



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

**“POBLACIÓN DE LA MACROFAUNA EDÁFICA DETRITÍVORA COMO
INDICADOR BIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE SUELOS EN
BOSQUES SUCESIONALES EN PUERTO
ALMENDRA, LORETO-PERÚ, 2017”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

JERRY JAMES CACHIQUÉ MURAYARI

ASESOR:

Ing. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 873

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis presentada por el bachiller **JERRY JAMES CACHIQUÉ MURAYARI**, titulada: **"POBLACIÓN DE LA MACROFAUNA EDÁFICA DETRITÍVORA COMO INDICADOR BIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE SUELOS EN BOSQUES SUCESIONALES EN PUERTO ALMENDRA, LORETO-PERÚ, 2017"**, formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

La declaramos:

APROBADO

Con el calificativo de:

BUENO

En consecuencia queda en condición de ser calificado:

APTO

Y, recibir el Título de Ingeniero Forestal.

Iquitos, 01 de marzo 2019

Ing. **LUIS ARTURO MACEDO BARDALES**, M.Sc.
Presidente

Ing. **SARON QUINTANA VASQUEZ**, Dra.
Miembro

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

Ing. **ABRAHAM CABUDIVO MOENA**, Dr.
Asesor

Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!

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

www.unapiquitos.edu.pe

Teléfono: 065-225303

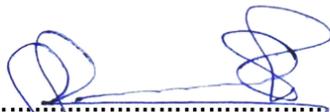
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

TESIS

**“POBLACION DE LA MACROFAUNA EDÁFICA DETRITÍVORA COMO
INDICADOR BIOLÓGICO DE LA CALIDAD DE SUELOS EN
BOSQUES SUCESIONALES EN PUERTO
ALMENDRA, LORETO-PERÚ, 2017”**

Aprobado el día 01 de marzo del 2019 según Acta de Sustentación N° 873

MIEMBROS DEL JURADO



.....
Ing. Luis Arturo Macedo Bardales, M.Sc.
PRESIDENTE
Reg. CIP: N° 47483



.....
Ing. Saron Quintana Vásquez, Dra.
MIEMBRO
Reg. CIP: N° 71600



.....
Ing. José David Urquiza Muñoz, M.Sc.
MIEMBRO
Reg. CIP: N° 181468



.....
Ing. Abrahan Cabudivo Moena, Dr.
ASESOR
Reg. CIP: N° 40295

DEDICATORIA

A mi padre celestial que siempre está
Conmigo y me protege día a día.

A mi madre Alicia Murayari Huansi, por
ser mi motivación e inculcarme siempre
el estudio y ser mi fortaleza y el amor de
mi vida.

A mis hermanos Jhanira Jackeline y
Fabian Alejandro y a todas aquellas
personas que me tienen estima y
me ayudaron a cumplir mis objetivos
y plasmarlos en este trabajo.

AGRADECIMIENTO

- ⌚ A la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP, por albergarme y formarme en sus aulas y a los docentes, por compartir sus conocimientos para fortalecerme como profesional.

- ⌚ Al Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR)-Puerto Almendra, por brindarme sus instalaciones para realizar el presente trabajo.

- ⌚ Al Ing. Abraham Cabudivo Moena, Dr. Docente principal de la Facultad de Ciencias Forestales, por su apoyo incondicional en el asesoramiento de la tesis, ya que supo guiarme de la mejor manera con su amplio conocimiento.

- ⌚ A todas las personas que directa e indirectamente son parte de mi realización personal y que supieron apoyarme moralmente cuando más los necesitaba.

INDICE GENERAL

	Pág.
Portada	i
Acta de Sustentación	ii
Firma de Jurados	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Indice General	vi
Lista de cuadros	viii
Lista de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teoricas	6
1.3. Definicion de terminos basicos	9
CAPITULO II: HIPOTESIS Y VARIABLES	12
2.1. Hipotesis general	12
2.2. Variables y su operacionales	12
CAPITULO III: METODOLOGIA	14
3.1. Tipo y diseño	14
3.2. Diseño muestral	14
3.3. Procedimientos de recoleccion de datos	16
3.4. Procesamiento y analisis de datos	18

CAPITULO IV: RESULTADOS	21
4.1 Identificación de la población de la macrofauna edáfica en diferentes Sucesiones	21
4.2 Cuantificación de la población de la macrofauna edáfica en diferentes Sucesiones	26
4.3 Clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna edáfica	28
4.4 Calidad del suelo y el índice poblacional de macrofauna edáfica	30
CAPITULO V : DISCUSION	32
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	35
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	37
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACION	38
ANEXOS	43
1. Población de macrofauna edáfica un año de sucesión (ind/m ²)	44
2. Población de macrofauna edáfica dos años de sucesión (ind/m ²)	44
3. Población de macrofauna edáfica-siete años de sucesión (ind/m ²)	45
4. Población de macrofauna edáfica-quince años de sucesión (ind/m ²)	45
5. Población de macrofauna edáfica-cuarenta años de sucesión (ind/m ²)	46
6. Mapa de ubicación del área de muestreo, zona de nina rumi	47
7. Album de fotos	48

LISTA DE CUADROS

Nº	Título	Pág
1	Combinación de los niveles de los tratamientos	15
2	Grupos que componen la macrofauna del suelo	19
3	Organismos de la macro fauna edáfica	20
4	Identificación de la población de la macrofauna edáfica de un año de sucesión	22
5	Identificación de la macrofauna edáfica de dos años de sucesión	22
6	Identificación de la macrofauna edáfica de siete años de sucesión	23
7	Identificación de la macrofauna edáfica de quince años de sucesión	24
8	Identificación de la macrofauna edáfica cuarenta años de sucesión	25
9	Población de macrofauna edáfica en diferentes sucesiones (ind/m ²)	27
10	Actividades funcionales de la macrofauna edáfica	29
11	Nivel de la calidad del suelo en relación a la macrofauna edáfica	31

LISTA DE FIGURAS

Nº	Titulo	Pág
1	Metodología de muestreo propuesto por Programa TSBF	17
2	Población de la macrofauna edáfica en las diferentes sucesiones	30

RESUMEN

En el presente estudio se ha identificado, cuantificado y clasificado por sus actividades funcionales a la población de la macro fauna edáfica en las sucesiones boscosas de 1 año, 2 años, 7 años, 15 años y 40 años, en el 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 3 repeticiones en forma aleatoria por cada parcela.

Los resultados obtenidos fue la identificación de 13 órdenes de macrofauna, entre ellos son: Aranea, Hymenoptera, Isoptera, Hemiptera, Orthoptera, Coleoptera, Miriapodo, Isopoda, Opistoporos, Blattodea, Mantodea, pseudoescorpion y Tysanura.. Sobresaliendo las hormigas con 2533 ind/m², seguido de las termitas con 1344 ind/m². Referente a las actividades funcionales la sucesion de “15 años” tiene mayor número de población detritívora sumando en total 848 Ind/m², también presenta la mayor población de no detritívoros 944 Ind/m², sobresaliendo los depredadores con 784 Ind/m², Omnívoros con 112 ind/m² y herbívoros con 48 Ind/m², obteniendo el mayor índice de calidad de suelo 0,89, sin embargo, el nivel de la calidad es bajo; ubicados en el rango del índice < 1.

Palabras claves: Macrofauna, calidad del suelo, clasificación, actividad funcional.

ABSTRACT

In the present study, the population of the edaphic macro fauna in the forest successions of 1 year, 2 years, 7 years, 15 years and 40 years has been identified, quantified and classified by its functional activities, in the Center for Research and Teaching Forestry Puerto Almendras of the Faculty of Forestry Sciences of the UNAP in order to determine the level of soil quality. The methodology used was the one 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, which 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 3 repetitions randomly for each plot.

The results obtained were the identification of 13 orders of macrofauna, among them are: Aranea, Hymenoptera, Isoptera, Hemiptera, Orthoptera, Coleoptera, Miriapodo, Isopoda, Opisthoptera, Blattodea, Mantodea, pseudoscorpion and Tysanura. The ants stood out with 2533 ind/ m², followed by termites with 1344 ind/m². Regarding functional activities, the succession of "15 years" has the largest number of detritivore population, adding a total of 848 Ind/m², it also presents the largest population of non-detritivores 944 Ind/m², standing out the predators with 784 Ind/m², Omnivores with 112 ind/m² and herbivores with 48 ind/m², obtaining the highest soil quality index 0.89, however, the quality level is low; located in the range of the index < 1.

Keywords: Macrofauna, soil quality, classification, functional activity

INTRODUCCIÓN

Para predecir el estado de degradación de un suelo se utiliza un grupo de variables que abarcan sus propiedades físicas, químicas y/o biológicas. Con respecto a las biológicas, se evalúa a la macrofauna, que incluye los invertebrados del suelo mayores de 2 mm de diámetro, es un componente biológico que es usado como indicador de la calidad del suelo. Tanto su riqueza taxonómica como su densidad, biomasa y composición funcional cambian en dependencia del efecto de diversos usos y manejos de la tierra.

Por eso, es de suma importancia conocer la macrofauna presente en el suelo, para que los agricultores tengan la oportunidad de conocer la calidad del suelo decidir el uso o no, sin necesidad de realizar análisis físico y químico, ya que esta población edáfica regulan las comunidades de microorganismos responsables de la mineralización y la humificación que ayudan en la disponibilidad de nutrientes asimilables por las plantas; pues, la macrofauna pueden modificar la textura y las propiedades físicas del suelo en los horizontes superficiales en que habitan (Lavelle *et al.*, 1994, p. 9); toda esta información ayudaría a conocer alternativas de manejo de los recursos naturales encaminando al desarrollo sustentable.

Los agricultores amazónicos realizan sus cultivos en suelos muy sensibles a ser infértiles, causado por el desbosque, la abundante precipitación y por ser suelos tropicales están con pH entre 4-5 con un 70%-80% de aluminio cambiante (Calderón y Castillo, 1981 citado por Chavarry 2011, p. 18).

Actualmente, para conocer la calidad del suelo la propuesta inmediata es realizar análisis de suelos con indicadores físicos y químicos, lo cual conlleva una serie de

procedimientos desde la extracción de las muestras del suelo, acondicionamiento, transporte para enviar a laboratorios acreditados, todo esto, resultaría muy trabajoso y costoso; sumado a esto se tiene que tener un profesional especializado para la interpretación de los resultados de los análisis.

Todo este proceso se podría reducir aplicando indicadores biológicos evaluando a la macrofauna presente en el suelo, de esta manera se determinaría la calidad del suelo, especialmente en los suelos tropicales que han sido sometidos a crecientes presiones humanas que implican alteraciones de los hábitats, reducción de la heterogeneidad ambiental y de las comunidades biológicas.

Por lo manifestado la presente investigación tuvo como objetivo general de cuantificar la población de la macrofauna edáfica detritívora y no detritívora como indicador biológico de la calidad de suelo en bosques sucesionales en Puerto Almendra, teniendo como objetivo específico la identificación y cuantificación la población de la macrofauna edáfica en bosques sucesionales de 1 año, 2 años, 7 años, 15 años y 40 años en Puerto Almendra, Loreto, Perú, 2017.

Los resultados de la investigación servirán de base para definir la calidad del suelo conociendo la población de la macrofauna edáfica detritívora como indicador biológico en bosques sucesionales en Puerto Almendra.

CAPITULO I. MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes

Brown *et al.*, (2001, p. 1), en un estudio referido a la diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en ecosistemas tropicales mexicanos, reportaron un predominio de las lombrices de tierra en cuanto a la biomasa en la mayor parte de los ecosistemas, mientras las hormigas predominaron en cuanto a la densidad. Las milpas y el cocotal presentaron la menor biomasa total de todos los ecosistemas (<15 g/m²), los bosques tuvieron más de 25 g/m² mientras que los demás ecosistemas se caracterizaron por biomásas mayores de 35 g/m². Que además Brown *et al.*, (2001), indica en la caña de azúcar se encontró un promedio de casi 3000 individuos m², mientras que en los demás ecosistemas las densidades no fueron mayores de 1600 individuos m². Como estudio de caso se analizó la región de Los Tuxtlas, en donde se observó que el desmonte de la selva tuvo un efecto negativo en las poblaciones de los artrópodos epigeos, mientras que el implante de pastizales aumentó la biomasa de lombrices, superando inclusive la encontrada en la vegetación original.

Por su parte, Cabrera, (2012, p. 6) en un trabajo realizado en Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba, concluye que la macrofauna del suelo el comportamiento de las poblaciones de lombrices e tierra, a través de su riqueza de especies, su densidad (ind/m²) como función detritívora con respecto a los restantes grupos funcionales puede ser usado como indicador biológico del grado de conservación/perturbación del suelo. Diversos estudios muestran que la comunidad de macrofauna del suelo puede disminuir en abundancia e riqueza de grupos taxonómicos en estación seca después del fuego (Athias *et al.* 1975,

Bandeira & Harada 1998, Baretta et al. 2005, Baretta *et al.* 2007^a citado por Baretta *et al.* 2018, p. 147). En el presente caso, las condiciones adversas, como el fuego accidental, disminución de la cobertura vegetal, oscilaciones de temperatura y humedad del suelo, crearon una condición de estreses en el área, con disminución de las características químicas y de los atributos biológicos del suelo, incluido la reducción de la riqueza de grupos funcionales de la macrofauna edáfica (Baretta *et al.* 2010, p. 147).

De manera similar, Domínguez *et al.*, (2009, p. 29), en un trabajo realizado sobre el papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes, reportaron hay bastantes evidencias que sugieren que las lombrices y otros animales microbivoros del suelo aumentan la actividad microbiana en primer término. Por su parte Sánchez y Reines (2001, p. 1), resaltan la importancia de los macroinvertebrados dada por el efecto que generan en los procesos que determinan la fertilidad del suelo y la formación de agregados sólidos que protegen a toda la materia orgánica de una ligera mineralización que modifica propiedades físicas y estructurales en los primeros horizontes donde habitan pasando por alto el componente biológico representado por la fracción orgánica, donde ocurre una continua actividad que hace posible la captación y asimilación de una gran cantidad de nutrientes para las plantas.

Por su parte, Cabrera *et al.*, (2011, p. 344); en un estudio realizado en composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba, reportaron que la macrofauna pudo ser asociada a los grupos funcionales de ingenieros del suelo y/o los detritívoros, luego se ubicaron los herbívoros y los depredadores, los cuales estuvieron siempre presentes en

todos los usos de la tierra. Dentro de los detritívoros, las órdenes de la macrofauna comúnmente encontrados en la mayoría de los usos fueron Blattodea, Isopoda, Polydesmida, Polyxenida y Spirobolida, y de Coleóptera solo la familia *Tenebrionidae*. En el caso de los herbívoros, se observaron en todos los usos las larvas de coleópteros pertenecientes a las familias *Scarabaeidae* y *Elateridae* (*Elaterinae*), cuyos hábitos alimentarios responden a la herbivoría de raíces, y al orden Hemíptera que se incluye como herbívoros foliares (afectan el follaje pero se pueden encontrar en el suelo). Para los depredadores, las unidades taxonómicas coincidentes fueron *Araneae*, *Scolopendromorpha* y adultos de *Coleoptera* de las familias *Carabidae* y *Staphylinidae* (*Staphylininae*). Además Cabrera *et al.*, (2011, p. 344); reportaron que en cuanto a la densidad, en los bosques secundarios prevalecieron los detritívoros (701 ind/m²) seguidos en una menor cantidad por los ingenieros (320 ind/m²), los depredadores (96 ind/m²) y, por último, los herbívoros (38 ind/m²). En los pastizales y los cultivos varios dominaron los ingenieros del suelo (386 y 179 ind/m², respectivamente) seguidos de los herbívoros (116 y 36 ind/m²), y con menor densidad se encontraron los detritívoros (51 y 28 ind/m²) y los depredadores (25 y 18 ind/m²). Respecto a esta misma variable, en los cañaverales también se ubicaron en primer lugar los ingenieros del suelo (124 ind/m²) y posteriormente, casi a un mismo nivel, los detritívoros (69 ind/m²) y los depredadores (63 ind/m²); los menos representados en este uso fueron los herbívoros (19 ind/m²). Adicionalmente concluyeron que los grupos funcionales de mayor representatividad en densidad en todos los usos de la tierra fueron los ingenieros del suelo y/o los detritívoros; posteriormente se ubicaron los herbívoros

y los depredadores, excepto en los pastizales y los cultivos varios, donde los herbívoros ocuparon el segundo lugar en importancia.

1.2 Bases teóricas

Lavelle *et al.*, 1993; Salamanca y Chamorro, 1994; Wolters y Ekschmitt, 1997, citado por Baretta-García, *et al.* (2018, p. 106) 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.

Bastida *et al.* 2008, citado por Hernandez-Vigoa, *et al.* (2018, p. 3), menciona que el orden de estatus alto y capacidad productiva es la biológica, física y química variable que son usadas como indicadores de la calidad del suelo, la variable biológica mide la capacidad edáfica de biodiversidad y la regulación de los servicios ecosistémicos.

Según Carter *et al.*, 1997 y Romig *et al.*, 1995, citado por Bautista *et al.* 2004, p. 90) manifiestan que la calidad debe interpretarse como la utilidad del suelo para un propósito específico en una escala amplia de tiempo. El estado de las propiedades dinámicas del suelo como contenido de materia orgánica, diversidad de organismos, o productos microbianos en un tiempo particular constituyen la salud del suelo.

Leyva, (2013, p. 7) manifiesta ue la evaluación de la calidad del suelo es un proceso de conocimiento de la dinámica ue presentan las propiedades edáficas ue existen en los suelos; al respecto Titonell 2004 citado por Leyva (2013, p. 7) planteo ue existe una calidad inherente, definida por el estado de equilibrio natural del suelo; una calidad transformada, ue surge luego de la adecuación de las tierras para el establecimiento de actividades productivas, además, una calidad percibida por el usuario, depende del uso al ue la tierra será destinada y cuya definición responde a variables socioculturales y económicas, radicando en esta ultima la mayor importancia, pues en ella se basan los criterios para la toma de decisiones de uso y manejo. Por eso Carter et al. 1997, citado por Leyva (2013, p. 7) consideran ue la calidad del suelo involucra dos conceptos: la calidad inherente del suelo para el crecimiento de los cultivos y la calidad dinámica influenciada por el uso o manejo, así se puede distinguir las propiedades estáticas de las de comportamiento del suelo.

Remy y Daynar, 1982 citado por Botina, *et al.* (2012, p. 70) manifiestan ue los organismos del suelo están compuestos por numerosas especies que ocupan un amplio rango de nichos ecológicos y son representativas en diferentes sistemas edáficos y ue la estructura de la comunidad edáfica tradicionalmente ha sido impactada por las prácticas agronómicas, tanto en términos de abundancia, riqueza y el rol que desempeñan; por esta razón, la diversidad, abundancia y biomasa son considerados valiosos indicadores de los procesos de degradación en los suelos agrícolas (Linden *et al.*, 1994; Lavelle *et al.*, 1997, citado por Botina *et al.* 2012, p. 70).

Existe una compleja trama trófica del suelo, sin embargo para reducir este proceso han sido propuestas diferentes clasificaciones, uno de ellos es dividir la macrofauna del suelo de acuerdo al comportamiento alimenticio; 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 productos del metabolismo de otros organismos (FAO, 2011; Moore et al. 2004, citado por Zerbino, 2005, p. 4).

Teniendo en cuenta estas aseveraciones la macrofauna del suelo poco es considerada al momento de establecer las diferentes prácticas agrícolas; no obstante, puede ser afectada por el impacto que ocasiona la labranza y el uso de insumos químicos, condición que se refleja en la reducción o eliminación de especies y en la disminución de la biomasa de estas poblaciones; dada la susceptibilidad a ser afectada por dichas prácticas, la macrofauna se ha establecido como un indicador de la calidad de los suelos (Feijoo y Knapp, 1998; Wood, 1978, citado por Rendon, *et al.* 2011, p. 5793).

Astier *et al.*, 2002; Adriaanse, 1993 citado por García, (2012, p. 6) Los indicadores de la calidad de suelo se conciben como una herramienta de medición que debe ofrecer información sobre las propiedades, los procesos y las características. Estos se miden para dar seguimiento a los efectos del manejo sobre el funcionamiento del suelo en un periodo dado; refieren que los indicadores son instrumentos de análisis que permiten simplificar, cuantificar y comunicar fenómenos complejos, y son usados en muchas esferas del conocimiento, pueden ser propiedades físicas, químicas y biológicas. Los cambios temporales en las propiedades del suelo

constituyen indicadores de su funcionamiento y del manejo a que es sometido. Sin embargo, debe considerarse que, aunque para su mejor comprensión se estudien independientemente una de otra, entre todas ellas existe una estrecha interrelación y dependencia, que hace que de la interpretación de alguna se pueda inferir el comportamiento de otras (Mortola y Lupi, 2011 citado por García 2012, p. 6). Las propiedades físicas más útiles como indicadores de la calidad del suelo, observadas en la Universidad de Chile, son las relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros y con la estabilidad de los agregados, las cuales reflejan la manera en que el suelo acepta, retiene y transmite agua a las plantas, así como sus limitaciones para la emergencia de las plántulas y el crecimiento de las raíces (Acevedo et al., 2005, citado por García 2012, p. 7).

1.3 Definición de términos básicos

Bioindicador: Organismo o grupo de organismos que reflejan la salud de un ambiente, hábitat o ecosistema, a través de cambios en la cantidad y composición de sus poblaciones. (Cabrera-Dávila, 2014, p. 31)

Detritívoros: detritívoros vive en la hojarasca, en la superficie e interior del suelo. Interviene en la descomposición de la materia orgánica y, fundamentalmente los invertebrados que habitan en la superficie, se encargan de la trituración de los restos vegetales y animales que componen la hojarasca. 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 (Cabrera 2012, p. 7).

Depredadores: Animales que regulan la cantidad de herbívoros, los ingenieros de los ecosistemas, pequeños transformadores, descomponedores y micro reguladores a través de la depredación (Cabrera 2012, p. 7).

Herbívoros: animales consumidores de plantas vivas (Cabrera, 2012, p. 7)

Hojarasca: Estrato superficial del suelo compuesto por residuos vegetales y animales recién depositados o con algún nivel de descomposición (Cabrer-Davila, 2014, p. 31)

Indicador: 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 (Cabrera 2014, p. 26).

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. (Cabrera-Dávila, 2014, p. 25).

ingenieros del suelo o del ecosistema: constituyen una clasificación relacionada especialmente con los cambios físicos que provocan en el medio edáfico (Jones et al. 1994, citado por Cabrera 2012, p. 7).

No detritívoros: comprende el grupo de macrofauna edáfica que no consume detritos, incluye a los Omnivoros, hervivoros y depredadores (Cabrera 2014, p. 13)

Macroinvertebrados: Invertebrados que forman la macrofauna del suelo, con un diámetro corporal mayor de 2 mm, como son las lombrices de tierra, los insectos y los caracoles (Cabrera-Dávila, 2014, p, 32)

Macrofauna edáfica: está compuesta por animales invertebrados* que pasan toda o una parte de su vida dentro del suelo, sobre la superficie inmediata de éste, en la hojarasca*superficial y los troncos caídos en descomposición está constituida por los animales que miden más de un centímetro de largo o que tienen una anchura o diámetro de 2 mm. (Cabrera, 2012, p. 7)

CAPITULO II. HIPOTESIS Y VARIABLES

2.1 Hipótesis general

La mayor población de la macrofauna edáfica detritívora en relación a la no detritívora, será el indicador biológico de alta calidad de suelo en bosques sucesionales en Puerto Almendra.

2.2 Variables y sus operacionales

Las variables identificadas son la siguiente: Independiente (X), bosque sucesional de 1 año, 2 años, 7 años, 15 años y 40 años. La variable dependiente (Y), población macrofauna edáfica conformada por población detritívora y no detritívora

Operacionalización de las variables

Variables	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicadores	Escala de medición	Medio de verificación
Independiente (X) A. Bosque sucesional (años) a ₀ 1 año a ₁ 2 años a ₂ 7 años a ₃ 15 años a ₄ 40 años	Es un proceso conocido como la formación natural de un bosque desde un terreno sin	Cuantitativo	Suelos de diferentes años de sucesión boscosa	Nominal	Inventario de la población edáfica de bosque sucesional
Dependiente (Y) B. Población macrofauna edáfica b ₀ Detritívoras b ₁ Detritívoras	ninguna vegetación hasta llegar un bosque. Corresponde al numero total de individuos de una especie expresada como una proporción del numero total de individuos de todas las especies.	Cuantitativo	Población Detritívoro ➤ Población de lombrices ➤ Población de milpiés Población No Detritívoro ➤ Población de omnívoros ➤ Población de Herbívoros ➤ Población de Depredadores	Nominal	Alta calidad de suelo Baja calidad de suelo

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño

La investigación realizada para la presente tesis es del tipo descriptivo y cuantitativo, de nivel básico. El diseño utilizado fue basado en el registro de los datos por grupo funcional población Detritívoro y No Detritívoro de la macrofauna que existen en los suelos de bosques sucesional natural de terraza media en Puerto Almendra.

3.2 Diseño muestral

Población

Toda la población edáfica de bosques sucesionales naturales de terraza media disponible de 1 año, 2 años, 7 años, 15 años y 40 años en Puerto Almendra, según encuesta realizado a los pobladores de la comunidad de Puerto Almendra y determinados también por (Valderrama, 2002).

Muestras

El área de los bosques sucesionales muestreados fueron de 0,5 ha (5000 m²). Para la colección de la macrofauna edáfica fueron de 03 monolitos por bosque sucesional separada por un intervalo de 5 m a lo largo de una línea cuyo origen y dirección fueron escogidos al azar en el área elegida, en total serán 15 monolitos; se utilizará 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 estratos; 1er estrato: hojarasca o mantillo; 2do. Estrato: de 0 a 10 cm de

profundidad; 3er estrato: 10 a 20 cm de profundidad; y 4to estrato: de 20 a 30 cm de profundidad. (Lavelle, and Kohlmann 1984; Pardo-Locarno *et al* 2006, Lavelle y Pashanasi 1989, citado por Quintana, 2012, p. 29) y (Pereyra, 2019, p. 29)

Para la presente investigación, se utilizó el diseño Ex Post Facto Prospectivo, con las variables A: Bosque sucesional y B: Poblacion macrofauna edáfica, como se indica:

A: Bosque sucesional

Niveles a_0 1 año
 a_1 2 años
 a_2 7 años
 a_3 15 años
 a_4 40 años

B: Poblacion macrofauna edafica

Niveles b_0 Detritivora
 b_1 No Detritivora

Cuadro 1. Combinación de los tratamientos

A. Bosque sucesional (años)	B. Población macrofauna edáfica (Ind/m ²)		Total
	Detritívoro (b_0)	No Detritívoro (b_1)	
1 año (a_0)	a_0b_0	a_0b_1	02
2 años (a_1)	a_1b_0	a_1b_1	02
7 años (a_2)	a_2b_0	a_2b_1	02
15 años (a_3)	a_3b_0	a_3b_1	02
40 años (a_4)	a_4b_0	a_4b_1	02
Total	05	05	10
Repeticiones	03	03	03
Total General	15	15	30

3.3 Procedimiento de recolección de datos

3.3.1 Materiales de campo y gabinete

De campo:

Libreta de campo, jalones, wincha, machete, botas, bolsas de plástico, plástico rojo, frascos de vidrio, y de plástico, bastidores de madera, alcohol, pinzas, etiquetas plásticas, rafia, capota, cámara fotográfica, GPS Garmin, plumón indeleble.

De Laboratorio:

Esteroscopio, caja petri, estiletes, alcohol/formol al 1%, formatos.

De Gabinete:

Papel bond A4, computadora, USB, calculadora, impresora, cartuchos de tinta, plumón indeleble, libros y marcadores de texto.

3.3.2 Fase de pre campo

Se realizo observando mapas mediante imágenes satelital para ubicar la zona a estudiar y puntualizar el área. Mediante este método se tuvo como referencia el área a evaluar, además, de las encuestas.

3.3.3 Fase de campo

Las áreas de suelos a evaluar de los diversos tipos de bosques sucesionales se ubicó mediante un GPS y que tenga las condiciones para realizar la toma de datos.

3.3.4 Extracción de muestras

Se han tomado puntos en el terreno de los cuales se han distribuido al azar 5 repeticiones por cada punto de terraza media disponible de 1 año, 2 años,

7 años, 15 años y 40 años en Puerto Almendra sumando un total de 25 repeticiones de muestras de suelo con dimensiones 25cm x 25cm x 30 cm de profundidad, se empleó un marco de madera para aislar el monolito del suelo; se extrajeron estratos sucesivos: Hojarasca; 00 cm-10 cm, 10 cm-20 cm y 20 cm-30 cm (Lavelle y Pashanasi 1989, citado por Quintana, 2012, p. 29),

3.3.5 Colecta de macrofauna

La colecta de macrofauna edáfica se realizó siguiendo la metodología propuesta por el Programa Internacional Tropical Soil Biology and Fertility - TSBF; (Lavelle y Pashanasi 1989 citado por Quintana, 2012, p. 29). (Ver figura 1)

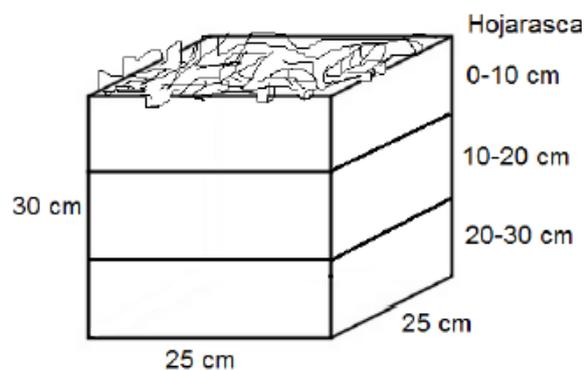


Figura 1. Monolito subdividido en estratos verticales

3.3.6 Fase de laboratorio

Identificación y cuantificación de macrofauna

Los individuos de la macrofauna edáfica colectados fueron transportados al laboratorio y depositadas en placas petri para su limpieza, para identificarlas

y clasificarlas hasta las unidades taxonómicas determinando orden, familia, género o especie según sea posible (Grupo taxonómico o grupo funcional), se emplearon criterios morfológicos (morfotipos).

La densidad poblacional de los individuos de macroinvertebrados se contabilizó por conteo directo el número total de individuo (ind/m²)

3..3.7 Clasificación de las actividades funcionales

La clasificación consistió en seleccionar y separar la macrofauna por tipos de organismos, detritívoros y no detritívoros, para ello se tuvo en cuenta las actividades funcionales que desempeñan dentro del ecosistema suelo (Cabrera-Dávila 2014, p. 7, 8, 9 y Pereyra, 2019, p. 32)

3.4 Procesamiento y análisis de los datos

El procesamiento y el análisis de datos de la información recopilados de todas las muestras obtenidas, fue en el Programa Excel Estadístico para dar a conocer los resultados mediante análisis críticos con gráficos y sus respectivas tablas.

Se calcularon la población de Macrofauna Detritívoros/No Detritívoros en base al rango siguiente: $= > 1$ ó < 1).

Cuando es > 1 Calidad o fertilidad del suelo Alta

Cuando es < 1 Calidad o fertilidad del suelo Baja

Clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna edáfica

Consistió 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, pp. 7, 8, 9 y Pereyra, 2019, p. 32).

Cuadro 2. Grupos que componen la macrofauna del suelo.

Nombre común	Grupo taxonómico (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 mediante el índice poblacional de la macrofauna edáfica

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) (Cabrera 2014 citado por Shahuano 2021, p. 29).

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

Cuadro 3. Organismos de la macro fauna edáfica

Organismos de la macrofauna edáfica	N° de tipos de organismo	N° de individuos por tipo
Lombrices de tierra		
Milpies		
Total de detritívoros		
Hormigas		
Total de Omnivoros		
Chinches y salta hojas		
Orugas		
Total de hervivoros		
Arañas		
Ciempies		
Total de depredadores		
Otros organismos no identificados		
Total de la macrofauna		

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Identificación de la población de la macrofauna edáfica en diferentes sucesiones

En el cuadro 4 se presenta a la macrofauna identificados que se han encontrado en el estadio “1 año” identificado a tres familias Licosidae “araña”, Formicidae “hormiga” y Rhinotermitidae “termita”. En el cuadro 5 para el estadio sucesional de “dos años” se han identificado a 10 familias Cimicidae, Formicidae, Gryllotalpidae, Passalidae, Rhinotermitidae, Quilopodidae, Araneidae, Oniscidae, Lumbricidae y Blatellidae.

En el cuadro 6 se presenta a la sucesión de “7 años” se han identificado a 13 familias Scarabidae, Aracnidae, Formicidae, Cimicidae, Quilopodidae, Oniscidae, Staphylinidae, Mantidae, Lumbricidae, Blatellidae, Termitidae, Chernetidae, Esthaphyllinidae; mientras que en el cuadro 7 se presenta la sucesión de “15” años y se han identificado a 12 familias entre ellas son: Formicidae, Rhinotermitidae, Cimicidae, Esthaphyllinidae, Quilopodidae, Grillydae, Blaberidae, Blatellidae, Araneidae, Curculionidae y Gryllotalpidae. Mientras que en el cuadro 8 se presenta la sucesión de “cuarenta años” y se han identificado a 12 familias Cheiridiidae, Araneidae, Formicidae, Scarabidae, Blattidae, Oniscidae, Cimicidae, Rhinotermitidae, Curculionidae, Diplura, Gryllotalpidae y Lumbricidae.

Cuadro 4. Identificación de la macrofauna edáfica de un año de sucesión

Nº	N. común	Nombre científico	Familia	Orden
1	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Formicidae	Hymenoptera
2	Termita	<i>Incisitermes snyderi</i>	Rhinotermitidae	Isoptera
3	Araña	<i>Trochosa</i> sp.	Lycosidae	Aranea

Cuadro 5. Identificación de la macrofauna edáfica de dos años de sucesión

Nº	N. común	Nombre científico	Familia	Orden
1	Termita	<i>Incisitermes snyderi</i>	Rhinotermitidae	Isoptera
2	Ciempies	<i>Illacme plenipes</i>	Quilopodidae	Miriapodo
3	Araña	<i>Lampshade spiders</i>	Araneidae	Aranea
4	Chinche	<i>Cercopis vulnerata</i>	Cimicidae	Hemiptera
5	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Formicidae	Hymenoptera
6	Perrito	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	Gryllotalpidae	Orthoptera
7	Escarabajo	<i>Odontotaenius disjunctus</i>	Passalidae	Coleoptera
8	Chanchito	<i>Dactylopius coccus</i>	Oniscidae	Isopoda
9	Lombriz	<i>Lombricus terrestris</i>	Lumbricidae	Opisthopteros
10	Cucaracha	<i>Blatta orientalis</i>	Blatellidae	Blattodea

Cuadro 6. Identificación de la macrofauna edáfica de siete años de sucesión

Nº	N. común	Nombre científico	Familia	Orden
1	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Formicidae	Hymenoptera
2	Chinche	<i>Cercopis vulnerata</i>	Cimicidae	Hemiptera
3	Mantis	<i>Mantis religiosa</i>	Mantidae	Mantodea
4	Curuinsi	<i>Atta sp.</i>	Formicidae	Hymenoptera
5	Chanchito	<i>Dactylopius coccus</i>	Oniscidae	Isopoda
6	Lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	Lumbricidae	Opisthoros
7	Cucaracha	<i>Blatta orientalis</i>	Blatellidae	Blattodea
8	Pseudoescorpion	<i>No identificado</i>	Chernetidae	Pseudoscorpionida
9	Sthaphyllinide	<i>Atrecus affinis Payk</i>	Staphylinidae	Coleoptera
10	Termita	<i>Coptotermes formosanus</i>	Termitidae	Isoptera
11	Escarabajo	<i>Diloboderus abderus</i>	Scarabaidae	Coleoptera
12	Araña	<i>Lampshade spiders</i>	Aracnidae	Aranea
13	Ciempies	<i>Illacme plenipes</i>	Quilopodidae	Miriapodo

Cuadro 7. Identificación de la macrofauna edáfica de quince años de sucesión

Nº	N. común	Nombre científico	Familia	Orden
1	Ciempies	<i>Illacme plenipes</i>	Quilopodidae	Miriapodo
2	Cucaracha	<i>Blatta orientalis</i>	Blatellidae	Blathodea
3	Hormiga	<i>Formica rufa</i>	Formicidae	Hymenoptera
4	Termita	<i>Incisitermes snyderi</i>	Rhinotermitidae	Isoptera
5	Perrito de Dios	<i>Gryllotalpa</i> sp.	Gryllotalpidae	Orthoptera
6	Grillo	<i>Acheta domesticus</i>	Grillydae	Orthoptera
7	Blatodea	<i>Gromphadorhina portentosa</i>	Blaberidae	Blattodea
8	Araña	<i>Lampshade spiders</i>	Araneidae	Aranea
9	Escarabajo	<i>Curculioninae</i> (sub familia)	Curculionidae	Coleoptera
10	Chinche	<i>Phyrchocoris apterus</i>	Cimicidae	Hemiptera
11	Esthaphyllinidae	<i>Atrecus affinis</i> Payk	Staphylinidae	Coleoptera

Cuadro 8. Identificación de la macrofauna edáfica de cuarenta años de sucesión

Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia	Orden
1	Araña	Nuctenea umbratica	Araneidae	Aranea
2	Hormiga	Componotus vagus	Formicidae	Hymenoptera
3	Cucaracha	Platyzosteria sp.	Blattidae	Blattodea
4	Chanchito	Dactylopius coccus	Oniscidae	Isopoda
5	Chinche	Phyrchocoris apterus	Cimicidae	Hemiptera
6	Termita	Incisitermes snyderi	Rhinotermitidae	Isoptera
7	Tysanura	Campodeid sp.	Diplura	Tysanura
8	Escarabajo	Curculioninae (sub familia)	Curculionidae	Coleoptera
9	Perrito de Dios	Gryllotalpa sp.	Gryllotalpidae	Orthoptera
10	Lombriz	Lombricus terrestris	Lumbricidae	Opistoporos
11	Seudoescorpion	No identificado	Cheiridiidae	Pseudoscorpion
12	Scarabaidae	Bembidion sp.	Scarabaidae	Coleoptera

4.2 Cuantificación de la población de la macrofauna edáfica en diferentes sucesiones

En el cuadro 9 se presentan los resultados de la cuantificación de macrofauna en las sucesiones de 1 año, 2 años, 7 años, 15 años y 40 años, sobresaliendo la sucesión de 7 años con 1994 Ind/m², con la mayor presencia de “Hormigas” perteneciente a la familia Formicidae con 714 Ind/m², seguido de las “termitas” perteneciente al orden Isoptera con 272 Ind/m². Seguido de la sucesión de 15 años con 1792 Ind/m²; con la mayor presencia de “termitas” perteneciente al orden Isóptera con 400 Ind/m², seguido de ciempiés perteneciente a la familia Quilopodiaceae con 384 Ind/m².

La sucesión de 1 año es la que contiene la menor población con 571 Ind/m², solamente con tres tipos “hormiga” con 523 Ind/m²; y “termita” con 32 Ind/m² y “araña” con 16 Ind/m².

La mayor población de macrofauna edáfica en todas las sucesiones evaluadas fueron la “hormiga” con 2533 Ind/m², seguido de las “termitas” con 1344 Ind/m² y “escarabajo” con 443 Ind/m².

Cuadro 9. Población de macrofauna edáfica en diferentes sucesiones (ind/m²)

N°	N. Común	Sucesión (años)					Total
		1	2	7	15	40	
1	Araña	16	101	64	48	96	325
2	Hormiga	523	976	714	112	208	2533
3	Termita	32	320	272	400	320	1344
4	Chinche		21	16	32	16	85
5	Perrito de dios		16		256	16	288
6	Escarabajo		59	272	80	32	443
7	Ciempies		32	16	384		432
8	Chanchito		16	128		160	304
9	Lombriz		91	80	96	32	299
10	Cucaracha		16	80	352	48	496
11	Mantis			16			16
12	Grillo				16		16
13	Curuinsi			80			80
14	Pseudoescorpion			80		160	240
15	Esthaphyllinidae			176	16		192
16	Tysanura					80	80
17	Scarabidae					192	192
	Total	571	1648	1994	1792	1360	7365

4.3 Clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna edáfica

En el cuadro 9 y en la figura 2, se presenta la clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna en Detritívoros de las sucesiones “1 año”, “2 años”, “7 años”, “15 años” y “40 años”, obteniendo en la sucesión de “1 año” solamente 32 Ind/m² de termitas; para “2 años” se obtuvo en total 443 Ind/m²; sobresaliendo las termitas con 320 Ind/m²; seguido de lombrices, , chanchito, y cucarachas, con 91 Ind/m², 16 Ind/m², 16 Ind/m² respectivamente. Mientras que en la sucesión “7 años” se obtuvo 560 Ind/m² sobresaliendo las termitas y chanchito con 272 Ind/m² y 128 Ind/m² respectivamente. Con respecto a la sucesión de “15 años” se obtuvo la mayor cantidad de detritívoros con 848 Ind/m² siendo las termitas con mayor población de 400 Ind/m² en comparación con la sucesión de “40 años” se obtuvo 560 Ind/m², siendo las termitas con mayor población 320 Ind/m².

Con respecto a la actividad funcional no detritívora en la sucesión de “1 año” se ha determinado una población total de 539 Ind/m², clasificado en Omnivoros con 523 Ind/m² y 16 Ind/m² de depredadores. Referente a la sucesión “2 años” se obtuvo una población de 1205 Ind/m², clasificados en Omnivoros 976 Ind/m², Herbivoros con 21 Ind/m² y depredadores 208 Ind/m². Mientras que la sucesión de “7 años” se tuvo 1434 Ind/m² de no detritivos con 810 Ind/m² de Omnivoros, 16 Ind/m² de herbívoros y 608 Ind/m² de depredadores. Con respecto a la sucesión de “15 años” se tiene una población de no detritivos de 944 Ind/m², sobresaliendo los depredadores con 784 Ind/m² 48 herbivoros y 112 omnivoros. Referente a la sucesión de “40 años” existen 800 Ind/m² de no detritivos clasificados en 464 Ind/m² depredadores, 128 Ind/m² de herbívoros y 208 Ind/m² de omnívoros.

Cuadro 10. Actividades funcionales de la macrofauna edáfica

Macrofauna	Sucesiones (años)									
	1		2		7		15		40	
	N° organismos	N° de Ind/tipo	N° organismos	N° de Ind/tipo	N° organismos	N° de Ind/tipo	N° organismos	N° de Ind/tipo	N° organismos	N° de Ind/tipo
Lombrices			1	91	1	80	1	96	1	32
Termitas	1	32	1	320	1	272	1	400	1	320
Cochinillas (chanchito)			1	16	1	128			1	160
Cucarachas			1	16	1	80	1	352	1	48
Total de detritivoros	1	32	4	443	4	560	3	848	4	560
Hormigas	1	523	1	976	1	714	1	112	1	208
Mantis					1	16				
Curuinsi					1	80				
Total omnivoros	1	523	1	976	3	810	1	112	1	208
Chinches y salta hojas			1	21	1	16	1	32	1	16
Escarabajos curculionidae									1	32
Grillos							1	16		
Tysanura									1	80
Total Herbivoros	0	0	1	21	1	16	2	48	3	128
Arañas	1	16	1	101	1	64	1	48	1	96
Ciempies			1	32	1	16	1	384		
Escarabajos scarabaeidae			1	59	1	272	1	80	1	192
Escarabajos staphynilidae					1	176	1	16		
Perrito de dios			1	16			1	256	1	16
Pseudoescorpion					1	80			1	160
Total depredadores	1	16	4	208	5	608	5	784	4	464
Total No Detritivoros		539	6	1205	9	1434	8	944	8	800
TOTAL Macrofauna	3	571	10	1648	13	1994	11	1792	12	1360

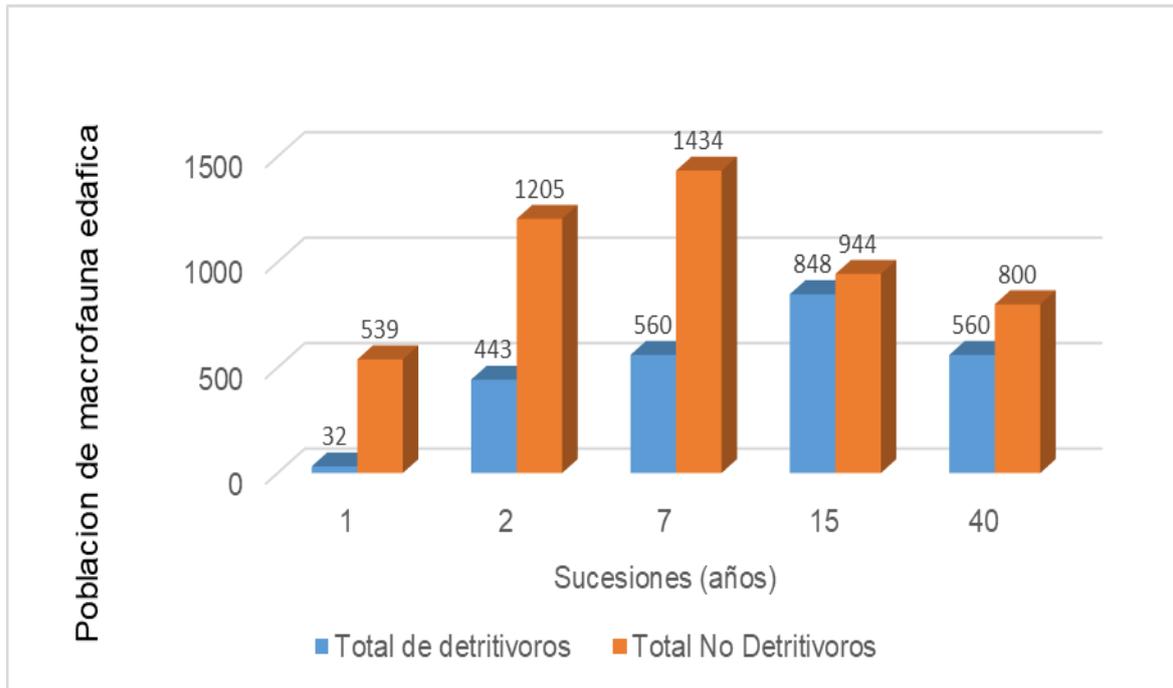


Figura 2. Población de la macrofauna edáfica en las diferentes sucesiones

4.4 Calidad del suelo y el índice poblacional de macrofauna edáfica

En el cuadro 11, se presenta los resultados del nivel de la calidad del suelo en relación a la macrofauna edáfica en las sucesiones “1 año”, “2 años”, “7 años”, “15 años” y “40 años”. Los resultados muestran que la sucesión “15 años” tiene mayor índice de calidad de suelo 0,89 con 848 ind/m² de población Detritívoros con relación a 944 Ind/m² de población No detritívoros; seguido de la sucesión “40 años” que tiene 0,70 de índice de calidad del suelo con 560 Ind/m² de población Detritívoros con relación a 800 Ind/m² de población de No Detritívoros. Siendo la sucesion de “1 años” la de menor Índice de calidad de suelo con 0,06; con 32 Ind/m² de población Detritívoros con relación a 539 Ind/m² de población No detritívoros. Todas las sucesiones están calificadas 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

N° Orden	Sucesión-Nivel de calidad	Total Detritívoros/Total No Detritívoros	Índice de calidad de suelo
1	15 años - Bajo	848/944	0,89
2	40 años - Bajo	560/800	0,70
3	7 años - Bajo	560/1434	0,39
4	2 años - Bajo	443/1205	0,37
5	1 año - Bajo	32/539	0,06

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

CAPITULO V. DISCUSION

Los resultados obtenidos en los bosques sucesionales referente a la población de macrofauna se han identificado 12 ordenes, 11 órdenes; 13 ordenes; 10 órdenes y 3 órdenes en las sucesiones 1 año, 2 años, 7 años, 15 años y 40 años respectivamente. Que se aprecia en los cuadros 4, 5, 6, 7 y 8; resultados similares a los resultados encontrados por Navarro (2011, pp. 39-42). La población identificada de macrofauna edáfica en estas sucesiones puede ser utilizada como bioindicadora al relacionar ciertas características del suelo con la presencia de determinadas especies muy sensibles a las modificaciones ambientales. Referente a la clasificación de las actividades funcionales de la macrofauna edáfica, se aprecia mayor número de población detritívora en las sucesiones de 7 años, 15 años, 40 años con 560 Ind/m²; Ind/m²; 848 Ind/m² con respecto a la población no Detritívora 1994 Ind/m²; 1792 Ind/m² y 1360 Ind/m² respectivamente; estos resultados muestran que a medida que pasan los años los suelos se van recuperándose en su repoblamiento natural, como manifiesta Rodríguez *et al.* (2002 citado por Pereyra 2019, p. 42) 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, p. 54) 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, además, indica que la riqueza y densidad de los diferentes grupos funcionales de las comunidades de la

macrofauna del suelo varía de acuerdo a la intensidad y frecuencia de perturbación y productividad de los usos del suelo considerados (cantidad y calidad de recursos). de ahí que hayan manifestado una comunidad reducida de detritívoros con respecto a los no detritívoro en las sucesiones de 1 año y 2 años.

Martínez y Rodríguez, (2012, p. 354); 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. Por eso en ecosistemas con diferente grado de conservación/perturbación en Cuba, permiten proponer como indicador de la valoración del estado del suelo el comportamiento de las poblaciones de lombrices de tierra, a través de su riqueza de especies, su densidad (ind.m^2) y su biomasa (g.m^2); así como la proporción que presenta la comunidad epigea con función detritívora, tanto en la densidad como en la biomasa, con respecto a los restantes grupos funcionales de la macrofauna.

Shahuano, (2021, pp. 24-26) por su parte manifiesta con respecto a la población de detritívoros (Haplotaxida*-Isópoda*- Diplopoda**- Insecta**- Hexápodo**) los que presentaron los mayores valores de densidad (total 768 con promedio de 158 ind.m^2), a pesar de ser de formación secundaria, pero con mayor estabilidad al no tener actividades de laboreo continuo ni pastoreo,

Referente al nivel de la calidad del suelo se presenta los resultados del cuadro 11, que los cinco bosques sucesionales tienen el Nivel de Calidad Baja con índices de calidad 0,89; 0,70; 0,39; 0,37 y 0,06 respectivamente; este análisis biológico tiene relación con los análisis químico de los niveles críticos de pH realizado por La Torre, (2012, p. 1) obteniendo pH promedio de 4,2; para la zona de estudio, están clasificados como nivel crítico de pH extremadamente ácido (baja calidad) donde los suelos tienen 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, pp. 7, 8, 9)

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. En los bosques sucesionales de “1 año”, “2 años”, “7 años”, “15 años” y “40 años” se han identificado 13 órdenes de macrofauna, entre ellos son: Aranea, Hymenoptera, Isoptera, Hemiptera, Orthoptera, Coleoptera, Miriapoda, Isopoda, Opisthoptera, Blattodea, Mantodea, pseudoscorpion y Tysanura.
2. En los bosques sucesionales se han cuantificado a la población de macrofauna edáfica de 7365 Ind/m², siendo la sucesión de “7 años” con la mayor población de 1994 Ind/m², seguido de la sucesión de “15 años” con 1792 Ind/m² y la de menor a la sucesión de “1 año” con 571 Ind/m².
3. La mayor población de macrofauna fue de “hormigas” con 2533 individuos, seguido de la termitas con 1344 individuos; siendo la Mantis y el grillo la de menor población con 16 individuos cada uno.
4. Según la clasificación de las actividades funcionales la sucesión de “15 años” tiene mayor número de población detritívora sumando en total 848 Ind/m², seguido de la sucesión de “40 años” y de “7 años” con 560 Ind/m² cada uno. Mientras que la sucesión de “1 año” y de “2 años” tuvieron la menor población de detritívoros con 32 Ind/m² y 443 Ind/m² respectivamente.
5. La sucesión de 15 años presenta la mayor población de no detritívoros 944 Ind/m², sobresaliendo los depredadores con 784 Ind/m², Omnívoros con 112 ind/m², herbívoros con 48 Ind/m².
6. La sucesión “1 año” presenta la menor población de no detritívoros con 539 Ind/m²; con 523 ind/m² de omnívoros, 16 Ind/m² de depredadores.

7. La sucesión de “15 años” presenta la mayor población de Detritívoros (848 Ind/m²) y su relación con la población de No Detritívoros (944 Ind/m²) obteniendo el mayor índice de calidad de suelo 0,89, sin embargo, el nivel de la calidad es bajo; seguido de la sucesión de “40 años” con índice de calidad de 0,70 también bajo, ubicados en el rango del índice < 1.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

1. El nivel de calidad biológica de los suelos de bosques sucesionales de “1 año”, “2 años”, “7 años”, “15 años” y “40 años” es baja, sin embargo, a partir de los “15 años” de descanso se puede nuevamente usarlo como parcela productiva porque ha alcanzado alta población de macrofauna edáfica.
2. Seguir estudiando los suelos de bosques de diferentes edades para comparar y así llegar a una conclusión con mayor precisión.

CAPITULO VIII. FUENTE DE INFORMACION

- Baretta, D.; Brown, G. G. y Nogueira, E. J. B. 2010. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. En: *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), Número Especial 2: 135-150.
- Baretta-Garcia, O. A.; Guevara-Gutierrez, R. D.; Olguin-Lopez, J. L.; Mancilla-Villa, O. R.; Medina-Valdovinos, E. K. y Murillo-Hernandez, J. E. 2018. Macroinvertebrados de hojarasca y suelo en selva baja caducifolia y zonas perturbadas. Departamento de Ecología y Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. Departamento de Producción Agrícola del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Volumen 36, Nº 1. Páginas 105-113 IDESIA (Chile) Enero, 2018.
- Bautista, A.; Etchevers, J.; Del Castillo, R. F.; y Gutiérrez, C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas* 13 (2): 90-97. Mayo 2004
- 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). DOI: <https://doi.org/10.21829/azm.2001.8401847>
- Botina, B.; Velásquez, A.; Bacca, T.; Castillo, J.; y Dias, L. G. 2012. Evaluación de la macrofauna del suelo en *Solanum tuberosum* (Solanales: Solanaceae)

con sistemas de labranza tradicional y mínima. Boletín Científico Centro de museos. Museo de historia natural. En: ISSN 0123 - 3068 bol.cient.mus.hist.nat. 16 (2): 69 – 77.

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.; Robaina, N. y Ponce de León, D. 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 p.

Cabrera-Dávila, G. 2014. Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba. La Habana, CU. 34 pp.

Chavarry, G. “Densidad y Diversidad de la Población de Macroinvertebrados del Suelo de diez Parcelas del Arboretum “El Huayo” en Puerto Almendra, Loreto-Perú”. Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 60 pp.

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.

García, Y.; Ramírez, W. y Sánchez, S. 2012. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba. En: *Pastos y Forrajes* vol.35 no.2 Matanzas abr.-

jun. 2012.

- Hernandez-Vigoa, G.; Cabrera-Dávila, G. C.; Izquierdo-Brito, I.; Socarras-Rivero, A. A.; Hernandez-Martinez, L. y Sánchez-Rendon, J. A. 2018. Edaphic indicators after conversión of a grassland área into agroecological systems. Scientific paper. Pastos y Forrajes. Volumen 41 N°1 2018. 3-75.
- La Torre, B. 2010. Analisis de suelos de Puerto Almendra; caracterizacion. Laboratorio de suelos, aguas, fertilizantes. Facultad de Agronomia. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 1 p.
- Lavelle, P., M. Dangerfield, C. Fragoso, V. Eschenbrenner, D. Lopez, Y. 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.
- Leyva, S. L. 2013. Valoración de indicadores de calidad para el diseño e implementación de tecnologías de manejo en Luvisoles de la zona norte de la provincia de las Tunas, Cuba. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 227. pp.
- Martínez, M. A. & Rodríguez, M. 2012. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. Pastos y Forrajes, vol. 35, núm. 4, octubre-diciembre, 2012, pp. 349-363.
- Navarro, D. 2011. Cuantificación del repoblamiento natural de macroinvertebrados edáficos en cinco estadíos sucesionales de bosques en Puerto Almendra –

- Loreto. Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Escuela Profesional de Ingeniería en Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 70 pp.
- Pereyra, M. R. 2019. 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 para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 72 pág.
- Quintana, S.; Rodríguez, J. L.; 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, C.; y Rios, R. 2012. Dinámica productiva del bosque de diez parcelas del arboretum “El huayo” por niveles de concentración de macronutrientes del suelo en Puerto. Almendra, Loreto-Perú. Informe de investigación. Instituto de Investigación. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 70 pp.
- Rendon, S.; Artunduaga, F.; Ramírez, R.; Quiroz, J. A. y Leyva, E. I. 2011. Los Macroinvertebrados como Indicadores de la Calidad del Suelo en Cultivos de Mora, Pasto y Aguacate. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 64 (1): 5793-5802. 2011.
- Sánchez, S.; Reinés, M. 2001. Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. Pastos y Forrajes Vol. 24, No. 3.
- Shahuano, V. A., 2021. Calidad del suelo en relación con la macrofauna edáfica en un bosque natural de terraza media en Puerto Almendra, Loreto-Perú,

2021. Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos. 53 pp.
- Valderrama, H. 2002. Plan de desarrollo del Jardín Botánico – Arboretum el “Huayo” en el CIEFOR- Puerto Almendra. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. Proyecto Biodamaz. Iquitos. 165 pp.
- Zerbino, M. S. 2005. evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. Para obtener el grado de Magister en Ciencias Ambientales. Universidad de la Republica. Facultad de Ciencias. Montevideo. Uruguay. 100 pp.
- 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

A N E X O

Anexo 1. Población de macrofauna edáfica de un año de sucesion (ind/m²)

Monolito	Profundidad	Araña	Hormiga	Termita	Total
1+2+3	0-00 cm	16	53	32	101
	0-10cm	0	384	0	384
	10-20 cm	0	85	0	85
	20-30 cm	0	0	0	0
Total		16	523	32	571

Anexo 2. Población de macrofauna edáfica de dos años de sucesión (ind/m²)

Monolito	Profundidad (cm)	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	P.de Dios	Escarabajo	Ciem pies	Chanchito	Lombriz	Cucaracha
1	0-00	101	624	0	16	16	43	16	16	0	0
	0-10	0	347	240	5	0	11	16	0	59	0
3	10-20	0	5	80	0	0	0	0	0	32	16
	20-30	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Sub total		101	976	320	21	16	59	32	16	91	16

Anexo 3. Población de macrofauna edáfica de siete años de sucesión (ind/m²)

Monolito	Profundidad (cm)	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	P.de Dios	Escarabajo	Ciem pies	Cucaracha	Grillo	Arqueodoptera	Esthaphyllinidae	Lombriz	Blatodea
1+2+3	0-00	32	48	0	32	0	80	0	0	16	16	0	0	176
	0-10	16	64	320	0	176	0	176	176	0	0	16	0	0
	10-20	0	0	0	0	80	0	208	0	0	0	0	16	0
	20-30	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0
Sub total		48	112	400	32	256	80	384	176	16	16	16	96	176

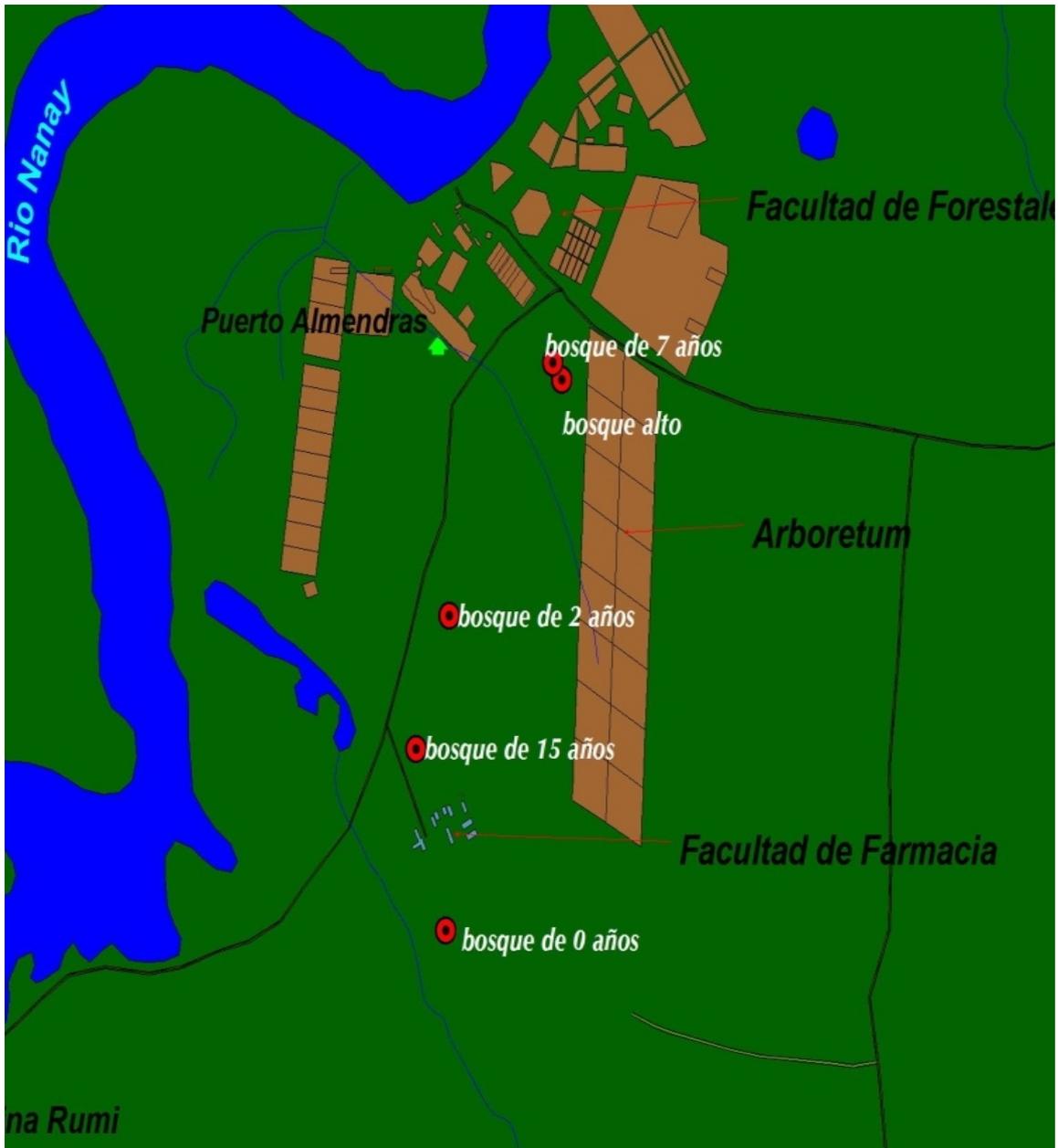
Anexo 4. Población de macrofauna edáfica de quince años de sucesión (ind/m²)

Monolito	Profundidad (cm)	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	Escarabajo	Ciem pies	Chanchito	Lombriz	Cucaracha	Mantis	Curuinsi	Pseudoescorpión	Esthaphyllinidae
1	0-00	48	538	32	16	80	16	16	0	0	16	0	80	176
	0-10	16	176	0	0	32	0	32	80	80	0	0	0	5
2	10-20	0	0	208	0	80	0	80	0	0	0	80	0	0
	20-30	0	0	32	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub total		64	714	272	16	272	16	128	80	80	16	80	80	176

Anexo 5. Población de macrofauna edáfica de cuarenta años de sucesión (ind/m²)

Monolito	Profundidad (cm)	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	P. de Dios	Escarabajo	coleoptera	Chanchito	Cucaracha	Pseudoescorpión	Lombriz	Tysanura
1	0-00	80	32	32	16	0	0	32	160	32	160	0	80
	0-10	16	80	160	0	16	32	160	0	16	0	32	0
3	10-20	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20-30	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub total		96	208	192	16	16	32	192	160	48	160	32	80

Anexo 6. Ubicación de los bosques sucesionales en la zona de Puerto Almendra



Anexo 7. ALBUM DE FOTOS



Foto 1. Termites



Foto 2. Grillo



Foto 3. Hormiga

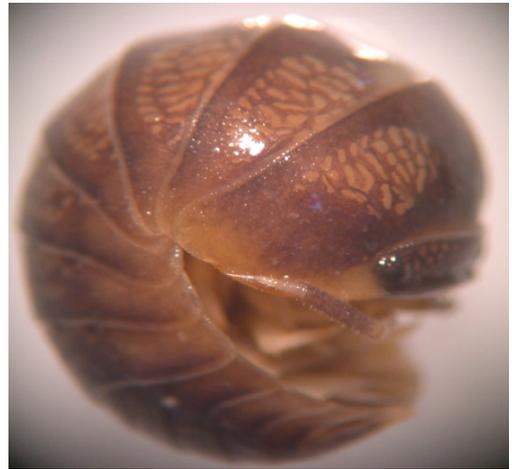


Foto 4. Chanchito de humedad



Foto 5. Escarabajo



Foto 6. Lombriz de tierra



Foto 7. Chinchas



Foto 8.. Araña



Foto 9. Tysanuro



Foto 10. Ciempies



Foto 11. Cucaracha



Foto 12. Pseudoescorpion