.* (2011) señala que este orden incluye a suelos de desarrollo tan superficial y reciente, que solo se ha formado un epipedón ócrico o se los encuentra en tierras húmedas, terrenos aluviales, parcelas arenosas, pedregales y deposiciones no consolidados. El concepto central del orden de los entisoles es la de suelos que tienen pequeña o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos.

Muchos entisoles solo poseen un epipedón ócrico, algunos pocos tienen un epipedón antrópico, otros muy escasos que son arenosos pueden tener un horizonte álbico y algunos en costas cenagosas tienen un epipedón hístico. Los entisoles pueden tener cualquier régimen hídrico y térmico, material original, vegetación o edad. En el orden de los entisoles, se reconocen cinco subórdenes, entre los cuales los más importantes son los psamments, aquents, fluvents, arents y orthents (GUILLERMO, 2010; PORTA *et al.*, 2011 y USDA, 2014).

### 2.7.2. Inceptisol

Los inceptisoles en zonas húmedas presentan perfiles menos evolucionados, Clase muy heterogénea, de difícil definición. Su perfil típico es A, Bw, C (PORTA, 1999). Los inceptisoles son los suelos que no han desarrollado los horizontes que son diagnóstico de los otros órdenes, pero que tienen ciertas características además del epipedón ócrico y los horizontes albicos permitidos en los entisoles (PORTA *et al.*, 2011).

Los inceptisoles no pueden poseer horizontes óxico, espódico, argílico, nátrico y kándico pero pueden presentar un horizonte cámbico, condiciones ácuicas, horizonte cálcico, petrocálcico, gípsico, petrogípsico o duripán acompañados por un epipedón ócrico, úmbrico, plaggen y solo bajo ciertas condiciones mólico. La secuencia más común de horizontes es un epipedón ócrico o úmbrico sobre un cámbico (BOUL *et al.*, 1991).

Los inceptisoles pueden encontrarse en climas subhúmedos a húmedos desde las regiones ecuatoriales. En las regiones donde la evapotranspiración excede la precipitación en alguna estación del año los inceptisoles se localizan sobre superficies jóvenes post pleistocénicas. Si la precipitación excede la evapotranspiración todos los meses del año los inceptisoles pueden encontrarse tanto sobre las superficies viejas (PORTA *et al.*, 2011).

Los inceptisoles no pueden tener un régimen árido de humedad, ni texturas arenosas a menos que tengan un epipedón úmbrico o

plaggen. Los subórdenes más importantes de los inceptisoles son los: Aquepts, gelepts, cryepts, ustepts, xerepts, udepts (USDA, 2014).

## 2.8. Antecedentes de clasificación en el ámbito del proyecto

Según el Gobierno Regional de Huánuco-GOREHCO (2016) Los suelos en el departamento Huánuco, en base a su génesis o material de origen, pueden ser agrupados en dos grandes grupos: suelos transportados, diferenciándose aluviales recientes y subrecientes y antiguos, suelos coluviales o coluvio-aluviales, así como aquellos de formación in situ como los suelos residuales.

Cuadro 05. Tipos de suelos a nivel de la región Huánuco

suelos a nivel regional		
Grupo de suelo	Área (ha)	%
Typic Eutrudepts	443845.9	16.14
Typic Dystrudepts	314746.5	11.45
Asociación Typic Ustorthents – Misceláneo Roca	186311.2	6.78
Typic Udorthents	157551.8	5.73
Typic Ustorthents	154939.8	5.64
Asociación Typic Udorthents – Typic Dystrudepts	137187.8	4.99
Asociación Typic Udorthents – Misceláneo Roca	86608.2	3.15

*Fuente: GOREHCO (2016)*

La evaluación de los suelos ha identificado que en el área de estudio aparecen 55 tipos de suelos, siendo los más importantes en mérito a su extensión el Typic Eutrudepts que ocupa el 16.14% del área en estudio y son

suelos moderadamente profundos; de color pardo grisáceo oscuro a pardo amarillento oscuro y textura media a fina, el Typic Dystrudepts (11.45 %) y la Asociación Typic Ustorthents – Misceláneo Roca (6.78 %).

También, en un área muy cercana y con características similares, OBREGÓN (2017) en un estudio de clasificación taxonómica y calidad de suelo en la zona de uso especial del parque Nacional Tingo María (PNTM) determinó que son suelos de orden inceptisol, sub orden Udepts; gran grupo Eutrudepts y Distrudepts; sub grupo Typic Eutrudepts y Typic Distrudepts, como se muestra en el cuadro.

Cuadro 06. Clasificación de suelos en la zona de uso especial del PNTM

Orden	Sub orden	Gran grupo	Sub grupo	Sector
		Eutrudepts	Typic Eutrudepts	C1 Rio Oro (RO)
		Distrudepts	Typic Distrudepts	C2 Rio Oro (RO)
Inceptisols	Udepts	Eutrudepts	Typic Eutrudepts	C3 Puente Pérez (PP)
		Distrudepts	Typic Distrudepts	C4 Tres de Mayo (TM)

*Fuente: OBREGÓN (2017)*

## 2.9. Macrofauna del suelo

son aquellos animales del suelo que miden más de un centímetro de largo, o que tienen una anchura o diámetro de más de 2 mm, una diversidad de organismos de suelo se incluye en esta categoría, aunque éste se concentra en los géneros más significativos: oligochaetas, isóptera, isópoda, hymenóptera

orthóptera, dermáptera y coleópteras (FÁTIMA *et al.*, 2012). En los trópicos, la macrofauna es la fauna animal más conspicua del suelo y fácilmente visibles en la superficie o interior del suelo. La biota edáfica se encuentra dividida, de acuerdo al tamaño del animal adulto en tres grandes grupos: la microfauna, mesofauna y macrofauna (Lavelle *et al.*, 1992; citado por CABRERA y CRESPO, 2001).

Las lombrices de tierra son, probablemente, los invertebrados más importantes en el suelo de regiones templadas, pues son más eficientes para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo gracias a su actividad metabólica y a la construcción de galerías; sin embargo, en ambientes tropicales predominan las termitas y las hormigas (CABRERA y CRESPO, 2001).

FÁTIMA *et al.* (2012) señala que la macrofauna desempeña un importante papel en los ecosistemas del suelo, como ingenieros del suelo, que habitan especialmente en ambientes tropicales, e influyen de manera notable en las propiedades físicas y químicas de los suelos, sobre todo, en la creación de macro poros y en la transformación y redistribución de materia orgánica. Debido a su importante papel en los procesos del ecosistema y a su sensibilidad ante condiciones ambientales, los grupos de macrofauna frecuentemente son utilizados o propuestos como indicadores de la calidad biológica del suelo, indicativos de la biodiversidad de suelo y de los efectos de las prácticas de manejo.

Cuadro 07. Función de los principales organismos del suelo

Funciones en el suelo	Organismos Implicados
Mantenimiento de la estructura	Bioturbación por invertebrados y sistemas radiculares de las plantas, micorrizas y algunos tipos de microorganismos
Regulación de la hidrología del suelo	Invertebrados con mayor potencial de bioturbación y sistemas radiculares
Intercambio de gases y secuestro de C	La mayor parte de los microorganismos y sistemas radiculares y carbono retenido en agregados compactos de origen biogénico
Eliminación de compuestos tóxicos	La mayor parte de los microorganismos del suelo
Ciclo de Nutrientes	La mayoría de microorganismos y raíces, así como algunos invertebrados que se alimentan del mantillo (horizontes orgánicos)
Descomposición de MO	Varios invertebrados saprofiticos y/o que se alimentan del mantillo (detritívoros), hongos, bacterias, actinomicetos y otros
Supresión de enfermedades	Plantas, micorrizas y otros hongos, nematodos, otros invertebrados y bacterias que parasitan o causan enfermedades a
Parásitos	patógenos, colémbolos, invertebrados, protozoos y hongos depredadores
Fuente de alimentos y medicinas	Raíces de algunas plantas, algunos insectos (grillos, larvas de escarabajos, hormigas, termites), lombrícidos, vertebrados que habitan en el suelo, microorganismos y sus productos
Relaciones simbióticas y asimbióticas con las raíces de las plantas	Rizobios, micorrizas, actinomicetos, bacterias diazotrópicas, varias especies de microorganismos rizosféricos y hormigas
Control del crecimiento de las plantas	Efectos Directos: Sistemas radiculares, rizobios, micorrizas, actinomicetos, patógenos, nematodos fitoparásitos, insectos rizófagos, microorganismos de la rizosfera,

Fuente: FÁTIMA et al. (2012)

Además, FÁTIMA *et al.* (2012) considera a las lombrices, termitas, hormigas y escarabajos como principales grupos funcionales de la macrofauna por que intervienen en la fertilidad y calidad del suelo mediante la ingestión de materia mineral y orgánica, al construir galerías y al cavar túneles en el suelo. Por lo tanto, el conocimiento de la macrofauna y su influencia que pueda ejercer sobre diversos procesos edáficos es un aspecto importante para poder desarrollar sistemas de manejo que intenten mantener la calidad y capacidad productiva de los suelos.

#### **2.10. Calidad biológica del suelo**

La biodiversidad del suelo alberga más del 25 % de la que existe en todo el planeta y, en términos generales, es la que menos se conoce. El conocimiento de esta biodiversidad se ha dejado de lado durante mucho tiempo por la dificultad para abordarla, pero ahora sabemos que interviene y participa ampliamente en los servicios ambientales que brinda el suelo (FÁTIMA *et al.*, 2012).

Esta biodiversidad de macro invertebrados le da estabilidad al paisaje, permite el control de plagas y fomenta la producción de las plantas y de los animales, lo que, visto desde el punto de vista antropogénico, contribuye a nuestro alimento, fibra y combustible. Y aunque es difícil cuantificar el valor económico de estos servicios, que se estiman en miles de millones de euros anuales, conocer y aprender a manejar dicha biodiversidad resulta fundamental para conservar o restaurar la fertilidad del suelo (FÁTIMA *et al.*, 2012).

La comunidad científica le ha dado mucha atención a la calidad del suelo. Para MACHADO y MIELNICZUK (2009) la discusión sobre calidad de suelo se intensificó en los años 1990, cuando la comunidad científica fue consciente de la importancia del suelo en la calidad ambiental, las publicaciones se preocuparon por la degradación de los recursos naturales, la sustentabilidad agrícola y la función del suelo. Hacen alusión a la sustentabilidad y los invertebrados juegan un papel importante.

Garbisu *et al.* (2007); citado por MEZA *et al.* (2017). El concepto de 'calidad del suelo' se refiere a la capacidad de éste para producir o ser utilizado sin degradarse ni perder sus funciones ambientales, por lo que corresponde a la capacidad del recurso para realizar sus funciones de forma sostenible. Por eso, es necesario orientar los esfuerzos para comprender la dinámica de los macro invertebrado del suelo para proponer estrategias encaminadas al uso sostenible del suelo, para garantizar la sostenibilidad de la producción agrícola.

### **2.11. El suelo**

Según nuestro ente rector en el sector agrícola (MINAG, 2011). Es un sistema dinámico y complejo en el que ocurren fenómenos físicos, químicos y biológicos de intensidad variable, se extiende como un manto continuo sobre la superficie de la corteza terrestre. Pero al suelo no hay que verlo desde un punto de vista de soporte y fuente de nutrientes de las plantas, es también el hábitat de una amplia variedad de organismos, de hecho, puede ser afectada por el impacto que ocasionan el sistema de manejo y el uso de insumos químicos,

dada la susceptibilidad a ser afectada por dichas prácticas, la evaluación de los macro invertebrados pueden revelar información sobre la calidad del suelo (KLEMENS *et al.*, 2003).

Los macro invertebrados desempeñan un papel muy importante en los procesos biogeoquímicos de los nutrientes, al realizar un conjunto de funciones esenciales que incluyen la descomposición, reciclaje de nutrientes, la síntesis y la mineralización de la materia orgánica, entre otros (SANCHEZ *et al.*, 2009).

Los suelos albergan algunas de las comunidades biológicas más diversificadas del planeta. La dinámica de la vida en el suelo asegura la multiplicidad de los servicios ecológicos que en una gran variedad de condiciones ambientales suministra el suelo al conjunto de la biosfera (LABRADOR, 2008).

## **2.12. Evaluación de los macro invertebrados**

La fauna del suelo (invertebrados) se clasifican de acuerdo a su tamaño en: micro menores de 0.2 mm, meso de 0.2-2.0 mm y macro fauna, que corresponden a invertebrados mayores a 2.0 mm de diámetro y este último incluye Ácaros, Colembolos, Miriápodos, Arácnidos y diversos insectos, oligoquetos y Crustáceos (CORREIA y OLIVEIRA, 2000).

Existen metodologías específicas para cada grupo de macro invertebrados, al respecto FÁTIMA *et al.* (2012) recomienda para la evaluación

de lombrices se realicen con monolitos de tierra de 25 x 25 x 30 cm o 50x50 x 20 cm. Para hormigas y termitas se realicen a través del tamizado de hojarasca en un área de 1m<sup>2</sup> x 2-3 cm y para los escarabajos es recomendable las trampas Pitfall y Winkler. Sin embargo, el método más utilizado y estandarizado para la evaluación de los macro invertebrados del suelo es la separación manual según la metodología del Programa de Investigación Internacional de Biología y fertilidad de suelos Tropicales (Tropical Soil Biology And Fertility) TSBF, propuesta por ANDERSON e INGRAM (1993). Consiste en la utilización de monolitos de 25 cm x 25 cm x 30 cm. Los monolitos pueden dividirse en estratos sucesivos (0-05, 0-10, 10-20, 20-30cm) de acuerdo al planteamiento del trabajo.

La eficacia del método manual es baja y tiende a subestimar las poblaciones de la macrofauna, especialmente los organismos de menor tamaño. Además, lo reducido de las muestras del método TSBF a veces puede subestimar la población de organismos mayores como algunas lombrices de tierra gigantes (>25 cm de longitud), que no caben dentro de las muestras o son cortadas al preparar el monolito. Finalmente, la estimación de la macrofauna por este método se ve afectada por la variabilidad espacial (vertical y horizontal) de los propios organismos, variable relacionada con las variaciones climáticas y el comportamiento de la fauna. El comportamiento estacional faunístico y las variaciones climáticas pueden hacer que algunos miembros de la fauna (lombrices) bajen a profundidades mayores que las contempladas por esta metodología, especialmente durante la época de sequía. (BROWN *et al.*, 2001)

### **2.13. Índices de diversidad Alfa**

Dentro de la diversidad alfa, la gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, los dividimos en dos grandes grupos: Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica) y Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.). Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (MORENO, 2001).

Peet (1974); citado por MORENO (2001) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.

#### **2.13.1. Índices de dominancia**

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la

contribución del resto de las especies. Entre ellos tenemos al índice de Simpson. Según MORENO (2001) Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes y su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$

### **2.13.2. Índices de equidad**

Algunos de los índices más reconocidos sobre diversidad se basan principalmente en el concepto de equidad, por lo que se describen en esta sección. El índice de Shannon-Wiener (H), expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (MORENO, 2001). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, el valor medio o normal varía de 1.5 a 3 (Magurran, 1988; citado por MORENO, 2001).

PLA (2006) señala que el índice de Shannon es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica, también conocido como Shannon-Wiener (SHANNON y WIENNER, 1949), derivado de la teoría

de información como una medida de la entropía. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie

#### **2.14. Diversidad beta**

MORENO (2001) señala que la diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales. A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988; citado por MORENO, 2001). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.).

#### **2.15 Antecedentes sobre diversidad de macro invertebrados**

Debo señalar que se han encontrados pocos trabajos específicos que muestren la variabilidad de los diferentes índices de diversidad de acuerdo

al tipo taxonómico del suelo, sin embargo, hay algunos que se han desarrollado dentro de la jurisdicción regional y provincial que permiten tener un marco de referencia y antecedente general sobre el tema.

SANCHEZ (2018), evaluó el efecto de diferentes sistemas de uso del suelo (bosque, monocultivo, pastizal y sistema agroforestal) sobre la 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 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.

TUESTA (2015) en evaluación de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso en el distrito de Nuevo Progreso. Encuentro oligochaeta, isoptera y formicidae, como la fauna más abundantes y encuentro

resultados similares entre el bosque secundario y cultivo de maíz (694 ind.m<sup>-2</sup>), seguido de cacao (534 ind.m<sup>-2</sup>). La diversidad de macrofauna en el bosque secundario (H=2.25 y J= 0.85), cocona (H=1.37 y J=0.55), cacao (H=1.36 y H= 0.52) y maíz (H=1.34 y J= 0.52). Demostrando que el bosque secundario fue el más diverso.

AGUIRRE (2014) en determinación de macrofauna en suelos de cafetales (*Coffea arabica* L.) con diferentes edades (1, 2, 4 y 10 años del establecimiento), en Santa Rosa Tealera, distrito Hermilio Valdizan. Encontro como especímenes representativo a hormigas (Formicidae) y lombriz de tierra (Lumbricidae). Además, mayor grupo taxonómico se registró entre 0 a 10 cm del suelo; mayor densidad hubo en la plantación de 10 años (392 ind./m<sup>2</sup>) y entre 0 a 10 cm de suelo (239 ind./m<sup>2</sup>); las parcelas fueron poco diversos con 1.56 (H'), 0.6217 (E) y 0.5567 (D).

FULTON (2013) Se encontró mayor diversidad (H':1.76 nats/ind) en los suelos con plantaciones de cacao, y menor diversidad (H':0.48 nats/ind) en los suelos con plantación de pasto, también se encontraron 15 grupos taxonómicos en todo el estudio de los cuales el grupo himenoptera y coleópteros estuvieron presente todos los sistemas de uso.

HUAMANYAURI (2012) evaluó la macrofauna del suelo en distintos sistemas ganadero tales como: pastura mejorada con árboles (ST4), pastura mejorada sin árboles (ST3), pastura natural sin árboles (ST2) y pastura sobre pastoreada (ST1). Se utilizó la metodología recomendada por el Programa

Fertilidad y Biología de Suelos Tropicales (TSBF). Para densidad (ind.m<sup>-2</sup>) muestran significancia los sistemas evaluados, resultando con mayor densidad los sistemas con pastura mejorada con árboles (ST4) y pastura mejorada sin árboles (ST3), (687,12 y 900,18 ind.m<sup>-2</sup> respectivamente). Para riqueza según el índice de Shannon, el sistema con pastura mejorada con árboles ( $H' = 1,48$ ), fue el más diverso, respecto a los demás sistemas. Los resultados confirman que los diversos sistemas de uso ganadero influyen en la macrofauna del suelo.

GRACEY 2010. En mesofauna y macrofauna en relación a las propiedades físicas y químicas del suelo de ex cocal y bosque secundario en el sector de Los Milagros. Con el objetivo de establecer las características edáficas en suelos de ex cocal y bosque secundario y relacionar la presencia de los indicadores biológicos con la productividad de los suelos de ex cocal y bosques secundarios. La diversidad de especies del bosque secundario es de 63.3 o/o y 56.3 en el ex cocal, la diversidad de mesofauna en el bosque secundario es 62.62 o/o y 63.68 o/o en el ex cocal, de la densidad de la macrofauna y mesofauna en el bosque secundario se presenta la más alta densidad de población con 224 y 1607 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente.

CAMPOS (2007), en macrofauna del suelo como indicador biológico en diferentes usos de suelos agrícolas, en los Milagros Aucayacu-Leoncio Prado, con el objetivo de identificar la macrofauna del suelo que se comporten como indicadores biológicos en diferentes usos en el sector los Milagros. Concluye que el sistema con café en suelo aluvial, presenta la más alta densidad y riqueza de

especies y el sistema de yuca y café del suelo residual presento menores valores de densidad y riqueza predominando los oligochaetas. En general, encontró alta riqueza taxonómica (12 grupos taxonómicos) y las comunidades de himenópteros constituyeron el mayor componente de la densidad en los cinco sistemas de uso, seguido por coleóptero, miriápodos, oligoqueta y con menor porcentaje las termitas y pseudoescorpiones.

LINARES *et al.* (2007) en evaluación de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en el Parque Nacional Tingo María. no encontró diferencias significativas en la densidad y biomasa de la macrofauna del suelo; sin embargo, encontró, predominancia de diplópodos (45%) y oligoquetos (34%). Atribuye estos resultados a las características de los sistemas agroforestales y la elevada humedad observada en estos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del lugar de estudio

La investigación se desarrolló en el fundo venencia, con una extensión de 30.30 ha cuya propietaria es la Sra. Venancia, Nazario Murga, el mismo que se encuentra en la jurisdicción del sector Trampolín, en Pumahuasi.

#### 3.2. Ubicación geográfica y política del área de estudio

El fundo Venancia, geográficamente se localiza en la siguiente coordenada UTM: 395364, 8982339S y a una altitud que varía entre 650-730 m.s.n.m. Políticamente el sector Trampolín se localiza en el distrito de Daniel Alomía Robles, su capital Pumahuasi, provincia de Leoncio Prado y departamento de Huánuco.

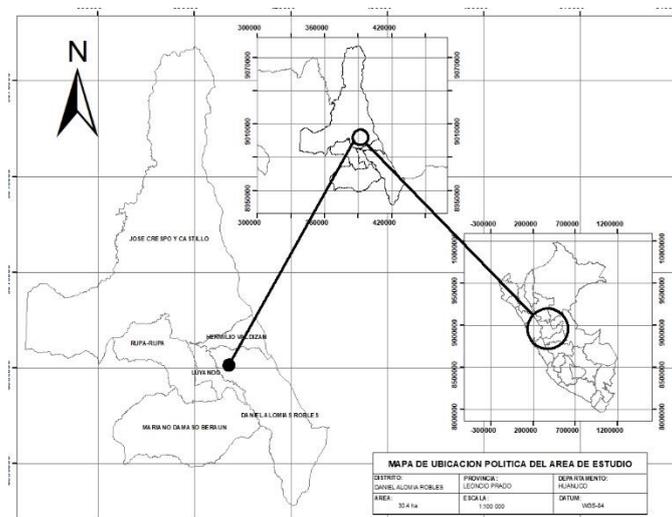


Figura 2. Plano de ubicación política del área de estudio

### **3.3. Características generales del área de estudio**

#### **3.3.1. Clima**

Las condiciones climáticas aproximada en la que se desarrolló este proyecto son:

- Precipitación anual promedio de 3 428.8 mm
- Temperatura media anual de 24.5 °C
- Humedad relativa promedio anual de 77 %
- Presenta estación bimodal, las mayores precipitaciones se producen entre los meses de septiembre a abril y la temporada seca abarca desde los meses mayo a agosto
- Se encuentra a una altitud de 670 msnm aproximadamente.

Información proporcionada por la estación meteorológica José Abelardo Quiñones de la UNAS, citado por TUESTA (2015).

#### **3.3.2. Fisiografía**

Los terrenos del área en estudio se encuentran en el sector Trampolín, fisiográficamente se enmarcan en dos grandes paisajes: el gran paisaje de llanura con superficies planas, a plano-onduladas; con material arenoso arcilloso, el gran paisaje colinoso de carácter dominante constituido por lomadas, colinas bajas, colinas altas ligeramente a fuertemente disectadas. La orientación del paisaje es de este a oeste (GOREHCO, 2016).

### 3.3.3. Zona de vida

De acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida de HOLDRIDGE (1987) corresponde a la formación de bosque muy húmedo Pre montano Tropical (bmh - PT) y de acuerdo a la clasificación de las ocho regiones naturales del Perú, pertenece a la ecorregión Rupa Rupa o selva alta (PULGAR, 2014); en el área se desarrollan y cultivan especies de gran valor alimenticio, medicinales y comerciales (HOSOKAY, 2012)

### 3.3.4. Flora

En el área de investigación encontramos especies vegetales comunes a espacios aluviales (calicata 3) entre ellos la cañabraba (*Arundo donax*), cetíco (*Cecropia sp.*) y topa (*Ochroma pyramidale*) y en la zona de terraza media (calicata 2) y colina baja (calicata 1) encontramos otras especies forestales de mayor tamaño entre ellos la moena (*Nectandra sp*), pashaco blanco (*Acacia sp*), shimbillo (*Inga sp.*), oje (*Ficus sp.*), Capirona (*Calycophyllum Spruceanum* (Bent.) Hook), algunas palmeras como la yarina (*Phytelephas tenuicaulis*), la shapaja (*attalea huebneri*) y otras especies de menor valor comercial.

### 3.3.5. Geología

Geológicamente está constituida en gran parte por rocas calizas y en menor grado por limonitas y lutitas en proceso de edificación avanzada, pero en las zonas con pendientes más suaves o aquellas ubicadas en la base de los

cerros, se observa depósitos de material detrítico fino y/o grueso derivado de estas mismas rocas (GOREHCO, 2016).

### **3.3.6. Factores socio económicos**

El componente social corresponde a un espacio típico de zona rural de este distrito de Daniel Alomía Roble (Pumahuasi), con una población dispersa de aproximadamente 30 familias, con unidades de producción agrícola de 1 a 10 ha y en donde el principal cultivo es el plátano en las áreas de terraza baja y cacao, maíz y cítrico en las áreas de terraza media, alta y en las áreas colinosas.

## **3.4. Materiales y equipos**

### **3.4.1. Materiales de campo**

Mapa de ubicación de la zona de trabajo, tabla Munsell, wincha, bolsas plásticas, etiquetas de papel, machete, pala recta, tubo de muestreo, botas de jebe y un monolito o muestreador de metal (de 25 x 25 cm de lado y 10 cm de alto)

### **3.4.2. Materiales de laboratorio**

Probeta de 100 ml, tubos de ensayo, pipetas, placas Petri, tamiz de 5.2 y 0.25 mm de diámetro, botellas de vidrio. papel aluminio, envases de vidrio de 100 ml, probeta de 100 ml

### **3.4.3. Equipos de campo**

Cámara fotográfica, GPS marca GARMIN MAP 60 CSx.

#### **3.4.4. Equipos de laboratorio**

Balanza gramera, estufa Merment, pH metro Metler Toledo, monolito de acero, estereoscopio Eurolab NSZ.

### **3.5. Metodología**

#### **3.5.1 Tipo de investigación**

Básica, descriptiva no experimental correlacional en el que se evaluó la diversidad alfa, con los índices de dominancia de Simpson, los índices de equidad con Shannon – Winner y la diversidad beta, con los índices de similitud de Jacard; para encontrar la correlación con diferentes tipos taxonómicos de suelos.

#### **3.5.3. Muestra**

Está constituida por la macrofauna edáfica que existen en cada tipo de suelo: Lombrices de tierra, termitas, hormigas y escarabajos, blattarias, isópteras y otros. Se realizó con monolitos de 25 x 25 x 10 cm. El muestreo fue probabilístico en forma aleatoria simple porque cualquiera de los organismos de la macrofauna edáfica pudo ser tomada como parte de la muestra en las tres áreas seleccionada.

### **3.6. Clasificación taxonómica del suelo**

Para realizar la clasificación taxonómica del suelo se siguieron los lineamientos de la Soil Taxonomy, décimo segunda edición versión 2014 (USDA, 2014), realizando los siguientes pasos:

- Reconocimiento preliminar de la zona con la finalidad de determinar los patrones geológicos y edáficos dominantes.
- Elaboración del mapa fisiográfico, para definir las unidades del paisaje
- Apertura de calicatas de 1 x 0.8 x 1.50 m.
- Lectura de calicatas y describir las características morfopedológicas de los suelos, entre ellos:
- Finalmente, con los resultados del laboratorio, especialmente la saturación de bases y los demás datos de la caracterización morfopedogenéticos determinar el orden, sub orden, grupo y subgrupo siguiendo la clave de la Soil Taxonomy (USDA, 2014).

Coordenadas, horizontes y capas, epipedón y endopedon, tipo de material parental, estructura, tamaño de agregados, altitud, reacción o pH, pendiente, profundidad, distribución de raíces, nivel freático, vegetación paisaje, relieve, fisiografía, uso actual, etc. Realizado la caracterización morfopedológicas se realizó la extracción de muestras de suelo por cada horizonte delimitado en cada calicata, 1 Kg de muestra y se trasladó al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Los indicadores físicos y químicos que se determinó fueron:

Cuadro 08. Indicadores físicos y químicos evaluados

Indicadores físicos	Método de su determinación
Estructura	Método directo
Color	Método directo
Textura	Hidrómetro de Bouyoucos
Indicadores químicos	Método de su determinación
Materia orgánica	Método de Walkley y Blakc
Reacción del suelo	Método del potenciómetro
Nitrógeno total	Método de Kjeldahl
Fósforo disponible	Método de Olsen
Potasio disponible	Método del ácido sulfúrico-AA
Calcio	Método del ácido sulfúrico-AA
Magnesio	Método del ácido sulfúrico-AA
Capacidad de intercambio catiónico	Método del acetato

### 3.7. Diseño de campo para la evaluación de macrofauna

Se realizó según la tropical soil biology and fertility (TSBF) ANDERSON e INGRAM. (1993). Para ello, se seleccionó tres áreas de muestreo, con cuatro repeticiones por cada área (sistema radial a 10 m del punto central en que se ubica la calicata), según la clasificación fisiográfica del área de estudio, en ella, se ubicó las tres calicatas y se extrajeron muestras en 04 puntos equidistantemente a un ponto central, con monolitos de 25 x 25 x 10 cm de profundidad.

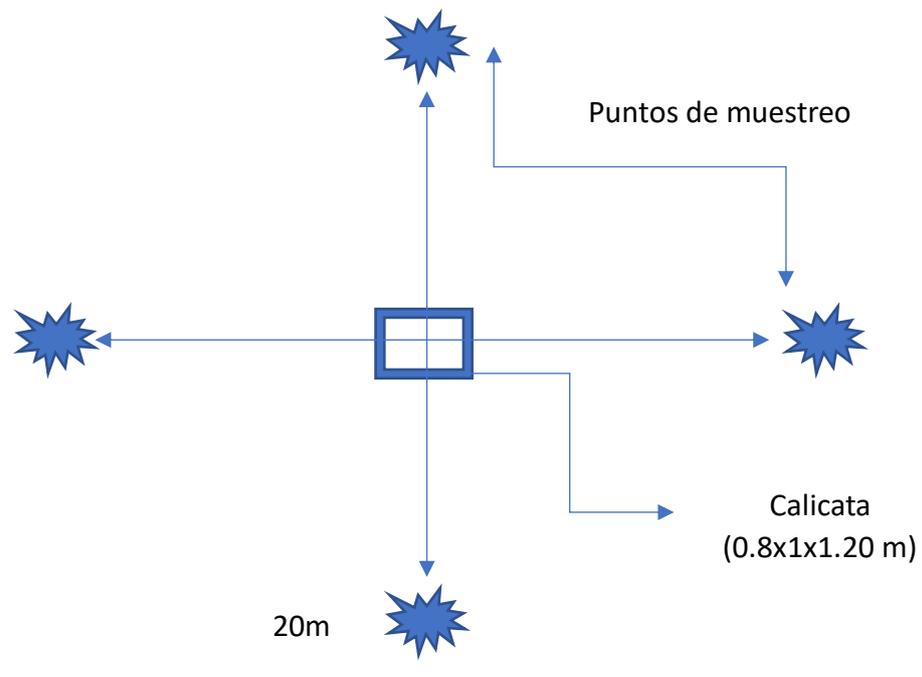


Figura 03. Puntos de muestreo de macrofauna

### 3.8. Colecta e identificación de macrofauna

La captura de cada espécimen se realizó de forma manual en estrato de 0-10 cm. En el laboratorio, se procedió al separado y extracción de los individuos, los que se colectan en frascos de vidrio que contienen solución de alcohol al 90 % y Formol al 5 %.

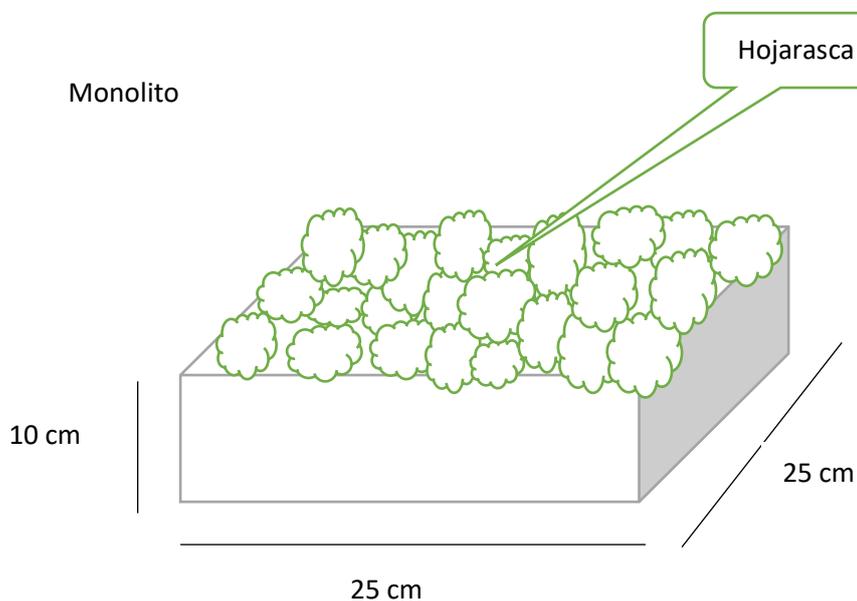


Figura 04. Diseño del monolito en estratos superficial

Para la identificación en el laboratorio se realizó los siguientes pasos:

- Observación de cada espécimen colectado en un estereoscopio de alta resolución.
- Consulta a expertos y observación de manuales como el de CASTHER (2008) y otras que a la fecha se hayan publicado, en donde se hará comparaciones para diferenciar sus caracteres de cada individuo y permita su clasificación.
- La clasificación se realizó a nivel de Phylum, clase y orden

### 3.9. Indicadores de la macrofauna a evaluar

En cada punto de muestreo se evaluó el número de individuos por estrato, generándose así la abundancia de espécimen, por estrato y por cada punto de muestreo cuyo promedio de muestras permitió encontrar la abundancia por sistema de uso.

También se determinó la diversidad alfa, utilizando el índice de Shannon – Wiener para la riqueza de especies en cada tipo de suelo. Se aplicó la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad (1)$$

Donde:

H' = Shannon – Wiener (bits/individuo)

S = Número de especies

$P_i$  = Proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto al total ( $n_i/N_t$ )

$n_i$  = abundancia de la especie  $i$

$N$  = Abundancia total

El índice de Simpson:

$$D_{si} = \sum_{i=1}^n P_i^2 \quad (2)$$

Donde:

$D$  = Índice de Simpson

$p_i$  = abundancia proporcional de la  $i$ ésima especie

Finalmente, para determinar la abundancia relativa (equidad) de especies en cada área de muestreo se usó la siguiente fórmula:

$$J = \frac{H'}{\ln S} \quad (3)$$

Donde:

$J$  = índice de equidad e índice de Pielou

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon – Wiener

$S$  = Número de especies por unidad taxonómica

$\ln$  = Logaritmo natural

### 3.10 Variables en estudio

- **Variable dependiente:** Diversidad de macrofauna del suelo.

**Indicadores:** Shanon-Winner, Simpson, Pielou.

- **Variable independiente:** Tipos taxonómicos de suelo.

**Indicadores:** Suelos entisoles y Suelos inceptisoles.

- **Variable interviniente:** Condiciones agroclimáticas del sector Trampolín.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Clasificación taxonómica del suelo

En el Cuadro 11, se presenta el resultado de la clasificación según el sistema de clasificación de la Soil Taxonómico (USDA, 2014), a nivel de orden, sub orden, gran grupo y sub grupo, de las áreas muestreadas en esta investigación.

Cuadro 09. Clasificación taxonómica del suelo

Orden	Sub Orden	Gran Grupo	Sub Grupo	Calicata
Inceptisol	Udepts	Eutrudepts	Typic Eutrudepts	C1 Cb
Inceptisol	Udepts	Eutrudepts	Fluventic Eutrudepts	C2 Tm
Entisol	Fluvents	Udifluvents	Typic Udifluvents	C3 Tb

Los resultados de las características morfopedogénicos correspondientes a la calicata C1 (Cuadro 8), que corresponde al orden inceptisol y sub grupo Typic Eutrudepts, suelos inceptisoles típicos de regímenes de humedad udico y con más de 50% de saturación de bases.

Cuadro 10. Características ecofisiográficas de la calicata C1 Cb

Características de la calicata C1 Cb	
Clasif. Soil Taxónomy:	Inceptisol-Typic Eutrudepts
Sector	Trampolín
Calicata	C3Cb
Paisaje	Colinoso
Subpaisaje	Colina baja
Coordenadas (UTM)	394919E- 8982209S
Altitud (msnm)	730
Pendiente (%)	18
Dist. Raíces (m)	1.2
Drenaje	Moderado
Nivel freático (m)	A partir de 1.2
Material parental	Residual
Uso actual	Bosque secundario
Precipitación (mm)	3 200
Rég. de Humedad	Udico
Rég. de Temperatura	Isotermico
Epipedón	Ócrico
Endopedón	Cámbico

Los análisis del laboratorio de suelos, arrojan los valores que se describen (Cuadro 9) para cada horizonte seleccionado al momento de la lectura de la calicata C1. En ella se puede apreciar un suelo con granulometría media, pH ligeramente acida que se incrementa con la profundidad y un contenido medio

de materia orgánica que descende con la profundidad y un contenido medio en potasio que muestra el mismo comportamiento con la profundidad.

Cuadro 11. Descripción del perfil de la calicata C1Cb

Prof/cm	Descripción del perfil	
0	A	Epipedon ócrico; Franco arcillo arenoso; color pardo amarillento claro (10YR 6/4), en húmedo; estructura granular fino, débil; friable; raíces finas y medias, comunes; reacción ligeramente ácida (pH 6.24); contenido medio de materia orgánica (3.78%); alto en fosforo (22.45 ppm); medio en potasio (184.79 ppm); alto en saturación de bases (100%); permeabilidad moderada. Límite de horizonte gradual al,
14		
65	Bw	Endopedon cámbico; arcilloso; color rojo amarillento (5YR 5/7), en húmedo; estructura en bloque subangular fino, débil; friable; raíces finas y medias, pocos; reacción neutra (pH 6.51); contenido medio de materia orgánica (3.01%); alto en fosforo (21.84 ppm); bajo en potasio (116.95 ppm); alto en saturación de bases (100%); permeabilidad moderada. Límite de horizonte gradual al
+ 120	C	arcilloso; rojo (2.5YR5/8), en húmedo; con presencia de moteaduras de color rojo pálido (2.5YR7/3); sin estructura (masivo), firme; raíces finas, pocos, permeabilidad lenta.



Figura 05. Perfil modal y paisaje de la calicata C1Cb

Cuadro 12. Características ecofisiográficas de la calicata C2 Tm

Características de la calicata C2Tm	
Clasif. Soil Taxonomy:	Inceptisol-Fluventic Eutrudepts
Sector	Trampolín
Calicata	C2Tm
Subpaisaje	Terraza media
Coordenadas (UTM)	395364W- 8982330S
Altitud (msnm)	695
Pendiente (%)	5
Dist. Raíces (m)	1.2
Drenaje	Moderado
Material parental	Aluvial antiguo
Uso actual	Bosque secundario
Precipitación (mm)	3 200
Rég. de Humedad	Udico
Rég. de Temperatura	Isotermico
Epipedón	Óchrico
Endopedón	Cámbico

La calicata 2 presenta pH neutro que se mantiene con la profundidad, contenido medio de materia orgánica que disminuye ligeramente con la profundidad, al igual que el fosforo y potasio

Cuadro 13. Descripción del perfil de la calicata C2Tm

Prof/cm	Descripción del perfil
0	Epipedon ócrico; Franco arcillo limoso; color Rojo oscuro (7.5YR3/3)
12	A en húmedo; estructura granular fino, débil; friable; raíces finas y medias, comunes; reacción neutra (pH 7.02); contenido medio de materia orgánica (2.98%); contenido medio en fosforo (11.07 ppm); medio en potasio (129.94 ppm); saturación de bases alta (100%); alto en saturación de bases (100%); permeabilidad moderada. Límite de horizonte gradual al,
64	Bw Horizonte cámbico; Franco arcillo limoso; color rojo amarillento (5YR 5/7), en húmedo; estructura en bloque subangular fino, débil; friable; raíces finas y medias, pocos; reacción neutra (pH 7.23); contenido medio de materia orgánica (2.76%); bajo en fosforo (5.75 ppm); bajo en potasio (117.95 ppm); permeabilidad moderada. Límite de horizonte difuso al,
120	C Franco arcillo limoso; rojo (2.5YR5/8), en húmedo; sin estructura (masivo), firme; raíces finas, pocos, reacción neutra (pH 7.05); contenido medio de materia orgánica (2.40%); bajo en fosforo (3.52 pmm); bajo en potasio (115.95 pmm), alto en saturación de bases (100%); permeabilidad moderadamente lenta.



Figura 06. Perfil modal y paisaje de la calicata C2Tm

Cuadro 14. Características ecofisiográficas de la calicata C3

Características de la calicata C3Tb	
Clasif. Soil Taxonomy:	Entisol - Typic Udifluvents
Sector	Trampolín
Subpaisaje	Terraza baja
Coordenadas (UTM)	395764W-8982271S
Altitud (msnm)	660
Pendiente (%)	3
Dist. Raíces (m)	0.9
Drenaje	Moderado
Nivel freático (m)	A partir de 0.9 m
Material parental	Aluvial reciente
Uso actual	Bosque secundario
Rég. de Humedad	Udico
Rég. de Temperatura	Isotermico
Epipedón	Óchrico
Endopedón	Cámbico

Cuadro 15. Descripción del perfil de la calicata C3Tb

Prof/cm	Descripción del perfil
0	Epipedon ócrico; Franco arcillo limoso; color pardo claro (10YR 6/4), A en húmedo; estructura granular fino, débil; friable; raíces finas y medias, comunes; reacción neutra (pH 7.18); contenido medio de materia orgánica (2.43%); bajo en fosforo (4.29 ppm); medio en potasio (225.28 ppm); alto en saturación de bases (100%) y permeabilidad moderada. Límite de horizonte gradual al,
12	Endopedon cámbico, Franco arcillo limoso; pardo amarillo claro (10YR6/5), en húmedo; sin estructura (masivo), firme; raíces finas, C1 pocos, reacción ligeramente alcalina (pH 7.73); contenido medio de materia orgánica (2,26%); bajo en fosforo (2.9 ppm); medio en potasio (134.94 ppm); alto en saturación de bases (100%) permeabilidad moderadamente lenta. Límite de horizonte difuso al,
58	Franco arcilloso limoso; pardo claro (10YR6/3), en húmedo; sin C2 estructura (masivo), firme; reacción ligeramente alcalina (pH 7.52); contenido bajo de materia orgánica (1.16%); contenido bajo de fosforo (4.67 ppm); medio en potasio (131.44); alto en saturación de bases (100%); permeabilidad moderadamente lenta.
90	Napa freática

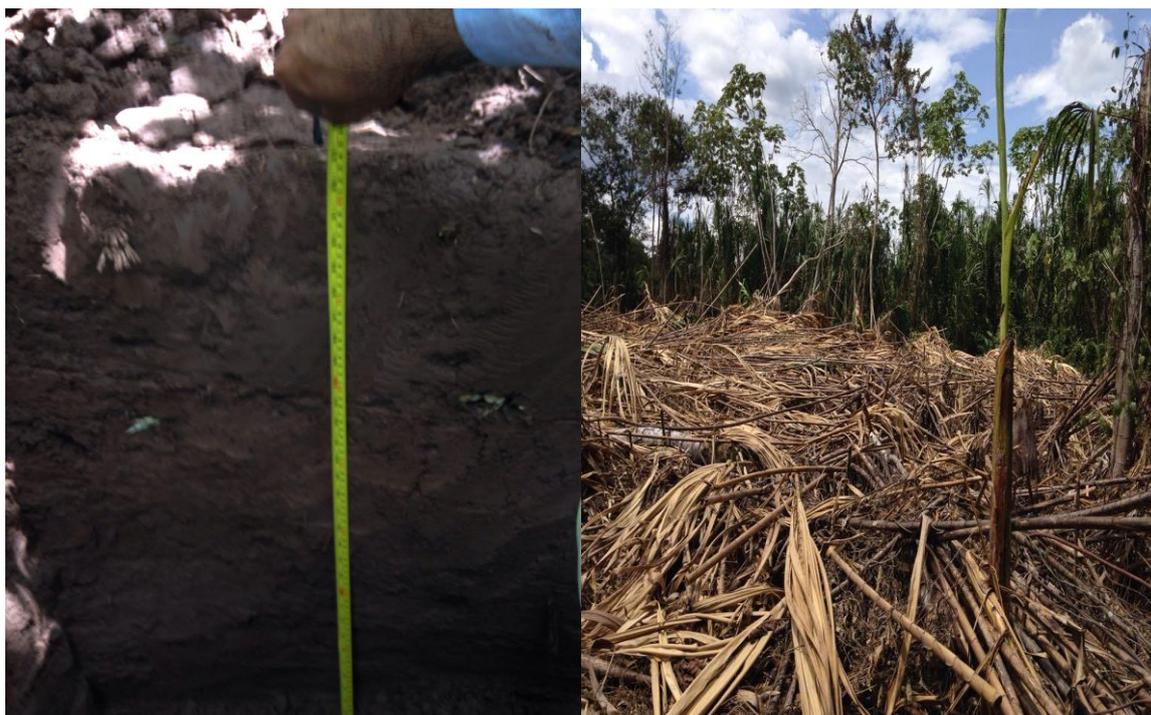


Figura 07. Perfil modal y paisaje de la calicata C3Tb

#### 4.2. Macroinvertebrados en los diferentes tipos taxonómicos

Cuadro 16. Macroinvertebrados en suelo Inceptisol- Typic Eutrudeps

Calicata 1							
Phylum	Clase	Orden	M1	M2	M3	M4	ind/m <sup>2</sup>
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	3	5	1	3	48
		Coleóptera			1	1	4
Artrópoda	Insecta	Orthóptera		1		1	8
		Dermáptera	1	1			8
		Malacostraca	1				8
Mollusca	Gasterópoda	Archeogastropoda			1	1	8
TOTAL							84

Cuadro 17. Macroinvertebrados en suelo Inceptisol - Fluventic Eutrudepts

Calicata C2 Tm							
Phylum	Clase	Orden	M1	M 2	M 3	M 4	Media (ind/m <sup>2</sup> )
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	2		1	1	16
		Coleóptera	1				4
		Orthóptera			1		4
Artrópoda	Insecta	Dermáptera		1	1		8
		Blataria	1				4
	Malacostraca	Isópoda				1	4
Molusca	Gasterópoda	Archeogastropoda			1		4
TOTAL							80

Cuadro 18. Macroinvertebrados en suelo Entisol - Typic Udifluvents

Calicata 3							
Phylum	Clase	Taxa	M1	M2	M3	M4	media (ind/m <sup>2</sup> )
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida				1	4
		Coleóptera	1				4
		Orthóptera	1				4
Artrópoda	Insecta	Dermáptera			1		4
		Blattaria		1		2	12
	Malacostraca	Isópoda				1	4
TOTAL							32

### 4.3. Índices de diversidad en diferentes tipos taxonómicos

Cuadro 19. Índices de diversidad en la calicata C1Cb

Phylum	Clase	Orden	calicata 1				n	Calculo del índice				
			1	2	3	4		pi	ln pi	pi ln pi	pi <sup>2</sup>	
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	3	5	1	3	12	0.30	-1.20	-0.36	0.09	
Artrópoda	Insecta	Coleóptera			1		1	0.03	-3.69	-0.09	0.001	
		Orthóptera		1		1	2	0.05	-2.99	-0.15	0.003	
		Dermáptera	1	1			2	0.05	-2.99	-0.15	0.003	
		Malacostraca	Isópoda	1				1	0.03	-3.69	-0.09	0.001
		Archeogas-	tropoda			1	1	2	0.05	-2.99	-0.15	0.003
Mollusca	Gasterópoda	TOTAL				20	0.50		-0.99	0.098		
Índices								J=0.51	H=0.9	D=0.09		

J= índice de Jacard (similitud), H= índice de Shannon (equidad) y D= índice de Simpsom (dominancia)

Cuadro 20. Índices de diversidad en la calicata C2Tm

Phylum	Clase	Orden	Calicata 2				N	Cálculos del índice			
			1	2	3	4		pi	ln pi	pi ln pi	pi <sup>2</sup>
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	2		1	1	4	0.28	-1.25	-0.36	0.082
Artrópoda	Insecta	Coleóptera	1				1	0.07	-2.64	-0.19	0.005
		Orthóptera			1		1	0.07	-2.64	-0.19	0.005
		Dermáptera		1	1		2	0.14	-1.95	-0.28	0.02
		Blattaria			1		1	0.07	-2.64	-0.19	0.005
		Malacostraca	Isópoda				1	1	0.07	-2.64	-0.19
Mollusca	Gasterópoda	Archeogastropoda			1		1	0.07	-2.64	-0.19	0.005
TOTAL							11	0.78		-1.58	0.127
Índices								J= 0.8	H=1.57	D=0.13	

J= índice de Jacard (similitud), H= índice de Shannon (equidad) y D= índice de Simpsom (dominancia)

Cuadro 21. Índices de diversidad en calicata C3Tb

Phylum	Clase	Orden	Calicata 3				n	Cálculos del índice			
			1	2	3	4		pi	ln pi	pi ln pi	pi <sup>2</sup>
Annélida	Oligochaeta	Haplotaxida				1	1	0.07	-2.64	-0.18	0.005
Artrópoda	Insecta	Coleóptera	1				1	0.07	-2.64	-0.18	0.005
		Orthóptera	1				1	0.07	-2.64	-0.18	0.005
		Dermáptera			1		1	0.07	-2.64	-0.18	0.005
		Blattaria		1		2	3	0.21	-1.54	-0.33	0.046
	Malacostraca	Isópoda				1	1	0.07	-2.64	-0.19	0.005
		TOTAL					8	0.57		-1.27	0.071
Índices								J=0.71	H=1.27	D=0.07	

J= índice de Jacard (similitud), H= índice de Shannon (equidad) y D= índice de Simpsom (dominancia)

Los resultados (Figura 07) muestran mayor diversidad en los suelos inceptisol (Fluventic Eutrudepts y Typic Eutrudepts) y menor en el entisol (Typic Udifluents).

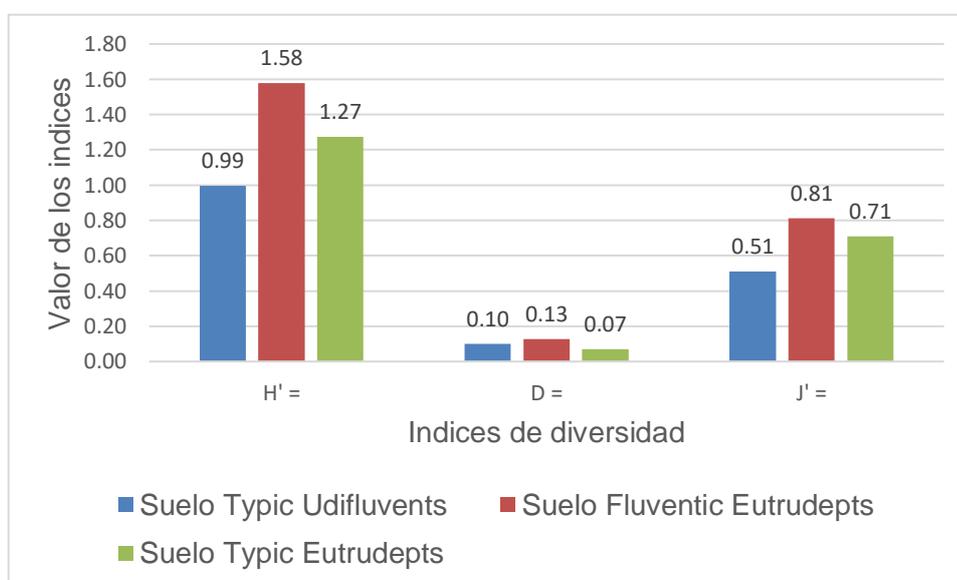


Figura 08. Comportamiento de los índices en diferentes tipos taxonómicos de suelos

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. De la clasificación de suelos

Las tres áreas en estudio (calicatas 1, 2 y 3) pertenecen, según el sistema de clasificación de la Soil Taxonomic versión 2014, a tres sub órdenes Typic Eutrudepts y Fluventic Eutrudepts para el orden Inceptisol y Typic Udifluvents para Entisol, Esta clasificación se realizó teniendo en cuenta los criterios de los sistemas modernos de clasificación, señalados por (BOUL *et al.*, 1991): El grado de desarrollo del perfil, en relación con el grado de evolución, la alteración climática, los movimientos de materia y el edafoclima.

En el caso de las calicatas C1Cb y C2Tm se clasifico como Inceptisoles porque al realizar la lectura de los mismos se encontró horizontes A, Bw y C, un epipedón ócrico y un endopedon cámbico. Esto, coincide con PORTA (1999), señala que los inceptisoles en zonas húmedas presentan perfiles menos evolucionados, con un perfil típico A, Bw, C. Además, PORTA *et al.*, (2011) precisa que, en los Inceptisoles, una secuencia común de horizontes es un epipedón ócrico o úmbrico sobre un cámbico. Razón por la cual estas dos calicatas fueron clasificadas como Inceptisoles. Finalmente, la calicata tres presento horizontes A, C1, C2 y un epipedón ócrico. Al respecto, PORTA *et al.* (2011) señala que el orden Entisol incluye a suelos de desarrollo tan superficial

y reciente, que solo se ha formado un epipedón ócrico o y se los encuentra en tierras húmedas, terrenos aluviales, parcelas arenosas, pedregales y deposiciones no consolidados, que tienen pequeña o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos. Razón por la cual a la calicata 3 se clasifico como Entisol. Asimismo, la determinación de sub orden, gran grupo, y sub grupo, para todos los casos, se siguió de acuerdo al manual de la Soil Taxónomi versión 2014.

Nuestros resultados pueden ser contrastados con otros resultados; Según GOREHCO (2016) quien realizó los estudios de suelos para la propuesta de la ZEE de la región Huánuco; los suelos clasificados más importantes en mérito a su extensión fue el inceptisol (Typic Eutrudepts que ocupa el 16,14% y Typic Dystrudepts 11.45 % del área en estudio) son suelos moderadamente profundos; de color pardo grisáceo oscuro a pardo amarillento oscuro y textura media a fina.

Al respecto, Obregón (2017) en un estudio de clasificación taxonómica y calidad de suelo en la zona de uso especial del parque Nacional Tingo María (PNTM) determinó que son suelos de orden inceptisol, sub orden Udepts; gran grupo Eutrudepts y Distrudepts; sub grupo Typic Eutrudepts y Typic Distrudepts. Por lo tanto, estos antecedentes muestran que la clasificación realizada en el área está debidamente respalda y corresponde a suelos típicos presente en nuestra zona.

## **5.2 De los índices de diversidad en los diferentes tipos taxonómicos de suelo**

Los índices de diversidad revelan que la calicata C1Cb que corresponde a suelo Typic Eutrudepts, presenta para la diversidad alfa, valores bajos en los índices de equidad H (0.99) y dominancia D (0.099), y la diversidad beta, presenta valores medio para similitud J (0.511). Para la calicata C2Tm, suelo Fluventic Eutrudepts se encontró valores bajos para el índice D (0.127), medio para H (1.57), y alto para J (0.81). Para la calicata C3Tb, Typic Udifluvents, presenta valores bajos para el índice D (0.07) y H (1.27), medio para el índice J (0.71).

En general se tiene un índice de Simpsom o índice de dominancia D con valores bajos para C1Cb, C2Tm y C3Tb. Según MORENO (2001) este índice muestra la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes y su valor es inverso a la equidad. Este resultado revela que no existe un taxón dominante en los diferentes tipos taxonómicos de suelo.

De igual manera el índice de equidad o índice de Shannon H son bajos (C1Cb y C3Tb) y medio para C2Tm. Para MORENO (2001) este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores

entre cero, cuando hay una sola especie, el valor medio o normal varia de 1.5 a 3. Además, el índice de Shannon es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica (PLA, 2006). En este caso los resultados muestran relativa homogeneidad tanto en número como a nivel de taxones, pues si bien tenemos valores bajos de H, estos están muy cerca del valor medio.

También el índice de similitud o índice de Jacard J, que representa la diversidad beta, tiene valores medios (C1Cb y C3Tb) y alto (C2Tm). Según MORENO (2001) este índice, expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, se refiere al cambio de especies entre dos áreas muestreadas y va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. Por lo tanto, los resultados nos indican que los tres tipos taxonómicos de suelos presentan especies comunes de macro invertebrados, pues tenemos valores medios y alto para J. Justamente es el índice que mide la diversidad entre tipos taxonómicos de suelo muestreados, por lo que queda claro que los tipos de suelos influyen en la diversidad de macro invertebrados, pues se aprecian numéricamente diferencias.

Nuestros resultados pueden ser contrastados por algunos trabajos realizado en el área de influencia de nuestra investigación. Así, TUESTA (2015) muestra la diversidad de macrofauna en el bosque secundario (H=2.25 y J= 0.85), cocona (H=1.37 y J=0.55), cacao (H=1.36 y H= 0.52) y maíz (H=1.34 y J= 0.52), en este caso el bosque secundario es notablemente superior a nuestro

resultado. Esto puede explicarse ya que según BROWN *et al.* (2001), la eficacia del método manual es baja y tiende a subestimar las poblaciones de la macrofauna, especialmente los organismos de menor tamaño. Además, lo reducido de las muestras del método TSBF (monolito de 25 cm). Finalmente, la estimación de la macrofauna por este método se ve afectada por la variabilidad espacial (vertical y horizontal) y el comportamiento estacional faunístico y las variaciones climáticas pueden hacer que algunos miembros de la fauna (lombrices) bajen a profundidades mayores que las contempladas por esta metodología, especialmente durante la época de sequía. Que coincide con la época de muestreo de nuestro trabajo, este se realizó en los meses de junio y julio.

Hay otros trabajos que muestran resultados similares, como el de AGUIRRE (2014) en determinación de macrofauna en suelos de cafetales (*Coffea arabica* L.) con diferentes edades (1, 2, 4 y 10 años del establecimiento), en Santa Rosa Tealera, distrito Hermilio Valdizan las parcelas fueron poco diversos con 1.56 ( $H'$ ), 0.6217 (J) y 0.5567 (D), si bien hay un error de interpretación del índice H corresponde a un nivel de equidad media, igual para los índice de similitud J y el índice de dominancia D. Sin embargo son valores similares a los encontrados es esta investigación. También, FULTON (2013) encontró mayor diversidad ( $H'$ :1.76 nats/ind) en los suelos con plantaciones de cacao, y menor diversidad ( $H'$ :0.48 nats/ind) en los suelos con plantación de pasto. Finalmente, CAMPOS (2007), encontró en sistema con café en suelo aluvial (suelo Entisol), presenta la más alta densidad y riqueza de especies y el

sistema de yuca y café del suelo residual (Inceptisol) presento menores valores de densidad y riqueza. Nuestro resultado tiene este mismo comportamiento.

## VI. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados y objetivos planteados se concluye:

1. Los suelos de las tres áreas en estudio pertenecen, según el sistema de clasificación de la Soil Taxonomy versión 2014, a tres sub órdenes; Typic Eutrudepts y Fluventic Eutrudepts para el orden Inceptisol y Typic Udifluvents para el orden Entisol.
2. Los índices de diversidad revelan que la calicata C1Cb que corresponde a suelo Typic Eutrudepts, presenta seis taxones y valores bajos en los índices  $H=0.9$  (índice de Shannon) y  $D=0.09$  (índice de Simpson) y para  $J=0.51$  (índice de equidad). Para la calicata C2Tm, suelo Fluventic Eutrudepts se encontró seis taxones y valores bajos para el índice  $D (0.13)$ , medio para  $H (1.57)$  y alto para  $J (0.8)$ . Para la calicata C3Tb, Typic Udifluvents, presenta 7 taxones y valores bajos para el índice  $D (0.07)$  y  $H (1.27)$ , alto para el índice  $J (0.71)$ .

## VII. RECOMENDACIÓN

Los resultados de esta investigación nos permiten recomendar:

1. Considerar en toda investigación sobre macro invertebrado, el tipo taxonómico de suelo, pues este tiene influencia estadísticamente significativa en el índice de diversidad (J), que mide la diversidad entre tipos taxonómicos, independiente al sistema de uso del suelo.
2. Realizar investigación más detallada, para determinar qué tipo taxonómico de suelo presenta mayor diversidad.
3. Investigar que tipo taxonómico de suelo ofrece mayor resistencia a la pérdida de este componente biológico (macroinvertebrados) y a su recuperación.

## VIII. ABSTRACT

In the region there is diversification in the soil types (of alluvial and residual origin) and as a consequence, a plurality in the biological composition of the macroinvertebrates. Thus, the research evaluated the diversity indices of the macroinvertebrates in different taxonomic types of soil in the Trampolín sector, Daniel Alomía Robles-Pumahuasi district, Leoncio Prado province, Peru. The methodology used for the soil classification was the Soil Taxonomy, 2014 versions, and for the evaluation of the macrofauna, the tropical soil biology and fertility (TSBF) methodology, proposed by ANDERSON and INGRAM (1993), the alpha (Shannon – Wiener y Simpson) and Pielou beta diversity indices were determined. The results show three suborders: Typic Dystrudepts and Fluventic Dystrudepts for the Inceptisol order and Typic Udifluvents for the Entisol order. Moreover, the Typic Dystrudepts soil presents six taxa and low values of the following indices: J = equity index, H = Shannon index and D =Simpson index. For the C2Tm testpit, Fluventic Dystrudepts soil, six taxa and low values for D, average for H and high for J. For the C3Tb testpit, Typic Udifluvents, presents seven taxa and low values for the D and H indices and high for the J index. In conclusion, there is greater diversity in the Inceptisol soils (Fluventic Dystrudepts and Typic Dystrudepts) and less in the Entisols (Typic Udifluvents).

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, H. 2014. Determinación de macrofauna en suelos de cafetales (*Coffea arabica* L.) en Santa Rosa Tealera, distrito Hermilio Valdizan. [Tesis]: Repositorio UNAS, ([http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1079/TS\\_MMHA\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1079/TS_MMHA_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y), documento del 25 de octubre del 2018).
- ALTIERI, M., HECHT, S., LIEBMAN, M., MAGDOFF, F., NORGAARD, R. y SIKOR, T. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo. [En línea]:Agroecología,(<https://www.agroecologia.net/agroecologia-bases-cientificas-para-una-agricultura-sustentable/>, documento del 10 de noviembre del 2018).
- ANDERSON, J., INGRAM, S. 1993. Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods. Soil Science 157(4): 265p
- BROWN, G., FRAGOSO C., BAROIS, I., ROJAS, P., PATRÓN, J.C., BUENO, J., MORENO, G.A., LAVELLE, P., ORDAZ, V., RODRÍGUEZ, C. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. Acta Zoológica Mexicana. Número especial 1:79. 2001
- BUOL, S., HOLE, F., MCCRACKEN, R. 1991. Génesis y clasificación de suelos. Traducido por Agustín Contín. Edit. Trillas, Segunda edición. 417 pp.
- CABRERA, G., CRESPO, G. 2001. Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 35 (01): 3-9.

- CAMPOS, V. 2010. La macrofauna del suelo como indicador biológico en diferentes usos de suelos agrícolas, en el caserío Los Milagros- Aucayacu. [Tesis]: Universidad Nacional Agraria de la Selva. 77p. [Citado el 25 de octubre 2018].
- CORREIA, M., OLIVEIRA, L.C.M. 2000. Fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos. [En línea]. Agris, (<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR20001597278>, documento del 15 de octubre del 2018).
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS-USDA. 2014. Claves para la Taxonomía de Suelos. [En línea]: ([https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051546.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf)), documento del 10 de octubre del 2018).
- FÁTIMA, M., MOREIRA, E., HUISING, J., BIGNELL, D.E. 2012. Manual de biología de suelos tropicales; Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo. [En línea]: Books, (<https://books.google.com.pe/books?isbn=6077908312>, documento del 12 de octubre del 2018).
- GOBIERNO REGIONAL DE HUÁNUCO-GOREHCO. 2016. Zonificación ecológica económica base para el ordenamiento territorial de la región Huánuco. [En línea]: SINIA, (<http://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-base-ordenamiento-territorial-region>, documento del 02 de octubre del 2018).
- GRACEY, C. 2010. La mesofauna y macrofauna en relación a las propiedades físicas y químicas del suelo de ex cocal y Bosque Secundario en el sector de Los Milagros. [En línea]: Repositorio UNAS, (<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/417>, documento del 05 de diciembre del 2018).

- HUAMANYAURI, B. 2012. Macrofauna del suelo en diferentes usos de la tierra en sistemas ganaderos en el distrito de José Crespo y Castillo – Aucayacu. [En línea]: Repositorio UNAS, (<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/782>, documento del 03 de diciembre del 2018).
- JACOBO, S., GONZALES, F., PÉREZ, E. y ROJAS, R. 2013. Fundamentos teóricos y metodológicos para la investigación científica en ciencias agrarias. Editorial Mercurio Marketing. Huánuco Perú. 204p
- KLEMENS, E., STIERHOF, T., DAUBER, J., KREIMES, K. y WOLTERS, V. 2003. On the quality of soil biodiversity indicators: abiotic and biotic parameters as predictors of soil faunal richness at different spatial scales. *Agriculture Ecosystems Environment* 98(1-3): 273-283
- LABRADOR, J. 2008. Manejo del suelo en los sistemas de producción ecológica. [En línea]: Agroecología, ([www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-tecnicos/manual-suelos-ylabrador.pdf](http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/manuales-tecnicos/manual-suelos-ylabrador.pdf), documento del 10 de setiembre del 2018).
- LINARES, D. 2007. Macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso en el Parque Nacional Tingo María. Huánuco, Perú Tesis de pregrado de la Universidad nacional Agraria de la selva. 94p.
- MACHADO, F. y MIELNICZUK, J. 2009. Revisão de literatura uma visão sobre qualidade do solo. *Rev. Bras. Ci. Solo*. 33: 743-755.
- MEZA, M., CASTRO, C., PEREIRA, K. y PUGA, G. 2017. Indicadores para el monitoreo de la calidad del suelo en áreas periurbanas. valle de quillota, cuenca del Aconcagua, Chile. *Interciencia*. 42 (8): 494-502.

- MORENO, E. C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. [En línea]: Entomología, (<http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>), documento del 10 de octubre del 2018).
- MINISTERIO DE AGRICULTURA-MINAG. 2011. Guía técnica de orientación al productor: Manejo y fertilidad de suelos [En línea]: Agroaldía, (<http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/papa/manejoyfertilidaddesuelos.pdf>), documento del 17 de octubre del 2018).
- HOSOKAY, O.M.O. 2012. Calidad de suelos en diferentes sistemas de uso en Supte San Jorge - Tingo María. [En línea]: Repositorio UNAS, (<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/453/T.CSA-93.pdf?sequence=1&isAllowed=y>), documento del 10 de octubre del 2018).
- PANDURO, G. 2013. Diversidad de macrofauna en diferentes sistemas de uso del suelo en el bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María. [En línea]: Repositorio UNAS, (<https://www.unas.edu.pe/web/content/diversidad-de-macrofauna-en-diferentes-sistemas-de-uso-del-suelo-en-el-bosque-reservado-de>), documento del 05 de noviembre del 2018).
- PLA, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. [En línea]: Redalyc, (<http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>), documento del 06 de octubre del 2018).
- PORTA, C., LÓPEZ, A.R., ROQUERO, C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Cuarta Edición. España, 849 p

- PORTA, C., LÓPEZ-ACEVEDO, M. y POCH, R.M. 2011. Introducción a la Edafología. Uso y protección de suelos. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda Edición. España, 535 p.
- PULGAR, V. 2014 Las ocho regiones naturales del Perú. Terra Brasilis (Nova Série) Revista da Rede Brasileira de História da Geografia e Geografia Histórica. [En línea]: Journals, (<http://journals.openedition.org/terrabrasilis/1027>, documento del 07 de octubre del 2018).
- RAMÍREZ, W., GARCÍA, Y., SÁNCHEZ, S., LÓPEZ, M., HERNÁNDEZ, L. 2014. Caracterización de la macrofauna edáfica en sistemas de producción intensiva de césped. Pastos y Forajes. 37(02): 158-165.
- SÁNCHEZ, D. 2018. Evaluación de la macrofauna del suelo en cuatro diferentes sistemas de uso, en el distrito las Piedras, provincia de Tambopata, departamento Madre de Dios [En línea]: Repositorio UNAMAD, (<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/348>, documento del 05 de diciembre del 2018).
- SÁNCHEZ, S., CRESPO, G.J., HERNÁNDEZ, M. 2009. Descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham. III. Influencia de la densidad y diversidad de la macrofauna asociada. Pastos y Forrajes. 32(03): 1-8. [En línea]: Scielo, (<http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v33n1/pyf03110.pdf>, documento del 08 de noviembre del 2018).
- TUESTA, S. 2015. Evaluación de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso en el distrito de nuevo progreso. [En línea]: Repositorio UNAS, ([http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1091/TS\\_MKTS\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1091/TS_MKTS_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y), documento del 25 de octubre del 2018).

## X. ANEXOS

### 10.1. Clasificación de los suelos



Figura 09. Apertura y lectura de calicatas

### 10.2. Evaluación de los macro invertebrados



Figura 10. Extracción de muestras con el monolito



Figura 11. Extracción de los macro invertebrados



Figura 12. Identificación de los macro invertebrados

Cuadro 22. Epipedones u horizontes superficiales

Epipedon	Características
Antrópico	Materiales alterados o transportados por el hombre. Estos epipedones se forman en suelos donde ocurren geoformas o micro rasgos antropogénicos o en donde los suelos son más elevados que los suelos adyacentes, tanto como el espesor del epipedón antrópico.
Folístico	Consiste de material orgánico de suelo Se define como una capa que está saturada por menos de 30 días (acumulativos) en años normales (y no está drenado artificialmente), presenta altos contenidos de CO.
Hístico	Capa que se caracteriza por saturación (por 30 días o más acumulativos) y reducción por algún tiempo durante años normales (o está drenado artificialmente). La mayoría de los epipedones hísticos consisten de material orgánico de suelo, es un horizonte Ap con espesor mayor a 20 cm.
Melánico	Horizonte negro, grueso con altas concentraciones de CO (> 6%). Un límite superior en o dentro de los 30 cm, ya sea desde la superficie del suelo mineral o del límite superior de una capa orgánica con propiedades ándicas de suelo.
Móllico	materiales minerales de suelo, mezclados en los 18 cm superiores del suelo mineral o de todo su espesor a un contacto dénsico, lítico o paralítico, es menor de 18 cm, %SB mayor a 50 y bajos contenidos de fosfatos.
Plaggen	Es un horizonte formado por acción del hombre, tiene un espesor mayor a 50 cm que se ha originado por la aplicación prolonga y continua de estiércol. Es común que contenga artefactos, tales como pedazos de ladrillo o vasijas en todo su espesor.
Úmbrico	Si su profundidad a un contacto dénsico, lítico o paralítico o a un horizonte petrocálcico o a un duripán (todos definidos posteriormente), es menor de 18 cm. es igual al móllico, pero su %SB es menor a 50%.
Ócrico	No cumple con las definiciones de cualquiera de los otros siete epipedones. Bien porque es muy claro, delgado o muy seco, contiene poco CO, tiene colores de value o de chroma muy altos

Fuente: PORTA et al. (2003)

Cuadro 23. Endopedones u horizontes subsuperficiales

Endopedon	Características
Ágrico	El horizonte compacto, formado inmediatamente debajo de la capa arada. Es un horizonte iluvial
Álbico	horizonte eluvial de 1.0 cm o más de espesor, que contiene 85 por ciento o más (por volumen) de materiales álbicos
Anhidrítico	horizonte en el cual la anhidrita se ha acumulado a través de una significativa neo formación
Argílico	horizonte subsuperficial, iluvial, con un porcentaje mayor de arcillas que el material suprayacente
Cálcico	horizonte iluvial enriquecidos con carbonato de calcio o magnesio u otros carbonatos
Cámbico	horizonte cámbico es el resultado de alteraciones físicas, transformaciones químicas o remociones o combinaciones de dos o más de esos procesos
Duripán	Es un horizonte subsuperficial cementado con sílice con o sin agentes cementantes auxiliares
Fragipán	Horizonte con capa de 15 cm o más de espesor; y muestra evidencias de pedogénesis dentro del horizonte
Glósico	se desarrolla como resultado de la degradación de un horizonte argílico, kándico o nátrico

Continúa....

Cuadro 23. Endopedones u horizontes subsuperficiales

<b>Endopedon</b>	<b>Características</b>
Gypstico	horizonte en el cual el yeso se ha acumulado transformando de manera significativa (mayor al 5%)
Kándico	horizonte subsuperficial verticalmente continuo que subyace a un horizonte superficial de textura gruesa, con arcillas de tipo 1:1 con baja CIC
Nátrico	horizonte nátrico es un horizonte iluvial que normalmente está a nivel sub superficial y tiene un porcentaje significativamente más alto de arcilla silicatada que los horizontes suprayacentes
Orstein	Es una capa cementada en 50 por ciento o más; y tiene un espesor de 25 mm o más
Óxico	Es un horizonte subsuperficial que no tiene propiedades ándicas
Petrocálcico	horizonte iluvial (de 10 cm o más) en el cual el carbonato de calcio secundario u otros carbonatos cementados
Petrogipsico	horizonte en el cual el yeso secundario visible se ha acumulado o transformado
Plácico	está cementado por hierro, manganeso y materia orgánica.
Sálico	horizonte de acumulación de sales más solubles que el yeso en agua fría; mayor a 15 cm de espesor y CE> a 30 dS/m.
Sómbrico	horizonte subsuperficial en suelos minerales que se ha formado bajo condiciones de drenaje libre
Espódico	capa iluvial con 85 por ciento o más de materiales espódicos

Fuente: Adaptado de USDA (2014)



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

[analisisdesuelosunacs@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunacs@hotmail.com)



**SOLICITANTE**

**ROJAS GARCIA JULIO G.**

Nº	COD. LAB.	DATOS CULTIVO	ANÁLISIS MECÁNICO			Textura	pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	Bas. Camb. %	Ac. Camb. %	Sat. Al %
			Arena %	Arcilla %	Limo %								Ca	Mg	K	Na	Al	H				
1	S2693	calicata 1 horizonte A	51.2	30.4	18.4	Franco Arcillo Arenoso	6.24	3.78	0.17	22.45	184.79	12.15	9.17	1.75	0.97	0.27	..	..	..	100.00	0.00	0.00
2	S2694	calicata 1 horizonte B	17.2	54.4	28.4	Arcilloso	6.51	3.01	0.14	21.84	116.95	9.18	7.14	1.36	0.46	0.22	..	..	..	100.00	0.00	0.00
3	S2695	calicata 2 horizonte A	31.2	28.4	40.4	Franco Arcillo Limoso	7.02	2.98	0.13	11.07	129.94	8.71	6.58	1.28	0.49	0.35	..	..	..	100.00	0.00	0.00
4	S2696	calicata 2 horizonte B	13.2	32.4	54.4	Franco Arcillo Limoso	7.23	2.76	0.12	5.75	117.95	8.72	6.35	1.23	0.77	0.37	..	..	..	100.00	0.00	0.00
5	S2697	calicata 2 horizonte C	17.2	38.4	44.4	Franco Arcillo Limoso	7.05	2.40	0.11	3.52	115.95	8.22	6.48	1.15	0.42	0.18	..	..	..	100.00	0.00	0.00
6	S2698	calicata 3 horizonte A	15.2	34.4	50.4	Franco Arcillo Limoso	7.18	2.43	0.11	4.29	225.28	9.56	7.38	1.39	0.59	0.20	..	..	..	100.00	0.00	0.00
7	S2699	calicata 3 horizonte C1	31.2	28.4	40.4	Franco Arcillo Limoso	7.73	2.26	0.10	2.90	134.94	8.94	6.98	1.31	0.50	0.14	..	..	..	100.00	0.00	0.00
8	S2700	calicata 3 horizonte C2	11.2	28.4	60.4	Franco Arcillo Limoso	7.52	1.16	0.05	4.67	131.44	9.08	6.77	1.29	0.82	0.21	..	..	..	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

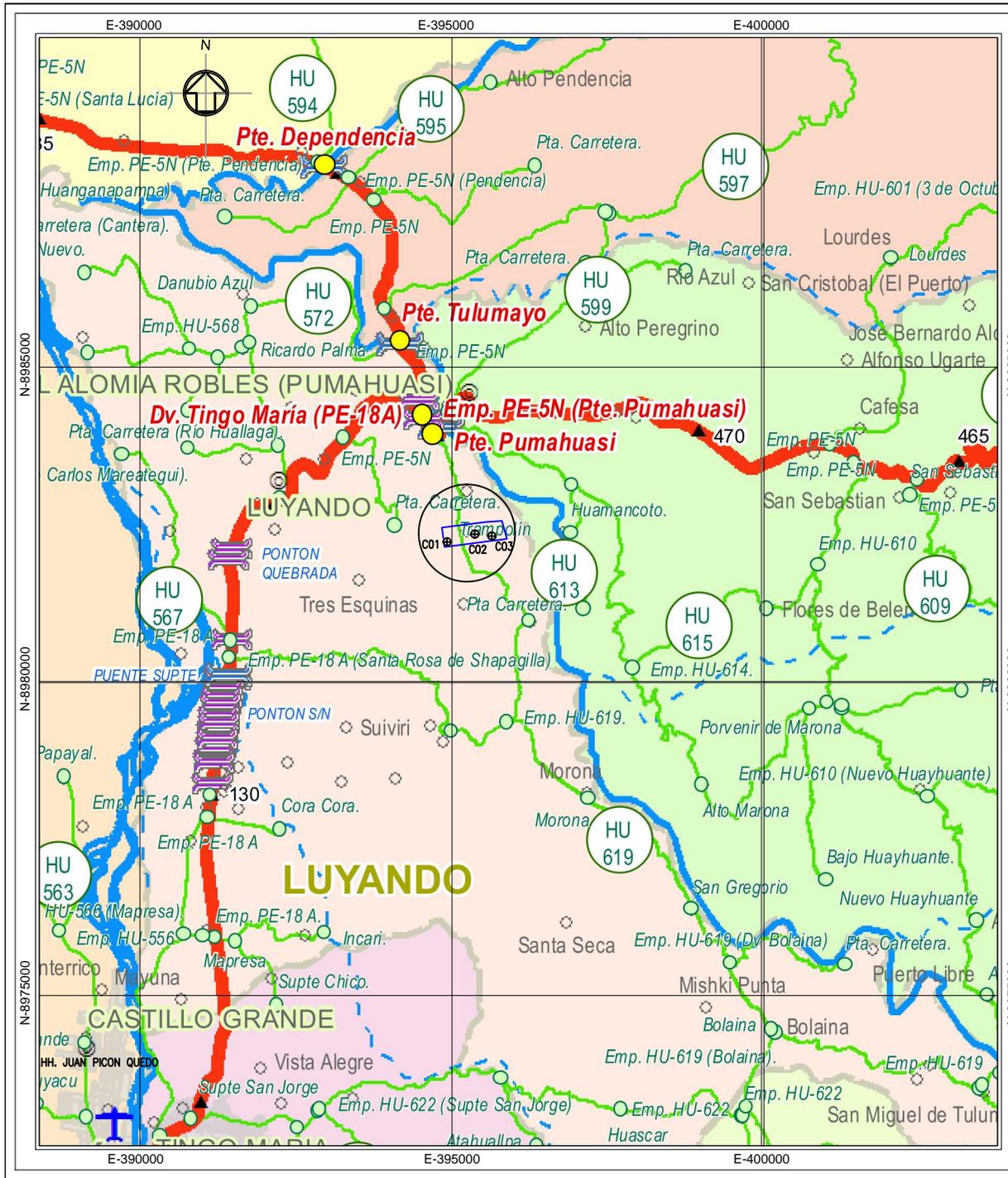
FECHA: 26 de marzo 2018

RECIBO Nº 0533117



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
LAB. ANÁLISIS DE SUELOS

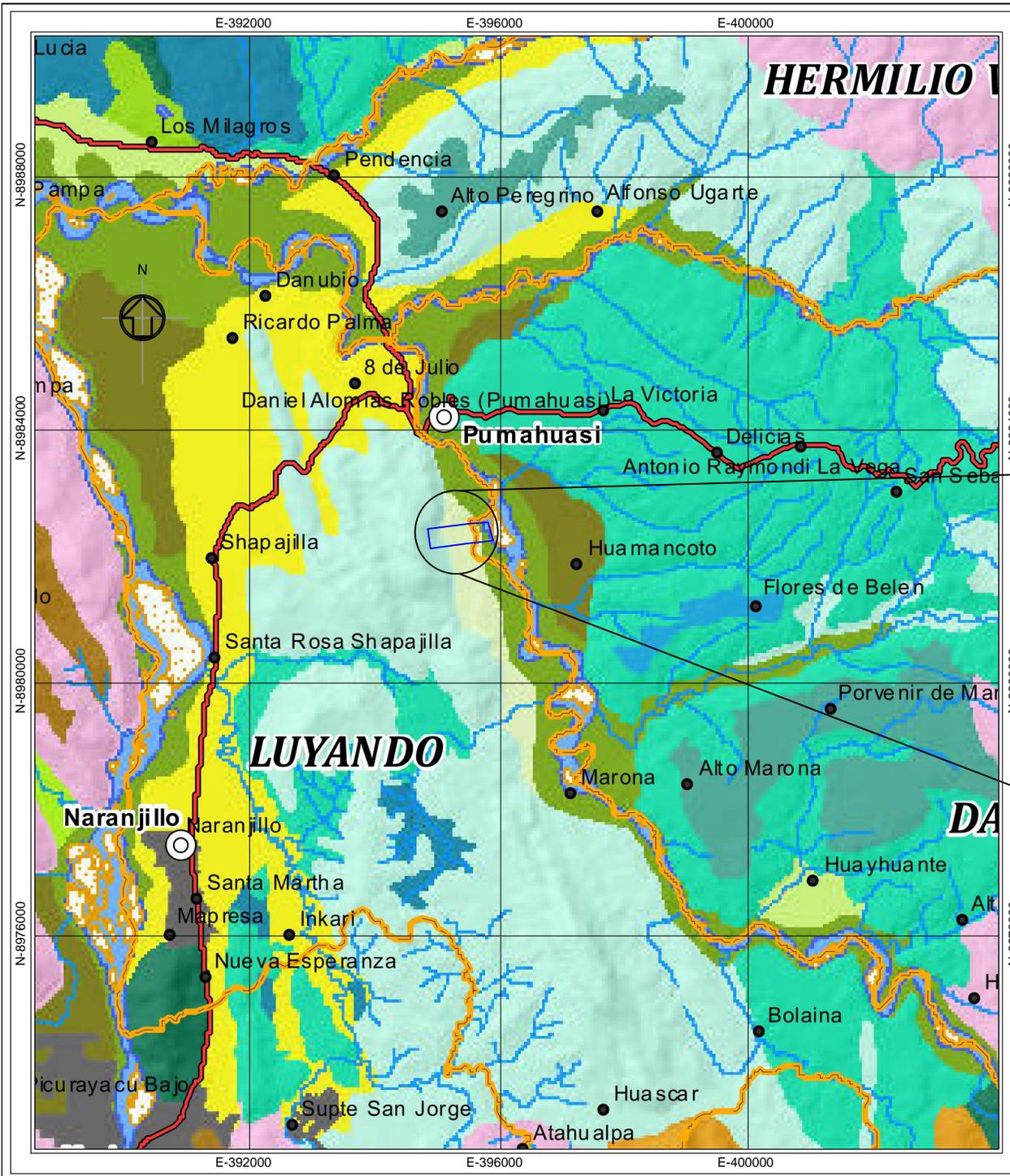
Ingr. Luis G. Marsilla Miraya  
JEFE



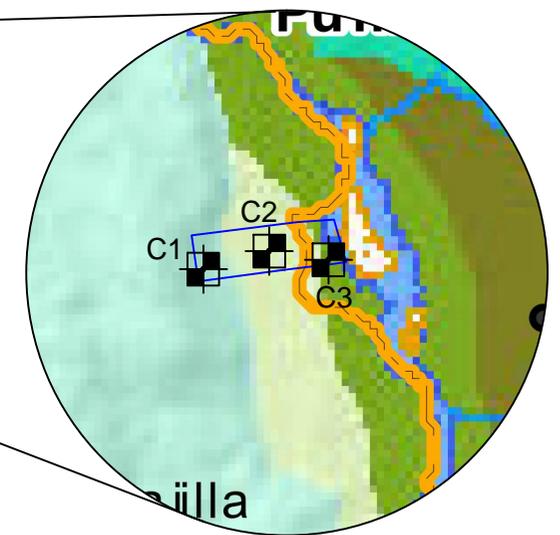
N°	ESTE	NORTE	CALICATA	DESCRIPCION
1	394919	8982209	C1	COLINA BAJA
2	395364	8982330	C2	TERRAZA MEDIA
3	395613	8982306	C3	TERRAZA BAJA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
PLANO DE UBICACIÓN**

DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
PUMAHUASI	LEONCIO PRADO	HUÁNUCO
AREA: 30.3 has	ESCALA: 1/100,000	DATUM: WGS-84



PAISAJE	SUB PAISAJE	PENDIENTE	UNIDAD FISIOGRAFICO	SÍMBOLO
Planicies	Planicies Fluviales	B 2 - 4 %	Terraza Fluvial Baja Ligeramente Inclinada	[Symbol]
		A 0 - 2 %	Terraza Fluvial Baja Inundable Plana a casi Plana	[Symbol]
	Planicies Coluvio-Aluviales	C 4 - 8 %	Cono de Deyección Moderadamente Inclinado	[Symbol]
		B 2 - 4 %	Cono de Deyección Ligeramente Inclinado	[Symbol]
	Planicies Aluviales	A 0 - 2 %	Terraza Aluvial Media Plana a casi Plana	[Symbol]
		C 4 - 8 %	Terraza Aluvial Media Moderadamente Inclinada	[Symbol]
		B 2 - 4 %	Terraza Aluvial Media Ligeramente Inclinada	[Symbol]
		D 8 - 15 %	Terraza Aluvial Media Fuertemente Inclinada	[Symbol]
		C 4 - 8 %	Terraza Aluvial Alta Moderadamente Inclinada	[Symbol]
		B 2 - 4 %	Terraza Aluvial Alta Ligeramente Inclinada	[Symbol]
C 4 - 8 %		Valle Estrecho Fluvial Moderadamente Inclinado	[Symbol]	
E 15 - 25 %		Valle Estrecho Fluvial Moderadamente Empinado	[Symbol]	
Montañas	Valles Intermontañosos	D 8 - 15 %	Valle Estrecho Fluvial Fuertemente Inclinado	[Symbol]
		B 2 - 4 %	Pie de Montaña Ligeramente Inclinado	[Symbol]
	D 8 - 15 %	Pie de Montaña Fuertemente Inclinado	[Symbol]	
	Laderas de Montañas	G 50 - 75 %	Laderas de Montañas Muy Empinadas	[Symbol]
		E 15 - 25 %	Laderas de Montañas Moderadamente Empinadas	[Symbol]
		F 25 - 50 %	Laderas de Montañas Empinadas	[Symbol]
		G 50 - 75 %	Laderas de Colinas Muy Empinadas	[Symbol]
C 4 - 8 %		Laderas de Colinas Moderadamente Inclinadas	[Symbol]	
Colinas	Laderas de Colinas	E 15 - 25 %	Laderas de Colinas Moderadamente Empinadas	[Symbol]
		D 8 - 15 %	Laderas de Colinas Fuertemente Inclinadas	[Symbol]
		F 25 - 50 %	Laderas de Colinas Empinadas	[Symbol]
		C 4 - 8 %	Cimas de Colinas Moderadamente Inclinadas	[Symbol]
	Cimas de Colinas	D 8 - 15 %	Cimas de Colinas Fuertemente Inclinadas	[Symbol]
Zonas urbanas				[Symbol]
Lagunas				[Symbol]
Isla de río				[Symbol]
Cuerpos de agua				[Symbol]



N°	ESTE	NORTE	CALICATA	DESCRIPCION
1	394919	8982209	C1	COLINA BAJA
2	395364	8982330	C2	TERRAZA MEDIA
3	395613	8982306	C3	TERRAZA BAJA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA PLANO FISIOGRAFICO		
DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
D. ALOMIA ROBLES	LEONCIO PRADO	HUÁNUCO
AREA: 30.3 has	ESCALA: 1/100,000	DATUM: WGS-84