

T
578.757
N29

NO SALE A
DOMICILIO



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ECOLOGIA DE BOSQUES
TROPICALES**



TESIS

**CUANTIFICACION DEL REPOBLAMIENTO NATURAL DE
MACROINVERTEBRADOS EDÁFICOS EN CINCO ESTADÍOS
SUCESIONALES DE BOSQUES EN PUERTO ALMENDRA-LORETO**

Tesis para optar el titulo de:

INGENIERO EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES

AUTOR

DORITA ELENA NAVARRO LOJA

DONADO POR:

Dorita Elena Navarro Loja

Iquitos, 20 de 09 de 2011

IQUITOS – PERU

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales

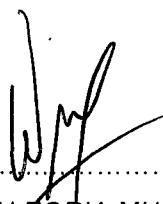
**“CUANTIFICACION DEL REPOBLAMIENTO NATURAL DE
MACROINVERTEBRADOS EDÁFICOS EN CINCO ESTADÍOS SUCESIONALES DE
BOSQUES EN PUERTO ALMENDRA-LORETO”**

Tesis sustentada y aprobada el 19 de noviembre del 2010.

MIEMBROS DEL JURADO



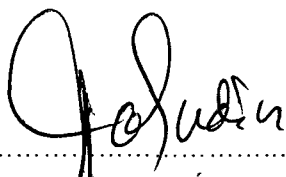
.....
Ing. JULIO ALFREDO VEGÁS PISCOYA
Presidente



.....
Ing. WALDEMAR ALEGRIA MUÑOZ, Mgr.
Miembro



.....
Ing. JORGE LUIS RODRIGUEZ GÓMEZ, Dr.
Miembro



.....
Ing. ABRAHAN CABUDIVO MOENA, Dr.
Asesor

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme permitido llegar hasta este Punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis Padres: Douglas y Mariela

A quien les debo todo en la vida, por haberme educado y soportado mis errores, les agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindaron para culminar mi carrera profesional ¡Gracias por darme la vida! ¡Los quiero mucho!

A mis Hermanos: Franco, Sussy y Aide

Porque siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad ¡Gracias!

A mis Familiares.

Gracias a mi sobrina Nataly Fernanda, que directamente me impulsó para llegar hasta este lugar, a todos mis familiares que me resulta muy difícil poder nombrarlos en tan poco espacio, sin embargo ustedes saben quiénes son.

A la **UNAP** y en especial a la **Facultad de Ciencias Forestales** con su **Escuela de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales**, por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

AGRADECIMIENTO

El autor reserva esta página para expresar su sincero agradecimiento:

Al Dr. Abraham Cabudivo Moena, docente principal adscrito a la Facultad de Ciencias Forestales, asesor del presente trabajo, por sus sugerencias y acertada orientación.

A la Dra. Saron Quintana Vásquez, docente adscrita a la Facultad de Ciencias Forestales, por su colaboración y orientación durante el trabajo de campo y ser co-asesora del presente trabajo.

A la Blga. Carol Margareth Sánchez Vela, docente, adscrita a la Facultad de Ciencias Biológicas, por su colaboración y orientación durante el trabajo de laboratorio e identificación de los macroinvertebrados.

A los estudiantes del curso de Agroforestería II semestre-2008, por apoyarme en la obtención de muestras de campo.

A los docentes que me enseñaron y me brindaron sus conocimientos en todos los años de estudio.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Macroinvertebrados y estructura del suelo	3
2.2. Densidad de macroinvertebrados edáficos	7
2.3. Descripción de algunos diseños de investigación	8
III. MATERIALES Y METODOS	11
3.1. Características generales de la zona de estudio	11
3.2. Materiales	12
3.3. Métodos	12
3.4. Procedimiento	16
IV. RESULTADOS	20
4.1. Composición de macroinvertebrados edáficos en grupos taxonómicos en cinco estadios sucesiones de bosques	20
4.2. Densidad poblacional y biomasa de macroinvertebrados edáficos en cinco estadios sucesionales de bosques	22
4.2.1. Densidad poblacional de los macroinvertebrados edáficos	22
4.3. Biomasa de los macroinvertebrados edáficos por grupos taxonómicos	29
4.3.1. Biomasa de los macroinvertebrados edáficos según bosque sucesional y estrato del suelo	32
4.4. Índices ecológicos de macroinvertebrados edáficos	35
V. DISCUSION	41
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES	46
VIII. BIBLIOGRAFIA	47
ANEXO	54

LISTA DE CUADROS

Nº	Descripción	Pág.
1	Identificación de la composición de macroinvertebrados edáficos en cinco estadios sucesionales de bosques	21
2	Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de cero años ind/m ²	23
3	Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 2 años ind/m ²	23
4	Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 7 años ind/m ²	24
5	Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 15 años ind/m ²	25
6	Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque alto ind/m ²	26
7	Valores de biomasa en g/m ² de macroinvertebrados en bosque de cero años	29
8	Valores de biomasa en g/m ² de macroinvertebrados en bosque de 2 años	30
9	Valores de biomasa en g/m ² de macroinvertebrados en bosque de 7 años	30
10	Valores de biomasa en g/m ² de macroinvertebrados en bosque de 15 años	31
11	Valores de biomasa en g/m ² de macroinvertebrados en bosque alto	31
12	Biomasa de macroinvertebrados según bosque sucesional y estratos del suelo	33
13	Índice ecológico de macroinvertebrados en bosque de cero años	36
14	Índice ecológico de macroinvertebrados en bosque de 2 años	37
15	Índice ecológico de macroinvertebrados en bosque de 7 años	38
16	Índice ecológico de macroinvertebrados en bosque de 15 años	39
17	Índice ecológico de macroinvertebrados en bosque alto	40

LISTA DE FIGURAS

Nº	Descripción	Pág.
1	Metodología de muestreo propuesto por el programa TSBF	17
2	Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de cero años	26
3	Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 2 años	27
4	Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 7 años	27
5	Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 15 años	28
6	Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque alto	28
7	Biomasa de macroinvertebrados según bosque sucesional y estratos del suelo	34
8	Mapa de ubicación del área experimental	55
9	Mapa de ubicación de los diferentes bosques muestreados	56
10	Algunas especies de macroinvertebrados identificados en los diferentes bosques	57
11	Trabajo de campo en los diferentes bosques	59
12	Trabajo en laboratorio	60

RESUMEN

La investigación se realizó en los meses de enero a marzo del 2008, en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendra, de la UNAP (3° 49' 40" L.S y 73° 22' 30" L.O), a una altitud aproximada de 122 msnm; ubicado en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, región Loreto, con el objetivo de evaluar el repoblamiento natural de macroinvertebrados edáficos en cinco estadios sucesionales de los bosques de Puerto Almendra. La colecta de macro invertebrados edáficos se realizó siguiendo la metodología propuesta por el Programa Internacional Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), donde fueron identificados hasta las unidades taxonómicas mayores, determinando orden, familia, género o especie; la biomasa en g/m² y la densidad poblacional en ind/m².

Se identificaron especies de macroinvertebrados edáficos de bosques sucesionales de cero años como *Componotus vagus* "hormiga" y *Incisitermes snyderi* "termita" con 571 ind/m² y 1,35 g/m² de biomasa que tienen la función especialmente transformadora; en bosques de 2 años manejados mediante sistemas agroforestales "purmas" de 7 años, 15 años y bosque alto se encontraron especies como *Componotus vagus* "hormiga", *Metepeira galathea* "araña", *Diloboderus abderus* "escarabajo", *Formica rufa* "hormiga", *Phyrchocoris apterus* "chinche", *Nuctenea umbratica* "araña", y *Bembidion* sp. "coleóptera", con densidad poblacional y biomasa de 2203 ind/m² y 60,65 g/m², 1214 ind/m² y 12,25 g/m², 610 ind/m² con 9,74 g/m² y 416 ind/m² con 14,17 g/m², respectivamente, que cumplen funciones transformadoras y descomponedoras.

Palabras claves: Macroinvertebrados edáficos, bosque sucesional, densidad poblacional, macrofauna, Amazonía peruana.

I.INTRODUCCION

La mayoría de las prácticas de manejo del suelo, independientemente de sus efectos sobre el pH, tiene un efecto negativo sobre su macrofauna, esto se debe a que estas comunidades son muy sensibles a los cambios que se realizan en la cobertura del suelo (Lavelle, Lepage y Cambefort, 1993). En la Amazonía Peruana, ocurre un cambio muy drástico en la biomasa y diversidad de los macroartrópodos después de la instalación de pastizales y cultivos anuales (prácticas de agricultura migratoria) Lavelle y Pashanasi (1989).

La degradación del suelo es la consecuencia directa, tanto de factores naturales como antrópicos ya sea por actuaciones directas, como agrícola, forestal, ganadera, agroquímicos y riego, o por acciones indirectas, como son las actividades industriales, eliminación de residuos, transporte, etc. Son diversos los trabajos que muestran el impacto que ocasiona en los invertebrados la introducción de sistemas agropastoriles, aplicación de biocidas, uso de mecanización (Collins, 1980; Lavelle, *et al*, 1981; Lavelle y Kohlmann, 1984; Lavelle y Pashanasi, 1989; Decaens *et al.*, 1994 y Feijoo y Knapp, 1998; Feijoo *et al.*, 1998).

El estudio de la sucesión vegetal después del abandono agrícola está ampliamente documentado en la literatura ecológica, conociéndose muchos ejemplos de los cambios direccionales que ocurren en la composición de la comunidad vegetal, las tasas sucesionales, las secuencias de formas de vida, etc. Sin embargo, se conoce poco sobre la capacidad de regeneración de la comunidad de macroinvertebrados en el suelo y su relación con la vegetación y la recuperación de los atributos funcionales del ecosistema.

El presente estudio tiene mucha importancia porque al conocer la población el tipo de macroinvertebrados presente en el suelo, los agricultores tendrán la oportunidad de decidir el uso o no uso del referido suelo ya que estos macroinvertebrados regulan las comunidades de microorganismos responsables de la mineralización y la humificación y en consecuencia influyen en la producción de ácido de la materia orgánica y en la disponibilidad de nutrientes asimilables por las plantas; pues, los macroinvertebrados pueden modificar la textura y las propiedades físicas del suelo en los horizontes superficiales en que habitan (Lavelle 1994).

Por tal motivo, el objetivo del estudio fue evaluar el repoblamiento natural de macroinvertebrados edáficos en cinco estadios sucesionales de bosques en Puerto Almendra-Loreto, identificando la composición de macroinvertebrados edáficos en grupos taxonómicos midiendo la biomasa y la densidad poblacional de los macroinvertebrados edáficos por grupo taxonómico y determinando los índices ecológicos de macroinvertebrados edáficos mediante el cálculo de la riqueza de las especies (S), el índice de diversidad de Shanon (H'), el índice de probabilidad de Simpson (λ) y la equitatividad (E).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Macroinvertebrados y estructura del suelo

Los macroinvertebrados son organismos que no tienen espina dorsal y que son visibles sin usar un microscopio. En la mayoría de los riachuelos, la energía disponible para los organismos se almacena en las plantas y se pone a disposición de la vida animal en forma de hojas y algas que comen los macroinvertebrados. A su vez, los macroinvertebrados son una fuente de energía para los animales más grandes tales como los peces, que son una fuente de energía para los pájaros, mapaches y los humanos. (Sánchez, 2010).

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 (Lavelle, 1990; Lavelle *et al.*, 1993; Salamanca y Chamorro, 1994; Wolters y Ekschmitt, 1997).

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-Martín y Subías, 1995)

Los sistemas agrícolas con descansos largos que se practican en algunas áreas de páramo constituyen un sistema ideal para el estudio de la sucesión secundaria. Trabajos previos realizados en estos ecosistemas han señalado que la sucesión ocurre relativamente rápida, restaurándose durante los primeros 10 a 15 años la fisonomía general de la vegetación (Ferwerda, 1987; Jaimes y Sarmiento, 2002; Sarmiento *et al.*, 2003). Sin embargo, muchas propiedades como la riqueza de especies, la biomasa vegetal y la biomasa microbiana del suelo, no llegan a los valores característicos del páramo no perturbado después de estos periodos (Llambí y Sarmiento 1998, Sarmiento *et al.*, 2002). Hasta ahora no se han realizado trabajos específicos sobre la dinámica de la fauna del suelo en la sucesión secundaria en ecosistemas de páramo.

Siemann *et al.* (1999) analizan la dinámica sucesional de la diversidad de plantas y artrópodos hipogeos en una pradera norteamericana y encuentran una clara correlación entre la diversidad de ambas comunidades, la cual es interpretada en función de que un mayor número de especies vegetales representa una mayor variedad de recursos y de hábitats para los artrópodos. Otros autores encuentran cambios sucesionales claros en la densidad, composición y diversidad de las comunidades de macroinvertebrados edáficos, asociados con la cantidad y calidad de la necromasa incorporada al suelo y con la estructura de la vegetación (Paquin & Coderre, 1997; Decaëns *et al.*, 1994).

La comunidad de macroinvertebrados del suelo fue evaluada en 22 sistemas de uso del suelo en las zonas de Yurimaguas y Pucallpa. Se separaron, manualmente, 10 muestras por sistema de uso de 25 cm x 25 cm x 30 cm durante la estación lluviosa. El bosque primario, no intervenido e intervenido, tiene una densidad (382 a

853 individuos/m²) y su biomasa, dominada por oligochaetas, isópteras y miriápodos (57,8 a 91,1 g peso fresco/m²). Los cultivos de esta comunidad, cuya densidad es de 362 a 574 individuos/m² y cuya biomasa es de 5,1 a 32,4 g peso fresco/m², se encuentran severamente agotados. Con referencia a las pasturas la densidad de su población varía en un rango de 654 a 1 034 individuos/m² y su biomasa en el rango de 38,4 a 165,9 g peso fresco/m², debido a la colonización de la lombriz peregrina, *Pontoscolex corethrurus*. En las purmas, la densidad poblacional está en un rango de 334 a 838 individuos/m²; mientras que la biomasa varía entre 4,2g y 102 g peso fresco/m². Finalmente, los sistemas agroforestales con cobertura de leguminosas tienen la más alta diversidad. Lo contrario ocurre en los sistemas con cobertura de malezas que están por debajo del bosque secundario (Pashanasi, 2001).

En la Amazonía central de Brasil, los «oribatídeos» (Oliveira y Franklin, 1993) y los «colémbolos» (Oliveira, 1983) tienen la mayor densidad de la fauna en la hojarasca y en el suelo de áreas no inundables. Las isópteras son consideradas importantes descompositoras de la hojarasca (Luizão, 1995) y, en forma conjunta con los formicidas, constituyen los grupos de mayor densidad de la fauna del suelo en la Amazonía central de Brasil (Fittkau y Klinge, 1973). Las oligochaetas tienen una abundante biomasa en la Amazonía peruana (Lavelle y Pashanasi, 1989) y en la Amazonía central de Brasil (Barros, 1999). En los varillales de la Amazonía central de Brasil, Luizão (1995) encontró que los diplópodos e isópodos constituyen una alta densidad y una alta biomasa. De otro lado, en los sistemas agroforestales y barbechos, los isópodos presentaron las mayores densidades y biomásas en la macrofauna de la hojarasca, seguidos por los diplópodos y por las isópteras (Tapia-

Coral *et al.*, 1999). Estos organismos, habitantes de la hojarasca y de las capas superiores del suelo, son debido principalmente a sus interacciones con la microflora, de importancia crucial para las condiciones de crecimiento de las especies cultivadas y el desenvolvimiento y funcionamiento de los agroecosistemas, ya que cumplen un papel vital en la descomposición de la hojarasca y en la liberación de los nutrientes (Swift *et al.*, 1979; Lavelle P.& Kohlmann, B. 1984). Así, una abundante y activa fauna de la hojarasca y del suelo puede ayudar a asegurar un reciclaje rápido de los nutrientes de las plantas (Fittkau y Klinge, 1973), lo que es particularmente importante para áreas cultivadas cuyos insumos son bajos y cuyos suelos son infértiles (Volhland y Schroth, 1999). La capa superficial de hojarasca también confiere protección física al suelo contra la erosión y ayuda en el mantenimiento de su humedad (Ross *et al.*, 1992). De esta forma, dicha capa también está contribuyendo al mantenimiento de la actividad de los organismos del suelo. Por otro lado, estudios recientes demuestran la importancia de la biota del suelo en la recuperación de las áreas degradadas (Barros, 1999; Tapia-Coral *et al.*, 1999; Barros *et al.*, 2000).

Decaens *et al* (1994), por ejemplo, manifiesta que en Carimagua, Colombia, encontraron que los cultivos anuales tienen un efecto nocivo sobre las poblaciones de lombrices y artrópodos. Los autores señalan que "los factores responsables de este fenómeno son la utilización de fertilizantes, desaparición del mantillo en la superficie del suelo y la modificación climática que resulta de la tala de la vegetación natural". Estos junto con la aplicación de plaguicidas son los factores que más afectan la diversidad y abundancia de las comunidades del suelo; dando como resultado la eliminación de numerosas especies principalmente aquellas con

nichos estrechos (Lavelle *et al.*, 1994). Las plantaciones con árboles leguminosos son ambientes sostenibles pues ofrecen diversos recursos para la descomposición. Como resultado, éstos tienen a menudo alta diversidad, mientras que los cultivos anuales son las prácticas que más deprimen la fauna del suelo, pocas semanas después de iniciar el cultivo la biomasa faunística decrece rápidamente.

La quema de las savanas destruye gran parte de la macrofauna sumado a los monocultivos anuales (arroz y yuca) de alto consumo presentaron valores más bajos de densidad, biomasa y riqueza taxonómica; mientras que la práctica de manejo tradicional no afecta ni a la biomasa ni a la densidad de la macrofauna, aunque reduce ligeramente la riqueza taxonómica (Decaens *et al.*, 1994). Al respecto Reddy y Goud (1987) manifiestan que los monocultivos de altos insumos ocasionan un descenso drástico de la riqueza taxonómica de la densidad y de la biomasa poblacional, estos resultados confirman las observaciones realizadas en Perú, y puede ser explicadas por la acción negativa del laboreo del suelo, por la fertilización (especialmente cuando induce una mayor acidificación en el suelo) por la modificación del microclima del suelo, por la acción de pesticidas no especificadas y por la reducción de las reservas orgánicas de carbono disponible en el suelo a causa de la destrucción de la vegetación perenne.

2.2 Densidad de macroinvertebrados edáficos

Sánchez *et al.*, (2010), determinaron la densidad de la comunidad de macroinvertebrados del suelo en 4 tipos de vegetación (plantación de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke "tornillo", de *Simarouba amara* Aubl "marupa", bosque secundario enriquecido y bosque natural) durante los periodos lluvioso (Marzo a Mayo) y seco (Julio a Setiembre) logrando identificar 33 unidades taxonómicas,

encontrándose que el mayor número de taxa corresponde al bosque natural, la densidad más alta corresponde a Isóptera seguido de Formicidae con 2888 ind/m² y 422 ind/m² respectivamente en el periodo lluvioso.

Morales y Sarmiento (2002), caracterizan la densidad, diversidad y estructura de la comunidad de macroinvertebrados edáficos en una sucesión secundaria en el Páramo de Gavidia (Andes venezolanos) en parcelas de 0 años (recién cosechadas), 1 y 6 años de descanso y en parcelas de páramo nunca cultivados, han encontrado en el páramo virgen, la comunidad de macroinvertebrados edáficos está formada por 18 taxas, pertenecientes a Nematoda, Mollusca, Anélida y Arthropoda, con una densidad promedio de 407 ind/m², una riqueza de 74 morfotipos y una diversidad (N1 de Hill) de 12 morfotipos. Coleóptera fue el orden mejor representado, con 135 ind/m², seguido de Diptera con 72 ind/m² y de Oligochaeta con 56 ind/m². La perturbación agrícola del páramo natural produjo un efecto negativo sobre la edafofauna, reduciendo drásticamente su densidad, riqueza y diversidad, de las cuales, solo la densidad se recupera totalmente después de 6 años de descanso. Se encontraron morfotipos característicos de cada etapa sucesional y del páramo natural, que pudieran ser indicadores de calidad ambiental y/o perturbación. Los resultados muestran una relación positiva entre la riqueza de morfotipos animales y la de especies vegetales ($r^2 = 0,53$) y entre la diversidad de la macrofauna y de la vegetación (N_1 : $r^2 = 0,65$; N_2 : $r^2 = 0,75$).

2.3. Descripción de algunos diseños de investigación

Con respecto a los diseños de investigación Sánchez y Reyes (1985), definen al **Diseño** como una estructura u organización esquemática que adopta el investigador para relacionar las variables de estudio; cuyo objetivo es imponer

restricciones controladas a las observaciones de los fenómenos. Además, siguen mencionando que los **diseños descriptivos**, no se pueden considerar propiamente diseños; pero pueden ser tratados como tales porque proporcionan al investigador guías u orientaciones para la realización de un determinado estudio; mientras, que el **Diseño Ex Post Facto** es 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, se genera cuando se trata de responder a interrogantes: ¿Cuál es el factor contribuyente en una determinada situación?, ¿Qué efecto tuvo o ha tenido un determinado factor en los organismos? ¿Cuáles son las características que distinguen a un grupo de otro?; estos diseños también corresponden con **el tipo de Investigación Descriptiva**.

Por otra parte, Donald, Jacobs y Razavieh (1985) manifiestan que el diseño Ex Post Facto se utiliza cuando los investigadores no están en condiciones de probar la hipótesis, asignado sujetos a diferentes condiciones en que pueda manipularse directamente las variables independientes. Cuando se desea investigar la influencia de variables como el ambiente, la parasitosis, educación sanitaria, ambiente familiar, conducta, etc., a estas variables se les denominan **Atributiva** y designan una característica que el sujeto posee; al contrario una variable **Activa** es la que se puede manipular directamente. Cuando en una investigación intervienen variables independientes Activas se emplea la investigación experimental, en tanto, que si

son atributivas debe recurrirse a una **Investigación Ex Post Facto** (del latín con posterioridad al hecho). Teniendo en cuenta este aspecto, De Canales, Alvarado y Pineda (1989) definen que el diseño de la investigación puede ser según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registros de la información (**Retrospectivo-Prospectivo**) los estudios retrospectivos son aquellos en los que el investigador indaga sobre los hechos ocurridos en el pasado; en los estudios prospectivos se registra la información según van ocurriendo los fenómenos.

III.-MATERIALES Y METODOS

3.1. Características generales de la zona de estudio

3.1.1. Área de estudio

El presente estudio se ejecutó en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) Puerto Almendra, ubicado en la margen derecha del río Nanay a 22 km. de distancia en dirección sur Oeste desde la ciudad de Iquitos, geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas 3° 49' 40" latitud Sur y 73° 22'30" Longitud Oeste, a una altitud aproximada de 122 msnm. Políticamente se encuentra en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, región Loreto (Quintana, 2006). El trabajo fue realizado entre los meses de Enero a Marzo del 2008.

3.1.2 Accesibilidad

Existen dos vías, una por carretera con una parte asfaltada y otra afirmada, que une la ciudad de Iquitos con el CIEFOR, y la otra exclusivamente fluvial por el río Nanay, partiendo desde el embarcadero de Bellavista Nanay.

3.1.3 Climatología

La precipitación media anual es de 2979,3 mm; temperatura media anual de 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 %.

3.1.4 Ecología

La zona de estudio está ubicada en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Tropical (bh T), cuyas características fisonómicas, estructural y de composición florísticas, corresponden a precipitaciones mayores a 2000 mm y menores a 4000 mm. INRENA (1995).

3.1.5. Suelos

Los suelos son muy profundos y franco arenosos, friable; con pH que varía entre 5.0 a 5.3; con un 70% a 80% de aluminio cambiante, el relieve es suavemente ondulada a llano, con drenaje moderado (Calderón y Castillo, 1981).

3.1.6. Área experimental

Las parcelas experimentales evaluadas son parcelas revegetadas por sistemas agroforestales, parcelas recién aperturadas, purmas que se encuentran en descanso; todas se encuentran dentro del perímetro del CIEFOR Puerto Almendra (Figura 8).

3.2. Materiales

De Campo

Libreta de campo, jalones, brújula, wincha, botas, machete, bolsas de plástico, rafia, capota, plástico rojo.

Laboratorio

Estufa eléctrica, balanza mecánica, balanza digital de 0.01g de precisión

Gabinete

Papel bond A4, computadora, calculadora, impresora, cartuchos de tinta, plumón indeleble.

3.3. Métodos

3.3.1. Tipo de Investigación

El tipo de estudio se define como investigación básica y descriptiva (Alvitres 2004).

3.3.2. Diseño de la Investigación

Para cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación, se utilizó el diseño Ex Post Facto con los siguientes tratamientos:

Factor A: Bosque sucesional

Niveles	a_0	Vegetación, 0 años (6 meses)
	a_1	Vegetación agroforestal de 2 años
	a_2	Bosque purma de 7 años
	a_3	Bosque purma de 15 años
	a_4	Bosque alto

Factor B: Estratos del suelo

Niveles	b_0	00 cm (hojarasca)
	b_1	00 -10 cm
	b_2	10 -20 cm
	b_3	20 -30 cm

Tratamientos combinados

Variable A. Bosque sucesional	Variable B. Estratos del suelo (cm)				
	00-00 Hojarasca (b_0)	00-10 (b_1)	10-20 (b_2)	20-30 (b_3)	Total
Vegetación, 0 años (6meses) (a_0)	a_0b_0	a_0b_1	a_0b_2	a_0b_3	04
Vegetación agroforestal de 2 años (a_1)	a_1b_0	a_1b_1	a_1b_2	a_1b_3	04
Bosque purma de 7 años (a_2)	a_2b_0	a_2b_1	a_2b_2	a_2b_3	04
Bosque purma de 15 años (a_3)	a_3b_0	a_3b_1	a_3b_2	a_3b_3	04
Bosque alto (a_4)	a_4b_0	a_4b_1	a_4b_2	a_4b_3	04
Total	05	05	05	05	20
Repeticiones	03	03	03	03	03
Total General	15	15	15	15	60

3.3.3. Población y muestra

Población

Según el inventario realizado para el presente estudio, se tiene una población disponible de 18,8 ha de bosques parceladas del Jardín Botánico “El Huayo” llamado también **bosque alto** (Valderrama, 2002); 2 ha de **bosque purma** de 7 años de edad, 4 ha de **bosque purma** de 15 años de edad, 3,5 ha de **vegetación agroforestal** de 2 años de instalado por Cabudivo y Quintana (2009) y 2 ha de **vegetación** con cero años (6 meses) de aperturado.

Muestra

El área de los bosques sucesionales muestreados fueron de 01 ha (10000 m²). Para la colección de los macroinvertebrados se ha muestreado 03 monolitos en el área de bosque seleccionada 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.

Especies predominantes en bosque sucesional muestreado

Bosque de cero años

N°	Nombre común	Nombre científico
1	Cetico	<i>Cecropia</i> sp.
2	Airambo	<i>Phytolacca rivinoides</i>
3	Pichirina	<i>Vismia</i> sp.
4	Picho huayo	<i>Siparuna guianensis</i>
5	Cordoncillo	<i>Piper</i> sp.
6	Zancudo caspi	<i>Alchornea triplinervia</i>
7	Humanzamana	<i>Jacaranda copaia</i>

Bosque de 2 años

1	Gramma	<i>Acroceras</i> sp.
2	Shimbillo	<i>Pithecellobium</i> sp.
3	Guaba	<i>Inga edulis</i>
4	Pichirina	<i>Vismia</i> sp.
5	Picho huayo	<i>Siparuna guianensis</i>
6	Uvilla	<i>Porouma</i> sp.
7	Casho	<i>Anacardium occidentale</i>
8	Huamanzamana	<i>Jacaranda copaia</i>

Bosque de 7 años

1	Picho huayo	<i>Siparuna guianensis</i>
2	Pichirina	<i>Vismia</i> sp.
3	Cordoncillo	<i>Piper</i> sp.
4	Zancudo caspi	<i>Alchornea triplinervia</i>
5	Shapumba	<i>Lycopodium cernuum</i>
6	Yuquilla	<i>Martinella obovata</i>
7	Guaba	<i>Inga edulis</i>
8	Uvilla	<i>Porouma</i> sp.

Bosque de 15 años

1	Shapumba	<i>Lycopodium cernuum</i>
2	Cetico	<i>Cecropia</i> sp.
3	Carahuasca	<i>Guatteria</i> sp.
4	Cordoncillo	<i>Piper</i> sp.

5	Pichirina	<i>Vismia sp.</i>
6	Humanazana	<i>Jacaranda copaia</i>

Bosque alto

1	Shapumba	<i>Lycopodium cernuum</i>
2	Chicle caspi	<i>Manouetia tamaquarina</i>
3	Moena	<i>Aniba amazónica</i>
4	Huamanzamana	<i>Jacaranda copaia</i>
5	Copal caspi	<i>Protium sp.</i>

3.4. Procedimiento

3.4.1. Colecta de macro invertebrados del suelo

Para la colecta de macroinvertebrados del suelo se siguió la metodología propuesta por el Programa Internacional Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF) aplicado por Lavelle y Pashanasi (1989), tomando muestras de suelo de 25 x 25 x 30 cm, se empleó 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), 00-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm; cada estrato fue desmenuzado y revisado cuidadosamente en plásticos de color rojo de 1 m² para facilitar el trabajo. La fauna se extrajo de la hojarasca y de los volúmenes de suelo por revisión manual "in situ".

Figura 13.

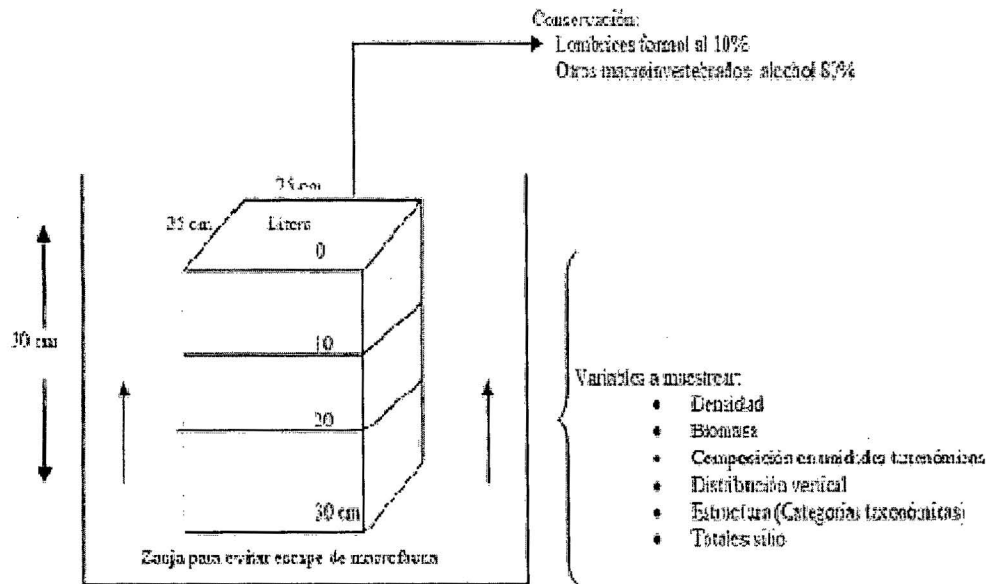


Figura 1. Metodología de muestreo propuesta por el programa TSBF.

3.4.2. Identificación de macroinvertebrados

Los macro invertebrados colectados fueron depositadas en placas petri, para limpiar identificar y clasificar los especímenes hasta las unidades taxonómicas mayores determinando orden, familia, genero o especie según sea posible, se empleó criterios morfológicos (morfotipos) se empleó libros o fuentes sobre macroinvertebrados.

3.4.3. Medición de la biomasa de macroinvertebrados

Se realizó pesando a los macroinvertebrados en condición fresco encontrados e identificados en las diferentes muestras (biomasa = g/m^2) a nivel del grupo taxonómico en cada tratamiento.

3.4.4. Cuantificación de la densidad poblacional

La densidad poblacional de los macroinvertebrados se realizó por el cálculo directo contando el número total de individuo por m^2 (ind/m^2)

3.4.5. Determinación de los índices ecológicos

La riqueza de especies (S) es el número de especies encontrado en una comunidad (Magurran, 1989).

El índice de diversidad de Shannon (H') es uno de los más utilizados en los estudios de ecología y se representa por la formula (Magurran, 1989).

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \log^2 p_i)$$

Donde:

p_i = Es la probabilidad de la especie

i = Respecto del total de individuos

N = Obtenidos en la muestra o conjunto de muestras.

S = Es el número total de especies de la comunidad toma valores entre 0 y 1.

El índice de probabilidad de Simpson (λ) (Magurran, 1989) indica la probabilidad de que dos individuos extraídos al azar de una población pertenezcan a la misma especie y toma la expresión:

$$\lambda = \frac{1}{\sum_{i=1}^S p_i^2}$$

Donde:

p_i = Es la probabilidad de la especie

i = Respecto del total de individuos

S = Es el número total de especies de la comunidad toma valores entre 0 y 1.

La equitatividad (E) (Magurran, 1989) es una medida de la "igualdad" de la abundancia entre las especies. Se representa por:

$$E = \frac{H'}{2s}$$

Donde:

H' = es el índice de Shannon

S = es el número total de especies de la comunidad toma valores entre 0 y 1, será máxima cuando todas las especies de una misma muestra son igualmente abundantes y decrecerá hacia cero cuando la abundancia de cada una de las especies sea diferente.

3.3.5. Análisis estadístico:

Se empleó la estadística descriptiva para los valores de densidad poblacional y biomasa de macroinvertebrados y para los índices ecológicos la estadística no paramétrica (Lavelle, and Kohlmann 1984; Pardo-Locarno *et al* 2006).

IV. RESULTADOS

4.1. Composición de macroinvertebrados edáficos en grupos taxonómicos en cinco estadios sucesionales de bosques.

En el cuadro 1 se presenta a los macroinvertebrados identificados que se han encontrado en cada uno de los estadios sucesionales de bosques. Para el estadio cero años, chacra de seis meses de apertura, se han encontrado e identificado a macroinvertebrados pertenecientes a tres familias Licosidae "araña", Formicidae "hormiga" y Rhinotermitidae "termita". Para el estadio sucesional de 2 años se han identificado a 12 familias Cimicidae, Formicidae, Gryllotalpidae, Passalidae, Rhinotermitidae, Quilopodidae, Araneidae, Pentatimidae, Cicadidae, Oniscidae, Lumbricidae y Blatellidae. Con referencia a la sucesión de 7 años se han identificado a 17 familias Scarabidae, Aracnidae, Formicidae, Cimicidae, Quilopodidae, Pentatimidae, Oniscidae, Staphylinidae, Mantidae, Grillydae, Lumbricidae, Blatellidae, Cicadidae, Termithidae, Chernetidae, Esthaphyllinidae y Enquitreidos; mientras que en los bosques de 15 años se han identificado a 13 familias entre ellas son: Formicidae, Archeoptera, Rhinotermitidae, Cimicidae, Esthaphyllinidae, Quilopodidae, Anelidae, Grillydae, Blaberidae, Blatellidae, Araneidae, Curculionidae y Gryllotalpidae. Por otra parte, en la sucesión de bosque alto se han identificado a 12 familias Chernetidae, Araneidae, Formicidae, Scarabidae, Blatellidae, Oniscidae, Cimicidae, Rhinotermitidae, Curculionidae, Diplura, Gryllotalpidae y Lumbricidae.

Cuadro 1. Identificación de la composición de macroinvertebrados edáficos en cinco estadios sucesionales de bosques.

Estadio	Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia	Orden	Clase	Phyllum
Cero años	1	Araña	<i>Trochosa sp.</i>	Lycosidae	Aráneae	Arácnida	Arthropoda
	2	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Formicidae	Hymenoptera	Insecta	Arthropoda
	3	Termita	<i>Incisitermes snyderi</i>	Rhinotermitidae	Isóptera	Insecta	Arthropoda
Sub total		03	03	03	03	02	01
2 años	1	Chinche	<i>Cercopis vulnerata</i>	Cimicidae	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
	2	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Formicidae	Hymenoptera	Insecta	Arthropoda
	3	Perrito de Dios	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	Gryllotalpidae	Orthoptera	Insecta	Arthropoda
	4	Escarabajo	<i>Odontotaenius disjunctus (Illiger)</i>	Passalidae	Coleóptera	Insecta	Arthropoda
	5	Termita	<i>Incisitermes snyderi</i>	Rhinotermitidae	Isóptera	Insecta	Arthropoda
	6	Ciempíes	<i>Illacme plenipes</i>	Quilopodidae	Miriapodo	Quilopoda	Arthropoda
	7	Araña	<i>Metepeira galathea</i>	Araneidae	Aránea	Arácnida	Arthropoda
	8	Chinche asesino	<i>Podisus maculiventris</i>	Pentatimidae	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
	9	Cigarra	<i>Cicada barbara</i>	Cicadidae	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
	10	Chanchito	<i>Dactylopius coccus</i>	Oniscidae	Isópoda	Crustaceo	Arthropoda
	11	Lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	Lumbricidae	Opisthoros	Oligoqueto	Anélida
	12	Cucaracha	<i>Blatta orientalis</i>	Blatellidae	Blattodea	Insecta	Arthropoda
Sub total		12	12	12	10	05	02
7 años	1	Escarabajo	<i>Diloboderus abderus</i>	Scarabidae	Coleóptera	Insecta	Arthropoda
	2	Araña	<i>Metepeira galathea</i>	Aracnidae	Aráneae	Arácnida	Arthropoda
	3	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Formicidae	Hymenoptera	Insecta	Arthropoda
	4	Chinche	<i>Cercopis vulnerata</i>	Cimicidae	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
	5	Ciempíes	<i>Illacme plenipes</i>	Quilopodidae	Miriapodo	Quilopodo	Arthropoda
	6	Chinche asesino	<i>Podisus maculiventris</i>	Pentatimidae	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
	7	Chanchito	<i>Dactylopius coccus</i>	Oniscidae	Isópoda	Crustaceo	Arthropoda
	8	Lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	Lumbricidae	Opisthoros	Oligoqueto	Anélida
	9	Mantis	<i>Mantis religiosa</i>	Mantidae	Mantodea	Insecta	Arthropoda
	10	Grillo	<i>Acheta domesticus</i>	Grillydae	Orthoptera	Insecta	Arthropoda
	11	Cucaracha	<i>Blatta orientalis</i>	Blatellidae	Blattodea	Insecta	Arthropoda
	12	Cigarra	<i>Cicada barbara</i>	Cicadidae	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
	13	Curuinsi	<i>Atta sp.</i>	Formicidae	Hymenoptera	Insecta	Arthropoda
	14	Acaro	<i>Dermatophagoides sp.</i>	Aracnidae	Acari	Aracnida	Arthropoda
	15	Termita	<i>Coptotermes formosanus</i>	Termitidae	Isóptera	Insecta	Arthropoda
	16	Pseudoescorpión	<i>Parawithius similis</i>	Cheiridiidae	Pseudoscorpionida	Aracnida	Arthropoda
	17	Estafilínido	No identificado	Staphylinidae	Coleóptera	Insecta	Arthropoda
	18	Anélida	No identificado	Enquiretidos	Plesioprosotocas	Oligoqueto	Anélida
Sub total		18	18	17	14	05	02
15 años	1	Hormiga	<i>Formica rufa</i>	Formicidae	Hymenoptera	Insecta	Arthropoda
	2	Arqueognatos	<i>Arqueognatos sp.</i>	Arqueodoptera	Archaeognatha	Insecta	Arthropoda
	3	Termita	<i>Incisitermes snyderi</i>	Rhinotermitidae	Isóptera	Insecta	Arthropoda
	4	Chinche	<i>Phyrhocoris apterus</i>	Cimicidae	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
	5	Estafilínido	No identificado	Staphylinidae	Coleóptera	Insecta	Arthropoda
	6	Ciempíes	<i>Illacme plenipes</i>	Quilopodidae	Miriapodo	Quilopodo	Arthropoda
	7	Lombriz	<i>Lumbricus terrestris</i>	Lumbricidae	Opisthoros	Oligoqueto	Anélida
	8	Grillo	<i>Acheta domesticus</i>	Grillydae	Orthoptera	Insecta	Arthropoda
	9	Blattodea	<i>Gromphadorhina portentosa</i>	Blaberidae	Blattodea	Insecta	Arthropoda
	10	Cucaracha	<i>Blatta orientalis</i>	Blatellidae	Blattodea	Insecta	Arthropoda
	11	Araña	<i>Metepeira galathea</i>	Araneidae	Aráneae	Arácnida	Arthropoda
	12	Gorgojos	No identificado	Curculionidae	Coleóptera	Insecta	Arthropoda
	13	Perrito de Dios	<i>Gryllotalpa sp.</i>	Gryllotalpidae	Orthoptera	Insecta	Arthropoda
Subtotal		13	13	13	10	04	02



: 011

// Continuación

Cuadro 1. Identificación de la composición de macroinvertebrados

Estadio	Nº	Nombre común	Nombre científico	Familia	Orden	Clase	Phyllum
Bosque alto	1	Pseudoescorpión	<i>Parawithius similis</i>	Cheiridiidae	Pseudoescorpión	Arachnida	Arthropoda
	2	Araña	<i>Nuctenea umbratica</i>	Araneidae	Aráneae	Arácnida	Arthropoda
	3	Hormiga	<i>Componotus vagus</i>	Formicidae	Hymenoptera	Insecta	Arthropoda
	4	Coleóptera	<i>Bembidion sp.</i>	Scarabaeidae	Coleóptera	Insecta	Arthropoda
	5	Cucaracha	<i>Platyzosteria sp.</i>	Blattidae	Blattodea	Insecta	Arthropoda
	6	Chanchito	<i>Dactylopius coccus</i>	Oniscidae	Isópoda	Crustaceo	Arthropoda
	7	Chinche	<i>Phyrhocoris apterus</i>	Cimicidae	Hemiptera	Insecta	Arthropoda
	8	Termita	<i>Incisitermes snyderi</i>	Rhinotermitidae	Isóptera	Insecta	Arthropoda
	9	Tysanura	<i>Campondeid sp.</i>	Diplura	Tysanura	Insecta	Arthropoda
	10	Gorgojos	<i>No identificado</i>	Curculionidae	Coleóptera	Insecta	Arthropoda
	11	Perrito de Dios	<i>Gryllotalpa sp.</i>	Gryllotalpidae	Orthoptera	Insecta	Arthropoda
	12	Lombriz	<i>Lombricus terrestris</i>	Lumbricidae	Opisthoros	Oligoqueto	Anelida
Sub total		12	12	12	11	4	2
Total General		26	33	27	16	5	2

4.2. Densidad poblacional y biomasa de los macroinvertebrados edáficos en cinco estadios sucesionales de bosques.

4.2.1. Densidad poblacional de los macroinvertebrados edáficos

En los cuadros 2, 3, 4, 5 y 6 y en las figuras 2, 3, 4, 5 y 6 se presentan los resultados de la densidad poblacional de los macroinvertebrados encontrados en los diversos bosques sucesionales cero años, dos años, siete años, quince años y bosque alto. Encontrándose la mayor densidad poblacional en el bosque sucesional de 2 años con 2203 individuos por m² constituido por hormigas y termitas. El bosque sucesional con mayor diversidad de individuos por m² fue el bosque de 7 años con 18 especies diferentes.

El estrato de mayor densidad poblacional fue el estrato de 0-10 cm para todos los muestreos realizados, sobresaliendo el bosque sucesional de 2 años con 923 individuos seguido del bosque de 7 años con 827 individuos/m² y el estrato de menor población fue el estrato de 20-30cm.

Cuadro 2. Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de cero años.
(ind/m²).

Estado	Monolito	Profundidad	Araña	Hormiga	Termita	Total	%
Cero años	1 2 3	0-00 cm	16	53	32	101	18
		0-10cm	0	384	0	384	67
		10-20 cm	0	85	0	85	15
		20-30 cm	0	0	0	0	0
	total		16	523	32	571	100
	Promedio *		5	58	11		

* Los promedios que se presentan en los cuadros, es el resultados de dividir el numero de macroinvertebrados encontrados por cada profundidad de sustrato entre el número de repeticiones de los monolitos.

Cuadro 3. Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 2 años
(ind/m²).

Estado	Monolito	Profundidad (cm)	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	Chinche asesino	P.de Dios	Escarabajo	Ciempies	Cigarra	Chanchito	Lombriz	Cucaracha	Total	%
2 años	1 2 3	0-00	101	624	0	16	16	5	43	16	5	16	0	0	843	38
		0-10	0	347	485	5	0	0	11	16	0	0	59	0	923	42
		10-20	0	5	299	0	0	0	0	0	0	0	32	5	341	15
		20-30	0	0	91	0	0	0	0	5	0	0	0	0	96	5
	Sub total		101	976	875	21	16	5	59	32	5	16	91	5	2203	100
	Promedio *		34	108	97	4	5	2	7	5	2	5	15	2		

* Los promedios que se presentan en los cuadros, es el resultados de dividir el numero de macroinvertebrados encontrados por cada profundidad de sustrato entre el número de repeticiones de los monolitos.

Cuadro 4. Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 7 años (ind/m²)

Estadio	Monolito	Profundidad	Araña	Horniga	Termita	Chinche	Chinche asesino	Escarabajo	Ciempiés	Cigarra	Chanchito	Lombriz	Cucaracha	Mantis	Grillo	Curuinsi	Acaro	Pseudoescorpión	Estafilinido	Anélida	Total	%	
7 años	1 2 3	0-00cm	37,3	538	32	21	21	80	21	0	16	0	0	11	21	0	0	5	11	0	827	67	
		0-10 cm	10,7	11	0	0	5	32	0	11	21	5	5	0	5	0	0	0	5	5	5	116	11
		10-20 cm	0	0	213	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	234	19
		20-30 cm	0	0	32	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	3
	Sub total		48	549	277	21	27	122	21	11	42	5	5	11	26	5	5	5	16	5	1214	100	
Promedio *		8	91	31	7	9	10	7	4	5	2	2	4	4	2	2	2	3	2				

* Los promedios que se presentan en los cuadros, es el resultados de dividir el numero de macroinvertebrados encontrados por cada profundidad de sustrato entre el número de repeticiones de los monolitos.

Cuadro 5. Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 15 años (ind/m²)

Estadio	Monolito	Profundidad	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	P. de Dios	Gorgojo	Ciempíes	Cucaracha	Grillo	Arqueognatos	Estafilínido	Lombriz	Blatodea	Total	%
15 años	1 2 3	0-00 cm	26,7	48	0	27	0	5	0	0	5	5	0	0	11	127	21
		0-10 cm	16	64	320	0	11	0	11	11	0	0	5	0	0	438	72
		10-20 cm	0	0	0	0	5	0	13	0	0	0	0	16	0	34	5
		20-30 cm	0	0	5.333	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	11	2
	Sub total		42,7	112	325	27	16	5	24	11	5	5	5	21	11	610	100
	Promedio*		7,11	18,67	54,22	8,89	2,67	1,67	4,00	3,67	1,67	1,67	1,67	3,50	3,67		

*Los promedios que se presentan en los cuadros, es el resultados de dividir el numero de macroinvertebrados encontrados por cada profundidad de sustrato entre el número de repeticiones de los monolitos.

Cuadro 6. Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque alto (ind/m²).

Estadio	Monolito	Profundidad	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	P. de Dico	Gorgojo	Coleóptera	Chanchito	Cucaracha	Pseudoscórpion	Lombriz	Tisanura	Total	%	
Monte alto	1	0-00 cm	75	37	32	16	0	0	37	11	32	11	0	5	256	62	
		0-10 cm	16	5	11	0	16	32	11	0	16	0	32	0	139	33	
	2	10-20 cm	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	
		20-30 cm	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	4	
	Sub total			91	64	42	16	16	32	48	11	48	11	32	5	416	100
	Promedio*			15	5	7	5	5	11	8	4	8	4	11	2		

*Los promedios que se presentan en los cuadros, es el resultados de dividir el numero de macroinvertebrados encontrados por cada profundidad de sustrato entre el número de repeticiones de los monolitos.

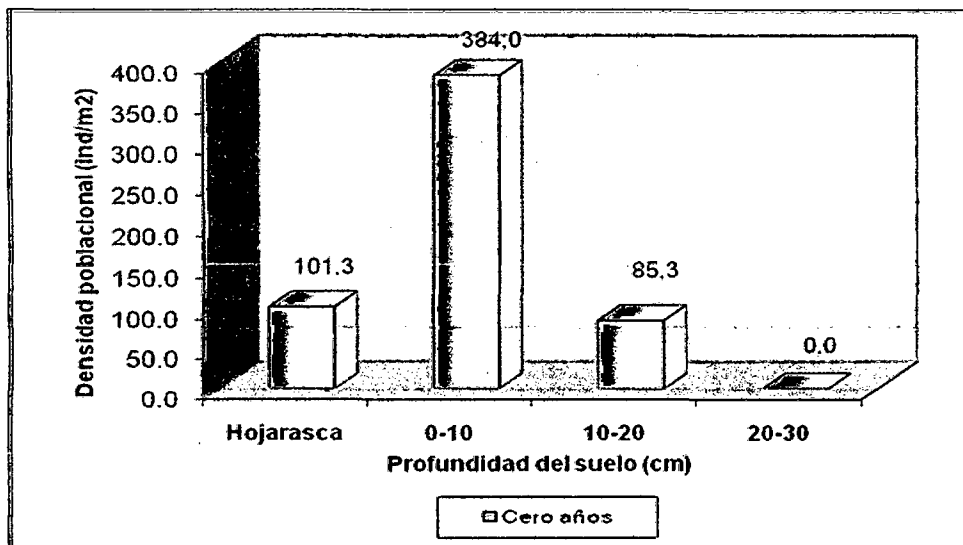


Figura 2. Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de cero años.

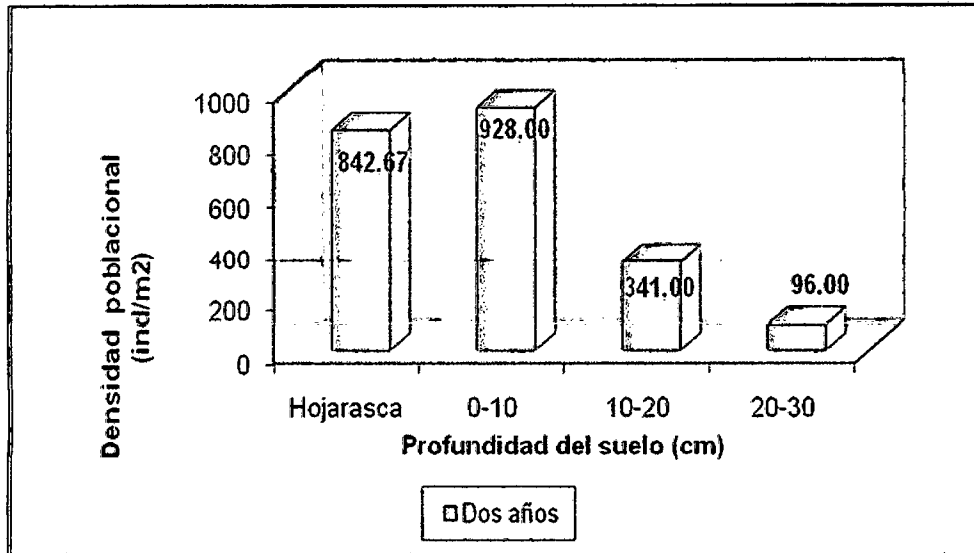


Figura 3. Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 2 años.

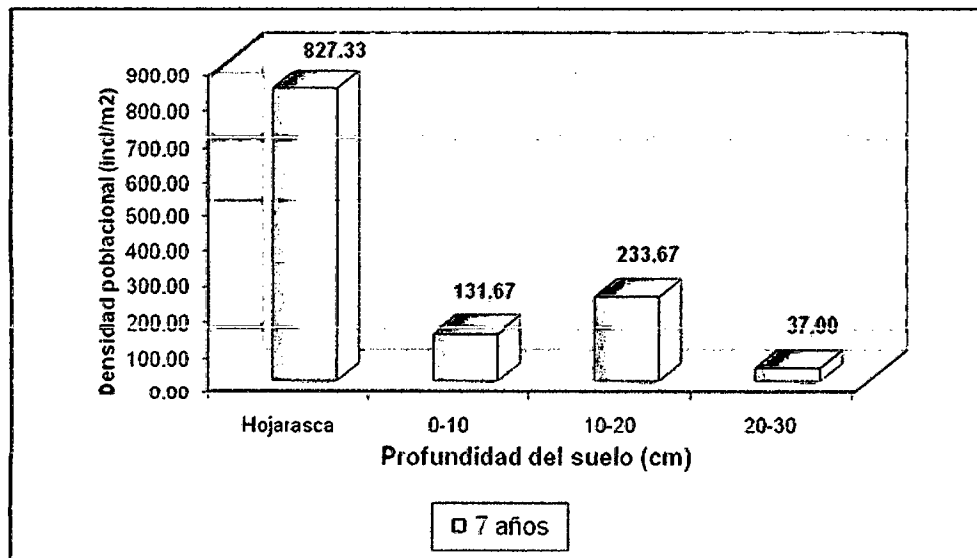


Figura 4. Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 7 años.

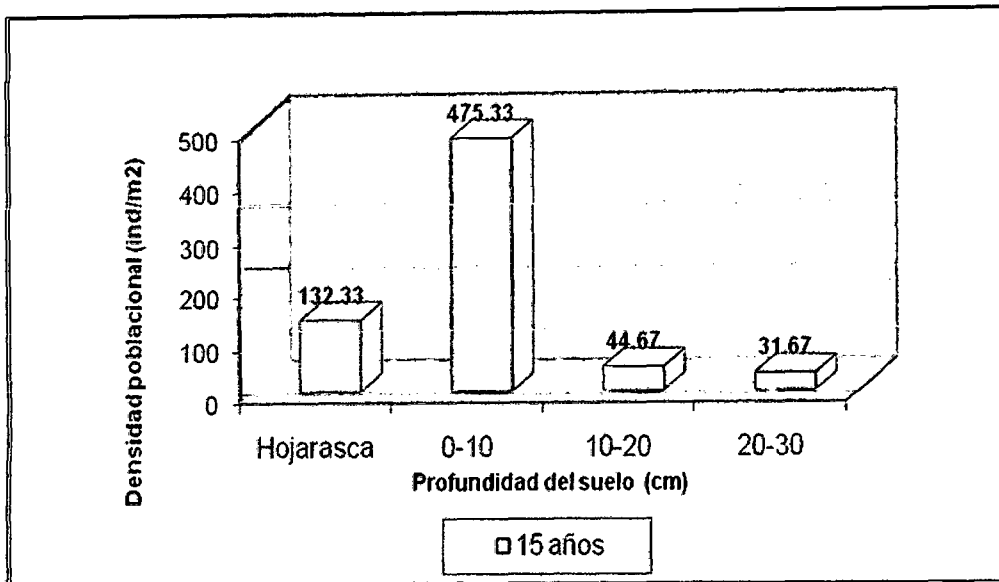


Figura 5. Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque de 15 años.

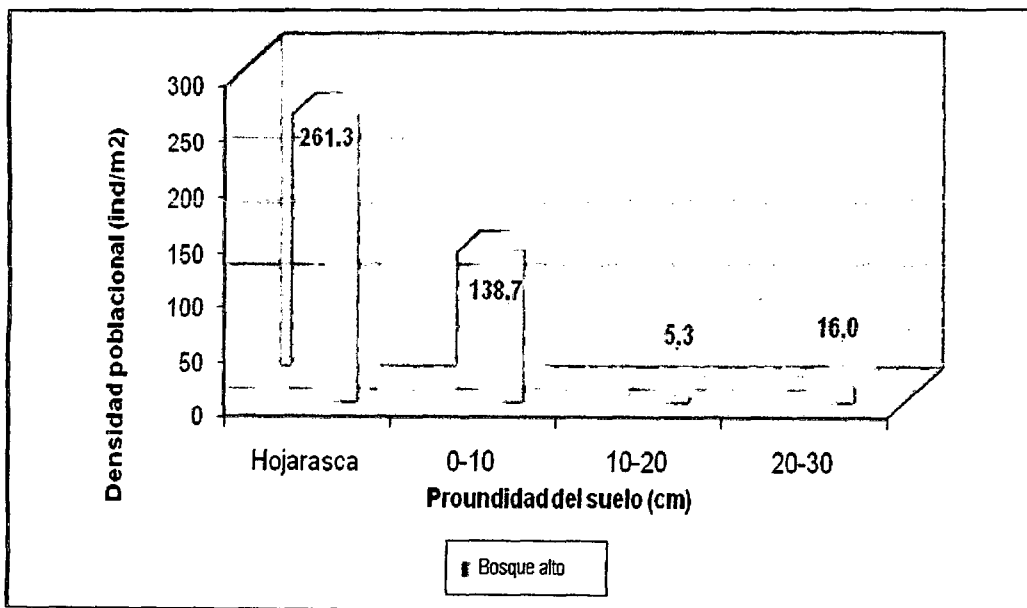


Figura 6. Densidad poblacional de macroinvertebrados en bosque alto.

4.3. Biomasa de los macroinvertebrados edáficos por grupo taxonómico

En los cuadros 7, 8, 9, 10 y 11 se presentan los resultados de los valores de biomasa en (g/m^2), siendo la hormiga en estadio de cero años que tuvo el mayor peso de biomasa $1,25 \text{ g}/\text{m}^2$, seguido de la termita con $0,09 \text{ g}/\text{m}^2$. En la sucesión de 2 años el mayor peso de biomasa se ha determinado en el escarabajo con $20,78 \text{ g}/\text{m}^2$, ciempiés con $12,13 \text{ g}/\text{m}^2$, lombriz $8,47 \text{ g}/\text{m}^2$, hormiga con $8,39 \text{ g}/\text{m}^2$ y la termita con $8,05 \text{ g}/\text{m}^2$. En el bosque de 7 años también se ha determinado al escarabajo con mayor peso de g/m^2 $5,44$ seguido de anélido con $1,76$. En el estadio de 15 años se ha encontrado a la lombriz con mayor peso de $2,41 \text{ g}/\text{m}^2$ seguido de perrito de dios con $1,63 \text{ g}/\text{m}^2$. Mientras que en la sucesión de bosque alto el mayor peso se ha encontrado en la cucaracha con $8,10 \text{ g}/\text{m}^2$, seguido de perrito de dios con $2,33 \text{ g}/\text{m}^2$ y anélido con $2,01 \text{ g}/\text{m}^2$. En la figura 7 se aprecia que en la sucesión de dos años se tiene el mayor peso de biomasa con $29,14 \text{ g}/\text{m}^2$ en hojarasca seguido del estrato del suelo entre $0 \text{ cm} - 10 \text{ cm}$ con $23,10 \text{ g}/\text{m}^2$. El estrato de $10-20 \text{ cm}$ y $20-30 \text{ cm}$ en la sucesión de monte alto es la que tiene el menor peso de biomasa con $0,002 \text{ g}/\text{cm}^2$ y $0,005 \text{ g}/\text{m}^2$ respectivamente.

Cuadro 7. Valores de biomasa (g/m^2) de macroinvertebrados en bosque de cero años.

Estadio	Nombre común	Individuos/muestreo	Peso/Prom (ind/g.)	Peso (g/m^2)
Cero años	Hormiga	83	0,0024	1,25
	Termita	6	0,0028	0,09
	Araña	3	0,0004	0,01

Cuadro 8. Valores de biomasa (g/m^2) de macroinvertebrados en bosque de 2 años.

Estadio	Nombre común	Individuos/muestreo	Peso/Prom (ind/g.)	Peso (g/m^2)
2 años	Escarabajo	11	0,3522	20,78
	Ciempíes	6	0,3791	12,13
	Lombriz	17	0,0931	8,47
	Hormiga	183	0,0086	8,39
	Termita	164	0,0092	8,05
	Chinche	4	0,0482	1,01
	Araña	19	0,0086	0,87
	Perrito de Dios	1	0,1382	0,69
	Cigarra	1	0,0331	0,17
	Chinche asesino	3	0,0071	0,11
	Cucaracha	1	0,0065	0,03
	Chanchito	3	0,0007	0,01

Cuadro 9. Valores de biomasa (g/m^2) de macroinvertebrados en bosque de 7 años.

Estadio	Nombre común	individuos/muestreo	Peso/Prom ind/g.	Peso g/m^2
7 años	Escarabajo	23	0,0446	5,44
	Anélida	1	0,3520	1,76
	Chinche	4	0,0633	1,33
	Hormiga	104	0,0024	1,32
	Araña	9	0,0233	1,12
	Mantis	2	0,0608	0,67
	Cucaracha	1	0,1073	0,54
	Grillo	5	0,0179	0,47
	Lombriz	3	0,0602	0,30
	Chanchito	8	0,0067	0,28
	Termita	52	0,0007	0,19
	Ciempíes	4	0,0089	0,19
	Estafilínido	3	0,0054	0,09
	Curuinsi	1	0,0075	0,04
	Chinche asesino	5	0,0007	0,02
	Acaro	1	0,0024	0,01
	Cigarra	2	0,0003	0,003
Pseudoescorpión	1	0,0002	0,001	

Cuadro 10. Valores de biomasa (g/m^2) de macroinvertebrados en bosque de 15 años.

Estadio	Nombre común	Individuos/muestreo	Peso/Prom (ind/g.)	Peso (g/m^2)
15 años	Lombriz	5	0,1148	2,41
	Perrito de Dios	2	0,1485	1,63
	Cucaracha	2	0,1211	1,33
	Termita	61	0,0022	0,72
	Chinche	5	0,0244	0,66
	Hormiga	21	0,0056	0,63
	Ciempíes	4	0,0246	0,59
	Grillo	2	0,0243	0,24
	Gorgojo	1	0,0448	0,22
	Araña	8	0,0047	0,20
	Blatodea	2	0,0033	0,04
	Estafilínido	1	0,0027	0,01
	Arqueognatos	1	0,0006	0,003

Cuadro 11. Valores de biomasa (g/m^2) de macroinvertebrados en bosque alto.

Estadio	Nombre común	Individuos/muestreo	Peso/Prom (ind/g.)	Peso (g/m^2)
Bosque alto	Cucaracha	9	0,1687	8,10
	Perrito de Dios	3	0,1458	2,33
	Coleóptera	6	0,0627	2,01
	Gorgojo	6	0,0347	1,11
	Chanchito	2	0,0222	0,24
	Chinche	3	0,0112	0,18
	Termita	8	0,0013	0,06
	Araña	17	0,0004	0,04
	Hormiga	12	0,0003	0,02
	Pseudoescorpión	2	0,0005	0,01
	Lombriz	1	0,0004	0,002
	Tysanuro	1	0,0003	0,002

4.3.1. Biomasa de macroinvertebrados según el bosque sucesional y estratos del suelo.

En el cuadro 12 y la figura 7 se presentan los resultados de biomasa de macroinvertebrados según el bosque sucesional y estratos del suelo, sobresaliendo el bosque sucesional de 2 años por presentar la mayor cantidad de biomasa de 60,65 g/m², seguido del bosque sucesional bosque alto con 14,17 g/m²; además del bosque sucesional de 7 años con 12,25 g/m² y el bosque sucesional de 15 años con 9,74 g/m², presentando el bosque sucesional de cero años el más bajo de biomasa con 1,35 g/m².

Además es importante resaltar que en los diferentes bosques sucesionales evaluados los mayores valores de biomasa de macroinvertebrados edáficos se encontraron en el estrato de hojarasca con un promedio de 9,09 g/m² y en el estrato de 0 a 10 cm de profundidad con 7,94 g/m².

Cuadro 12. Biomasa de macroinvertebrados según bosque sucesional y estratos del suelo.

Estado		Monolito	Estratos	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	Chinche asesino	P. de Dios	Escarabajo	Ciem pies	Coleóptera	Cigarra	Chanchito	Lombriz	Cucaracha	Gorgojo	Mantis	Grillo	Curuinsi	Acaro	Pseudoscorpión	Arqueognatos	Estafilínido	Anélida	Blattodea	Tysanuro	Total	
0 años	1 2 3	Hojarasca	0,01	0,13	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	
		0-10	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92
		10-20	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21
		20-30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Sub total	0,01	1,25	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35
	Promedio	0,01	0,42	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2 años	1 2 3	Hojarasca	0,87	5,37	0,00	0,77	0,11	0,74	15,03	6,07	0,00	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,14	
		0-10	0,00	2,98	4,47	0,26	0,00	0,00	3,76	6,07	0,000	0,00	0,00	5,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,10
		10-20	0,00	0,05	2,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,98	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,80
		20-30	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	1,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,71	
		Sub total	0,87	8,39	8,04	1,03	0,11	0,74	20,66	12,13	0,00	0,18	0,01	8,44	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,65
	Promedio	0,87	2,79	2,68	0,51	0,11	0,74	6,89	6,07	0,00	0,18	0,01	4,22	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
7 años	1 2 3	Hojarasca	0,87	1,29	0,02	1,35	0,15	0,00	3,57	0,19	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	8,67	
		0-10	0,25	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	1,43	0,00	0,000	0,00	0,14	0,30	0,54	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	2,87	
		10-20	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	
		20-30	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	
		Sub total	1,12	1,32	0,19	1,35	0,19	0,00	5,46	0,19	0,00	0,00	0,28	0,30	0,54	0,00	0,67	0,47	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	12,25	
	Promedio	0,56	0,66	0,07	1,35	0,09	0,00	1,36	0,19	0,00	0,00	0,09	0,30	0,54	0,00	0,67	0,24	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00			
15 años	1 2 3	Hojarasca	0,13	0,27	0,00	0,65	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	1,48	
		0-10	0,08	0,36	0,70	0,00	0,00	1,63	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	4,62	
		10-20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81	
		20-30	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81	
		Sub total	0,20	0,63	0,72	0,65	0,00	2,38	0,22	0,21	0,00	0,00	0,00	2,41	1,33	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	9,74	
	Promedio	0,10	0,31	0,36	0,65	0,00	1,19	0,22	0,11	0,00	0,00	0,00	1,21	1,33	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00			
Monte alto	1 2 3	Hojarasca	0,03	0,01	0,04	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,24	0,00	5,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,97	
		0-10	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	2,33	1,11	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	2,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	8,18	
		10-20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		20-30	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		Sub total	0,04	0,02	0,06	0,18	0,00	2,33	1,11	0,00	0,08	0,00	0,24	0,00	8,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	2,01	0,00	0,00	14,17	
	Promedio	0,02	0,00	0,03	0,18	0,00	2,33	1,11	0,00	0,04	0,00	0,24	0,00	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,000	0,00	2,01	0,00	0,00			

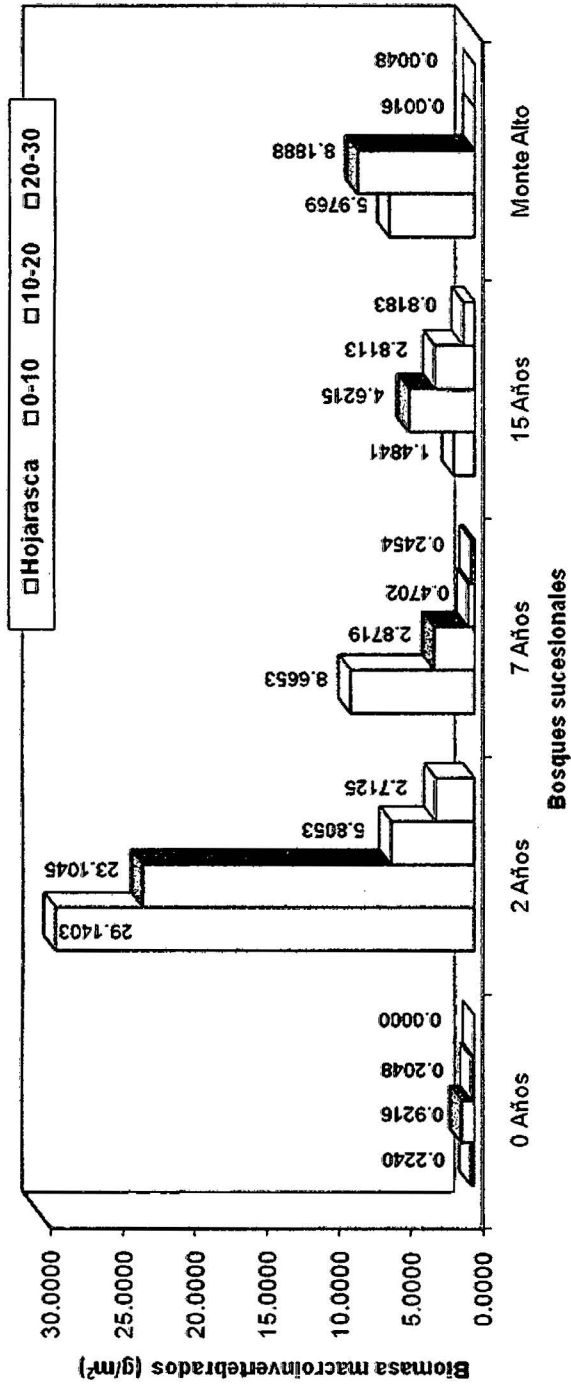


Figura 7. Biomasa de macroinvertebrados según el bosque sucesional y estratos del suelo g/m².

Índices ecológicos de macroinvertebrados edáficos.

En los cuadros 13, 14, 15, 16 y 17 se presenta los resultados de las determinaciones de los índices de diversidad ecológica.

En el cuadro 13 solamente existe una riqueza de tres familias de macroinvertebrados, con índices de Shannon 0,3. Índices de Simpson 0,84 y de equitatividad 0,06.

En el cuadro 14 bosque sucesional de 2 años se observa que existe una riqueza de 12 familias de macroinvertebrados con un índice de Shannon 1,2, índice de Simpson 0,36 y equidad de 0,05. Mientras que en el cuadro 15 bosque sucesional de 7 años existe la mayor riqueza 18 familias, con índice de Shannon 3,24 Simpson 0,27 y equidad 0,08.

En el cuadro 16 muestra la existencia de una riqueza de 13 especies con un índice de diversidad 2,81, índice de probabilidad es de 0,27 y de equitatividad de 0,10. Con respecto al cuadro 17 la riqueza es de 12 especies, el índice de diversidad es de 1,54, mientras que el índice de probabilidad es de 0,12, y la equitatividad es de 0,06.

Cuadro 13. Índice ecológico de macroinvertebrados en bosque de cero años.

Estadio	Monolito	Profundidad	Araña	Hormiga	Termita	Total
		cm				
Cero años	1 2 3	Hojarasca	16	53	32	101
		0-10	0	384	0	384
		10-20	0	85	0	85
		20-30	0	0	0	0
	n1	16	523	32	571	
	pi	0,03	0,92	0,06	0,999	
	Nº especies = S	3			3	
	I. Shannon = H	0,100	0,081	0,161	0,3	
	I. Simpson = I	0,001	0,838	0,003	0,84	
	Equitatividad = E	0,017	0,013	0,027	0,06	

Cuadro 14. Índice ecológico de macroinvertebrados en bosque de 2 años.

Estadio	Monolito	Profundidad	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	Chinche asesino	P.de Dios	Escarabajo	Ciem pies	Cigarra	Chanchito	Lombriz	Cucaracha	Total	
		cm														
2 años	1 2 3	Hojarasca	101,3	624	0	16	16	5	43	16	5	16	0	0	843	
		0-10	0	347	485	5	0	0	11	16	0	0	59	0	923	
		10-20	0	5	299	0	0	0	0	0	0	0	0	32	5	341
		20-30	0	0	91	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	96
	n1	101,3	976	875	21	16	5	59	32	0	16	91	5	2203		
	pi	0,046	0,442	0,396	0,010	0,007	0,002	0,027	0,014	0,002	0,007	0,041	0,002	1,000		
	N° especies = S													12		
	Índice Shannon= H	0,141	0,361	0,367	0,045	0,036	0,015	0,096	0,061	0,015	0,036	0,131	0,014	1,2		
	Índice Simpson = λ	0,0021	0,1954	0,1569	0,00009	0,0001	0,00001	0,0007	0,0002	0,00001	0,0001	0,0017	0,00001	0,36		
	Equitatividad = E	0,005	0,014	0,014	0,002	0,001	0,001	0,004	0,002	0,001	0,001	0,005	0,001	0,05		

Cuadro 15. Índice ecológico de macroinvertebrados en bosque de 7 años.

Estado	Monolito	Profundidad cm	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	Chinche asesino	Escarabajo	Ciempíes	Cigarra	Chanchito	Lombriz	Cucaracha	Mantis	Grillo	Curuinsi	Acaro	Pseudoescorpión	Estafilínido	Anélida	Total
7 años	1	Hojarasca	37,33	538,67	32	21,333	21,33	80	21,333	0	16	0	0	11	21,333	0	0	5	11	0	827
	2	0-10	11	11	0	0	5	32	0	11	21	5	5	0	5	0	0	0	5	5	116
	3	10-20	0	0	213	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	5	5	0	0	0	234
		20-30	0	0	32	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
		n1	48	549	277	21.3	26.7	122	21	10.7	42.3	5	5	11	26,3	5	5	5	16	5	1214
	Pi	0,039	0,4466	0,225	0,0173	0,022	0,099	0,0173	0,0087	0,0344	0,00407	0,00407	0,0089	0,0214	0,0041	0,0041	0,00407	0,013	0,00407	1,00	
	N° especies																				18
	I. Shannon	0,13	1,45	0,73	0,06	0,07	0,32	0,06	0,03	0,11	0,01	0,01	0,03	0,07	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	3,24	
	I. Simpson	0,002	0,199	0,051	0,0003	0,0005	0,010	0,0003	0,000	0,001	0,00002	0,00002	0,0001	0,0005	0,00002	0,00002	0,00002	0,0002	0,00002	0,27	
	Equitatividad	0,003	0,0362	0,018	0,0014	0,002	0,008	0,0014	0,0007	0,0028	0,00033	0,00033	0,0007	0,0017	0,0003	0,0003	0,00033	0,0011	0,00033	0,08	

Cuadro 16. Índice ecológico de macroinvertebrados en bosque de 15 años.

Estadio	Monolito	Profundidad cm	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	P. de Dios	Gorgojo	Ciem pies	Cucaracha	Grillo	Arqueognatos	Estafilínido	Lombriz	Blatodea	Total
15 años	1 2 3	Hojarasca	26,67	48	0	26,6667	0	5	0	0	5	5	0	0	11	127
		0-10	16	64	320	0	11	0	11	11	0	0	5	0	0	438
		10-20	0	0	0	0	5	0	13	0	0	0	0	16	0	34
		20-30	0	0	5,33	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	11
	n1	43	112	325	26,7	16	5	24	11	5	5	5	21	11	610	
pi	0,06	0,16	0,48	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	1,00		
Nº especies = S															13	
l. Shannon = H	0,18	0,46	1,34	0,11	0,07	0,02	0,10	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,09	0,05	2,81	
l. Simpson = λ	0,004	0,027	0,226	0,002	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,27	
Equitatividad = E	0,006	0,016	0,048	0,004	0,002	0,001	0,004	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,002	0,10	

Cuadro 17. Índice ecológico de macroinvertebrados en bosque alto.

Estadio	Monolito	Profundidad	Araña	Hormiga	Termita	Chinche	P.de Dios	Gorgojos	Coleóptera	Chanchito	Cucaracha	Pseudoescorpión	Lombriz	Tysanuro	Total
		cm													
Bosque alto	1 2 3	Hojarasca	74,667	37	32	16	0	0	37	11	32	11	0	5	256
		0-10	16	5	11	0	16	32	11	0	16	0	32	0	139
		10-20	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
		20-30	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	n1	91	64	42.7	16	16	32	48	11	48	11	32	5	416	
	pi	0,215	0,152	0,101	0,038	0,038	0,076	0,114	0,026	0,114	0,026	0,076	0,012	1,00	
	Nº especies = S													12,0	
	Índice Shannon= H	0,33	0,23	0,16	0,06	0,06	0,12	0,18	0,040	0,18	0,04	0,12	0,02	1,54	
	Índice Simpson = λ	0,05	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,001	0,01	0,00	0,01	0,00	0,12	
	Equitatividad = E	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,002	0,01	0,00	0,00	0,00	0,06	

V.DISCUSION

5.1. Composición de macroinvertebrados edáficos en grupos taxonómicos en cinco estadios sucesionales de bosques

Al identificar las muestras de macroinvertebrados en la sucesión sin vegetación de cero años (cuadro 1) se han encontrado tres especies pioneras como son: araña, hormiga y termita; siendo las hormigas con mayor número por metro cuadrado, este resultado se debe principalmente a que el área no tiene cobertura boscosa; por lo tanto existen pocas condiciones favorables para el desarrollo de otras especies, por la tumba y quema que se ha realizado en la superficie del suelo.

En el bosque de 2 años se observa la existencia de 12 especies diferentes, es decir el suelo está comenzando a recuperarse mediante el crecimiento de alguna cobertura arbórea principalmente especies agrícolas y frutales de aproximadamente 2 a 3 m de altura que brindan condiciones para un desarrollo de macroinvertebrados, se observa algunas especies que no estuvieron en la anterior secuencia, como por ejemplo la lombriz.

En el bosque de 7 años, existe una mayor diversidad de 18 especies diferentes, lo que indica que el suelo ha empezado a recuperarse notablemente y la cobertura vegetal es mayor, comienza el ciclaje de alimentos con la caída de la biomasa foliar, ramas, ramillas, hojas, flores y frutos, el sistema de reciclaje comienza a funcionar como un circuito cerrado (Cabudivo 2008), existen las condiciones de humedad, temperatura y alimentos para el desarrollo de los macroinvertebrados.

En los bosques de 15 años y bosque alto se tiene 13 y 12 especies diferentes; es decir, la diversidad de especies son similares. 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-Martín y Subías, 1995).

5.2. Biomasa y densidad poblacional de los macroinvertebrados edáficos por grupo taxonómico en cinco estadios sucesionales propuestos.

Los cuadros 2, 3, 4, 5 y 6 muestran que en el bosque de cero años existe (384 ind/m²), 2 años (923 ind/m²), 7 años (827 ind/m²), 15 años (438 ind/m²) y bosque alto (256 ind/m²) además se observa que existe un mayor porcentaje de carga de macroinvertebrados entre el estrato de 0 cm – 10 cm, seguido del estrato hojarasca, este resultado lo confirma (Decaens, et., al 1994) y menciona que estos estratos contienen mejores condiciones para la reproducción, porque han sido recolonizados. Además está relacionado con la biomasa g/m² y están dominados por Hymenoptera, Isóptera y Aránea, pues, estas poblaciones se concentraron mayormente en la parte superior del suelo, en los primeros estratos. Se observó además, un efecto espectacular a corto plazo (cero años-6 meses) sobre los macroinvertebrados; la densidad y la riqueza taxonómica de las comunidades de macroinvertebrados fueron muy bajas, después de haber sido quemadas para hacer chacras (Cabudivo y Quintana, 2008).

Los valores de biomasa registrados demuestran que al iniciarse el repoblamiento de macroinvertebrados del suelo, las especies pioneras que más sobresalen son las hormigas y termitas, cuyas características funcionales las agrupan entre las transformadoras más sobresalientes. (Sánchez 2010).

En el bosque de 2 años el mayor peso de biomasa se ha determinado en el escarabajo con $20,78 \text{ g/m}^2$, ciempiés con $12,13 \text{ g/m}^2$, lombriz $8,47 \text{ g/m}^2$, hormiga con $8,39 \text{ g/m}^2$ y la termita con $8,05 \text{ g/m}^2$. Existiendo una combinación entre especies con características funcionales de descomponedoras seguidas de los transformadores. Estas mismas condiciones ocurren en el bosque sucesional de 7 y 15 años. (Sánchez, 2010).

Mientras que en el bosque alto el mayor peso de biomasa se ha encontrado en la cucaracha con $8,10 \text{ g/m}^2$, por ser cosmopolitas en materia orgánica en descomposición, seguido de perrito de dios con $2,33 \text{ g/m}^2$ y coleóptera con $2,01 \text{ g/m}^2$ considerados los ingenieros del suelo porque modifican la estructura del suelo, modulan y afectan el ambiente para otros organismos (Sánchez 2010).

En el cuadro 12 y la figura 7 se presentan los resultados de biomasa de macroinvertebrados según el bosque sucesional y estratos del suelo, sobresaliendo el bosque sucesional de 2 años por presentar la mayor cantidad de biomasa de $60,65 \text{ g/m}^2$, seguido del bosque sucesional bosque alto con $14,17 \text{ g/m}^2$; además del bosque sucesional de 7 años con $12,25 \text{ g/m}^2$ y el bosque sucesional de 15 años con $9,74 \text{ g/m}^2$; presentando el bosque sucesional de cero años el más bajo de biomasa con $1,35 \text{ g/m}^2$. Esto se debe a la presencia de escarabajos, ciempiés, lombriz, hormigas y termitas combinación de dos características funcionales, transformadores y descomponedores.

Además es importante resaltar que en los diferentes bosques sucesionales evaluados los mayores valores de biomasa de macroinvertebrados edáficos se encontraron en el estrato de hojarasca con un promedio de $9,09 \text{ g/m}^2$ y en el estrato de 0 a 10 cm de profundidad con $7,94 \text{ g/m}^2$.

5.3. Índices ecológicos de macroinvertebrados edáficos

En los cinco bosques muestreados se encontraron un total de 5014 individuos agrupados en 33 especies, siendo la de mayor cantidad de individuos *Componotus vagus*, formicidae (2224 ind/m²) seguido de *Incisitermes snyderi* Rhinotemitidae (1551 ind/m²). La mayor riqueza específica (S) presente, se observa en el bosque de 7 años con 18 especies, seguido por el bosque de 15 años con 13 especies. De igual forma al comparar los valores de los índices de Simpson (λ) de los bosques de 7 y 15 años, se observa que el valor de (λ) es 0,27 esto indica la probabilidad de que 2 individuos pertenezcan a la misma especie, ya que tienen el mismo valor para ambos tipos de bosques. Similarmente, si comparamos los valores de (λ) de los bosques de 2 años con 0,36 y bosque alto con 0,12 la probabilidad de de que 2 individuos pertenezcan a la misma especie, lleva ventaja el bosque de dos años. Los valores del índice de Shannon – Wiener (H') para el bosque de cero años muestran el caso inverso de (λ). Es mayor para el bosque de 7 años, (3,24) y menor para el bosque de 15 años, (2,81). Este índice es indicativo de la equidad de la comunidad muestreada. Es decir, una comunidad es más equitativa si el número de individuos presentes es el mismo para cada especie.

V. CONCLUSIONES

1. Las especies representativas de macroinvertebrados edáficos encontrados en el bosque sucesional de cero años como el *Componotus vagus* "hormiga" y el *Incisitermes snyderi* "termita"; en el bosque de 2 años *C. vagus* "hormiga" y *Metepeira galathea* "araña", en el bosque de 7 años *C. vagus* "hormiga" y *Diloboderus abderus* "escarabajo"; bosque de 15 años la *Formica rufa* "hormiga", *Phyrchocoris apterus* "chinche" y *metepeira g.* "araña"; bosque alto la *Nuctenea umbratica* "araña"; *C. vagus* "hormiga", y *Bembidion* sp. "coleóptera".
2. La densidad poblacional de macroinvertebrados edáficos del bosque sucesional de cero años fue de 571 ind/m², en el bosque de 2 años fue de 2203 ind/m²; en el bosque de 7 años fue 1214 ind/m², en el bosque de 15 años fue 610 ind/m² y en bosque alto de 416 ind/m².
3. La biomasa de macroinvertebrados edáficos en el bosque sucesional de cero años fue de 1,35 g/m², bosque de 2 años de 60,65 g/m²; bosque de 7 años 12,25 g/m², bosque de 15 años 9,74 g/m² y en bosque alto fue de 14,17 g/m².
4. Existió mayor concentración de población de macroinvertebrados en el nivel de hojarasca y en el estrato de 0 cm - 10 cm.
5. Los índices ecológicos de Shannon, Simpson y Equitatividad de macroinvertebrados edáficos de los bosques sucesionales de cero años fue de 0,3; 0,84 y 0,06, bosque de 2 años de 1,2; 0,36 y 0,05; bosque de 7 años de 3,24; 0,27 y 0,08; bosque de 15 años fue de 2,81; 0,27 y 0,10 y en bosque alto fue 1,54; 0,12; y 0,06; respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar análisis de caracterización físico-química de suelos para conocer el hábitat de preferencia de los macroinvertebrados que habitan los diferentes bosques sucesionales.
2. No utilizar el método de roza tumba y quema para apertura de chacras por que se elimina toda la población de macroinvertebrados edáficos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ALVITRES, A.** 2004. Métodos de investigación científica. Universidad Nacional de Trujillo. Apuntes de clases. Escuela de Post Grado. Trujillo. 280 p.
- BARROS, E.** 1999. Effet de la Macrofaune Sur la Structure et les Processus Physiques du Sol de Paturages Degradés D'Amazonie. Thèse de Doctorat de L'Université Paris 6. France. 127 p.
- BARROS, E.; NEVES, A.; FERNANDES, E.C.M.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P.** 2000. Soil macrofauna community of Amazonian Agroforestry Systems. Agroforestry Systems (no publicado).
- BENCKISER, G.** 1997. General Introduction. Pp. 1-6, *in* Benckiser, G. (ed.): Fauna in Soil Ecosystems Recycling Processes, Nutrient Fluxes and Agricultural Production.
- CABUDIVO, C.** 2008. Cuatro periodos de acumulación de biomasa foliar en dos especies forestales de tres edades de plantación y su efecto en la tasa de descomposición Pto. Almendra-Loreto. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Agronomía. Tesis Ingeniero Agrónomo. Iquitos. 63 p.
- CABUDIVO, A. y QUINTANA, S.** 2009. Caracterización del comportamiento inicial de la revegetación del suelo aplicando el sistema agroforestal simultáneo multiestrato en Puerto Almendra-Loreto. Artículo Científico. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Investigación Forestal y Fauna. Iquitos. 18 p.
- CALDERON, M. y CASTILLO, A.** 1981. Evaluación y lineamientos de suelos y bosques para el desarrollo agrario del área de la influencia de la carretera Iquitos – Nauta. Ministerio de Agricultura. Iquitos – Perú. 20 p.

- CARDENAS, L.** 1986. Estudio ecológico y diagnóstico silvicultural de un bosque de terraza media en la llanura aluvial del río Nanay. Turrialva – Costa Rica. 133p.
- COLLAZOS, H.** 2004. Estadística Aplicada. Notas de lectura. Escuela de Postgrado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos-Perú. 226 p.
- COLLINS, N. M.** 1980. The distribution of soil macrofauna on the west ridge of Gunung (Mount) Mulu, Sarawak. *Oecologia* 44: 263-275.
- DECAENS, T.; LAVELLE, P.; JIMENEZ-JAEN, J.J; ESCOBAR, G. and RIPPSTEIN, G.** 1994. Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos Colombia. *Eur. J. Soil Biol.* 30(4):157-168.
- DE CANALES, F., E. ALVARADO y E. PINEDA.** 1989. Metodología de la investigación manual para el desarrollo de personal de salud. 2da. Reimpresión. OMS-OPS. 327 p.
- DONALD A, L. JACOBS y A. RAZAVIEH.** 1985. Tratado metodología y diseño de investigación científica. México. 61-93.
- FEIJOO, M. A. y KNAPP, B. E.** 1998. El papel de los macroinvertebrados como indicadores de fertilidad y perturbación de suelos de laderas. *Suelos Ecuatoriales*, Vol. 28: 254-259.
- FEIJOO, M. A; KNAPP, B. E; LAVELLE, P. & MORENO, A. G.** 1998. Quantifying soil macrofauna in a Colombian watershed. In: 6th International Symposium on earthworm Ecology, Vigo 31 august – 4 september.
- FERWERDA, W.** 1987. The influence of potato cultivation on the natural bunchgrass paramo in the Colombian Cordillera Oriental. Internal Report No. 220. Hugo de Vries Laboratory. Department of Palynology and Ecology. University of Amsterdam. Amsterdam.

- FITTKAU, E.J. & KLINGE, H.** 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest. En: *Biotropica*, 5(1):2-14. ICRAF (International Center for Research in Agroforestry), *Annual Report*. 1996. Nairobi, Kenya. 39-69.
- 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
- HOUSE G.J. Y PARMELEE, R.W.** 1985. Comparison of soil arthropods and earthworms from conventionald and no-tillage agroecosistemas. *Soil.Till. Res* 5:351-360.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES.** 1995. Mapa ecológico del Perú; guía explicativa; Ministerio de Agricultura. Lima-Perú.227 p.
- JAIMES, V. y L. SARMIENTO.** 2002. Regeneración de la vegetación de páramo después de un disturbio agrícola en la Cordillera Oriental de Colombia. *Ecotropicos* 15(1): 61-74.
- 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.
- LAVELLE, P.; MAURY, M. E.; SERRANO. V.** 1981. Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la región de Laguna Verde, Veracruz. Época de lluvias. México: Inst. Ecol. Publ. 6 75 - 105.

- LAVELLE, P. AND KOHLMANN, B.** 1984. Étude quantitative de la macrofauna du sol dans une forêt tropicale humide du Mexique (Bonampak, Chiapas). *Pedobiología* 27: 377-393.
- LAVELLE, P. AND PASHANASI, B.** 1989. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). *Pedobiología* 33: 283 - 291.
- LAVELLE, P., M. LEPAGE and Y. CAMBEFORT.** 1993. Soil Macrofauna. Pp. 44 – 46, *In:* Ingram y Anderson (eds): Tropical Soil Biology and Fertility. A Handbook of Methods. CAB international.
- LLAMBI, L.D. y L. SARMIENTO.** 1998. Biomasa microbiana y otros parámetros edáficos en una sucesión secundaria de los páramos venezolanos. *Ecotropicos* 11(1):1-14
- LUIZÃO, F. J.** 1995. Ecological studies in contrasting forest types in Central Amazonia. Ph. D. Thesis. University of Stirling, UK.: 288 p
- MAGURRAN, A.** 1989. La diversidad ecológica y su medición. Vedra, Barcelona.
- MORALES, J. ; SARMIENTO, L.** 2002. Dinámica de los macroinvertebrados edáficos y su relación con la vegetación en una sucesión secundaria en el paramo Venezolano. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. *ecotropicos* 15(1):99-110
- OLIVEIRA, E. P.** 1983. Colêmbolos (Insecta: Collembola) epigêicos como indicadores ecológicos de ambientes florestais. Dissertação de Mestrado. Manaus, AM. INPA/FUA. 105 p.
- OLIVEIRA, E.P.; FRANKLIN, E.** 1993. Efeito do fogo sobre a mesofauna do solo. Recolonização de áreas queimadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28 (3):357-369.

- PAQUIN, P and D. CODERRE.** 1997. Changes in soil macroarthropod communities in relation to forest maturation through three successional stages in the Canadian boreal forest. *Oecología* 112: 104-111
- 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.** 2001. Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la *Amazonía Peruana*. *Folia Amazónica* .12 (1-2).
- QUINTANA, S.** 2006. Influencia de los nutrientes de biomasa foliar en las propiedades químicas del suelo en plantaciones forestales. Puerto Almendra-Loreto- Perú. Escuela de Post Grado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencias. Iquitos. 68 p.
- REDDY, M.V Y GOUD, A. N.** 1987. Impacto of inorganic fertilizers on the earthworm population density of wetland rice (*oriza sativa*). *Agroecosystems*. Proc Nat Ecotoxic. 154-158.
- ROSS, S.M.; LUIZÃO, F.J.; LUIZÃO, R.C.C.** 1992. Soil conditions and soil biology in different habitats across a forest-savanna boundary on Maracá Island, Roraima, Brazil. *En: FURLEY, P.A.; PROCTOR, J; RATTER, J.A.* (ed.). *Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. London: Chapman & Hall. p: 145-170.
- 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.

SANCHEZ, C. 2010. Macroinvertebrados del suelo. En Seminario: Interpretación del análisis químico foliar y suelos del Arboretum "El Huayo". Marzo 2010. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos Perú.

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

SÁNCHEZ, C., S. TAPIA y L. ALVIS. 2010. Densidad poblacional de comunidades de macroinvertebrados del suelo en 4 tipos de vegetación (plantación de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke "Tornillo", de *Simarouba amara* Aubl "Marupa", bosque secundario enriquecido y bosque natural) en CIEFOR-Pto. Almendra. www.unapiquitos.edu.pe

SARMIENTO, L., J.K. SMITH y M. MONASTERIO. 2002. Balancing Conservation of Biodiversity and Economical Profit in the Agriculture of the High Venezuelan Andes: Are Fallow Systems an Alternative?. Pp. 285-295, *in* Korner, Ch. y E.M. Spehn (eds): Mountain Biodiversity- A global assessment. Parthenon Publisher.

SARMIENTO, L., L.D. LLAMBI, A. ESCALONA y N. MARQUEZ. 2003. Vegetation patterns, regeneration rates and divergence in an old-field succession in the high tropical Andes. *Plant Ecology* 166: 63-74.

SIEMANN, E., J. HAARSTAD and D. TILMAN.1999. Dynamics of plant and arthropod diversity during old field succession. *Ecography* 22:406-414.

- SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M.** 1979. Decomposition in terrestrial Ecosystems. *In: Studies in Ecology*. N° 5. Berkeley: University of California. Press.
- TAPIA-CORAL, S.C.; F. LUIZÃO,; E. WANDELLI.** 1999. Macrofauna da liteira sistemas agroflorestais sobre pastagens abandonadas na Amazônia central. *Acta Amazônica* 29 (3): 477-495.
- 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. 165p.
- VOLHLAND, K. and G. SCHROTH.** 1999. Distribution patterns of the litter macrofauna in agroforestry and monoculture plantations in Central Amazonia as affected by plant species and management. *Applied Soil Ecology*, (13): 57-68.
- 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*.

ANEXO

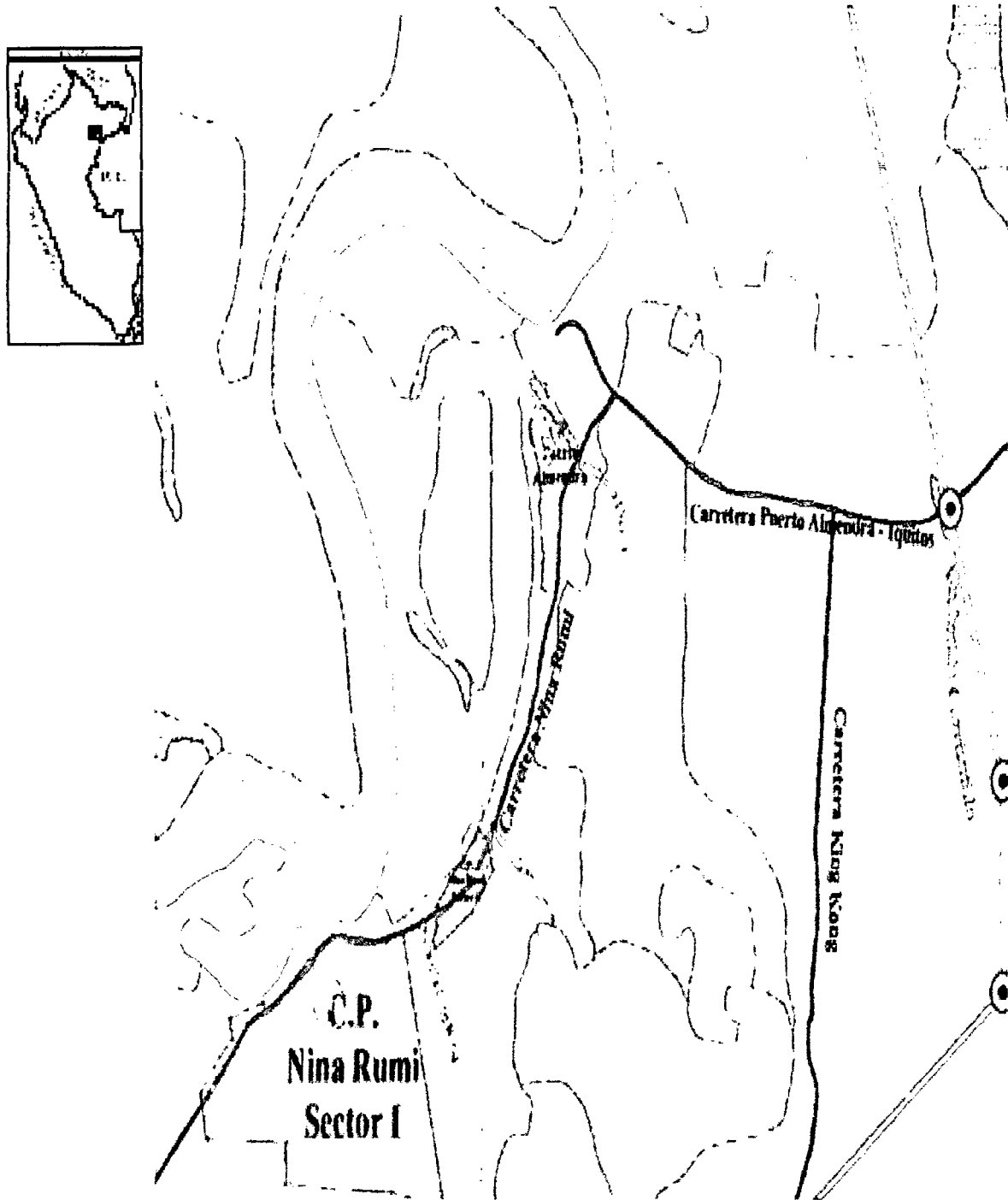


Figura 8. Mapa de ubicación del área experimental - CIEFOR

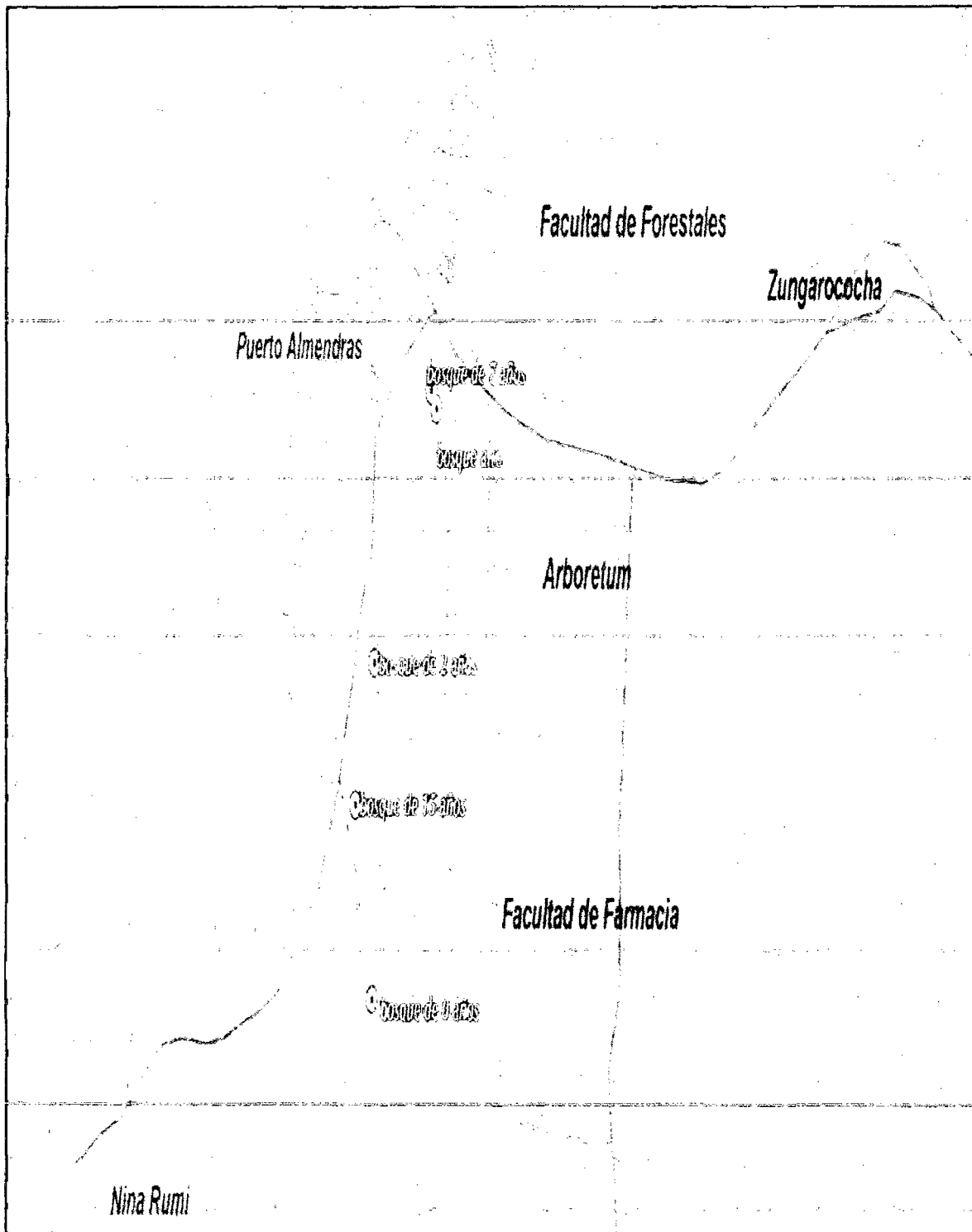


Figura 9. Mapa de ubicación de los diferentes bosques muestreados.

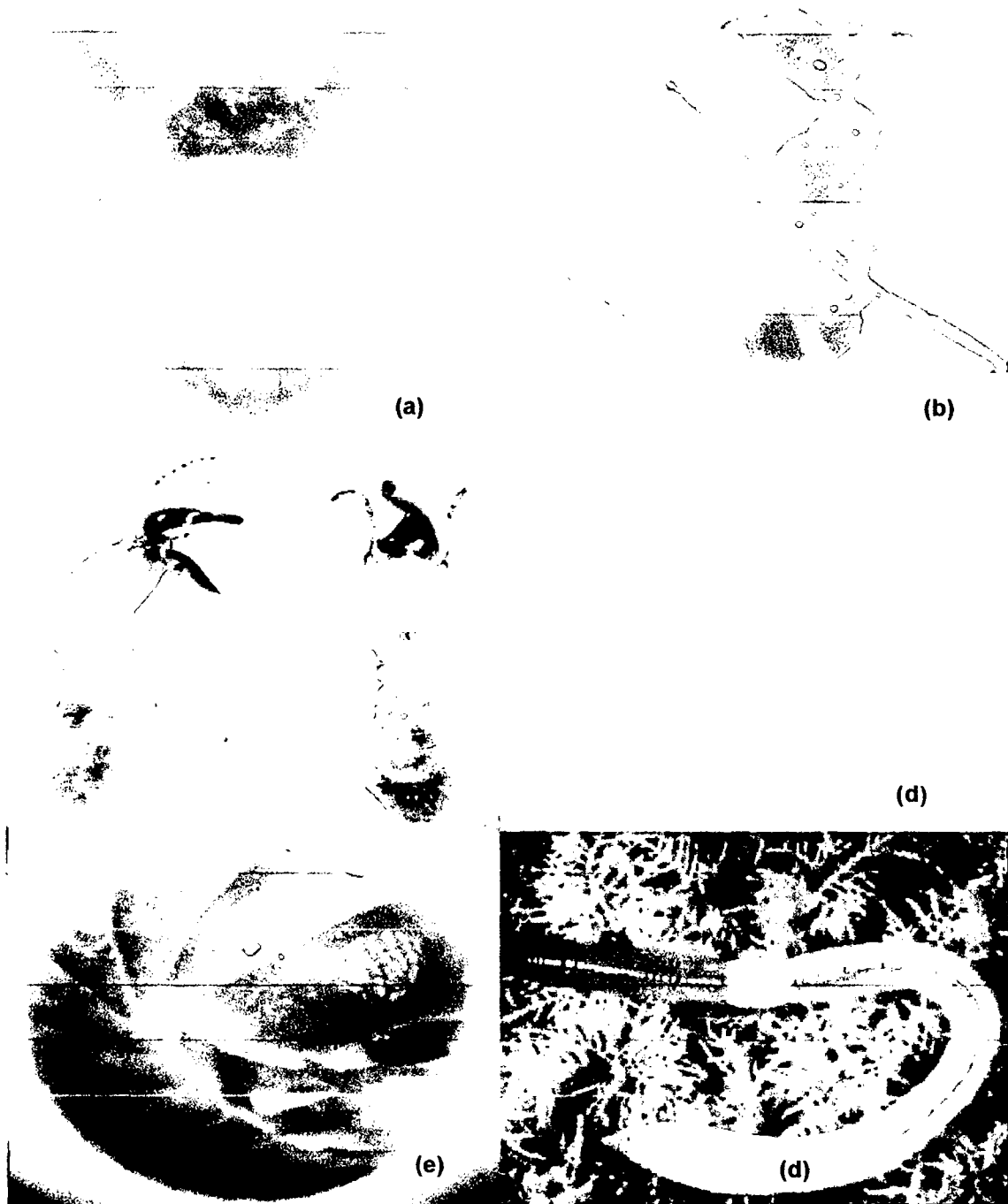


Figura 10. Algunas especies de macroinvertebrados identificados en los diferentes bosques. (a) Araña (Aranea), (b) hormiga (Hymenoptera), (c) termita (Isoptera), (d) ciempiés (Miríápodo), (e) chanchito de humedad (Isópodo), (f) lombriz (Opisthoro).

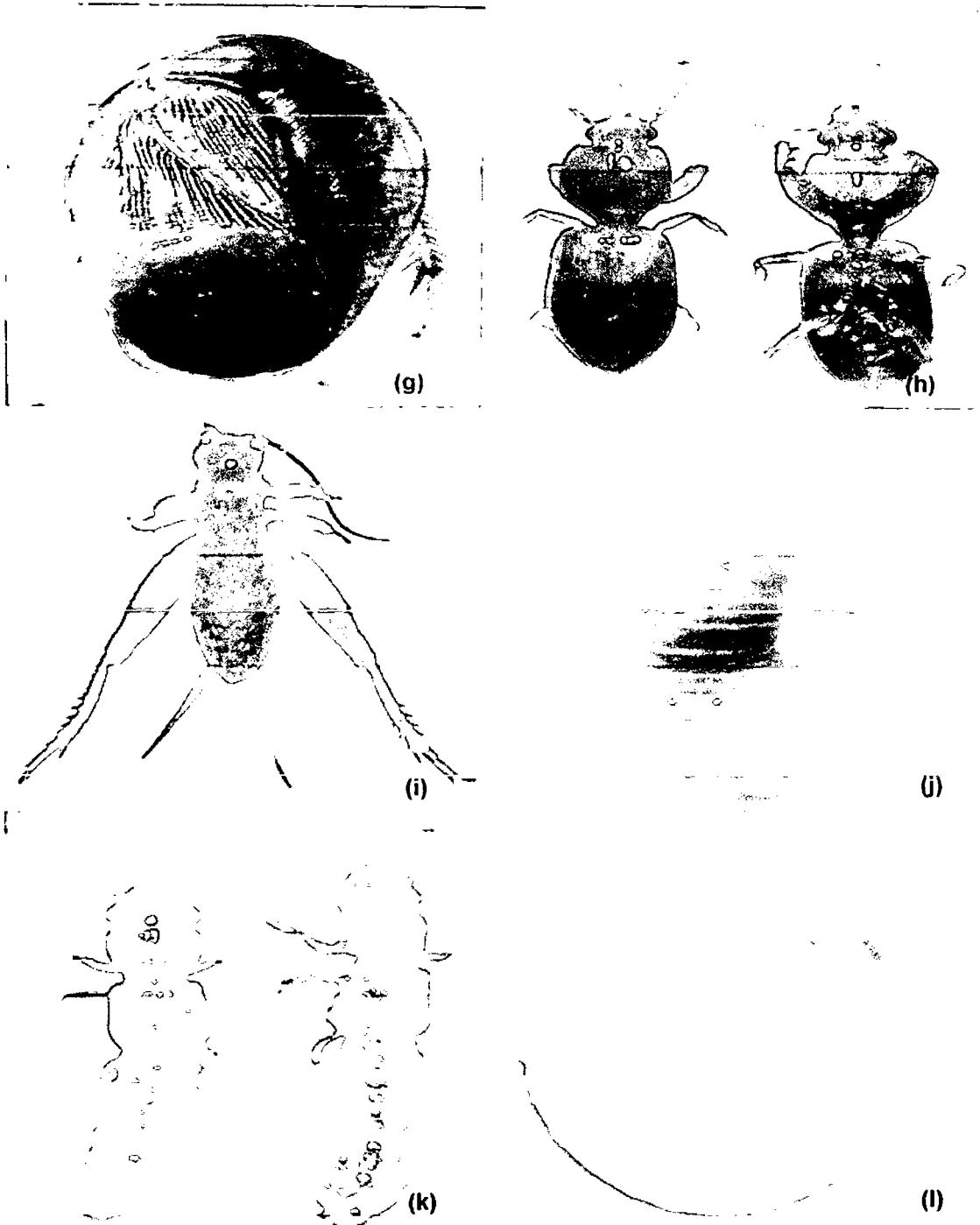


Figura 11. (g) Cucaracha (Blatodea), (h) Escarabajo (Coleóptera), (i) Grillo (Oythoptera), (j) Seudoescorpion (Pseudoescorpión), (k) Staphylinide (Coleóptera), (l) Anélida (Plestoporos prosotecas).

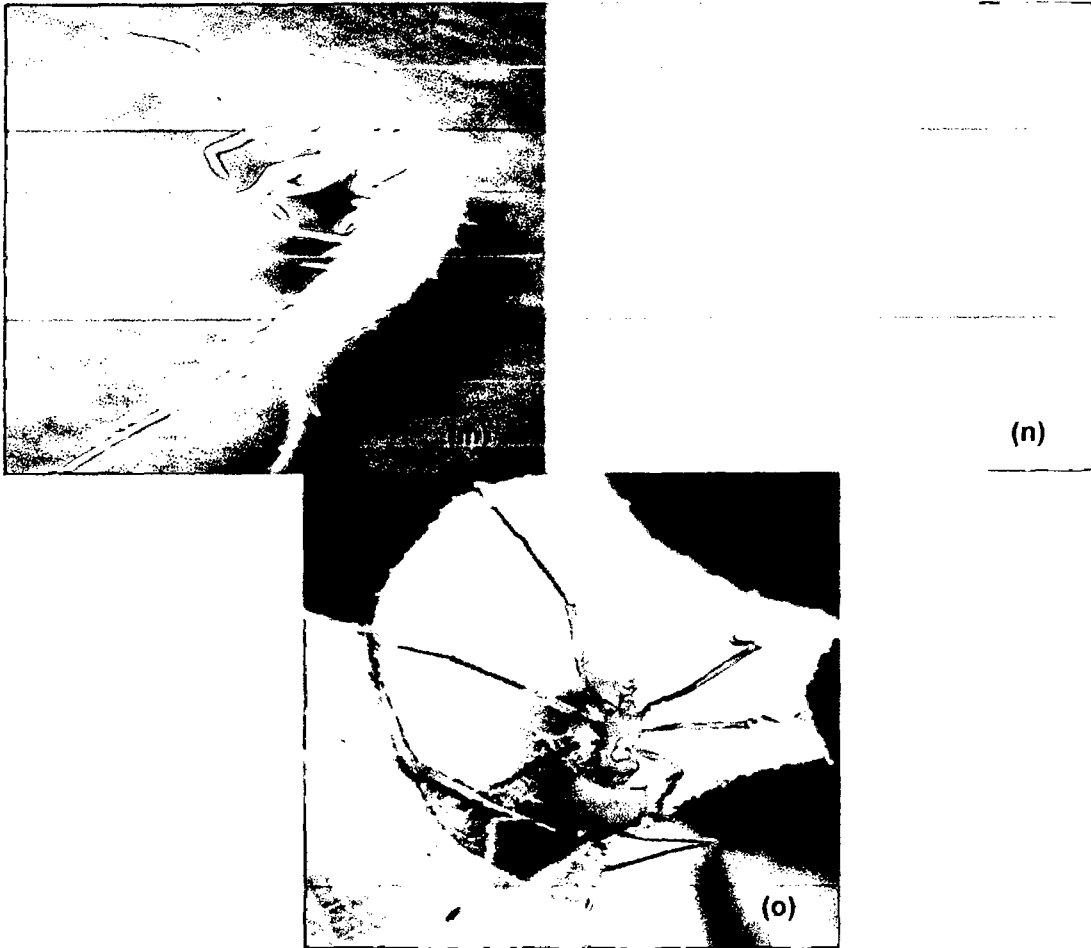


Figura 12. (m) Tysanura (Tysanura), (n) Ácaros (Acarí), (o) Curuinsi (Hymenoptera)



Figura 13. Trabajo de campo en los diferentes bosques. (1) Bosque alto, (2) bosque de 15 años.



Figura 14. (3) Bosque sin cobertura boscosa, (4) bosque de 7 años, (5) materiales para muestreo, (6) vegetación agroforestal de 2 años.

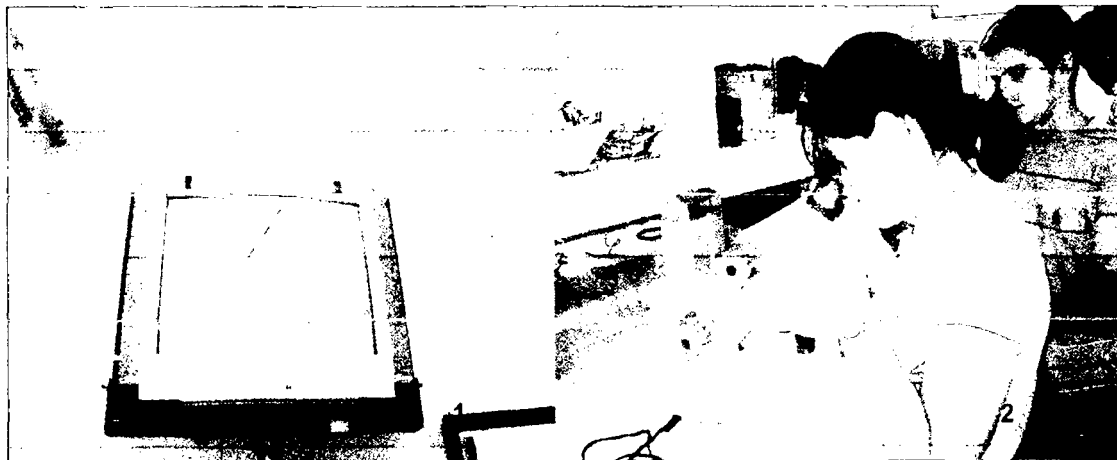


Figura 15. Trabajo en laboratorio, (1) Proyección de macroinvertebrados, (2) identificando macroinvertebrados.