



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS**

**NIVEL DE CALIDAD DEL SUELO EN RELACIÓN A LA DIVERSIDAD  
POBLACIONAL DE MACROFAUNA EDÁFICA EN LAS PARCELAS  
I-III-V DEL ARBORETUM “EL HUAYO”, EN PUERTO ALMENDRA,  
LORETO-PERÚ, 2018**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR:**

**MICHEL RIDER PEREYRA TRIGOSO**

**ASESOR:**

**ING. ABRAHAN CABUDIVO MOENA DR.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2019**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

**DE TESIS Nº 870**

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por el bachiller MICHEL RIDER PEREYRA TRIGOSO, titulada: "NIVEL DE CALIDAD DEL SUELO EN RELACION A LA DIVERSIDAD POBLACIONAL DE MACROFAUNA EDÁFICA EN LAS PARCELAS I-III-V DEL ARBORETUM "EL HUAYO" EN PUERTO ALMENDRA, LORETO -PERÚ, 2018", formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

La declaramos: APROBADO

Con el calificativo de: APTO

En consecuencia queda en condición de ser calificado: BUENO

Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

Iquitos, 22 de febrero 2019

  
Ing. LUIS FERNANDO ALVAREZ VASQUEZ, M.Sc..  
Presidente

  
Ing. LUIS ARTURO MACEDO BARDALES, M.Sc.  
Miembro

  
Ing. JOSÉ DAVID URQUIZA MUÑOZ, M.Sc.  
Miembro

  
Ing. ABRAHAM CABUDIVO MOENA, Dr.  
Asesor

**Conservar los bosques beneficia a la humanidad ¡No lo destruyas!**

Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú

[www.unapiquitos.edu.pe](http://www.unapiquitos.edu.pe)

Teléfono: 065-225303

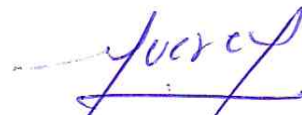
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

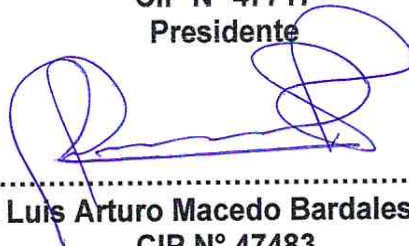
NIVEL DE CALIDAD DEL SUELO EN RELACIÓN A LA DIVERSIDAD  
POBLACIONAL DE MACROFAUNA EDÁFICA EN LAS PARCELAS  
I-III-V DEL ARBORETUM “EL HUAYO”, PUERTO ALMENDRA,  
LORETO-PERÚ, 2018

Tesis sustentada y aprobada el 22 de febrero de 2019, según Acta de  
Sustentación No. 870

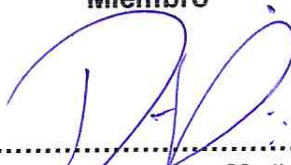
MIEMBROS DEL JURADO



.....  
Ing. Luis Fernando Álvarez Vásquez, M Sc.  
CIP N° 47717  
Presidente



.....  
Ing. Luis Arturo Macedo Bardales, M Sc.  
CIP N° 47483  
Miembro



.....  
Ing. José David Urquiza Muñoz M Sc.  
CIP N° 181468  
Miembro



.....  
Ing. Abrahán Cabudivo Moena, Dr.  
CIP N° 40295  
Asesor

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar a ser un profesional y convertirme en la persona que soy. Ha sido el orgullo y privilegio de ser su hijo gracias por los consejos, valores y principios que me inculcaron.

A mi adorada emmita y a mis hijos, por estar siempre presentes, por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A la universidad nacional de la amazonia peruana (mi Alma Mater) por permitirme hacer mi investigación en el arboretum “**el huayo**”, puerto almendra.

A las personas e instituciones que me brindaron las facilidades para culminar el presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO	iii
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE FOTOS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPITULO I. MARCO TEORICO</b>	<b>2</b>
1.1. Antecedentes	2
1.2. Bases Teóricas	10
1.3. Definición de términos básicos	12
<b>CAPITULO II. METODOLOGÍA</b>	<b>13</b>
2.1. Diseño metodológico	13
2.2. Diseño muestral	13
<b>CAPITULO III. RESULTADOS</b>	<b>20</b>
<b>CAPITULO IV. DISCUSION</b>	<b>28</b>
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES</b>	<b>31</b>
<b>CAPITULO VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>32</b>
<b>CAPITULO VII. FUENTES DE INFORMACION</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Grupos que componen la macrofauna del suelo	15
2	Organismos de la macro fauna edáfica	16
3	Combinación de los niveles de los factores	19
4	Identificación de la población de la macrofauna edáfica parcela I	20
5	Identificación de la población de la macrofauna edáfica parcela III	21
6	Identificación de la población de la macrofauna edáfica parcela V	21
7	Cuantificación de la macrofauna edáfica en las parcelas I-III-V	22
8	Clasificación de actividades funcionales de macrofauna-Parcela I	23
9	Clasificación de actividades funcionales de macrofauna Parcela III	24
10	Clasificación de actividades funcionales de macrofauna Parcela V	25
11	Nivel de la calidad del suelo en relación a la macrofauna edáfica	27
12	Población edáfica por repeticiones y estratos en la parcela I	44
13	Población edáfica por repeticiones y estratos en la parcela III	45
14	Población edáfica por repeticiones y estratos en la parcela V	46
15	Análisis de las propiedades físico-químico del suelo “Arboretum el Huayo”	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Monolito sub dividido en estratos verticales	14
2	Población de la macrofauna edáfica en las parcelas I-III-V del arboretum “El huayo”	26
3	Ubicación de las parcelas en el arboretum “El huayo”	43



## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Nº</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Araña opilión	48
2	Araña”	48
3	Termitas	48
4	Grillo	48
5.	Hormiga	48
6	Chanchito de humedad	48
7	Escarabajo	49
8	Lombriz de tierra	49
9	Chinches	49
10	Collembolas	49
11	Tysanuro	49
12	Ciempies	49
13	Cucaracha	50
14	Pseudoescorpion	50
15	Tijereta	50
16	Trabajo de campo	50

## RESUMEN

En el presente estudio se ha identificado, cuantificado y clasificado por sus actividades funcionales a la población de la macro fauna edáfica en parcelas I-III-V del Arboretum “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendras de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP con la finalidad de determinar el nivel de la calidad del suelo. La metodología utilizada fue la propuesta por el Programa Internacional Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), que consiste en sustraer monolitos del suelo de 25 x 25 x 30 cm de profundidad que se divide en tres estratos con la ayuda de una pala: hojarasca o mantillo, 0 a 10 cm de profundidad, 10 a 20 cm, y de 20 a 30 cm. obteniendo 5 repeticiones en forma aleatoria por cada parcela.

Los resultados presentan la identificación de 15 órdenes de macrofauna, entre ellos son: Opiliones, aranea, blattodea, orthoptera, himenoptera, isópoda, coleóptera, dermáptera, homoptera, crassiclitellata, hemiptera, collembola, zigontoma, pseudoescorpion y devonobiomorpha. Sobresaliendo las termitas con 1213 ind/m<sup>2</sup>, seguido de los escarabajos con 768 ind/m<sup>2</sup>, hormigas con 656 ind/m<sup>2</sup> y ciempiés con 560 ind/m<sup>2</sup>. Referente a las actividades funcionales la parcela III tiene mayor número de población detritívora 720 Ind/m<sup>2</sup>, mayor población de no detritívoros 1284 Ind/m<sup>2</sup>, Seguido de la parcela I con 640 ind/m<sup>2</sup> de detritívoro y 1168 Ind/m<sup>2</sup> de no detritívoro. Mientras que la parcela V presenta 176 ind/m<sup>2</sup> de población detritívora y 288 Ind/m<sup>2</sup> de población no detritívora, determinándose el índice de 0,56-0,55-0,61 respectivamente, clasificado como nivel de calidad de suelo bajo; por estar ubicado en el rango de índice < 1.

**Palabras claves:** Calidad del suelo, macrofauna, clasificación, actividad funcional.

## ABSTRACT

In the present study we have identified, quantified and classified by their activities functional to the population of the edaphic macro fauna in plots I-III-V of the Arboretum "El Huayo" of the Center for Forestry Research and Teaching Puerto Almendras of the Faculty of Forest Sciences of the UNAP in order to determine the level of soil quality. The methodology used was that proposed by the International Tropical Soil Biology and Fertility Program (TSBF), which consists of subtracting monoliths from the soil 25 x 25 x 30 cm deep that is divided into three strata with the help of a shovel: litter or mulch, 0 to 10 cm deep, 10 to 20 cm, and 20 to 30 cm. obtaining 5 repetitions randomly for each plot.

The results present the identification of 15 orders of macrofauna, among them are: Opiliones, aranea, blattodea, orthoptera, hymenoptera, isopod, coleoptera, dermaptera, homoptera, crassiclitellata, hemiptera, collembola, zigontoma, pseudoscorpion and devonobiomorpha. Termites with 1213 ind / m<sup>2</sup>, followed by beetles with 768 ind / m<sup>2</sup>, ants with 656 ind / m<sup>2</sup> and centipedes with 560 ind / m<sup>2</sup>. Regarding the functional activities, plot III has a higher number of detritivore population 720 Ind / m<sup>2</sup>, a higher population of non-detritivores 1284 Ind / m<sup>2</sup>, followed by plot I with 640 ind / m<sup>2</sup> of detritivore and 1168 Ind / m<sup>2</sup> of non-detritivore. While plot V presents 176 ind / m<sup>2</sup> of detritivore population and 288 Ind / m<sup>2</sup> of non-detritivore population, determining the index of 0.56-0.55-0.61 respectively, classified as a low soil quality level; because it is located in the index range <1.

**Keywords:** Soil quality, macrofauna, classification, functional activity.

## INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural no renovable, un medio vivo y dinámico que proporciona sustento a toda criatura viviente y donde ocurren procesos fundamentales de los ecosistemas como los ciclos del agua, carbono, nitrógeno y fósforo. La selección y aplicación de indicadores para reflejar su calidad, responden a la necesidad de preservar este medio debido a su deterioro creciente y a su valor para la vida en el planeta.

Para determinar la calidad de un suelo se utiliza un grupo de variables que abarcan sus propiedades físicas, químicas y/o biológicas. La macrofauna, que incluye los invertebrados del suelo mayores de 2 mm de diámetro, es un componente biológico que puede ser usado con este fin. Tanto, su riqueza taxonómica como su densidad, biomasa y composición funcional cambian en dependencia del efecto de diversos usos y manejos de la tierra.

Stork y Eggleton (1992), manifiestan que, en los bosques, la macrofauna edáfica componen los mejores agentes reguladores de los procesos físico-químicos que afectan la fertilidad de los suelos, por acción de la ingestión y deyección, contribuyen a la conformación de estructuras macro-agregadas resistentes, pudiendo ser utilizados como indicadora de la calidad del suelo.

Sin embargo, la naturaleza y los mecanismos de las interacciones entre los microorganismos del suelo de la Amazonía son aún poco conocidos; por ello, el presente trabajo permitirá conocer el nivel de calidad del suelo y tomar la mejor decisión para su uso en áreas boscosas similares al estudiadas relacionando a la macrofauna edáfica detritívora y no detritívora. La información que se obtenga servirá para conocer mejor al tema y la base para futuras investigaciones.

## CAPITULO I. MARCO TEORICO

### 1.1. Antecedentes

**Santos (2016)**, menciona que el suelo constituye el recurso natural básico para el soporte de los ecosistemas terrestres, ya sean naturales o productivos. Los suelos tropicales son suelos pobres en nutrientes resultado de prolongados periodos sin perturbaciones geomorfológicas, es decir, de edad avanzada, con temperaturas constantemente altas y con grandes volúmenes de precipitación anual que conducen a que se produzca una meteorización intensiva y una lixiviación profunda. La exuberante vegetación del bosque húmedo tropical es originada por el proceso constante de “auto fertilización” o reciclaje y la facultad óptima de retener nutrientes dentro del ecosistema. Los nutrientes son retenidos principalmente en el complejo húmico por lo que la mayoría de ellos se encuentran en los primeros centímetros del suelo en lugar de en la biomasa como se asume generalmente. Adicionalmente es importante indicar que a pesar que los organismos que habitan en el suelo representan solamente el 5% de la fracción orgánica total de este (Odum, 1989), su abundancia es relativamente grande.

**Lavelle et al., (1994)**, Salamanca y Chamorro (1994) y Wolters y Ekschmitt (1997), mencionan que los macroinvertebrados del suelo son importantes reguladores de muchos procesos del ecosistema: tienen efectos positivos en la conservación de la estructura del suelo; actúan sobre el microclima, la humedad y la aireación; pueden activar o inhibir la función de los microorganismos y están involucrados en la conservación y ciclado de nutrientes. Por lo que Blair *et al.*, 1996, mencionan que la macrofauna responde al manejo en escalas de tiempo de meses o años, por lo que tiene gran potencial para el uso como indicadores biológicos.

**Navarrete et al., (2011)**, sostiene que la calidad es dinámica y puede cambiar en

corto plazo, de acuerdo con el uso y prácticas de manejo, y para conservarla es necesario implementar practicas sustentables en el tiempo; la evaluación de la calidad del suelo permite revertir el deterioro en dicha funcionalidad ecosistémica.

**Bautista et al., (2004)** manifiesta que un indicador es una variable que resume o simplifica información relevante al hacer que un fenómeno o condición de interés sea perceptible; y que cuantifica, mide y comunica información, en forma comprensible; describen el estado del fenómeno objeto de estudio, pero con un significado que va más allá de aquel que está directamente asociado con un parámetro individual.

**Volveré y Amézquita (2009)** citado por Prieto *et al.*, (2013) sostienen que de preferencia las variables deben ser preferiblemente variables cuantitativas, aunque pueden ser cualitativas o nominales, o de rango u ordinales. Las principales funciones de los indicadores son: evaluar condiciones o tendencias, comparar transversalmente sitios o situaciones para evaluar metas y objetivos, proveer información preventiva temprana, y anticipar condiciones y tendencias futuras.

CATIE (2011), manifiesta debido a que los procesos y las funciones del suelo en los ecosistemas son complejos, se requiere evaluar la calidad del suelo incluyendo las propiedades físicas, químicas y biológicas.

**Aranda et al., (2016)**, manifiestan que el índice de la calidad del suelo es un valor numérico, comprendido entre 0 y 1 (también podría expresarse en porcentaje, entre 0 y 100%), que valora la calidad de un determinado suelo para cumplir sus funciones en el ecosistema.

**Bautista et al., (2004)** Para la medición de la calidad dinámica del suelo se utilizan indicadores, los cuales son representados por aquellas variables sensibles al deterioro o a la recuperación. Estos indicadores permiten expresar el estado actual

del recurso suelo y su tendencia; interpretar y predecir los efectos del manejo sobre la calidad del suelo a través de indicadores confiables y sensibles constituye una de las principales finalidades de la moderna ciencia del suelo.

**Reyes (2013)**, indica que los indicadores de calidad del suelo pueden ser propiedades físicas, químicas y biológicas, o procesos que ocurren en él, los indicadores deben permitir: analizar la situación actual e identificar los puntos críticos con respecto al desarrollo sostenible; analizar los posibles impactos antes de una intervención; monitorear el impacto de las intervenciones antrópicas; y ayudar a determinar si el uso del recurso es sostenible.

**Bautista et al., (2004)**, Se refieren a condiciones de este tipo que afectan las relaciones suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, la disponibilidad de agua y nutrimentos para las plantas y microorganismos. Algunos indicadores son: disponibilidad de nutrimentos, carbono orgánico total, pH, conductividad eléctrica, capacidad de adsorción de fosfatos, capacidad de intercambio de cationes, cambios en la materia orgánica, nitrógeno total y nitrógeno mineralizable.

**Reyes (2013)**, que los suelos pueden ser descrita cómo densidad aparente, infiltración, porosidad, estructura, características de los agregados, otros; que influyen sobre diversos fenómenos como: el transporte de agua, nutrientes y aire, así como en la estimulación de procesos realizados por los microorganismos e invertebrados del suelo. Adicionalmente regula la emersión de las plántulas, la penetración de las raíces e influye en los procesos de erosión.

**Navarrete et al., (2011)**, el suelo se relaciona estrechamente con la descomposición de la materia orgánica derivada de los residuos vegetales y animales, así como el reciclaje de los nutrientes.

**Reyes (2013)**, indica que en el suelo viven una serie de organismos; entre estos organismos vegetales y los animales o fauna edáfica que ejercen una función importante con respecto al ciclo de nutrientes; estos organismos también afectan la evolución de los suelos participando de la mezcla de partículas orgánicas y minerales, en la formación de poros y agregados por materia fecal, por estas razones los organismos son considerados un factor formador del suelo.

**Brown et al., (2001)**, indica que la macrofauna edáfica conformada por invertebrados que pasan toda o una parte de su vida dentro del suelo, sobre la superficie, en la hojarasca y los troncos caídos en descomposición, poseen un ancho de cuerpo o diámetro mayor de 2 mm y una longitud igual o mayor de 10 mm; por lo que son posibles de detectar a simple vista, se puede dividir en distintos grupos funcionales a partir de su función e impacto en el suelo, de su forma de vida y de su fuente de alimentación o hábito alimentario, entre ellos los detritívoros, los herbívoros y los depredadores y con una repercusión especial en la evolución y productividad del suelo se pueden señalar a los ingenieros del ecosistema..

**Zerbino (2005) y (FAO, 2001)** indican que este tipo de clasificación es la más útil, divide a la macrofauna del suelo de acuerdo al comportamiento alimenticio.

**FAO, (2001) y Moore et al., (2004)** indican que los herbívoros se alimentan de las partes vivas de las plantas, los depredadores de animales vivos y los detritívoros de la materia orgánica no viva de origen animal y vegetal, de los microorganismos asociados, de heces de vertebrados e invertebrados, así como también de compuestos producto del metabolismo de otros organismos.

**Lavelle et al., (1994) y (Lavelle et al., 1992)** manifiestan que los macroinvertebrados del suelo desempeñan un papel clave en los procesos que determinan la fertilidad y la estructura física del suelo, regulando así características



de disponibilidad de nutrientes para las plantas. La composición y abundancia de las comunidades de macroinvertebrados son muy sensibles a las diferentes prácticas de manejo del suelo. Las podemos clasificar del siguiente modo: **Detritívoros** vive en la hojarasca, en la superficie e interior del suelo, se encargan de la trituración de los restos vegetales y animales que componen la hojarasca. La fragmentación mecánica de estos restos hace que haya mayor disponibilidad de alimentos para otros invertebrados más pequeños y para los microorganismos (por ejemplo: hongos y bacterias), jugando los detritívoros un papel importante en el reciclaje de nutrientes. Además, que algunos individuos detritívoros podrían ser omnívoros no selectivos; siendo los organismos omnívoros consumidores de todo tipo de material de origen vegetal o animal. Wardle, (1995) indica a este grupo pertenecen un amplio rango de grupos taxonómicos; los más importantes son: Oligochaeta, Diplopoda, Isopoda, e insectos pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Dictyoptera, Diptera e Isoptera. Los individuos que ingieren detritos probablemente sean omnívoros no selectivos.

En general los organismos que se alimentan de residuos, con excepción de Isoptera, tienen poca capacidad para producir cambios químicos en los residuos; el mayor efecto es el cambio físico a través de la disminución del tamaño de la partícula. Para obtener la energía estos organismos desarrollan el sistema de digestión de rumen externo por lo que practican la coprofagia (Curry y Good, 1992). **Lavelle y Spain (2001)** manifiestan que en los pellets fecales se desarrolla importante actividad microbiana que es la que produce las transformaciones químicas.

**Coleman, 1976; citado por Masters (2004)** manifiestan que herbívoros o depredadores: viven tanto en el interior como en la superficie del suelo. Los

primeros se alimentan de las partes vivas de las plantas y así controlan la cantidad de material vegetal que ingresa al suelo; mientras los depredadores consumen diversos invertebrados, por lo que modifican el equilibrio de sus poblaciones y el balance entre estas y los recursos disponibles del ecosistema.

**Ademas, (Curry, 1987a)** menciona que entre el 40 y 90% de la producción primaria neta corresponde a las partes subterráneas de las plantas y una alta proporción de la misma es consumida por los invertebrados herbívoros que habitan el suelo, los cuales en su mayoría son insectos. Los órdenes más importantes son: Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera. Las especies fitófagas del Orden Coleoptera pertenecen a las Familias Elateridae, Melolonthidae (Scarabaeoidea), Curculionidae y Chrysomelidae. Adultos y larvas son consistentes componentes de las comunidades. Una cantidad de individuos viven en la superficie y con vegetación baja, mientras que otros son verdaderos cavadores durante toda o parte de su ciclo de vida

**Mitchell, 1963; citado por Curry, (1987a)** Este grupo funcional está integrado por individuos pertenecientes a las clases Arachnida, Chilopoda y Nematoda Mermithidae e insectos de los órdenes Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera. Los integrantes del Orden Araneae pueden representar la mitad de los depredadores de un agroecosistema. Son tan eficientes, que los cambios en la densidad afectan a las poblaciones de organismos considerados plaga.

**Bentancourt y Scatoni, (2001)** indican dentro del Orden Coleoptera los depredadores son integrantes de las Familias Carabidae y Staphylinidae. Los primeros se alimentan de Collembola, Diptera, Coleoptera, Homoptera (Aphididae), Oligochaeta y otras presas y los segundos de insectos, ácaros y

algunos se pueden alimentar de hongos o de materia orgánica en descomposición, e incluso de excrementos.

**Bentancourt y Scatoni, (2001) y Bentancourt y Scatoni, (2001)** manifiestan que en el Orden Hemiptera, la Familia Nabidae se alimenta de Homoptera (áfidos, chicharritas) y larvas de Lepidoptera. Algunos individuos que pertenecen a las Familias Pentatomidae y Reduvidae son depredadores generalistas y en el Orden Hymenoptera, las Familias Formicidae y Vespidae son depredadoras generalistas.

**Jones et al., (1994)** describen que los ingenieros del suelo: constituyen una clasificación relacionada especialmente con los cambios físicos que provocan en el medio edáfico. Los ingenieros existen mayormente en el interior del suelo y son responsables de la formación de poros, de la oxigenación y de la infiltración de agua, producto de las redes de galerías que construyen. También posibilitan la transformación de la materia orgánica por su interacción con algunos microorganismos. Influyen en el proceso de agregación y formación de la estructura del suelo\* gracias al aporte de sus heces fecales, que son el producto de la mezcla en sus intestinos de material mineral (arena y arcilla) y orgánico del suelo, constituyendo reservorios de nutrientes.

**(Lavelle et al., 2003; Cabrera, 2012)** indican que los estudios de la macrofauna, según el impacto del uso de la tierra o el tipo de ecosistema y el manejo de las plantas, tanto a escala mundial, permitieron considerar esta fauna para su uso como bioindicador.

**Cabrera, (2014)**, menciona que los organismos detritívoros —dígase las lombrices de tierra, las termitas, los milpiés, las cochinillas, algunos escarabajos y caracoles, entre otros— pueden ser afectados por factores como el clima, la humedad, la textura y las propiedades químicas del suelo. En particular, los integrantes de la

hojarasca son muy sensibles a cambios bruscos de humedad y temperatura porque viven en la superficie del suelo y, ante condiciones de estrés hídrico, temperaturas elevadas y la falta de cobertura vegetal, tienden a desaparecer. Estos invertebrados dependen primordialmente de la presencia de agua en el suelo, ya que les facilita su movimiento en la tierra, respirar y reproducirse, y también de la entrada de materia orgánica que es su principal fuente energética o de alimento. Por tanto, los organismos detritívoros serán más abundantes y diversos en suelos, que por sus características y grado de conservación, mantengan condiciones edafoclimáticas apropiadas para el desarrollo de estos animales.

**Cabrera (2014)**; además, manifiesta que aunque las hormigas son reconocidas como ingenieros del ecosistema y poseen efectos benéficos sobre la calidad del suelo, evidencian la prevalencia y resistencia de las hormigas en sistemas degradados, sobre todo de especies invasoras como *Wasmannia auropunctata* (santanilla o santanica), *Nylanderia fulva* y *Solenopsis geminata* (hormiga brava). Varios autores señalaron a las hormigas, para diferentes áreas del trópico, como indicadoras de cambios fuertes en el ecosistema debido a su habilidad para sobrevivir mayormente en suelos agrícolas a pesar de los disturbios del medio. Estos indicadores constituyen índices o relaciones entre diferentes tipos de organismos de la macrofauna, incluso entre grupos con diferente función ecológica, que reflejan el estado de salud, calidad o fertilidad del suelo. Ellos son: [Número de individuos de organismos Detritívoros / Número de individuos de organismos No Detritívoros] y, [Número de individuos de Lombrices de tierra / Número de individuos de Hormigas. Un mayor número de individuos de organismos detritívoros o en particular de lombrices de tierra (numeradores en las relaciones) contra un menor número de individuos de organismos no detritívoros o en particular de hormigas

(denominadores en las relaciones), mostrará como resultado de la división valores mayores que 1, lo que indicará sistemas con alta calidad del suelo. Al contrario, un menor número de individuos de organismos detritívoros o de lombrices contra un mayor número de individuos de organismos no detritívoros o de hormigas, mostrará como resultado de la división valores entre 0 y 1, lo que indicará sistemas con baja calidad del suelo.

## 1.2. Bases Teóricas

**Bioindicadores:** CATIE (2011), son organismos cuya presencia, ausencia o distribución está asociada a un factor o a una combinación de factores ambientales particularmente significativa o relevante. Son importantes para la investigación ecológica y aplicación en el análisis ambiental

**Bosque primario:** CATIE (2011), son bosques que en su mayor parte inalterado por actividades humanas

**Bosque secundario:** CATIE (2011), es un bosque resultante de una sucesión ecológica.

**Bosque tropical húmedo:** CATIE (2011), define como al bioma localizado cerca del Ecuador que presenta lluvias abundantes.

**Calidad del suelo:** Bautista, (2004) capacidad o aptitud de soportar el crecimiento de los vegetales, sin que esto ocasione la degradación del suelo o un daño ambiental.

**Ciclaje de nutrientes:** Segura, (1999), proceso de circulación de los minerales que se realiza por la descomposición de biomasa mediante la mineralización y humificación para que los elementos retornen al suelo y sean tomados nuevamente por las raíces de las plantas de un ecosistema

**Detritívoros:** Wetzel, (2001). Llamados saprófagos, descomponedores o detritófagos su alimentación se basa en el consumo de detritos, es decir, materia orgánica en descomposición, conforman una parte relevante de los ecosistemas porque contribuyen a la descomposición y al reciclado de nutrientes

**Depredadores:** Cabrera (2014) Animales que regulan la cantidad de herbívoros, los ingenieros de los ecosistemas, pequeños transformadores, descomponedores y micro reguladores a través de la depredación.

**Densidad de población:** Guerrero y Lloyd. (1999) define como el número de individuos por unidad de área o de volumen.

**Diseño Ex Post Facto,** Sánchez y Reyes, (1985) es definido como un tipo de investigación en el cual el investigador no introduce ninguna variable experimental en la situación que desea estudiar, por el contrario solo examina los efectos que tiene una variable que ha actuado u ocurrido de manera normal u ordinaria; tampoco se presenta la administración o control de un tratamiento, sino, se asume que la variable independiente ha actuado u ocurrido limitándose a señalar las posibles relaciones con (o efectos sobre) la variable dependiente

**Herbívoros:** Sánchez y Reyes, (1985) animales consumidores de plantas vivas

**Indicador:** Cabrera (2014) capacidad de un elemento para informar acerca de las condiciones y/o características del sistema al que pertenece. De esta forma un "índice" no es más que una jerarquización o, en general, una ordenación de "indicadores" bajo la finalidad de cuantificar una o un conjunto de características del sistema en estudio, sin necesidad de abordarlo en su totalidad.

### 1.3. Definición de términos básicos

**Índices ecológicos:** Guerrero y Lloyd. (1992) maneras más comunes de establecer la calidad biológica de los sistemas. Se suelen expresar en forma de un valor numérico único que sintetiza las características de todas las especies presentes.

**Índice de la calidad del suelo:** Aranda *et al.*, (2016) es un valor numérico, comprendido entre 0 y 1 (también podría expresarse en porcentaje, entre 0 y 100%), que valora la calidad de un determinado suelo para cumplir sus funciones en el ecosistema

**Ingenieros del ecosistema:** Aranda *et al.*, (2016) son organismos que tienen un mayor impacto físico sobre el suelo a través del transporte del suelo, construyendo estructuras aglomeradas y ayudando a la formación de poros, asimismo influyendo en el ciclo de los nutrientes.

**No detritívoros:** Cabrera (2014) comprende el grupo de macrofauna edáfica que no consume detritos, incluye a los Omnivoros, hervivoros y depredadores

**Macrofauna del suelo:** Cabrera (2014) está constituida por los animales que miden más de un centímetro de largo o que tienen una anchura o diámetro de 2 mm.

**Pequeños transformadores:** Cabrera (2014) Invertebrados orgánicos procesadores (en sistema digestivo) detritos orgánicos acondicionados por microbios y fragmentando este material para hacerlo más accesible a los descomponedores y promoviendo su crecimiento en sus heces.

**Suelo:** Neher, (1999) Recurso natural de inestimable valor, un regulador de la biosfera cuya génesis y desarrollo natural transcurren en el largo plazo, pero que el uso no sostenible deteriora rápidamente.

## CAPITULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Diseño metodológico

El presente estudio se ejecutó en el Jardín Botánico Arboretum "El Huayo" (JBAH), parcelas I, III, V; pertenece al Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendras de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, localizado en las coordenadas UTM 680729 (Este) y 9576316 (Norte), a una altitud promedio de 122 m.s.n.m. Políticamente se encuentra en la provincia de Maynas, Distrito de San Juan Bautista, Región Loreto (Del Castillo, 2011).

Existen dos vías, teniendo como referencia la ciudad de Iquitos: una por carretera con una parte asfaltada y otra afirmada, que une la ciudad con el CIEFOR, y la otra exclusivamente fluvial por el río Nanay.

### 2.2. Diseño muestral

(QUINTANA, 2006) describe a la zona con las siguientes características: la precipitación media anual es de 2979,3 mm; temperatura media anual 26,4 °C; las temperaturas máximas y mínimas promedio anuales alcanzan 31,6 °C y 21,6 °C, respectivamente; la humedad relativa media anual es de 82,1%. El área de estudio se localiza dentro de la zona de vida denominada Bosque Húmedo Tropical (bh – T).

Josse, *et al.*, (2007) indica que la zona de estudio se encuentra dentro de los sistemas ecológicos amazónicos de bosques de tierra firme, denominado **Bosque azonal semideciduo del oeste de la Amazonía**, cuyas características fisionómicas de la vegetación está definida por una secuencia



de bosques bajos y abiertos y bosques altos y densos que corresponden respectivamente a las cimas y quebradas.

### 2.3. Procedimientos de recolección de datos

- Fase de pre campo
- Fue mediante la recopilación de información, analizando las unidades a ser muestreadas de las parcelas I, III, V del Arboretum “El huayo” y preparación de los materiales a utilizar en la fase de campo.
- Fase de campo
- Colecta de macrofauna edáfica

Lavelle y Pashanasi (1989), para la colecta de macrofauna edáfica se realizó siguiendo la metodología propuesta por el Programa Internacional Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) se tomaran muestras de 25 x 25 x 30 cm de profundidad, se empleo un marco de madera para aislar el monolito del suelo, el cual fue extraído con una pala y dividido en cuatro capas sucesivas: 00-00 cm (hojarasca), 00-10cm, 10-20cm y 20-30cm; (Tal como se aprecia en la Figura 1), cada estrato fue desmenuzado y revisado cuidadosamente en fuentes de plásticos para facilitar el trabajo. La macrofauna edáfica se extrajo de la hojarasca y de los volúmenes de suelo por revisión manual directa. La macrofauna edáfica colectados fueron conservados en alcohol al 96 % de concentración, luego fueron llevados al laboratorio

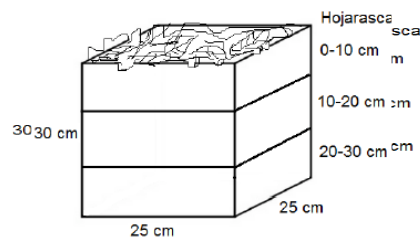


Figura 1. Monolito subdividido en estratos verticales

## Fase de laboratorio

### Identificación de macrofauna edáfica

La macro fauna edáfica colectados, se procedieron a la identificación que se realizó con la ayuda de un especialista, se utilizó la clave taxonómica de Ross et al., (1992), para la diferenciación de las morfo especies se utilizó un estereoscopio, bibliografía especializada, diferentes criterios morfológicos entre ellos: morfología alar, forma y tamaño de los cercos entre otros y así clasificar los especímenes hasta las unidades taxonómicas mayores.

### Cuantificación de la poblacional de la macrofauna edáfica

Se realizó por conteo directo y transformación de unidades de individuo por metro cuadrado (ind/m<sup>2</sup>).

### Clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna edáfica

Consiste en separar la macrofauna edáfica por tipos de organismos detritívoros y no detritívoros, para ello se tuvo en cuenta las actividades funcionales que desempeñan dentro del ecosistema suelo (Cabrera 2014).

Cuadro 1. Grupos que componen la macrofauna del suelo.

Nombre común	Grupo taxonómico reconocido (Clase**, Orden* o Familia)	Grupo funcional
Lombrices de tierra	Haplotaxida*	Detritívoros e Ingenieros del suelo
Babosas y caracoles	Gastropoda**	Detritívoros, Depredadores
Cochinillas	Isopoda*	Detritívoros
Milpiés	Diplopoda**	Detritívoros
Ciempíes	Chilopoda**	Depredadores
Arañas	Araneae*	Depredadores
Arañas patonas	Opiliones*	Depredadores
Falsos escorpiones	Pseudoscorpionida*	Depredadores

Cucarachas	Insecta**-Dictyoptera*	Detritívoros, Herbívoros Omnívoros
Escarabajos	Insecta**-Coleoptera*	Detritívoros Herbívoros Depredadores
Tijeretas	Insecta**-Dermaptera*	Detritívoros, Depredadores
Moscas y mosquitos	Insecta**-Diptera*	Detritívoros, Depredadores
Chinches y salta hojas	Insecta**-Hemiptera*	Herbívoros
Hormigas	Insecta**-Hymenoptera*- Formicidae	Omnívoros, Depredadores e Ingenieros del suelo
Termitas o comejenes	Insecta**-Isoptera*	Detritívoros e Ingenieros del suelo
Mariposas y orugas	Insecta**-Lepidoptera*	Herbívoros
Grillos y saltamontes	Insecta**-Orthoptera*	Herbívoros

### Determinación de la calidad del suelo

Se debe a dos categorías de mayor contraste:

**Alta calidad del suelo:** suelos con mayor cantidad de tipos de organismos (mayor diversidad) y de individuos por tipo, especialmente de organismos detritívoros y de lombrices (Aplicación de los indicadores de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, obteniendo como resultado valores > 1).

**Baja calidad del suelo:** suelos con menor número de tipos de organismos (menor diversidad) y de individuos por tipo, donde prevalecen los organismos no detritívoros y las hormigas (Aplicación de los indicadores de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, se obtiene como resultado valores <1).

Para el registro de datos se considerará de acuerdo al cuadro 3.

Cuadro 2. Organismos de la macro fauna edáfica

Organismos de la macrofauna edáfica	Nº de tipos de organismo	Nº de individuos por tipo
Lombrices de tierra		
Milpies		
<b>Total de detritívoros</b>		

Hormigas		
<b>Total de Omnivoros</b>		
Chinches y salta hojas		
Orugas		
<b>Total de hervivoros</b>		
Arañas		
Ciempies		
<b>Total de depredadores</b>		
<b>Otros organismos no identificados</b>		
<b>Total de la macrofauna</b>		

### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- Ubicación al azar de los puntos de muestreo para los monolitos
- Excavación para la realización de los monolitos.
- Obtención de muestras de la macrofauna edáfica por estratos del suelo
- Identificación, cuantificación de macrofauna edáfica
- Composición funcional
- Evaluación de la calidad del suelo con los indicadores

### **Técnicas de presentación de resultados**

Los resultados son presentados en cuadros y figuras, con los respectivos análisis y descriptores de los mismos.

### **Población y muestra**

#### **Población**

La población de estudio estuvo conformada por toda la macrofauna edáfica en las áreas que corresponde a las parcelas I, III, V del arboretum “El Huayo”.

## **Muestra**

Lavelle, and Kohlmann (1984; y Pardo-Locarno et al., (2006) para medir la calidad del suelo, se realizó el muestreo de la macrofauna edáfica en las parcelas I, III, V del arboretum "El Huayo; se utilizó la metodología del Programa Internacional Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), que consiste en sustraer monolitos o columnas del suelo de 25 x 25 x 30 cm de profundidad que se divide en tres estratos con la ayuda de un machete o pala: hojarasca o mantillo, a 10 cm de profundidad, 10 a 20 cm, y de 20 a 30 cm. Para facilitar las labores de obtención de los monolitos, se diseñó una herramienta especial, el marco-molde. Consiste en un marco de madera cuadrado cuyas dimensiones serán 25 x 25 x 5 cm de espesor. Dicho conjunto se clavó en el suelo y a su alrededor se excavo con pala, para finalmente extraer el monolito, en total se realizaron 15 monolitos, 5 repeticiones por parcela cada una de ellas separadas por un intervalo de 5 m a lo largo de una línea cuyo origen y dirección fueron escogidos al azar en el área elegida de cada parcela en estudio.

## **Diseño estadístico**

Para cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación, se utilizó el diseño Ex Post Facto Prospectivo arreglado a la Variables A: Población de la macrofauna edáfica y variable B: Nivel de la calidad del suelo, como se indica:

### **A: Población de la macrofauna edáfica**

a<sub>0</sub> Detritívoras

a<sub>1</sub> No detritívoras

**B: Nivel de la calidad del suelo**

(b<sub>0</sub>) Parcela I

(b<sub>1</sub>) Parcela III

(b<sub>2</sub>) Parcela V

Cuadro 3. Combinación de los niveles de los factores

A. Población macrofauna edáfica	B. Nivel de la calidad del suelo			Total
	Parcela I (b <sub>0</sub> )	Parcela III (b <sub>1</sub> )	Parcela V (b <sub>2</sub> )	
Detritivoras (a <sub>0</sub> )	a <sub>0</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	03
No Detritivoras (a <sub>1</sub> )	a <sub>1</sub> b <sub>0</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	03
Total	02	02	02	06
Repeticiones	05	05	05	05
Total General	10	10	10	30

**Análisis estadístico:**

Se empleó la estadística descriptiva para los valores de población de la macrofauna edáfica en los niveles de detritívoros y no detritívoros. (Lavelle and Kohlmann 1984; Pardo-Locarno *et al.*, 2006).

## CAPITULO III. RESULTADOS

### 3.1. Identificación y cuantificación de la población de la macrofauna edáfica en parcelas I-III-V del Arboretum “El Huayo”

Se ha realizado la identificación y cuantificación de la población de la macrofauna edáfica en parcelas del arboretum “El huayo”. En los cuadros 4, 5, 6 y 7 se presentan los resultados de la identificación y cuantificación de la macrofauna de las parcelas I, III y V del arboretum “El huayo”, sobresaliendo la parcela III con una población de macrofauna de 2004 Ind/m<sup>2</sup>, seguido de la parcela I con 1808 Ind/m<sup>2</sup>, estando con menor población la parcela V con 464 Ind/m<sup>2</sup>. Sobresaliendo las “termites” en las tres parcelas con un total de 1213 individuos, seguido de los escarabajos con 768 individuos, continuando con las “hormigas” con 656 individuos; mientras que las de menor población se tiene al “chanchito”, “collembola”, “tijeretas”, “cigarra”, “opiliones” con 16 individuos cada uno.

Cuadro 4. Identificación de la población de la macrofauna edáfica parcela I

Parcela	N°	Nombre común	Orden	Clase	Filo
	1	Araña	Opilliones	Aranchnida	Arthropoda
	2	Araña	Aranea	Aranchnida	Arthropoda
	3	Termites "Isoptera"	Blattodea	Insecta	Arthropoda
	4	Grillos	Orthoptera	Insecta	Arthropoda
	5	Hormigas	Himenoptera	Insecta	Arthropoda
	6	Chanchito	Isopoda	Malacostraca	Arthropoda
	7	Escarabajo	Coleoptera		Arthropoda
	8	Lombriz	Crassiclitellata	sub clase Oligochaeta	Annelida
	9	Chinches	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
	10	Collembola	Collembola	Entonatha	Arthropoda
	11	Tysanuro	Zigontoma	Insecta	Arthropoda
	12	Ciempies	Devonobiomorpha	Chilopoda	Arthropoda

Cuadro 5. Identificación de la población de la macrofauna edáfica parcela III

Parcela	N°	Nombre común	Orden	Clase	Filo
III	1	Araña	Aranea	Arachnida	Arthropoda
	2	Termitas "Isoptera"	Blattodea	Insecta	Arthropoda
	3	Grillos	Orthoptera	Insecta	Arthropoda
	4	Hormigas	Himenoptera	Insecta	Arthropoda
	5	Cucaracha	Blattodea	Insecta	Arthropoda
	6	Escarabajo	Coleoptera		Arthropoda
	7	Lombriz	Crassiclitellata	sub clase Oligochaeta	Annelida
	8	Chinches	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
	9	Tysanuro	Zigontoma	Insecta	Arthropoda
	10	Pseudoescorpion	Pseudoescorpion	Arachnida	Arthropoda
	11	Ciempies	Devonobiomorpha	Chilopoda	Arthropoda

Cuadro 6. Identificación de la población de la macrofauna edáfica parcela V

Parcela	N°	Nombre común	Orden	Clase	Filo
V	1	Tijeretas	Dermaptera	Insecta	Arthropoda
	2	Ciempies	Devonobiomorpha	Chilopoda	Arthropoda
	3	Cigarra	Homoptera	Insecta	Arthropoda
	4	Lombriz	Crassiclitellata	sub clase Oligochaeta	Annelida
	5	Escarabajo	Coleoptera	Insecta	Arthropoda
	6	Hormigas	Himenoptera	Insecta	Arthropoda
	7	Termitas "Isoptera"	Blattodea	Insecta	Arthropoda



Cuadro 7. Cuantificación de la macrofauna edáfica en las parcelas I-III-V

Organismos de la macrofauna	Parcela I	Parcela III	Parcela V	Total
	Individuos (m <sup>2</sup> )	Individuos (m <sup>2</sup> )	Individuos (m <sup>2</sup> )	Individuos
Lombrices de tierra	80	35	96	211
Termitas	512	637	64	1213
Cochinillas (chanchito de humedad)	16			16
Cucarachas	16	48		64
Collembola	16			16
Tijeretas			16	16
<b>Total de Detritívoros</b>	<b>640</b>	<b>720</b>	<b>176</b>	<b>1536</b>
Hormigas	240	336	80	656
<b>Total de Omnívoros</b>	<b>240</b>	<b>336</b>	<b>80</b>	<b>656</b>
Chinches y salta hojas	160	83		243
Tysanura	192	118		310
Cigarra	0		16	16
grillos	16	74		90
<b>Total de Herbívoros</b>	<b>368</b>	<b>276</b>	<b>16</b>	<b>660</b>
Arañas	32	26		58
Arañas patonas (opiliones)	16			16
Ciempies	208	304	48	560
Escarabajos carabidae adultos	304	320	144	768
Seudoescorpion	0	22		22
<b>Total de Depredadores</b>	<b>560</b>	<b>672</b>	<b>192</b>	<b>1424</b>
<b>TOTAL NO DETRITIVOROS</b>	<b>1168</b>	<b>1284</b>	<b>288</b>	<b>2740</b>
<b>TOTAL DE L MACROFAUNA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1808</b>	<b>2004</b>	<b>464</b>	<b>4276</b>

### 3.2. Clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna edáfica

En el cuadro 8 y en la figura 2, se presenta la clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna de la Parcela I del arboetum el “Huayo”, sobresaliendo las “termitas” con 512 de individuos, seguido de “Lombriz de tierra” con 80 individuos, luego las cochinillas, cucarachas y collembola con 16 individuos cada uno, total 640 individuos clasificados como Detritívoros; Mientras que los No Detritívoros componen de 240 Omnívoros (240 hormigas), .368 Herbívoros (160 chinches, 192 tysanura y 16 grillos) y 560 depredadores (32 arañas, 16 arañas-

opiliones, 208 ciempiés y 304 escarabajos), sumando en total de 1168 individuos No Detritívoros; con 13 diferentes tipos de organismos con un total de 1808 ind/m<sup>2</sup>.

Cuadro 8. Clasificación de actividades funcionales de la macrofauna-Parcela I

Organismos de la macrofauna	Parcela I	
	N° de tipos de organismos	N° de individuos por tipo
Lombrices de tierra	1	80
Termitas	1	512
Cochinillas (chanchito de humedad)	1	16
Cucarachas	1	16
Collembola	1	16
<b>TOTAL DETRITIVOROS</b>	<b>5</b>	<b>640</b>
Hormigas	1	240
<b>Total Omnivoros</b>	<b>1</b>	<b>240</b>
Chinches y salta hojas	1	160
Tysanura	1	192
grillos	1	16
<b>Total Herbivoros</b>	<b>3</b>	<b>368</b>
Arañas	1	32
Arañas patonas (opiliones)	1	16
Ciempies	1	208
Escarabajos carabidae adultos	1	304
<b>Total Depredadores</b>	<b>4</b>	<b>560</b>
<b>TOTAL NO DETRITIVOROS</b>		<b>1168</b>
<b>Total Macrofauna</b>	<b>13</b>	<b>1808</b>

En el cuadro 9 y en la figura 2, se presenta la clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna de la Parcela III del arboetum el “Huayo”, sobresaliendo las “termitas” con 637 individuos siendo el mayor número, seguido de “cucarachas” con 48 individuos, luego lombriz de tierra con 35 unidades; sumando un total de 720 individuos clasificados como Detritívoros; Mientras que los No Detritívoros componen de 336 Omnívoros (336 hormigas), .276 Herbívoros (83 chinches, 118 tysanura, 74 grillos) y 672 depredadores (26 arañas, 304

ciempies, 320 escarabajos, 22 pseudoescorpion) sumando en total de 1284 individuos No Detritívoros, con 11 diferentes tipos de organismos.

Cuadro 9. Clasificación de actividades funcionales de macrofauna Parcela III

Organismos de la macrofauna	Parcela III	
	N° de tipos de organismos	N° de individuos por tipo
Lombrices de tierra	1	35
Termitas	1	637
Cucarachas	1	48
<b>TOTAL DETRITIVOROS</b>	<b>3</b>	<b>720</b>
Hormigas	1	336
<b>Total Omnivoros</b>	<b>1</b>	<b>336</b>
Chinches y salta hojas	1	83
Tysanura	1	118
grillos	1	74
<b>Total Herbivoros</b>	<b>3</b>	<b>276</b>
Arañas	1	26
Ciempies	1	304
Escarabajos carabidae adultos	1	320
Seudoescorpion	1	22
<b>Total Depredadores</b>	<b>4</b>	<b>672</b>
<b>TOTAL NO DETRITIVOROS</b>		<b>1284</b>
<b>Total macrofauna</b>	<b>11</b>	<b>2004</b>

En el cuadro 10 y en la figura 2, se presenta la clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna de la Parcela V del arboetum el “Huayo”, sobresaliendo la “Lombriz de tierra” con 96 individuos, seguido de las “termitas” con 64 individuos y las “tijeretas” con 16 individuos; sumando un total de 176 individuos clasificados como Detritívoros. Mientras que los No Detritivoros componen de 288 individuos con 80 Omnívoros (80 hormigas), .16 Herbívoros (16 cigarras) y 192 depredadores (48 ciempiés y 144 escarabajos), con 7 diferentes tipos de organismos.

Cuadro 10. Clasificación de actividades funcionales de macrofauna Parcela V

Organismos de la macrofauna	Parcela V	
	N° de tipos de organismos	N° de individuos por tipo
Lombrices de tierra	1	96
Termitas	1	64
Tijeretas	1	16
<b>TOTAL DETRITIVOROS</b>	<b>3</b>	<b>176</b>
Hormigas	1	80
<b>Total Omnívoros</b>	<b>1</b>	<b>80</b>
Cigarra	1	16
<b>Total Herbívoros</b>	<b>1</b>	<b>16</b>
Ciempies	1	48
Escarabajos carabidae adultos	1	144
<b>Total Depredadores</b>	<b>2</b>	<b>192</b>
<b>TOTAL NO DETRITIVOROS</b>		<b>288</b>
<b>Total macrofauna</b>	<b>7</b>	<b>464</b>

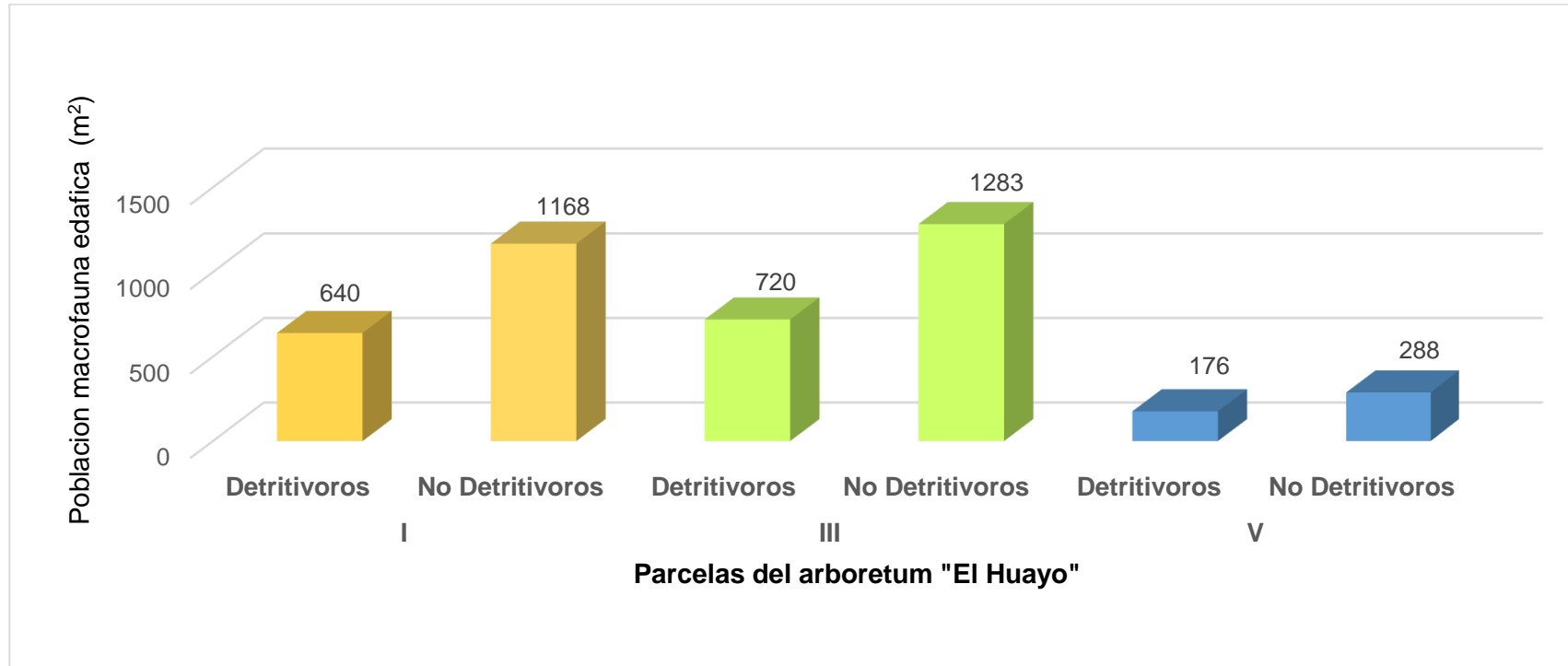


Figura 2. Población de la macrofauna edáfica en las parcelas I-III-V del arboretum "El huayo"

### 3.3. Determinación del nivel de la calidad del suelo en relación a la macrofauna edáfica, en parcelas I-III-V del Arboretum “El Huayo”

En el cuadro 11, se presenta los resultados del nivel de la calidad del suelo en relación a la macrofauna edáfica en las parcelas I-III-V del Arboretum “El Huayo”. Los resultados muestran que la parcela V tiene mayor índice de calidad de suelo 0,61, sin embargo, el nivel de calidad es bajo; seguido de la parcela III, que tiene 0,56 de índice de calidad del suelo, calificado con nivel de calidad Bajo; por último la parcela I con índice de calidad 0,55, calificado con nivel de calidad de Bajo. Todos estos resultados están ubicados por debajo del índice (<1).

Cuadro 11. Nivel de la calidad del suelo en relación a la macrofauna edáfica

<b>N° Orden</b>	<b>Parcela-Nivel de calidad</b>	<b>Índice de calidad</b>
<b>1</b>	<b>V - Bajo</b>	<b>0,61</b>
<b>2</b>	<b>III - Bajo</b>	<b>0,56</b>
<b>3</b>	<b>I - Bajo</b>	<b>0,55</b>

Detritívoro/No detritívoro >1 Alta calidad del suelo  
Detritívoro/No detritívoro <1 Baja calidad del suelo

## CAPITULO IV. DISCUSION

Los resultados obtenidos en las parcelas evaluadas en el arboretum "El huayo" referente a la población de macrofauna se han identificado 12 ordenes, 11 órdenes y 7 ordenes en las parcelas I, III y V respectivamente. Que se aprecia en los cuadros 4, 5 y 6; resultados similares a los resultados encontrados por Navarro (2011) en sucesiones de "15 años" y el "bosque alto" con 13 y 11 especies diferentes; es decir, las diversidades de especies son similares en la zona de estudio. Gran parte de esta fauna edáfica puede ser utilizada como bioindicadora al relacionar ciertas características del suelo con la presencia de determinadas especies muy sensibles a las modificaciones ambientales. Estas especies señalan la presencia de circunstancias adversas, tanto naturales (elevada salinidad) como provocadas por el hombre (bosques degradados) o favorables, como bosques bien conservados en que las características físico-químicas del suelo presentan un gran equilibrio. (Gil-Martin y Subias. 1995). Referente a la clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna edáfica, se aprecia menor número de población de detritívoros en las parcelas I, III y V con 640, 720 y 176 individuos con respecto a la población de no detritívoros 1168, 1284 y 288 respectivamente; este resultado indica que existe impacto antrópico negativo en el medio edáfico de estas parcelas, porque, como manifiesta Rodríguez *et al.* (2002) un factor definitivo para el establecimiento de los detritívoros es la calidad de la hojarasca expresada por una baja relación C/N; en cambio, Zerbino *et al.* (2008) manifiestan que los detritívoros, como organismos desprotegidos en la superficie del suelo, se reducen drásticamente por las variaciones bruscas en las condiciones de temperatura y humedad debido a la menor cobertura y cantidad de residuos, y a una mayor exposición a la radiación

solar en aquellos ecosistemas alterados, de ahí que hayan manifestado una comunidad reducida de detritívoros con respecto a los no detritívoro.

Martínez y Rodríguez, (1991); Rodríguez, (2000); Martínez y Sánchez, (2000); Rodríguez y Martínez, (2001) y Martínez, (2002) manifiestan en los estudios ecológicos que abordaron con grupos específicos de la macrofauna, principalmente las lombrices de tierra y los diplópodos, y el efecto de los ecosistemas naturales y/o perturbados sobre estas comunidades, evidenciaron que la diversidad y la abundancia de estos grupos fueron sustancialmente mayores en los ecosistemas con menores niveles de antropización; pues, la proporción entre los grupos funcionales de la macrofauna del suelo en los diferentes usos dependió de la intensidad de uso de la tierra, el nivel de perturbación del medio edáfico y la disponibilidad de recursos.

Rodríguez, (2000) por su parte manifiesta con respecto al lombriz de tierra, los bosques presentaron los mayores valores de densidad (103 ind.m<sup>2</sup>), a pesar de ser de formación secundaria pero con mayor estabilidad al no tener actividades de laboreo continuo ni pastoreo, con relación a los restantes usos: le siguieron los pastizales en cuanto a la densidad (31 ind.m<sup>2</sup>), los cuales se caracterizan por un grado de intervención media por acción solo de la actividad de pastoreo, y por último los cultivos varios (21 ind.m<sup>2</sup>) y los cañaverales (1,33 ind.m<sup>2</sup>) que tienen un nivel superior de perturbación por la práctica reiterada de procedimientos agrícolas y menor sombra debido a la ausencia del estrato arbóreo; esto último también es característico en el uso de pastizales, lo que provoca severos daños en las poblaciones de lombrices.



Referente al nivel de la calidad del suelo se presenta los resultados del cuadro 11, que las tres parcelas evaluadas I-III-V tienen el Nivel de Calidad Baja con índices de calidad 0,55-0,56-0,61 respectivamente; este análisis biológico tiene relación con los análisis químico de los niveles críticos de pH realizado por Quintana *et al*, (2012) obteniendo pH promedio de 4,13 para las parcela V, pH 4,12 para la parcela III y pH 4,23 para la parcela I, están clasificados como nivel crítico de pH extremadamente ácido (baja calidad) donde los suelos con menor número de tipos de organismos (menor diversidad) y de individuos por tipo, pero prevalecen los organismos no detritívoros y las hormigas (Aplicación de los indicadores de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, obteniendo como resultado valores < 1) (Cabrera Dávila 2014)

## CAPITULO V. CONCLUSIONES

1. En las parcelas I, III y V del arboretum "El huayo" se han identificado 15 órdenes de macrofauna, entre ellos son: Opiliones, aranea, blattodea, orthoptera, himenoptera, isópoda, coleóptera, dermáptera, homoptera, crassiclitellata, hemiptera, collembola, zigontoma, pseudoescorpion y devonobiomorpha.
2. Se han cuantificado la macrofauna en las parcelas I, III y V del arboretum "El huayo" sobresaliendo las termitas con 1213 ind/m<sup>2</sup>, seguido de los escarabajos con 768 ind/m<sup>2</sup>, hormigas con 656 ind/m<sup>2</sup> y ciempiés con 560 ind/m<sup>2</sup>. Siendo la de menor población los chanchitos, collembola, tijeretas, cigarra, los opiliones cada uno con 16 ind/m<sup>2</sup>.
3. Según la clasificación de las actividades funcionales la parcela III tiene mayor número de población detritívora sumando en total 720 Ind/m<sup>2</sup>, seguido de la parcela I con 640 Ind/m<sup>2</sup>. Sobresaliendo las termitas con 637 Ind/m<sup>2</sup> y 512 Ind/m<sup>2</sup> respectivamente. Mientras que la parcela V tiene la menor población con 176 Ind/m<sup>2</sup>, sobresaliendo la lombriz de tierra con 96 Ind/m<sup>2</sup>.
4. La parcela III presenta la mayor población de no detritívoros 1284 Ind/m<sup>2</sup>, sobresaliendo los omnívoros con 336 ind/m<sup>2</sup>, herbívoros con 276 Ind/m<sup>2</sup> y depredadores con 672 ind/m<sup>2</sup>.
5. La parcela V presenta la menor población de no detritívoros con 288 Ind/m<sup>2</sup>; con 80 ind/m<sup>2</sup> de omnívoros, 16 Ind/m<sup>2</sup> de herbívoros y 192 Ind/m<sup>2</sup> de depredadores.

## CAPITULO VI. RECOMENDACIONES

1. El nivel de calidad biológica de los suelos de las parcelas I, III y V es baja, por lo que no debe haber presión antropogénica en su superficie.
2. Para ser utilizados los suelos similares al de las parcelas I, III y V del arboretum “El huayo” con fines productivos, se tienen que elevar su nivel de calidad biológica hasta llegar al índice  $>1$ .

## CAPITULO VII. FUENTES DE INFORMACION

**ACOSTA R., PRAT, N., RIOS B., y RIERADEVALL M., 2009,** Los macroinvertebrados como indicadores de calidad, Argentina 26 p.

**ALVITRES, V. R. 2004.** Metodología de la investigación científica. Universidad Católica. Lima-Perú. 200 p.

**ARANDA V., CALERO J., MONTEJO A., SERRANO J. 2016.** Elaboración de una herramienta web para el cálculo de un Índice de la Calidad del Suelo de Olivar (ICSO) a partir de datos obtenidos en prácticas docentes" (PID15B), correspondiente a la V Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente realizada por la Universidad de Jaén.

**BAUTISTA, A., J. ETCHEVERS BARRA, R.F. DEL CASTILLO, y C. GUTIÉRREZ. 2004.** La calidad del suelo y sus indicadores Asociación Española de Ecología Terrestre-AEET. Ecosistemas 13 (2): 90-97. Mayo 2004

**BENTANCOURT, C.M.; SCATONI, I.B. 2001.** Enemigos Naturales: Manual ilustrado para la agricultura y forestación. Montevideo, Ed. Agropecuaria Hemisferio Sur. Facultad de Agronomía. PREDEG. GTZ. 169 p.

**BLAIR, J.M.; BOHLEN, P.J.; D.W. FRECKMAN, 1996.** Soil Invertebrates as indicators of soil quality. In Doran, J.W.; Jones, A.J. (Eds.). Methods for Assessing Soil Quality Methods. SSSA, Madison WI. Special Publication no. 49. p. 273-291.

**BROWN G., FRAGOSO C., BAROIS I., ROJAS P., PATRON J., BUENO J., MORENO A., LAVALLE P., ORDAZ V. y RODRIGUEZ C. 2001.** Diversidad y rol funcional de macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales Mexicanos, Acta Zool. Mex. (N.S.) Numero especial 1:79-110 (2001)

- CABRERA, G. 2012.** La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. Pastos y forrajes. Scielo.
- CABRERA DÁVILA, G.; N. ROBAINA Y D. PONCE DE LEÓN. 2011.** Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34 (3): 331-346 pp.
- CABRERA, G. 2014.** Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba. La Habana, CU. 34 p.
- CATIE.** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2011. Manejo agroecológico como ruta para lograr la sostenibilidad de fincas con café y ganadería. Turrialba, CR. 260 p.
- CURRY, J. P. Y J. A. GOOD. 1992.** Soil faunal degradation and restoration. *Advances in Soil Science*. 17: 171–215.
- CURRY, J. P. (1987a).** The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. II. Factors affecting the abundance and composition of the fauna. *Grass and Forage Science*, 42,197-212 p.
- CRUZ, R. y BENAMÚ M. 2014.** Comparación de la edafofauna para cuatro usos de suelo, Artículo de Congreso latino americano de Agroecología, Centro Universitario de Rivera-Núcleo de Estudios en Agroecología. IIBCE
- CHAVARRI, G. 2011.** “Densidad y diversidad de especies de macroinvertebrados del suelo de tres parcelas del Arboretum “El Huayo” en Puerto Almendra, Loreto-Perú”. Tesis (Ingeniero en ecología de bosques tropicales). Iquitos ,

Perú, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Forestales. 68 p.

**DEL CASTILLO M., D. M. 2011.** Trabajabilidad de la madera de 20 especies forestales del Jardín Botánico - Arboretum "El Huayo", basado en el conocimiento de la estructura celular del xilema de la rama, Iquitos, Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Forestales. 83 p.

**DOMÍNGUEZ, J., AIRA M. y GOMEZ B. 2009.** El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente. Ecosistemas 18 (2): 20 - 31.

**FAO, 2001;** Soil carbon sequestration for improved land management. World soil reports 96. Rome, 58 p.

**GIL-MARTIN, J. y L.S. SUBIAS. 1995.** El estudio de los acaros oribatidos en España: Estado actual del conocimiento y su utilización como bioindicadores edáficos. Historia Natural'93: 383-392

**GUERRERO D. A. y M. LLOYD, 1999.** Módulo de Enseñanza Agroforestal No 2. Sistemas Silvopastoriles. Segunda Edición. CATIE, Costa Rica. 83 p.

**HASSINK J., CHENU C., DALENBERG J., BLOEM J. y BOUWMAN L. 1994.** Interactions between soil biota, soil organic matter and soil structure. 15th World Congress of Soil Science. Vol. 4a: Commission III: Symposia. Acapulco, México. 57 p.

**HENDRIX, P; CROSSLEY, D; BLAIR, J y COLEMAN, D. 1990.** Soil biota as components of sustainable agroecosystems. Soil and Water Conservation Society. Ankeny, Iowa. 637 p.

**HUHTA, V.; HAIMI, J. & SETÄLÄ, H. 1994.** Soil fauna promote nutrient cycling-

experimental evidence using simulated coniferous forest floor. 15th World Congress of Soil Science. Vol 4a: Commission III: Symposia. Acapulco, México. 76 p.

JOSSE, C., NAVARRO, G.; ENCARNACION, F. TOVAR, A. COMER, P.; FERREIRA, W.; RODRIGUEZ, F.; SAITO, J.; SANJURJO, J.; DYSON, J.; RUBIN DE CELIS, E.; ZARATE, R.; CHANG, J.; AHUITE, M.; VARGAS, C.; PAREDES, F.; CASTRO, W.; MACO, J. y REATEGUI, F. 2007. Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia. Clasificación Nature Serve. Arlington, Virginia, EE UU.

**LAVELLE, P., M. C. DANGERFIELD, V. FRAGOSO, D. ESCHENBRENNER, Y. LOPEZ, B., PASHANASI y L. BRUSSARD. 1994.** The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. Pp 137 – 169, in Noomer, P. y M. Swift (eds.): The Management of the Tropical Soil Biology and Fertility. Wiley-Sayce Publicaciones.

**LAVELLE, P.; E. BLANCHART, A. MARTIN, A.V. SPAIN, AND S. MARTIN. 1992.** Impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. pp. 157-185. *In:* R. Lal and P.A. Sanchez (eds.). Myths and science of soils in the tropics Special Publication. Soil Science Society of America. Madison, WI, USA.

**LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. 2001.** Soil Ecology. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 654 p.

**LAVELLE, P. y PASHANASI, B. 1989.** Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). *Pedobiología* 33: 283 - 291.

- LAVELLE, P. y B. KOHLMANN, 1984.** Étude quantitative de la macrofauna du sol dans une forêt tropicale humide du Mexique (Bonampak, Chiapas). *Pedobiologia* 27, 377-393.
- LAZO J. A.; VALENCIAGA N.; ARRUDA R. Y DEMOLIN G. 2007.** Diversidad zoológica asociada a un silvopastoreo leucaena-guinea con diferentes edades de establecimiento; *Revista: Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.42, n.12, p.1667-1674.
- MARTÍNEZ, M. A. & RODRÍGUEZ, M. 1991.** Evaluación ecológica preliminar de las poblaciones de oligoquetos (Annelida: Oligochaeta) en dos ecosistemas de Sierra del Rosario, Cuba. *Rev. Biología*. 5:9.
- MARTÍNEZ, M.A. 2002.** Comunidades de oligoquetos (Annelida: Oligochaeta) en tres ecosistemas con diferente grado de perturbación en Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Instituto de Ecología y Sistemática/Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Ciudad de La Habana. 93 p.
- MASTERS, G. J. 2004.** Belowground herbivores and ecosystem processes. *Ecological Studies* 173:93-112.
- MORALES J. y SARMIENTO L. 2002.** Dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el páramo venezolano, revista de la Sociedad Venezolana de Ecología, *ECOTROPICOS* 15(1):99-110 2002.
- MOORE, J.C.; BERLOW, E.L.; COLEMAN, D.C.; RUITER, P.C.; DONG, Q.; HASTINGS, A.; JOHNSON, N.C.; MCCANN, K.S.; MELVILLE, K.; MORIN, P.J.; NADELHOFFER, K.; ROSEMOND, A.D.; POST, D.M.; SABO, J.L.;**



- SCOW, K.M.; VANNI, M.J.; WALL, D.H. 2004. Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecology Letters* 7:584-600 p.
- NAVARRETE, A; VELA, LÓPEZ, J; RODRÍGUEZ, M. 2011. Naturaleza y utilidad de los indicadores de suelo. *Contactos* 80 (1): 29-37.
- NAVARRO, D.** 2011. Repoblamiento Natural de Macro Invertebrados Edáficos en Cinco Estadios Sucesionales de Bosques en Puerto Almendra-Loreto. Tesis. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Peru. 70 p.
- NEHER T. A. 1989.** Distribución ecológica e identificación de los coleópteros en diferentes pisos altitudinales del departamento de Antioquia. Tesis de grado. Universidad de Antioquia. Medellín. 324 p.
- ODUM, E.P. 1989.** Ecología. 3ra. edición. Edición Revolucionaria, La Habana, Cuba. 639 p.
- PARDO-LOCARNO, L. C. 2006.** Abundancia y biomasa de macroinvertebrados edáficos en la temporada lluviosa, en tres usos de la tierra, en los Andes colombianos. Candidato a Doctorado en Biología. Universidad del Valle. Valle del Cauca-Colombia. 14 p.
- PASHANASI, B. 2011.** Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la amazonía peruana. *Folia Amazónica*, 12(1-2): 75-97.
- PRIETO J.; PRIETO F.; ACEVEDO O. y MÉNDEZ M. 2013,** Indicadores e índices de calidad de los suelos (ICS) Cebaderos del sur del estado de Hidalgo, México 1. *Agronomía Mesoamericana* 24(1):83-91. 2013 ISSN: 1021-7444  
1 Recibido: 4 de junio 2012. Aceptado: 1 de abril, 2013.
- QUINTANA, S.; RODRÍGUEZ, J., ALVAN, J. E.; ALEGRÍA, W. BARDALES, J. PANDURO, M.; ÁLVAREZ, L. F.; REÁTEGUI, R.; MAURY, Á. E.;

GRONERTH, O.; VEGAS, J. A.; MACEDO, L. A.; CABUDIVO, A. Y RIOS, R. 2012. Dinámica productiva del bosque de diez parcelas del arboretum "El huayo" por niveles de concentración de macronutrientes del suelo en Pto. Almendra, Loreto-Perú. Informe de investigación. Instituto de Investigación. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 70 p.

**QUINTANA, S. 2006.** Influencia de los nutrientes de la biomasa foliar en las propiedades químicas del suelo en plantaciones de *Simarouba amara* Aubl "marupa" y *Cedrelinga catenaeformis* Ducke "tornillo" de diferentes edades; Pto. Almendra-Loreto. Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. EPG. Tesis. Iquitos. 76 p.

**RODRÍGUEZ, I. et al. 2002.** Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas naturales puras o intercaladas con leucaena para la ceiba de toros. *Rev. cubana. Cienc. Agríc.* 36 (2):181.

**RODRÍGUEZ, C. 2000.** Comunidades de lombrices de tierra en ecosistemas con diferente grado de perturbación. *Rev. Biología.* 14:147.

**REYES, J. 2013.** Evaluación de la calidad del suelo en un agroecosistemas orgánico de hortalizas y un agroecosistema convencional de papa en el municipio de guasca, Cundinamarca, 2013. Tesis. Lic. Ecología. Bogotá, CO. Pontificia Universidad Javeriana. 64 p.

**ROJAS L., MONTERO M. y ZEQUEIRA Á. 2016.** Evaluación de la diversidad de macroinvertebrados edáficos en municipios del centro del Cesar (Chimichagua, Chiriguaná y La Jagua de Ibirico). *Revista Luna Azul*, 43, 203-228.

**SÁNCHEZ, S; y REINÉS, M. 2001.** Papel de la macrofauna edáfica en los

ecosistemas ganaderos. Pastos y Forrajes Vol. 24, No. 3.

**SANCHEZ, H. y C. REYES. 1985.** Metodología y diseños en la Investigación Científica. Lima. Repco Offset. Págs. 61-63.

**SALAMANCA, N. Y C. CHAMORRO. 1994.** La edafofauna del páramo de Monserrate–Sector Hacienda “Santa Bárbara”-(Cundinamarca– Colombia). Pp. 619- 630, in Mora-Osejo y Sturm (eds.): Estudios Ecológicos del Páramo y del Bosque Andino Cordillera Oriental de Colombia. Academia Colombiana de Ciencias Naturales Exactas, Físicas y Naturales. Santafé de Bogotá.

**SALTOS R. 2011.** Determinación de la macrofauna edáfica en 4 ecosistemas provincia Bolívar, Ecuador. En Monografias.com. Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y pesca.

**SANTOS S. 2016.** Comunidades de macroinvertebrados edáficos indicadores de la calidad del suelo, para evaluar el modelo agroecológico en un sistema de hortalizas, los planes, Chalatenango, El salvador. Tesis. Universidad de el Salvador. El Salvador, 61 p.

**SEGURA, M. 1999.** Valoración del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en bosques privados en el área de conservación Cordillera Volcánica Central. Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Costa Rica. Turrialba. 120 p.

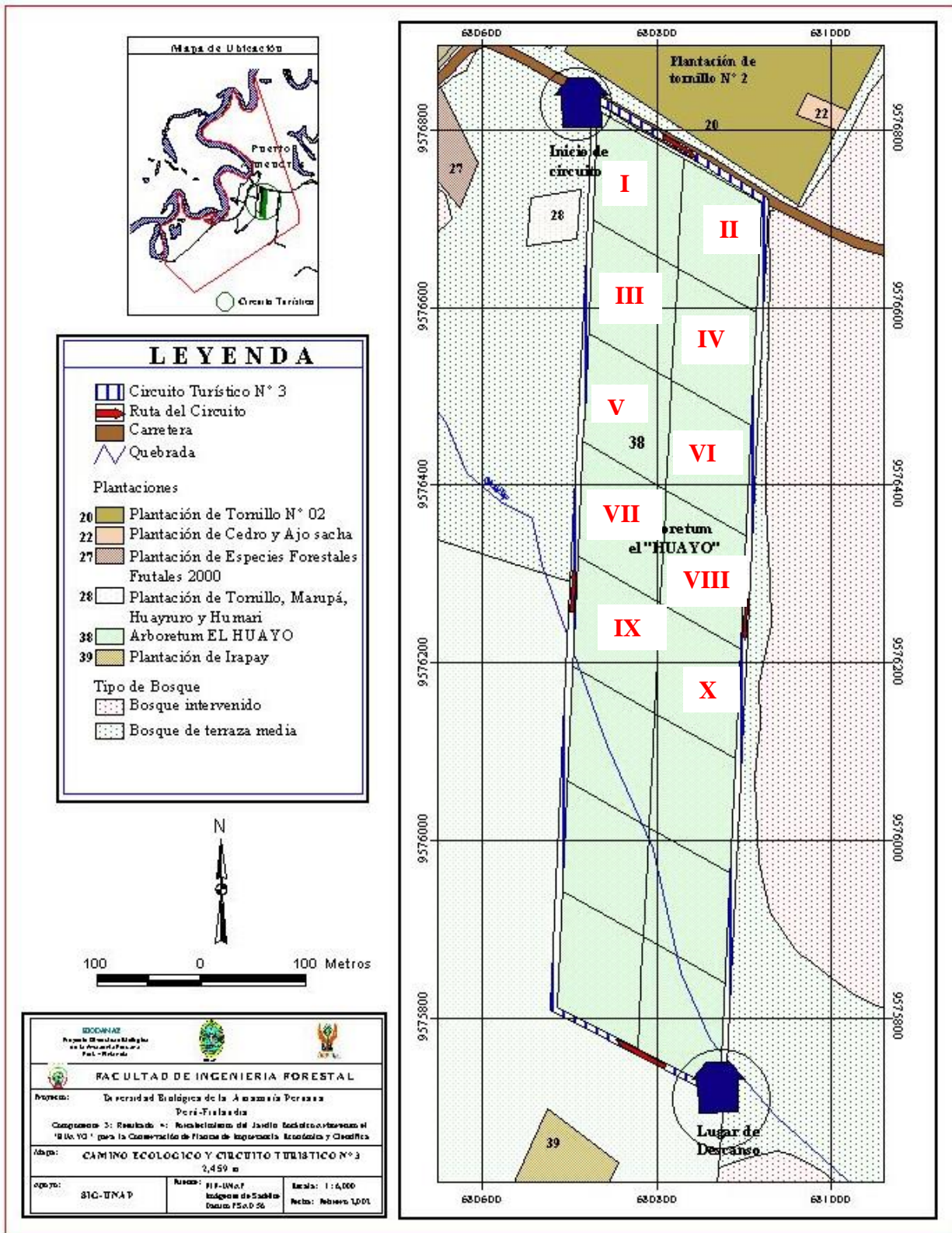
**STORK, N., E.; P. EGGLETON. 1992.** Invertebrates as determinants and indicator of soil quality. Am J. Alt Agric. 7: 38-55.

**VALDERRAMA, F. y N. BARBAGELATA. 2002.** Plan de desarrollo del Jardín Botánico Arboretum El Huayo en el CIEFOR Pto. Almendra. Documento Técnico. BIODAMAZ- UNAP-IIAP.Iquitos-Perú. 42 p.

- WARDLE, D. A., 1995.** Impacts of disturbance on detritus food webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. *Adv. Ecol. Res.* 26: 105-185.
- WETZEL, R. G. 2001.** *Limnology: Lake and River Ecosystems.* Academic Press. 3rd. p.700. «Detritívoro». *Glossaries - Pescalex.* Consultado el 23 de abril de 2013.
- WOLTERS, V. Y K EKSCHMITT. 1997.** Gastropods, Isopods, Diplopods, and Chilopods: Neglected Groups of the Decomposer Food Web. Pp. 265 – 306, *in* Benckiser, G. (ed.): *Fauna in Soil Ecosystems: Recycling Processes Nutrient Fluxes and Agricultural Production.*
- ZERBINO, S. et al. 2008.** Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia.* 12 (1):44. 2008
- ZERBINO M. 2005.** Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción, Tesis Universidad de la república de Uruguay, Facultad de Ciencias Ambientales. Montevideo-Uruguay. 70 p.

## **ANEXOS**

Figura 3. Ubicación de las parcelas en el arboretum El huayo



Fuente: Valderrama y Barbagelata (2002)

Cuadro 12. Población edáfica por repeticiones y estratos en la parcela I

Repeticion	Estratos (cm)	(araña) Opillionida	(Araña) Aranea	(Termites) Isoptera Blattodea	(Grillos) Orthoptera	(Hormigas) Formicidae	(Cochinillas) Isopoda	(Cucaracha) Blatodea	(Escarabajo) Coleoptera	(Lombriz de tierra) Oligochaeta	(Chinches) Hemiptera	Collembola	(Tysanuro) Zigontoma	(Ciempies) Chilopoda	Total
	00-10	3	3	13	3	15	6	0	6	15	0	3	0	0	67
R1	10-.20	0	0	8	0	9	0	3	0	7	0	0	0	0	27
	20-30	0	0	8	0	5	0	0	0	3	0	3	0	0	19
	<b>Sub total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>113</b>
	00-10	0	2	15	0	3	0	0	10	0	13	0	10	13	66
R2	10-.20	0	0	11	0	6	0	0	6	0	0	0	0	0	23
	20-30	0	0	12	0	3	0	0	6	0	0	0	3	3	27
	<b>Sub total</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>116</b>
	00-10	0	2	13	0	3	0	0	10	0	13	0	13	13	67
R3	10-.20	0	0	7	0	6	0	0	6	0	0	0	0	0	19
	20-30	0	0	11	0	3	0	0	6	0	0	0	3	3	26
	<b>Sub total</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>112</b>
	00-10	0	2	14	0	3	0	0	10	0	13	0	13	13	68
R4	10-.20	0	0	8	0	6	0	0	6	0	0	0	0	0	20
	20-30	0	0	4	0	3	0	0	6	0	0	0	3	3	19
	<b>Sub total</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>107</b>
	00-10	0	2	19	0	3	0	0	10	0	13	0	13	13	73
R5	10-.20	0	0	13	0	6	0	0	6	0	0	0	0	0	25
	20-30	0	0	5	0	3	0	0	6	0	0	0	3	3	20
	<b>Sub total</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>37</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>118</b>
<b>Total general</b>		<b>3</b>	<b>11</b>	<b>161</b>	<b>3</b>	<b>77</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>94</b>	<b>25</b>	<b>52</b>	<b>6</b>	<b>61</b>	<b>64</b>	<b>566</b>

Cuadro 13. Población edáfica por repeticiones y estratos en la parcela III

Repetición	Estratos (cm)	(Araña) Aranea	(Termites) Isoptera	(Grillos) Orthoptera	(Hormigas) Formicidae	(Cucaracha) Blatodea	(Escarabajo) Coleoptera	(Lombris de tierra) Oligochaeta	(Chinches) Hemiptera	(Tysanuro) Zigotoma	Pseudoescorpión	(Ciempies) Chilopoda	Total
R1	00-10	0	0	10	10	6	15	0	0	0	3	18	62
	10-.20	0	3	0	15	0	8	0	0	0	0	11	37
	20-30	0	2	3	8	0	0	3	0	0	0	0	16
	Sub total	0	5	13	33	6	23	3	0	0	3	29	115
R2	00-10	2	0	10	14	9	15	0	0	0	4	16	70
	10-.20	0	5	0	7	0	6	8	0	0	0	14	40
	20-30	0	4	0	13	0	0	0	0	0	0	3	20
	Sub total	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>34</b>	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>33</b>	130
R3	00-10	2	25	0	3	0	8	0	7	8	0	7	60
	10-.20	0	23	0	6	0	6	0	0	0	0	0	35
	20-30	0	21	0	3	0	6	0	0	3	0	3	36
		<b>2</b>	<b>69</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>131</b>
R4	00-10	2	31	0	3	0	5	0	13	13	0	13	80
	10-.20	0	20	0	6	0	6	0	0	0	0	0	32
	20-30	0	15	0	3	0	6	0	0	3	0	3	30
	Sub total	<b>2</b>	<b>66</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>142</b>
R5	00-10	2	22	0	3	0	5	0	6	7	0	6	51
	10-.20	0	15	0	6	0	6	0	0	0	0	0	27
	20-30	0	13	0	3	0	6	0	0	3	0	3	28
	Sub total	<b>2</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>106</b>
Total		<b>8</b>	<b>199</b>	<b>23</b>	<b>103</b>	<b>15</b>	<b>98</b>	<b>11</b>	<b>26</b>	<b>37</b>	<b>7</b>	<b>97</b>	<b>624</b>



Cuadro 14. Población edáfica por repeticiones y estratos en la parcela V

Repetición	Estrato	(Tijeretas) Dermaptera	(Termites) Isoptera	(Ciempies) Chilopoda	(Escarabajo) Coleoptera	(Cigarra) Homoptera	(Lombriz de tierra) Oligochaeta	(Hormiga) Himenoptera	Total
R1	0-10		9		1	1	10	1	22
	10-20		5	9	18		9	15	56
	20-30						3		3
	<b>Sub total</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>81</b>
R2	0-10	2		2	6	1		6	17
	10-20						2		2
	20-30				1				1
	<b>Sub total</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>20</b>
R3	0-10			2	7				9
	10-20	1	1	2					4
	20-30								0
	<b>Sub total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>				<b>13</b>
R4	0-10		4	2	6				12
	10-20					1	1		2
	20-30								0
	<b>Sub total</b>		<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		<b>14</b>
R5	0-10				2				2
	10-20				2		4	1	7
	20-30						3		3
	<b>Sub total</b>				<b>4</b>		<b>7</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
<b>Total general</b>		<b>3</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>43</b>	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>23</b>	<b>140</b>

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

Cuadro 15. Análisis de las propiedades físico-químico del suelo “Arboretum el Huayo”

Número de Muestra		pH ( 1:1 )	Análisis Mecánico			Clase Textural
Lab	Campo		Arena	Limo	Arcilla	
			%	%	%	
<b>12562</b>	<b>P -01 -Oi</b>	<b>3,68</b>	<b>88</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>A.</b>
12563	P -01 -A1.	4,49	74	12	14	Fr.A.
12564	P -01 -A2	4,52	56	18	26	Fr.Ar.A.
<b>1705</b>	<b>P- 03-Oi</b>	<b>3,33</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>Fr.A.</b>
1702	P- 03 -A1	4,38	66	28	6	Fr.A.
1703	P- 03 -A2	4,39	60	24	16	Fr.A.
1704	P- 03 -A3	4,37	56	20	24	Fr.Ar.A.
<b>1701</b>	<b>P- 05-Oi</b>	<b>3,78</b>	<b>74</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>Fr.A.</b>
1698	P- 05 -A1	4,24	66	26	8	Fr.A.
1699	P- 05 -A2	4,30	64	22	14	Fr.A.
1700	P- 05 -A3	4,18	64	24	12	Fr.A.

*Ing. Braulio La Torre Martínez*  
*Jefe del Laboratorio*

## ALBUM DE FOTOS



Foto 1. Araña opilión



Foto 2. Araña



Foto 3. Termitas



Foto 4. Grillo



Foto 5. Hormiga



Foto 6. Chanchito de humedad



Foto 7. Escarabajo



Foto 8. Lombriz de tierra



Foto 9. Chinchas



Foto 10.. Collembolas



Foto 11. Tysanuro



Foto 12. Ciempies



Foto 13. Cucaracha



Foto 14. Pseudoescorpion



Foto 15. Tijereta



Foto 16. Trabajo de campo