

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS
RECURSOS NATURALES RENOVABLES



EFFECTO DE LA TALA Y QUEMA EN LOS MACROINVERTEBRADOS DEL
SUELO EN EL SECTOR SUPTTE SAN JORGE – TINGO MARÍA, PERÚ

Tesis

Para optar al título de

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

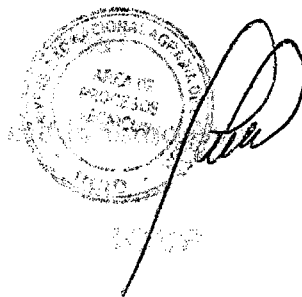
MENCION FORESTALES

GEMA REÁTEGUI LÓPEZ

PROMOCIÓN 2011

Tingo María – Perú

2013



P33

R31

Reátegui López, Gema

Efecto de la Tala y Quema en los Macroinvertebrados del Suelo en el Sector Supte San Jorge – Tingo María. Perú, 2013

47 páginas; 20 cuadros; 19 fgrs.; 29 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables

1. SUELO 2. MACROFAUNA 3. QUEMA DEL BOSQUE
4. DEFORESTACION 5. BIOMASA 6. TALA DEL BOSQUE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María - Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 21 de noviembre del 2013, a horas 7:10 p.m. en la Sala de Grados de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para calificar la Tesis titulada:

“EFECTO DE LA TALA Y QUEMA EN LOS MACROINVERTEBRADOS DEL SUELO EN EL SECTOR SUPTTE SAN JORGE – TINGO MARÍA, PERÚ”

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

En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 12 de diciembre del 2013.


Bnga. MARIELA MORILLO ALVA
PRESIDENTE




Ing. JAIME TORRES GARCÍA
VOCAL


Ing. M.Sc. LADISLAO RUIZ RENGIFO
VOCAL


Ing. M.Sc. JOSÉ LUIS GIL BACINO
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme fortaleza para seguir adelante como ser humano.

A mí querida madre: Carlota López Caballero, por brindarme siempre su apoyo incondicional y sobre todo su comprensión que hicieron posible culminar mis estudios.

A mí querida hermana: Zadith Reátegui López, quien me brindó mucho afecto, sabios consejos, apoyo moral y económico durante toda mi etapa de formación.

A mis hijas: Kyara y Nikolle, las que me dieron la fuerza y ganas de seguir luchando y nunca rendirme que son el motor y motivo de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por brindarme la oportunidad de realizarme como profesional.

A la Facultad de Recursos Naturales Renovables, trabajadores y profesores, por su apoyo durante toda mi formación académica.

A mi asesor del presente trabajo de investigación, Blgo M. Sc. Edilberto Chuquilín Bustamante, por su apoyo durante la elaboración y culminación de la investigación.

A mis miembros del jurado calificador: Blga. Mariela Morillo Alva, Ing. M. Sc. Ladislao Ruíz Rengifo, Ing. Jaime Torres García e Ing. Raúl Araujo Torres.

Al Blgo. M. Sc. José Luis Gil Bacilio por su apoyo en la identificación de especies.

Al Ing. Lucio Manrique de Lara Suarez por brindarme facilidades en su predio.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Suelo	3
2.1.1. Materia orgánica del suelo	3
2.2. Macrofauna del suelo	4
2.2.1. Patrones de distribución de la macrofauna edáfica mundial	4
2.3. Indicadores de fauna y monitoreo biológico de la calidad del suelo.....	5
2.4. Indicadores de medición de la fauna artrópoda del suelo.....	8
2.4.1. Riqueza de especies.....	8
2.4.2. Abundancia	8
2.4.3. Diversidad biológica	9
2.4.4. Biomasa	12
2.5. Deforestación	13
2.6. Tala y quema de bosque	14

2.6.1. Tala del bosque.....	15
2.6.2. Quema del bosque.....	16
2.7. Antecedentes de estudios	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Lugar de ejecución	22
3.1.1. Ubicación	22
3.1.2. Antecedentes del área evaluada.....	23
3.2. Materiales y equipos.....	24
3.3. Metodología.....	24
3.3.1. Diseño de investigación	24
3.3.2. Técnicas de recolección de datos.....	25
3.3.3. Variables evaluadas.....	28
3.3.4. Análisis de datos	28
IV. RESULTADOS.....	33
4.1. Efecto de la tala en la biodiversidad y densidad de la macrofauna del suelo	33
4.1.1. Diversidad de macrofauna en suelos después del talado	33
4.1.2. Grupos taxonómicos de macrofauna encontrados en un bosque y purma talado.....	34

4.1.3. Densidad de macrofauna encontrados en suelos de un bosque remanente y purma talado.....	38
4.2. Influencia de la actividad de quema en la biodiversidad y densidad de la macrofauna edáfica.....	41
4.2.1. Diversidad de macrofauna en suelos de una purma después de talado y quemado.....	41
4.2.2. Grupo taxonómico de macrofauna en suelos de una purma después de talado y quemado.....	42
4.2.3. Densidad de macrofauna en suelos de una purma después de talado y quemado.....	43
V. DISCUSIÓN.....	45
5.1. Efecto de la tala en la biodiversidad y densidad de la macrofauna del suelo.....	45
5.2. Influencia de la actividad de quema en la biodiversidad y densidad de la macrofauna edáfica.....	46
VI. CONCLUSIONES.....	48
VII. RECOMENDACIONES.....	49
VIII. ABSTRACT.....	50
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXO.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Medición de la diversidad a diferentes escalas espaciales.....	10
2. Índices de diversidad en suelos de bosque remanente y purma talado.....	33
3. Datos registrados en el bosque remanente.....	34
4. Datos registrados en la purma talado (15 días).....	35
5. Datos registrados en la purma talado (111 días).....	36
6. Análisis de varianza de los grupos taxonómicos de macrofauna en suelos a diferentes profundidades.....	37
7. Análisis de varianza de la densidad de macrofauna en suelos a diferentes profundidades.....	39
8. Comparación de la densidad de macrofauna en un bosque remanente y una purma.....	40
9. Datos registrados en la purma talado y quemado.....	41
10. Índices de diversidad en suelos de una purma talado y quemado.....	42
11. Prueba t para la densidad de la macrofauna en una purma antes y después de la quema.....	43
12. Parámetros climáticos del año 2012.....	58
13. Parámetros climáticos del año 2013.....	58

14.	Número de individuos en la categoría brinjal.	59
15.	Número de individuos de la categoría latizal bajo.	60
16.	Número de individuos de la categoría latizal alto.	61
17.	Número de individuos de la categoría fustal.	62
18.	Número de individuos en la categoría árbol maduro.	63
19.	Palmeras registradas.	64
20.	Helechos registrados.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Comportamiento de la temperatura y precipitación promedio en el lugar de estudio.....	23
2. Esquema de evaluación de las prácticas de manejo del suelo.	26
3. Programa de muestreo.	27
4. Grupos taxonómicos en un bosque remanente y una purma talado.	37
5. Grupos taxonómicos de macrofauna en dos profundidades de suelo.	38
6. Densidad de macrofauna en dos profundidades de suelo.	39
7. Densidad de macrofauna en un bosque remanente y una purma.	40
8. Grupos taxonómicos en suelos de una purma talado y quemado.	42
9. Densidad de macrofauna del suelo antes y después de la quema.	44
10. Densidad de la macrofauna del suelo antes y después de la quema.	44
11. Ubicación y delimitación del área de trabajo.	66
12. Extracción de monolitos de suelo antes de la tala.	66
13. Tala de árboles y arbustos del área de trabajo.	67

14.	Extracción de monolitos de suelo después de la tala.....	67
15.	Quema de la parcela de trabajo.....	68
16.	Extracción de monolitos de suelo después de la quema.	68
17.	Individuos de macrofauna colectados.....	69
18.	Identificación de macrofauna en laboratorio.	69
19.	Plano de ubicación y delimitación de la parcela.....	70

RESUMEN

Con la finalidad de determinar el efecto de la tala y quema sobre la macrofauna edáfica en Tingo María, Perú; se realizó la investigación en el Fundo Carlos Maby a 792 msnm, ubicado en el centro poblado Supte San Jorge, distrito de Rupa Rupa y región Huánuco. Se evaluó un bosque remanente y una purma de 20 años. En la purma se realizó la tala y quema para luego evaluar la macrofauna siguiendo el método recomendado por el Programa Tropical Soil Biology And Fertility – TSBF. Se encontró que la diversidad fue variable; los grupos taxonómicos fue superior (13) en el bosque remanente, seguido de la purma recién talado (7) y la misma área después de un periodo de 15 días ascendió (8). La densidad fue superior (627.2 ind.m^{-2}) en el bosque remanente, seguido de la purma recién talado (336 ind.m^{-2}) y después de un periodo de 15 días (294.4 ind.m^{-2}). Respecto a la quema, hubo mayores valores en el índice de Shannon-Wiener y la equidad en los suelos de la purma después de la quema, mientras que el valor de Simpson se incrementó en la purma talado 15 días; los grupos taxonómicos y la densidad disminuyeron con la actividad de la quema, mostrándose mayores pérdidas en la profundidad de 0 – 10 cm del suelo.

I. INTRODUCCIÓN

En el trópico, los macroorganismos del suelo desempeñan un papel clave en los procesos que determinan la fertilidad del suelo, ya que regulan la disponibilidad de nutrientes asimilables para las plantas y la estructura del suelo; por lo tanto, la diversidad y la abundancia de las comunidades de macro – invertebrados y la importancia relativa de los grupos de organismos de mayor interés pueden ser utilizadas como indicadores de la calidad del suelo.

A su vez es importante reconocer que su acción afecta notablemente la rugosidad de la superficie, la porosidad, la agregación del suelo y tiene efectos en las propiedades hidráulicas del suelo.

Por lo expuesto, es importante resaltar que este recurso es altamente sensible al impacto de las actividades humanas; por tanto, los sistemas de producción agrícola sostenibles deben considerar como objetivo esencial la conservación de la abundancia y la diversidad de la macrofauna.

Una de las principales prácticas de manejo del suelo para la instalación de nueva flora son la tala y quema de un área. La tala viene a ser definida como la actividad lícita o no que tiene como fin obtener recursos de flora. La quema es considerado como una actividad para eliminar los restos vegetales con fines agrícolas, la cual repercute en la alteración de la diversidad

de la macrofauna en el sistema suelo, por efecto de la elevada temperatura y la alteración de las condiciones favorables de los mismos.

Mediante la investigación se pretende fortalecer los conocimientos acerca de los impactos que ocasiona la actividad de la tala y quema, con la cual se busca mejorar las labores de preparación del terreno minimizando los impactos sobre la diversidad de microorganismos.

En este contexto, resulta de suma importancia conocer los efectos que causan la tala y quema en un terreno sobre la macrofauna del suelo, por la cual se plantearon los objetivos:

1.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de la tala y quema sobre la macrofauna edáfica en Tingo María, Perú.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la tala en la biodiversidad y densidad de la macrofauna del suelo.
- Determinar la influencia de la actividad de quema en la biodiversidad y densidad de la macrofauna edáfica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Suelo

FOTH (1990) manifiesta que deriva del latín *solum* que significa piso o superficie de la tierra. La gran diversidad de suelos que existe en el mundo dificulta dar una definición más precisa. Es aquel en que se le considera como medio para el desarrollo de las plantas.

PLASTER (2000) cita que está formado por partículas sólidas. Entre esas partículas sólidas hay espacios porosos que contienen gases y/o agua. Esta combinación de partículas sólidas y espacios porosos se llama matriz del suelo, un sistema de tres fases de sólido, líquido y gas. Los expertos en suelo consideran que el suelo ideal está formado por un 50% de material sólido (45% de partículas minerales y un 5% de materia orgánica), un 25% de agua y un 25% de aire.

2.1.1. Materia orgánica del suelo

MILIARIUM (2004) cita que la degradación biológica del suelo consiste en la pérdida de materia orgánica por disminución de aportes vegetales, y por el aumento de la tasa de mineralización. Esto es consecuencia principalmente de la erosión hídrica, los malos manejos del suelo en

agricultura, el sobrepastoreo y la deforestación. Las consecuencias de la degradación biológica implican una pérdida de las propiedades del suelo, disminuyendo su fertilidad y su capacidad para producir bienes y servicios.

2.2. Macrofauna del suelo

Burges (1971), Porta (1999), citados por LINARES (2007), manifiestan que son organismos macroinvertebrados que componen la fracción orgánica del suelo, son animales visibles a la vista, con diámetro variable, generalmente mayor a 2 mm y longitud de 1 a 2 cm o más, desarrollan parte de su ciclo de vida en el suelo y/o mantillo superficial (hojarasca, tronco de la vegetación), y son importantes por su actividad en los siguientes procesos:

- Depredación de microbios, modificación de la estructura del suelo.
- Descomposición de la materia orgánica.
- Mezcla de la materia orgánica descompuesta con la tierra.
- Incrementan la formación de agregados, proceso que mejora las propiedades físicas del suelo y definen el hábitat de otras comunidades.

2.2.1. Patrones de distribución de la macrofauna edáfica mundial

A finales del año 2000 se habían realizado más de 560 muestreos en el mundo (FRAGOSO y BROWN, 2000) usando la metodología TSBF. Hasta el momento, sin embargo, solo se ha publicado una revisión mundial de

73 comunidades de la macrofauna en 29 sitios (LAVELLE *et al.*, 1997), que mostró como la biomasa y la densidad en las comunidades de la macrofauna eran dominadas por tres grupos principales: las lombrices de tierra, los termes y los artrópodos epigeos. La predominancia de cada grupo varió de acuerdo al ecosistema, al uso de la tierra y a la región.

La biomasa de lombrices de tierra y termes predominó en la mayor parte de los casos, aunque los termes parecieron ser más importantes en los ecosistemas africanos y australianos, en los bosques y sabanas, y en las zonas más áridas. Las lombrices de tierra tuvieron mayor presencia en los ecosistemas más húmedos y en los pastizales, mientras que los artrópodos epigeos, dependientes de la presencia de hojarasca, se concentraron en bosques y pastizales (SYERS y SPRINGETT, 1983).

2.3. Indicadores de fauna y monitoreo biológico de la calidad del suelo

El uso de las alteraciones en las comunidades bióticas como indicadores de cambios ambientales se inició al comienzo del siglo XX con el sistema desarrollado por Kolkwitz y Marsson entre 1908 y 1909 (LINDEN *et al.*, 1994).

De acuerdo a la presencia de ciertos organismos, fueron clasificadas zonas que presentaban una severa degradación de las condiciones ambientales como consecuencia de la descarga de residuos orgánicos. El creciente interés por el desarrollo de sistemas sostenibles y el posible uso de los diferentes componentes de la biota y su actividad como indicadores

biológicos, determinó la realización de estudios con el objetivo de evaluar la potencialidad de la fauna del suelo como indicadora (BLAIR *et al.*, 1996).

La elección de un indicador debe ser realizada para situaciones locales específicas y los indicadores básicos deben ser útiles en un rango de situaciones ecológicas y socioeconómicas (DORAN y SAFLEY, 1997). Según estos autores, los indicadores deben:

- Estar relacionados con los procesos ecosistémicos.
- Integrar propiedades y procesos físicos, químicos y biológicos del suelo, las cuales son difíciles de medir directamente.
- Ser relativamente fáciles de usar en condiciones de campo para poder ser evaluados por los productores.
- Ser sensibles a las variaciones de manejo y climáticas.

Cambios en la abundancia, diversidad o actividad de morfo especies pueden ser buenos indicadores, pero es necesario demostrar que los mismos son el resultado de la perturbación causada por la actividad humana y no de las fluctuaciones naturales.

Los índices de diversidad fueron unos de los indicadores utilizados más frecuentemente. Tienen la ventaja que mucha información puede ser representada por un simple índice, pero ello algunas veces ha conducido a resultados errados particularmente en agroecosistemas perturbados por el laboreo, la cosecha de pasto y el pastoreo (PURVIS y CURRY, 1980).

Las especies cuya presencia o abundancia reflejan alguna característica del hábitat dentro del cual se encuentran, pueden ser consideradas como bioindicadoras. DUFRENE y LEGENDRE (1997) proponen un método simple para encontrar especies indicadoras: el valor indicador de una especie (IndVal) que permite determinar los taxa característicos de cada ambiente. Combina medidas del grado de especificidad de una especie a un tipo de hábitat y su fidelidad dentro del mismo.

Alta fidelidad (frecuencia de ocurrencia) de la especie en los sitios de muestreo es generalmente asociada a gran abundancia de individuos. Tiene un rango de 0 a 100 y alcanza el máximo cuando la especie está presente en todos los sitios que están relacionados y componen un grupo.

Este método tiene ventajas sobre las otras medidas utilizadas, es calculado independientemente para cada especie y no tiene restricciones en cuanto a la categorización de los sitios, que pueden ser agrupados arbitrariamente o para grupos de sitios determinados por algún método de clasificación (MCGEOCH *et al.*, 2002).

Este método, tal como lo proponen DUFRENE y LEGENDRE (1997), permite identificar especies "características" de un hábitat particular. Los autores consideran que una especie indicadora es aquella que tiene IndVal significativo y mayor de 70, es decir con altos valores de fidelidad y especificidad. Sin embargo, también pueden ser útiles especies que tengan otras combinaciones de especificidad y fidelidad. Dado que a lo largo del

tiempo la especificidad del hábitat tiene mayor resistencia a los cambios que la densidad, es más frecuente que las especies se muevan dentro de las categorías de fidelidad que en las de especificidad.

Con los cambios ambientales, la abundancia y en consecuencia la fidelidad de una especie indicadora, puede disminuir rápidamente, lo cual las convierte en una especie vulnerable (alta especificidad y baja fidelidad) con dificultades para ser muestreada.

Cuando son monitoreados cambios ambientales, las especies que abarcan un amplio rango de hábitats, con valores intermedios de especificidad (“detectoras”), pueden ser más útiles que las especies “características” para indicar la dirección de los mismos, dado que éstas últimas, por su alta especificidad, están restringidas a un solo hábitat (MCGEOCH *et al.*, 2002).

2.4. Indicadores de medición de la fauna artrópoda del suelo

2.4.1. Riqueza de especies

La riqueza corresponde al número total de especies de un sitio dado. Este indicador es de mucha utilidad para tener una aproximación global a los recursos de fauna de una zona (UPSTREAM PLUSPETROL, 2006).

2.4.2. Abundancia

Corresponde a la cantidad de individuos de cada especie identificada. En la literatura relacionada con los estudios de fauna, existe una

amplia gama de parámetros o variables para medir y estimar la abundancia de especies.

Entre ellas se encuentran (UPSTREAM PLUSPETROL, 2006):

2.4.2.1. Densidad

Número de individuos por unidad de superficie. La densidad de población se refiere simplemente al número de individuos de especie de una unidad funcional.

2.4.2.2. Frecuencia relativa o absoluta

Número de individuos presentes en relación al número de unidades muestrales consideradas (cuyo valor es una expresión porcentual).

2.4.2.3. Cobertura relativa o absoluta

El espacio o área ocupado por los individuos de cada especie sobre una unidad muestral en términos absolutos o porcentuales.

2.4.3. Diversidad biológica

La diversidad biológica o biodiversidad se define como la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto

incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas (UNEP, 1992).

El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (UDC, 2010).

La diversidad taxonómica reúne a organismos agrupados por caracteres homólogos compartidos, como la historia evolutiva común. El Cuadro 1 muestra la medición de esta clase de diversidad.

Cuadro 1. Medición de la diversidad a diferentes escalas espaciales.

Tipos de diversidad	Métodos de medición
<i>Alfa</i> : Riqueza específica de una comunidad local	Índices de diversidad y riqueza específica
<i>Beta</i> : Cambio de composición específica a lo largo de una gradiente ambiental o geográfico.	Curvas especies – área; Gamma/Alfa
<i>Gamma</i> : Riqueza específica de una región o continente.	Riqueza específica

Fuente: UDC (2010).

Corresponde a una medida de la heterogeneidad de una comunidad en función de la riqueza y la abundancia de las especies. La diversidad permite distinguir entre dos comunidades con idéntica riqueza y composición faunística, en la cual las especies difieren en cuanto a su abundancia relativa. Existen varios índices de diversidad, los cuales son comúnmente utilizados en los estudios de comunidades (Krebs, 1989; citado por UPSTREAM PLUSPETROL, 2006).

2.4.3.1. Índice de Simpson (1949)

Cuando los valores del índice decrecen, la diversidad crece en forma inversa hasta un valor máximo de 1. Los valores de este índice son sensibles a las abundancias de una o dos de las especies más frecuentes de la comunidad y puede ser considerado como una medida de la concentración dominante.

2.4.3.2. Índice de Shannon & Wiener (en Ludwig y Reynolds, 1988)

En muchos casos no es posible contar e identificar a cada uno de los individuos en un área de estudio. En estas instancias se hace necesario tomar una muestra al azar de individuos de todas las poblaciones de las especies presentes. El índice de Shannon & Wiener mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado, elegido al azar dentro de la comunidad.

2.4.3.3. Índice de equidad

Dentro del concepto de componente dual de diversidad, está incorporada la característica concerniente a la distribución de los individuos en las diversas especies presentes. Este componente denominado "equidad" es independiente de la riqueza de especies. La diversidad máxima posible para un número dado de especies ocurre si todas las especies están presentes en números iguales.

La equidad corresponde al valor de diversidad dado en un espacio, para un grupo de especies en función de la riqueza y abundancia, dividido por la diversidad máxima que ellas pueden tener. El valor máximo de la equidad corresponde a 1, lo que indica que la probabilidad de ocurrencia de una especie en un espacio estudiado es igual a la probabilidad teórica máxima para esa especie.

2.4.4. Biomasa

La biomasa viene a ser definida como la materia total de toda materia viva que forma un organismo, una población o un ecosistema (de los seres vivos), expresada en peso por unidad de área o de volumen, y tiende a mantenerse más o menos constante. Su medida es difícil en el caso de los ecosistemas. Por lo general, se da en unidades de masa por cada unidad de superficie. Es frecuente medir la materia seca, es decir excluyendo el agua (COTRINA, 2011).

2.5. Deforestación

La deforestación global se ha acelerado dramáticamente en décadas recientes. La idea de deforestación crea imágenes de áreas desnudas. Por esto, cuando alguien ve una fotografía de áreas "altamente deforestadas" en partes de los trópicos, ellas se sorprenden al ver que todavía quedan muchos árboles ahí. De hecho, no parecen estar deforestadas. La razón de ello es que por lo menos el 10 por ciento del terreno es cubierto por las copas de los árboles; si el porcentaje de bosque cae por debajo del 10 por ciento, las áreas tropicales son consideradas deforestadas.

Pero que existan algunos árboles no significa que el bosque no haya sufrido daños. Cualquier reducción del bosque es un problema para su ecosistema. La deforestación ocurre cuando los bosques son convertidos en granjas para alimentos o cultivos comerciales o usados para criar ganado. También la tala de árboles para uso comercial o para combustible lleva a la destrucción de los bosques (MARCANO, 2012).

La deforestación no tiene que ver solamente con la pérdida de árboles. También tiene un gran impacto sobre el ambiente. Muchas criaturas vivientes dependen de los árboles por lo que, cuando desaparecen los árboles, igualmente desaparecen los animales (biodiversidad disminuida). Se pierden medicinas y materiales potencialmente valiosas, lo mismo que el agua y el aire limpios. Sufren las personas indígenas y, eventualmente, también las economías nacionales.

Los árboles también almacenan agua y luego la liberan hacia la atmósfera (este proceso es llamado transpiración). Este ciclo del agua es parte importante del ecosistema debido a que muchas plantas y animales dependen del agua que los árboles ayudan a almacenar. Cuando se cortan los árboles, nada puede retener el agua, lo que conduce a un clima más seco. La pérdida de árboles también causa erosión debido a que no hay raíces que retengan el suelo, y las partículas de suelo entonces son arrastradas hacia los lagos y ríos, matando los animales en el agua.

La deforestación lleva a un incremento del dióxido de carbono (CO₂) en el aire debido a que los árboles vivos almacenan dicho compuesto químico en sus fibras, pero cuando son cortados, el carbono es liberado de nuevo hacia la atmósfera. El CO₂ es uno de los principales gases "invernadero", por lo que el corte de árboles contribuye al peligro del cambio climático (MARCANO, 2012).

2.6. Tala y quema de bosque

Los bosques tropicales de América del Sur y del Sudeste de Asia están siendo cortados y quemados a una tasa alarmante para usos agrícolas, tanto en pequeña como en gran escala, desde enormes plantaciones de palmera aceitera hasta la agricultura de subsistencia de "tumba y quema". Los fuegos que se inician para estos propósitos frecuentemente arden fuera de control. La llamada "Bruma" en el Sudeste de Asia durante 1997 y otros años fue el resultado de extensos incendios forestales que ardían sin control en los

bosques afectados por la sequía (MARCANO, 2012). Respecto a la tala excesiva, dicho autor menciona que la tala excesiva amenaza la salud del bosque de muchas maneras, y también amenaza el bienestar social y económico de los humanos.

Las talas esparcidas, particularmente la tala total (tala rasa), provoca la desfragmentación del bosque y conduce a la pérdida de biodiversidad. Otro resultado es la degradación del suelo, pero en algunas áreas los suelos pueden recuperarse luego de varios siglos mientras que la pérdida de diversidad genética es permanente.

Al respecto, WILLIAMS *et al.* (1994) señala que los ecosistemas dentro de nuestra Amazonía se ven impactados por varios factores, uno de los cuales es el fuego, que provoca una serie de cambios a varios niveles (ecológico, social, político y económico) en un tiempo corto, durante el cual puede afectar grandes extensiones de terreno causando pérdidas económicas, de biodiversidad y en ocasiones cobra vidas humanas.

No obstante, debe considerarse que no todas las actividades de fuego sobre la vegetación son iguales y, por lo tanto, no siempre tienen el mismo impacto, llegando incluso a propiciar efectos favorables al ecosistema.

2.6.1. Tala del bosque

Es el proceso de desaparición de los bosques o masas forestales, fundamentalmente causada por la actividad humana (MARCANO, 2012).

2.6.2. Quema del bosque

Actividad de incineración de la vegetación iniciada por factores naturales (corrientes eléctricas, vientos y radiación solar) o por factores antropogénicos para diferentes actividades agropecuarios; el cual en un tiempo corto, puede afectar grandes extensiones de terreno causando pérdidas económicas, biodiversidad y en ocasiones cobra vidas humanas (FLORES *et al.*, 2010).

2.7. Antecedentes de estudios

El ICRAF (1996), en un estudio efectuado en Yurimaguas (Perú) en sistemas de multiestratos y plantaciones de *Bactris gasipaes* con cobertura de *Centrosema macrocarpum* con 10 años de edad evaluó la influencia de los cambios en el uso de tierra sobre la comunidad de macro – invertebrados. Los resultados obtenidos mostraron que ambos sistemas conservaron el mayor número de especies de macro – invertebrados del sistema natural (bosque primario).

Dichas especies ofrecían también nichos ecológicos para muchos colonizadores exóticos. Consecuentemente, la recuperación de pastizales degradados a través de sistemas agroforestales puede ser una opción viable para la recolonización de la macrofauna del suelo (Barros *et al.*, 2000).

BROWN *et al.* (2001) determinaron la diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales. Muestrearon 127

comunidades de macrofauna edáfica en 37 localidades, usando una metodología estándar (método TSBF). Muestrearon 9 tipos principales de ecosistemas, predominando los pastizales, los bosques y/o selvas, los cultivos anuales, los cítricos y los cafetales.

Los resultados preliminares revelaron un predominio de las lombrices de tierra en cuanto a la biomasa en la mayor parte de los ecosistemas, mientras las hormigas predominaron en cuanto a la densidad. Las milpas y el cocotal presentaron la menor biomasa total de todos los ecosistemas ($<15 \text{ g m}^{-2}$), los bosques tuvieron más de 25 g m^{-2} mientras que los demás ecosistemas se caracterizaron por biomasas mayores de 35 g m^{-2} .

En la caña de azúcar se encontró un promedio de casi 3000 individuos m^{-2} , mientras que en los demás ecosistemas las densidades no fueron mayores de 1600 individuos m^{-2} . 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.

Finalmente se discutió el efecto negativo de la destrucción de los ambientes naturales sobre estos organismos (desaparición de numerosas especies), se resalta la necesidad de taxónomos especializados en estos grupos de invertebrados y, debido a su importancia en la agricultura, de mayor cantidad de estudios a nivel de poblaciones y comunidades.

PASHANASI (2001) realizó un estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la Amazonía peruana, con el objetivo de evaluar el efecto de los principales sistemas de uso de la tierra sobre la comunidad de macro – invertebrados. La comunidad de macro – invertebrados del suelo fue evaluada en 22 sistemas de uso en las zonas de Yurimaguas y Pucallpa (Perú).

Se separaron, manualmente, 10 muestras por sistema de uso de 25 cm x 25 cm x 30 cm durante la estación lluviosa. Los resultados obtenidos indican que el bosque primario, no intervenido e intervenido, presenta una diversidad muy rica. Asimismo, su densidad (382 a 853 individuos/m²) y su biomasa, dominada por oligochaetas, isópteras y miriápodos (57.8 a 91.1 g peso fresco/m²), son bastante altas. 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.

Las pasturas tienen baja diversidad. La densidad de su población varía en un rango de 654 a 1,034 individuos/m². Su biomasa es tan alta como de 38.4 a 165.9 g peso fresco/m², debido a la colonización de la lombriz peregrina, *Pontoscolex corethrurus*. El mismo autor señala que en las purmas, la densidad poblacional está en un rango de 334 a 838 individuos/m²; mientras que la biomasa varía entre 4.2 y 102 g peso fresco/m². Cabe destacar que, en algunos casos, la riqueza taxonómica es mayor que la del bosque primario.

Finalmente, los sistemas agroforestales con cobertura de leguminosas tienen la más alta diversidad. Lo contrario ocurre en los sistemas con cobertura de malezas que están por debajo del bosque secundario. Su densidad poblacional se encuentra en un rango que va desde 557 hasta 2 896 individuos/m², mientras que su biomasa varía entre 18.5 y 170.5 g peso fresco/m², debido a la conservación de gran parte de la fauna del bosque primario que, además, es colonizada por especies oportunistas de terrenos disturbados (miriápodos, oligochaetas e isópteras).

ZERBINO (2005) evaluó la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción, con el objetivo de conocer el efecto de distintos usos de la tierra sobre la macrofauna del suelo y explorar las posibles relaciones con las propiedades del mismo. Los sitios de muestreo fueron dos áreas experimentales de INIA – Uruguay.

En la primera se compararon cuatro intensidades de uso del suelo en siembra directa y con pastoreo, y en la segunda se analizaron dos áreas de campo natural sin pastoreo con diferentes años desde su exclusión. En ambos sitios se incluyó como control un área de campo natural sin fertilizar con pastoreo.

Los resultados obtenidos indican que la composición de las comunidades estuvo relacionada con las propiedades del suelo y la cantidad y calidad de los residuos. En siembra directa, las prácticas de manejo que promueven la presencia de residuos conjuntamente a la diversificación espacial

y temporal de especies vegetales alojan comunidades más ricas, diversas y equitativas, con predominio del grupo funcional detritívoros.

Por su parte el pastoreo con rumiantes es una perturbación que disminuye la diversidad, equitatividad y abundancia de individuos por unidad de superficie. En condiciones de pastoreo rotativo, sólo son afectados los individuos que viven sobre el suelo; mientras que en condiciones de sobrepastoreo los individuos detritívoros y depredadores son afectados negativamente y los herbívoros de raíz son favorecidos.

El autor concluye, que, debido a su sensibilidad a las prácticas de manejo, la evaluación de la macrofauna del suelo conjuntamente con las propiedades del mismo, puede ser una herramienta útil para evaluar la sustentabilidad de las innovaciones tecnológicas que se proponen para el manejo de suelos y cultivos.

BARRIOS (2011) evaluó el efecto del estiércol, aserrín y microorganismos de montaña en la génesis de la estructura del suelo degradado, con los objetivos de determinar el efecto del estiércol, aserrín y microorganismos en las propiedades físicas del suelo (textura, densidad aparente, porosidad, porcentaje de agregados y velocidad de infiltración); determinar el efecto del estiércol de cuy, aserrín y microorganismo de montaña en la cantidad de macrofauna y determinar el efecto del estiércol de cuy, aserrín y microorganismo de montaña en la actividad metabólica del suelo. El efecto de la materia orgánica más microorganismo de montaña y materia

orgánica solo, modificó las propiedades físicas del suelo tales como: La densidad aparente aumenta cuando se aplica materia orgánica más microorganismos de montaña para el porcentaje de porosidad los resultados fueron inversos a la densidad aparente. En el análisis de agregados, por el método seco, aumenta el porcentaje de agregados al aplicar niveles materia orgánica solo; por el método mojado, al aplicar niveles de materia orgánica más microorganismo de montaña y materia orgánica solo aumenta el porcentaje de agregados. La velocidad de infiltración aumenta al aplicar niveles de materia orgánica. Aumentó la población de macrofauna al incrementar los niveles de materia orgánica más microorganismo de montaña. La actividad metabólica aumenta al incrementar niveles de materia orgánica más microorganismo de montaña y materia orgánica solo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Predio Carlos Maby, que abarca un área de 37 ha comprendidos entre bosque remanente, purmas, plantaciones de pastos, cítricos y plátano. El acceso es por la carretera Tingo María – Supte San Jorge con una distancia de 5 km.

La ubicación ecológica de acuerdo a la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático de HOLDRIGE (1987), la zona de estudio se encuentra en el bosque muy húmedo – Pre montano tropical (bmh - PT).

Políticamente se ubica en el centro poblado Supte San Jorge, distrito de Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado y la región Huánuco.

El clima característico de la zona es el tropical, con temperatura media anual (entre 2012 – 2013) alrededor de 25.2 °C, llegando hasta los 31.2 °C en el mes de setiembre del 2012 y temperatura mínima de 19.2 °C aproximadamente en el mes de julio del 2013 (Figura 2).

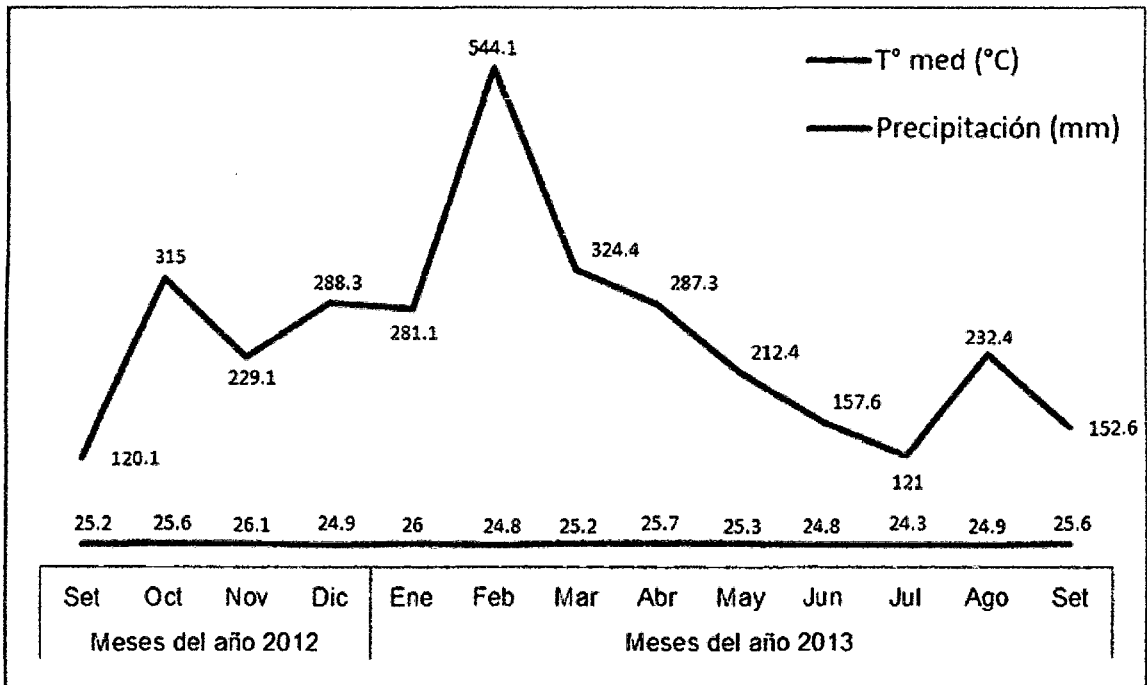


Figura 1. Comportamiento de la temperatura y precipitación promedio en el lugar de estudio.

3.1.2. Antecedentes del área evaluada

Como retrospectiva histórica del bosque remanente, se tiene que predominaban especies como tornillo, moena, huangana caspi, pashacos, de las cuales fueron extraídas las de mayor valor económico. El suelo se encuentra en su estado natural donde se puede apreciar la hojarasca que conforman el litier u horizonte orgánico en su estado original.

CÁRDENAS (2008), registró la predominancia de las especies zapotillo (*Quararibea* sp), chamiza amarilla (*Anthodiscus gutierrezii* L Willams.), copal (*Protium plagiocarpium* Benoist) Tulpay (*Clarissia racemosa*), moena blanca (*Persea* sp), chemicua (*Perebea chemicua* Machr) y chamiza colorada (*Terminalia* sp.)

Respecto a la purma evaluada, hace 20 años se aprovecharon especies maderables como tornillo, moena y huangana caspi; la pendiente del terreno es de 15%.

Las coordenadas geográficas del área fueron:

0394863 m Este y 8972580 m Norte

0394869 m Este y 8972563 m Norte

0394869 m Este y 8972565 m Norte

0394864 m Este y 8972586 m Norte

La altitud de ubicación fue a 792 msnm.

3.2. Materiales y equipos

Materiales biológicos a coleccionar, bandejas, frascos, estilete, algodón, pinzas, lupa, placas petry, balanza analítica, estereoscopio, cámara digital, GPS Garmin modelo Map 60, alcohol al 70%, utilizados para conservar.

3.3. Metodología

3.3.1. Diseño de investigación

3.3.1.1. Población – muestra

La población estuvo conformada por la totalidad del suelo de la parcela de estudio comprendida dentro de los veinte centímetros de

profundidad (20 cm) ubicada en áreas de bosque remanente y purma, el cual abarca un área de 10000 m² (1 ha) y 1000 m² (0.1 ha) respectivamente.

La muestra estuvo compuesta por cinco (05) monolitos cuadrados obtenidos de las cuatro etapas de muestreo (antes de la tala, después de la tala, previo a la quema y pos quema) de la parcela en estudio. La ubicación de los puntos de muestreo se realizó bajo el método recomendado por Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF) mencionado por Anderson e Ingram (1993), citados por VARGAS y VALDIVIA (2005).

La unidad muestral estuvo definida por cada monolito cuadrado obtenido de la parcela de estudio de los terrenos de bosque remanente y purma.

3.3.2. Técnicas de recolección de datos

3.3.2.1. Para la tala y quema del área

La tala de la parcela y quema de los vegetales cortados en la parcela se realizaron en la población total del área de estudio.

Para el desarrollo de esta actividad se tuvo en consideración un área del terreno de 1000 m² (0.1 ha). La tala consistió en eliminar la totalidad de los árboles y arbustos de la parcela.

La quema fue la segunda actividad consecuente y se realizó después de 111 días de la primera actividad; la quema se realizó con la ayuda

de un combustible líquido para su inicio, y la incineración total de la vegetación existente.

La Figura 3 muestra un esquema de evaluación de la macrofauna y el tiempo por cada actividad, para ello es importante mencionar los días de evaluación de la macrofauna en interacción con estas prácticas de manejo, así como los períodos de espera después de cada actividad.

Se realizó una primera recolección de datos con las características iniciales del terreno (mes de diciembre), y las otras dos evaluaciones después de cada práctica de manejo.

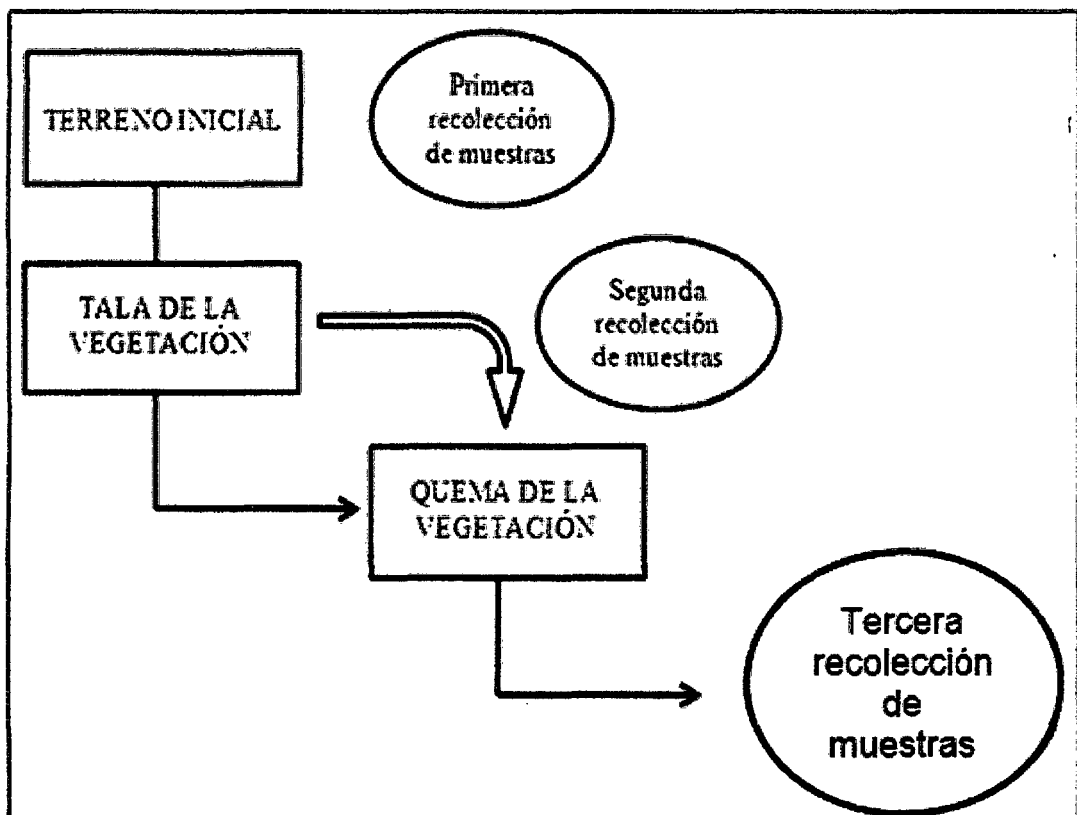


Figura 2. Esquema de evaluación de las prácticas de manejo del suelo.

3.3.2.2. Para la macrofauna edáfica

La metodología que se consideró para la macrofauna edáfica fue la empleada por VARGAS y VALDIVIA (2005), en la cual los puntos de muestreo se determinaron a través de un plan de muestreo sistemático, para el cual se diseñó un transepto en forma de «zeta» en la parcela de estudio en cada una de sus etapas de evaluación (Figura 4).

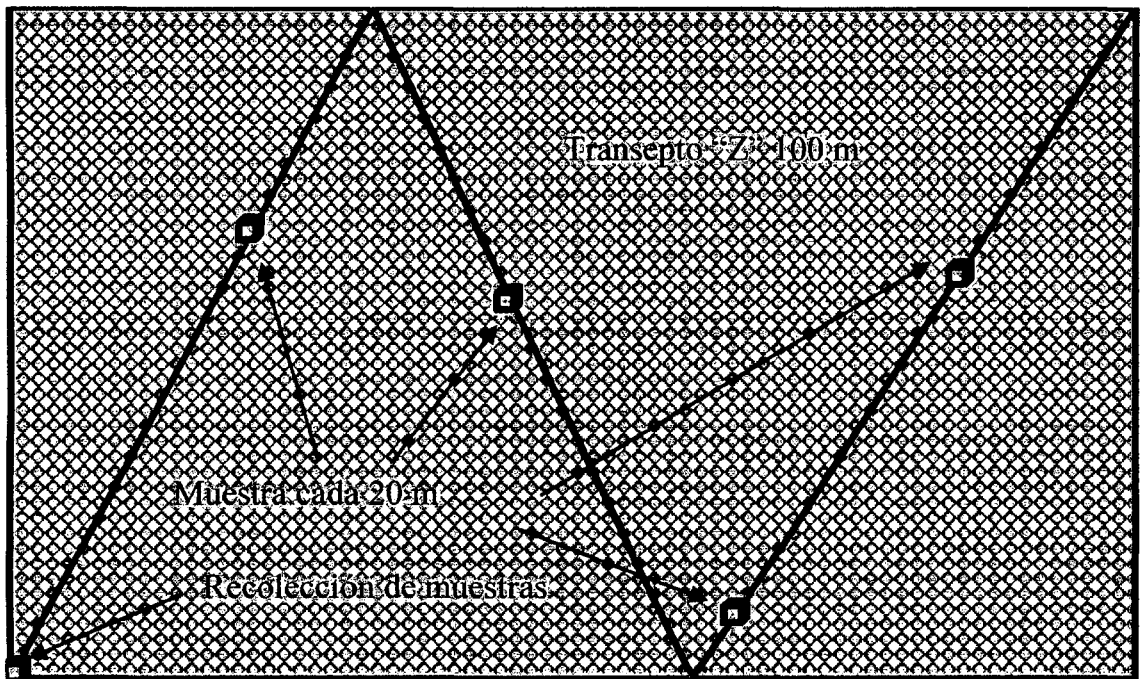


Figura 3. Programa de muestreo.

De manera similar al anterior, para la evaluación de la diversidad de macrofauna del suelo se tomaron cinco (05) muestras por tratamiento a diferentes niveles de profundidad (de 0 – 10 cm y de 10 – 20 cm), se empleó un monolito cuadrado de 25 cm x 25 cm x 30 cm, método recomendado por el Programa Tropical Soil Biology And Fertility – TSBF (Anderson e Ingram, 1993; mencionados por PASHANASI, 2002).

El suelo fue revisado manualmente en el campo; los macroinvertebrados fueron preservados en alcohol 70 % .

Las muestras de macrofauna preservadas fueron llevadas al laboratorio en donde se enumeró y pesó cada grupo taxonómico principal (órdenes). La densidad fue medida en individuos/m² y la biomasa en gramos de peso fresco/m². Cabe resaltar que la toma de muestras fue obtenida al final de la época de lluvia, cuando hay mayor densidad poblacional de la macrofauna.

3.3.3. Variables evaluadas

3.3.3.1. Variables dependientes

- Diversidad de la macrofauna
- Densidad de la macrofauna

3.3.3.2. Variables independientes

- Tipo de suelo
- Factores de manejo del suelo

3.3.4. Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron introducidos en una matriz de doble entrada en el programa Microsoft Excel.

Para la determinación de la densidad e índices de diversidad se utilizaron las siguientes fórmulas:

Índice de Shannon Wiener

Se utilizó la fórmula empleada por SMITH y SMITH (2001):

$$H = \sum_{i=1}^s (P_i)(\ln P_i)$$

Donde:

H = Diversidad de especies

S = Número de especies

P_i = Proporción de individuos en el total de la muestra que pertenecen la especie

Ln = Logaritmo natural

Equidad de Pielou

Se utilizó la fórmula citada por MAGURRAN (1987).

$$J = H' / \ln S$$

Donde:

J = Es el índice de equidad de Pielou

\ln = logaritmo natural

S = Riqueza de especies

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (MAGURRAN, 1987).

Dominancia: Simpson

Se utilizó la fórmula citada por RODRIGUEZ (2004):

$$H = 1 - \sum p_i^2$$

Donde:

p_i^2 : Abundancia relativa de especies

Densidad

Se utilizó la fórmula empleada por CORREIRA y OIVEIRA (2000):

$$D = N/A$$

Donde:

N = Es el número de individuos y

A = el área.

Análisis estadístico

Los datos se procesaron mediante el empleo del software IBM SPSS Statistics 19, para encontrar el modelo estadístico de ajuste de datos.

Se realizó el análisis de varianza de la densidad de la macrofauna encontrada en el bosque remanente y la purma talado (factor A) y la profundidad evaluada del suelo entre 0 – 10 cm y 10 – 20 cm (factor B). Considerando estos factores, el análisis de varianza se realizó empleando el diseño completo al azar con arreglo factorial de la forma 3A x 2B. Debido a que los valores de la densidad fueron muy variables, se realizó la transformación de datos de densidad a raíz cuadrada + 1 para los grupos taxonómicos y raíz cuadrada + 0.5 para la densidad.

Los pasos seguidos fueron:

- Prueba de normalidad, con la finalidad de aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0 = Los datos provienen de una distribución normal) y aceptar o rechazar la hipótesis alternante (H_a = Los datos no provienen de una distribución normal), si es que la significancia asintótica bilateral (p-valor) es mayor a 0.05 entonces se acepta la hipótesis nula.
- Análisis de varianza, el proceso consistió en analizar – modelo lineal general – univariante. Debido a que la significancia estadística no fue inferior a 0.05, no se realizó la prueba post hoc.

Para el caso de los efectos del quemado, se comparó la densidad entre la purma talado a los 15 días y los datos de densidad después de la quema realizada, los procesos fueron:

Analizar – comparar medias – prueba T para muestras independientes, registrando en las variables para contrastar: Densidad y las Variables de agrupación: Antes de la quema y después de la quema.

IV. RESULTADOS

4.1. Efecto de la tala en la biodiversidad y densidad de la macrofauna del suelo

4.1.1. Diversidad de macrofauna en suelos después del talado

El índice de Shannon – Wiener presentó similares valores en el bosque remanente y la purma con un periodo de talado a los 111 días, mientras que la purma evaluada a los 15 días del talado presentó menor valor; en el índice de equidad mayor valor se registró en la purma talado a los 15 días, mientras que el menor valor se registró en los suelos del bosque remanente. El índice de Simpson fue superior en suelos de bosque remanente y la purma talado a los 15 días.

Cuadro 2. Índices de diversidad en suelos de bosque remanente y purma talado.

Índices	Bosque remanente	Purma talado (15 días)	Purma talado (111 días)	Total
Shannon (H')	0.95	0.90	0.95	1.06
Equidad (E)	0.369	0.464	0.456	0.360
Simpson (D)	0.608	0.608	0.551	0.586

4.1.2. Grupos taxonómicos de macrofauna encontrados en un bosque remanente y purma talado

Se ha registrado 12 órdenes en el bosque remanente.

Cuadro 3. Datos registrados en el bosque remanente.

Orden	Primera evaluación (12 - 12 - 2012)									
	T1 (cm)		T2 (cm)		T3 (cm)		T4 (cm)		T5 (cm)	
	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20
Araneae	1									1
Hymenoptera	2				2	2	12	43	90	
Scorpionidae			1							
Scolopendromorpha		1	1	1	2		7	3	1	5
Isopoda					1					
Orthoptera							1			1
Lumbriculida							2			1
Gasteropoda							1			
Coleóptera								1		
Isoptera										9
Dermaptera										2
Blattaria										1
Homóptera										1
Cantidad de grupos	2	1	2	1	3	1	5	3	2	8
Cantidad de grupos	2	1	2	1	3	1	5	3	2	8
Densidad	48	16	32	16	80	32	368	752	1456	336

La purma después de 15 días de haberse realizado el talado, se ha determinado la disminución de cinco órdenes.

Cuadro 4. Datos registrados en la purma talado (15 días).

Orden	Segunda evaluación (19 - 02 - 2013)									
	T1 (cm)		T2 (cm)		T3 (cm)		T4 (cm)		T5 (cm)	
	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20
Araneae			1					1		
Hymenoptera	6	30	1	2	25	2	10	5		
Scolopendromorpha	1			1			1			1
Orthoptera					2				1	
Lumbriculida	2		1		4				1	2
Isoptera				1	2					
Hemíptera								1		1
Suma	9	30	3	4	33	2	11	7	2	4
Cantidad de grupos	3	1	3	3	4	1	2	3	2	3
Densidad	144	480	48	64	528	32	176	112	32	64

La purma después de 111 días de haberse realizado el talado, ha presentado disminución de los órdenes a una cantidad de cinco, notándose que el número mayor de órdenes se encontraba entre los 0 – 10 cm de la superficie terrestre.

Cuadro 5. Datos registrados en la purma talado (111 días).

Orden	T1 (cm)		T2 (cm)		T3 (cm)		T4 (cm)		T5 (cm)	
	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20
Himenóptera	19	4	3		7	1	2	1	7	22
Isópoda			2							
Isóptera	3	7					1			6
Díptera			1							
Coleóptera ¹				1						
Diplura				1	1					
Coleóptera ²					1					
NN							1			
Cantidad de grupos	2	2	3	1	3	1	4	1	1	2

El análisis de varianza de los grupos taxonómicos de macrofauna registrados, no presentó diferencia ($p > 0.05$) entre los lugares muestreados, entre las dos profundidades de muestreo de suelos.

No se determinó interacción entre los dos factores lugar de muestreo con profundidad a nivel del suelo de muestreo.

Cuadro 6. Análisis de varianza de los grupos taxonómicos de macrofauna en suelos a diferentes profundidades.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Combinaciones	5	7.767	1.553	0.647	0.666ns
Lugares	2	3.267	1.633	0.681	0.516ns
Profundidades	1	2.700	2.700	1.125	0.299ns
Lugar * Profundidad	2	1.800	0.900	0.375	0.691ns
Error	24	57.600	2.400		
Total	30	243.000			

La acumulación de grupos taxonómicos en el bosque remanente fue superior (13 grupos) en comparación a los suelos de purma talado a los 15 días (7), mientras que la misma área después de un periodo de 111 días presentó 8 grupos taxonómicos, posiblemente influenciada por la hojarasca (Figura 5).

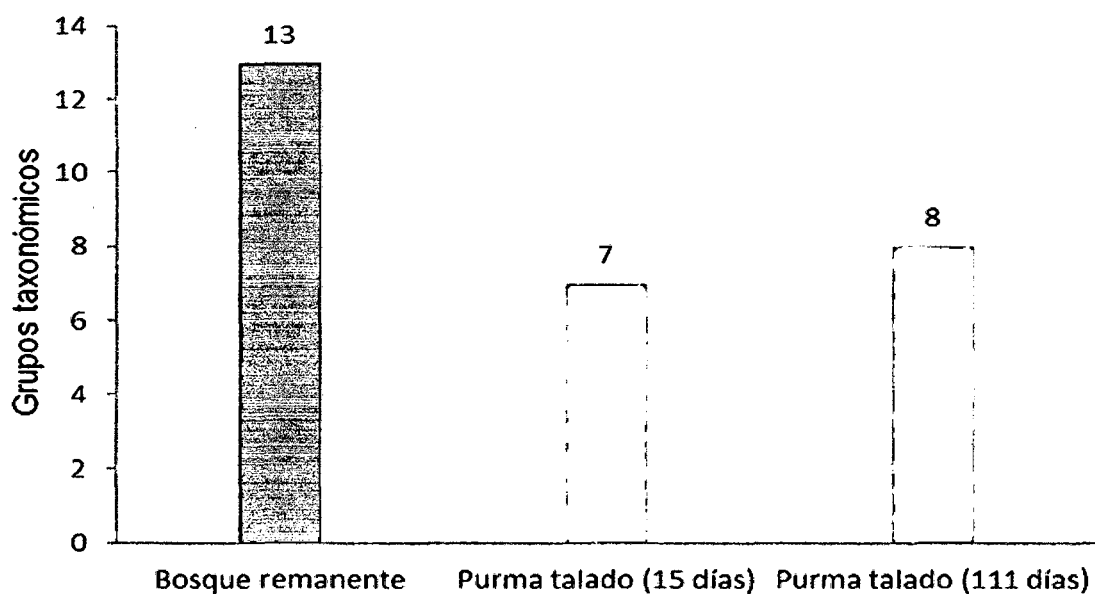


Figura 4. Grupos taxonómicos en un bosque remanente y una purma talado.

Se ha encontrado que los grupos taxonómicos encontrados entre 0 – 10 cm de suelos presentan mayor número de grupos taxonómicos de macrofauna en comparación a la profundidad de 10 – 20 cm (Figura 6).

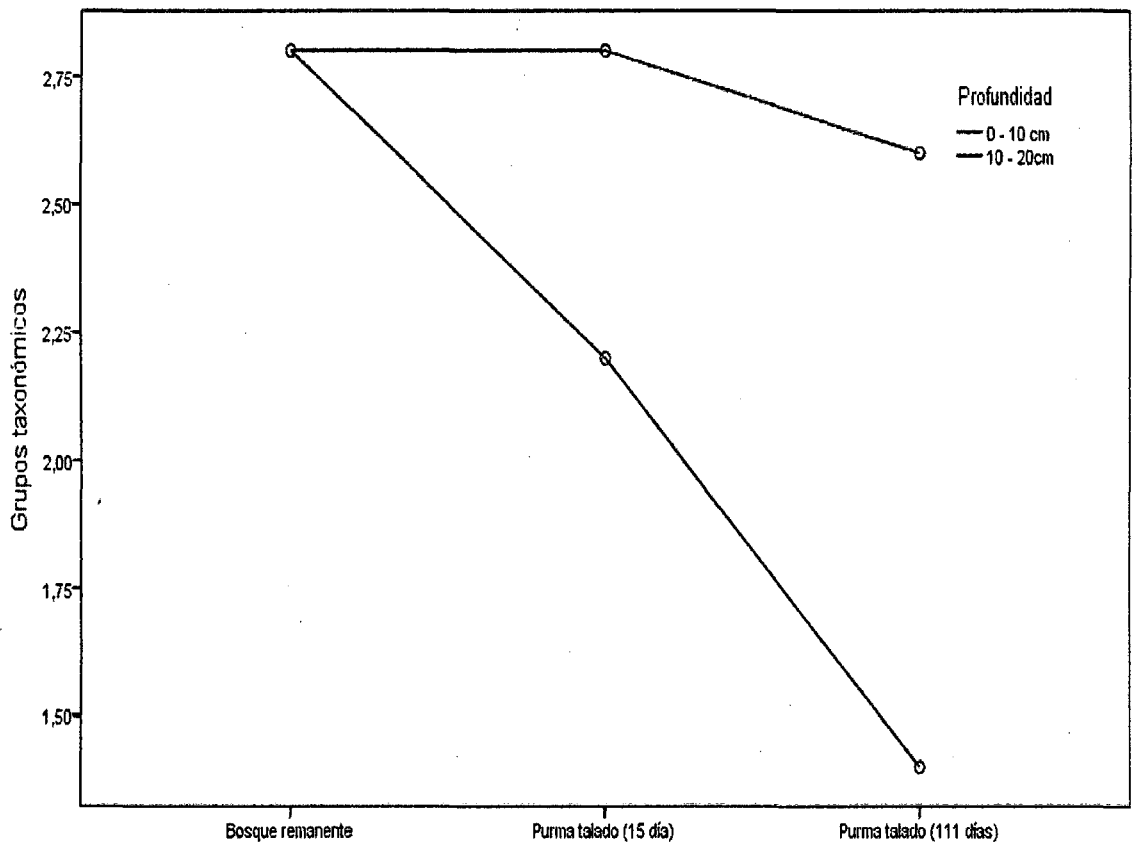


Figura 5. Grupos taxonómicos de macrofauna en dos profundidades de suelo.

4.1.3. Densidad de macrofauna encontrados en suelos de un bosque remanente y purma talado

El análisis de varianza de la densidad de macrofauna registrados en los suelos, no presentó diferencia ($p > 0.05$) entre los lugares muestreados, entre las dos profundidades de muestreo de suelos, ni se encontró intersección entre los dos factores (lugar con profundidad).

Cuadro 7. Análisis de varianza de la densidad de macrofauna en suelos a diferentes profundidades.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Combinaciones	5	238361.60	47672.32	0.48	0.788ns
Lugares	2	164403.20	82201.60	0.83	0.449ns
Profundidades	1	43016.53	43016.53	0.43	0.517ns
Lugar * Profundidad	2	30941.87	15470.93	0.16	0.857ns
Error	24	2384793.60	99366.40		
Total	29	2623155.20			

Se registró que existe mayor densidad de macrofauna en la parte superior de la tierra (0–10 cm) para el bosque remanente y la purma talado, en comparación a la densidad de macrofauna encontrada a la profundidad de 10 – 20 cm del suelo. Además se nota que existe un descenso de la densidad de macrofauna mientras más periodo de tiempo se encuentra el suelo descubierto.

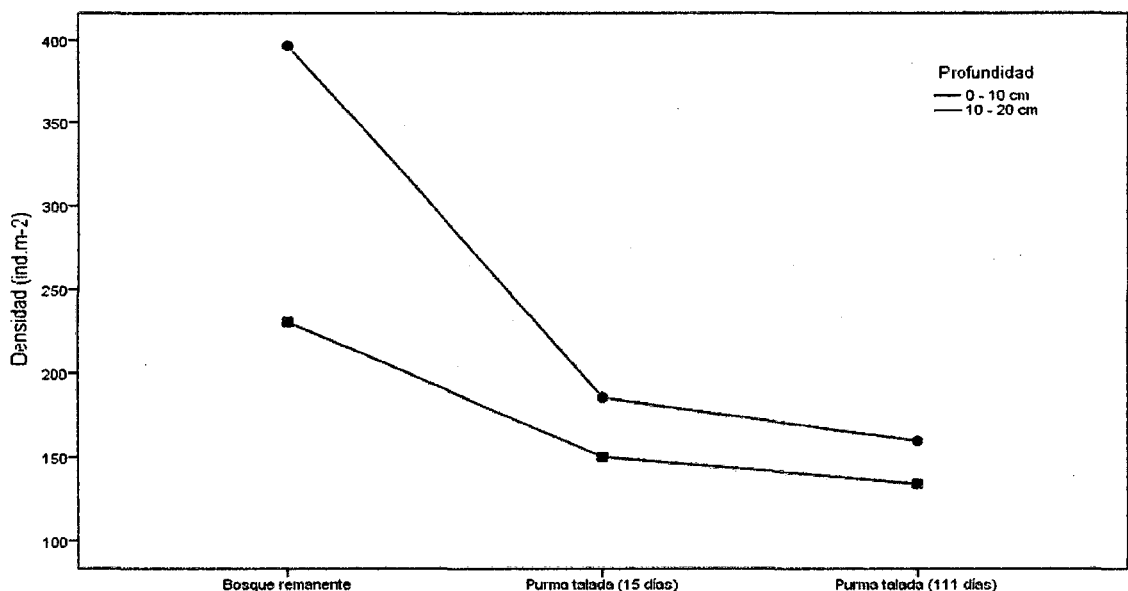


Figura 6. Densidad de macrofauna en dos profundidades de suelo.

Asumiendo para la comparación al bosque remanente con un 100% de la densidad debido a su mayor valor, se ha encontrado que la purma recién talado solo presentó un 53.57%, y mientras más pasaba el tiempo del área descubierta, la densidad mermaba hasta un 46.94% (Cuadro 5).

Hubo mayor número de la densidad de macrofauna en el suelo del bosque remanente, seguido de la purma talado a los 15 días y el menor valor se registró en la purma con un periodo de 111 días después del talado.

Cuadro 8. Comparación de la densidad de macrofauna en un bosque remanente y una purma.

Evaluaciones	Densidad (ind.m ⁻²)	Porcentaje (%)
Bosque remanente	627.2	100
Purma talado (15 día)	336	53.57
Purma talado (111 días)	294.4	46.94

Porcentaje considerando un 100% de densidad para un bosque remanente.

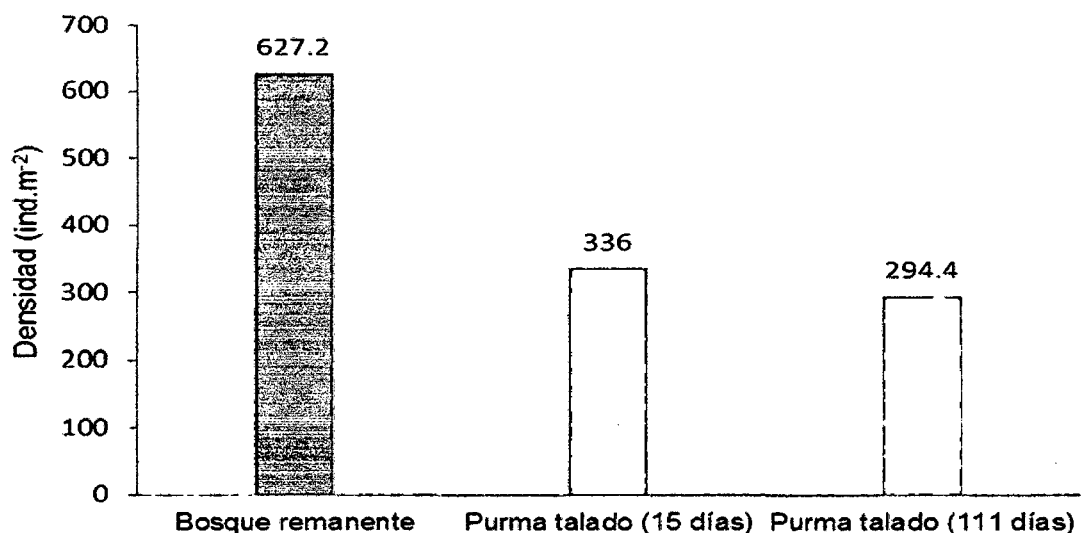


Figura 7. Densidad de macrofauna en un bosque remanente y una purma.

4.2. Influencia de la actividad de quema en la biodiversidad y densidad de la macrofauna edáfica

4.2.1. Diversidad de macrofauna en suelos de una purma después de talado y quemado

Se ha determinado en la purma después de la quema que los órdenes fueron cinco, existiendo dos familias diferentes en el orden coleóptera.

Cuadro 9. Datos registrados en la purma talado y quemado.

Orden	Cuarta evaluación (25 - 07 - 2013)									
	T1 (cm)		T2 (cm)		T3 (cm)		T4 (cm)		T5 (cm)	
	0 - 10	10 - 20	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 10	10 - 20	0 - 10	0 - 10	0 - 10
Hymenoptera	2									
Scolopendromorpha							1			
Lumbriculida	1			2	1					1
Isoptera					11		9		6	
Coleóptera ¹							1			
Coleóptera ²			1							
Suma	1	2	1	2	12	1	1	9	6	1
Cantidad de grupos	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Densidad	16	32	16	32	192	16	16	144	96	16

Se ha encontrado mayores valores en el índice de Shannon-Wiener y la equidad en los suelos de la purma después de haberse quemado, mientras que los valores del índice de Simpson presentó mayor valor en la purma talado a los 111 días (Cuadro 10).

Cuadro 10. Índices de diversidad en suelos de una purma talado y quemado.

Índices	Purma talado (111 días)	Purma quemado
Shannon - Wiener (H'):	0.95 bits/individuo	0.97 bits/individuo
Equidad (E):	0.456	0.540
Simpson (D):	0.551	0.546

4.2.2. Grupo taxonómico de macrofauna en suelos de una purma después de talado y quemado

El grupo taxonómico de los suelos en la purma decreció después de realizado la quema, debido a la pérdida por el calor generado (Figura 9).

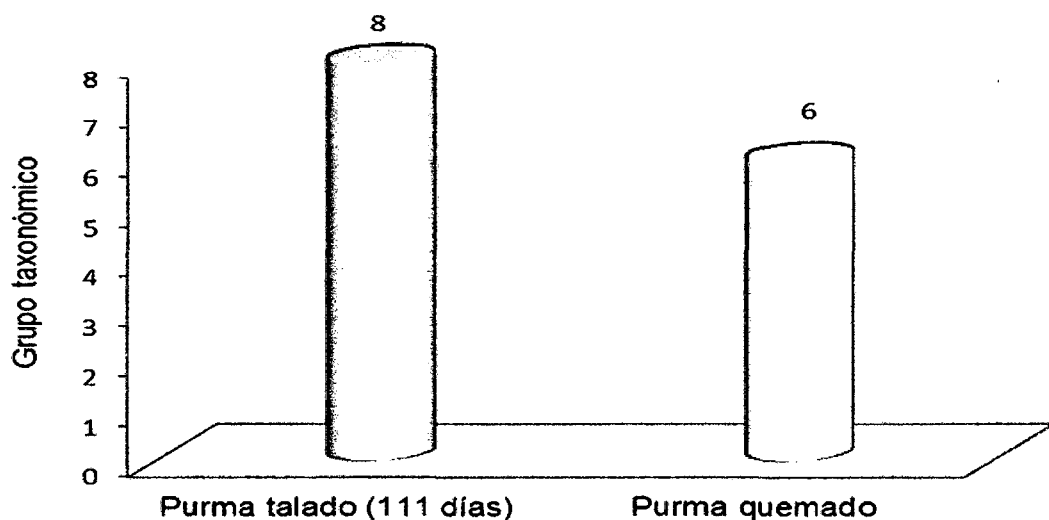


Figura 8. Grupos taxonómicos en suelos de una purma talado y quemado.

4.2.3. Densidad de macrofauna en suelos de una purma después de talado y quemado

Después de realizar la prueba estadística t – Student entre la densidad encontrada en los suelos de la purma talado y después de la quema, no se registró diferencias estadísticas, la cual indica que no hubo cambio significativo en la densidad de la macrofauna del suelo (Cuadro 11).

Cuadro 11. Prueba t para la densidad de la macrofauna en una purma antes y después de la quema.

	GL	t	Fc	Sig. (bilateral)
Se han asumido varianzas iguales	8	1.526	0.185	0.165ns
No se han asumido varianzas iguales	7.156	1.526		0.170ns

La distribución de la densidad de macrofauna después de la quema fue muy irregular, generando valores variables superiores a la media (Figura 10).

Al comparar las profundidades del suelo, se registró que la densidad de macrofauna ha presentado promedio superior en la parte de 0 – 10 cm del suelo antes de la quema, mientras que después de la quema, el promedio de densidad descende, además valores similares de promedio se registró en la profundidad 10 – 20 cm del suelo antes de la quema que no ha variado significativamente cuando se quemó (Figura 11); la cual indica que el mayor cambio de la densidad solo varía entre los 0 a 10 cm del suelo.

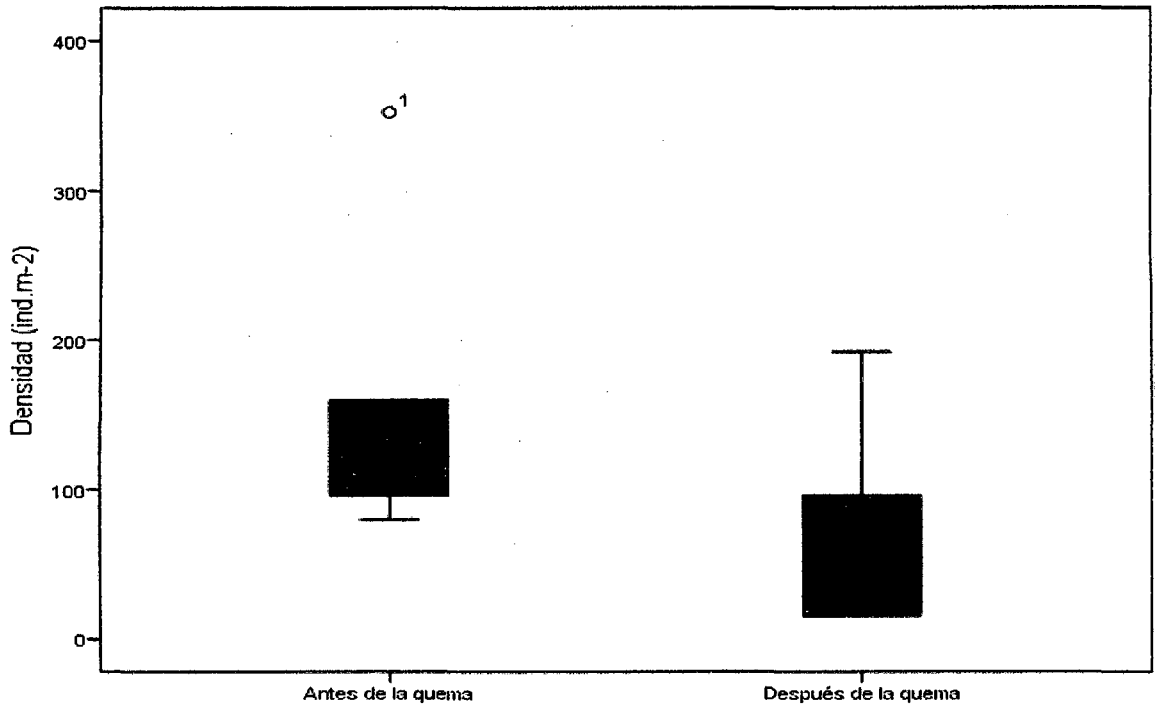


Figura 9. Densidad de macrofauna del suelo antes y después de la quema.

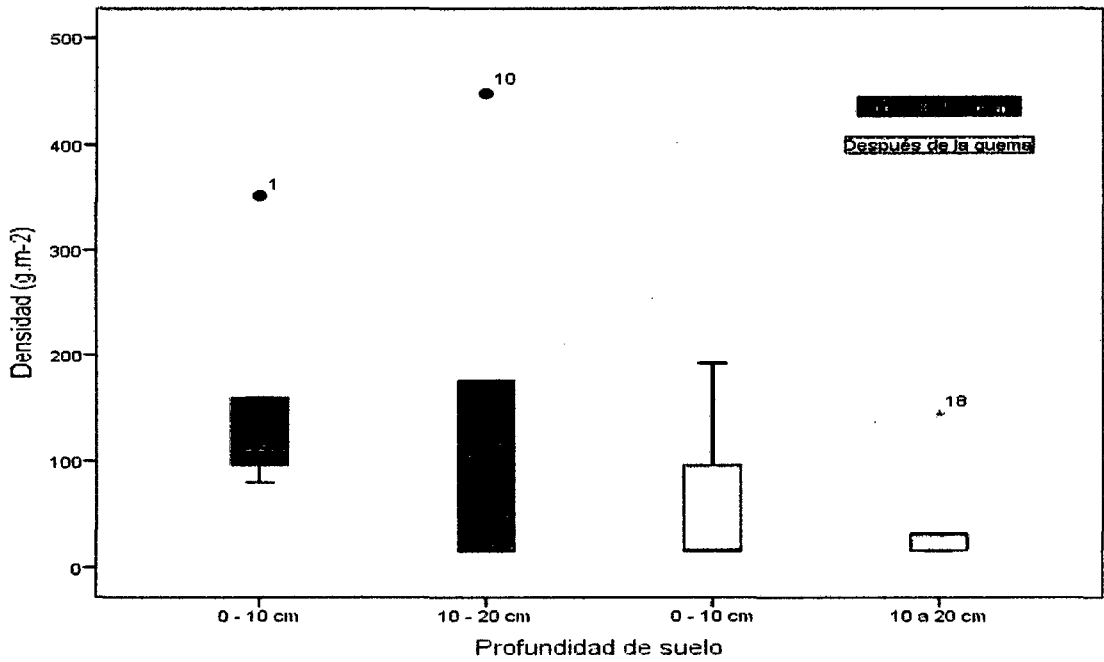


Figura 10. Densidad de la macrofauna del suelo antes y después de la quema.

V. DISCUSIÓN

5.1. Efecto de la tala en la biodiversidad y densidad de la macrofauna del suelo

Al comparar el número de grupos taxonómicos y la densidad de los macroinvertebrados, se ha registrado mayores valores en el bosque remanente que en la purma de 20 años, debido a que en esta área la hojarasca es menor que en el bosque, QUASER (2002) indica que la actividad de los distintos organismos vivos del suelo y su composición y cantidad es variable, principalmente está en función del tipo de cubierta vegetal.

Las diferencias de densidad de los macroinvertebrados en los suelos de bosque remanente y purma de 20 años, es a causa de las diferentes características que presentan sus suelos, la cual fue alterado por la actividad humana, RUÍZ (2008) asevera que la gran variabilidad de los microorganismos depende de las composiciones del suelo, referida a la cantidad y el tipo de sustancias nutritivas, la humedad, la aireación, la temperatura, el pH, las interacciones, la presencia de raíces y las prácticas agrícolas, entre otras, producen grandes diferencias en la densidad y diversidad de la población. Además, todos estos factores ocasionan una compleja red trófica o trama alimentaria en el suelo, que permite la sobrevivencia de unos y la inhibición de otros organismos en el suelo.

La superioridad de la densidad de macroinvertebrados encontrada en el bosque remanente fue favorecida debido a que ésta área presentaba abundante hojarasca además de otros restos vegetales procedentes de la vegetación existente, al respecto Porta (1999), citado por LINARES (2007), manifiesta que son organismos macroinvertebrados que componen la fracción orgánica del suelo, se desarrollan parte de su ciclo de vida en el suelo y/o mantillo superficial (hojarasca, tronco de la vegetación), y son importantes por su actividad en los procesos de depredación de microbios, modificación de la estructura del suelo y descomposición de la materia orgánica.

5.2. Influencia de la actividad de quema en la biodiversidad y densidad de la macrofauna edáfica

La variación de la diversidad y densidad de la macrofauna disminuyó en el suelo sometido a la quema, al respecto MARCANO (2012) coincide que la deforestación y quema no tiene que ver solamente con la pérdida de árboles, también tiene un gran impacto sobre el ambiente. Muchas criaturas vivientes dependen de los árboles por lo que, cuando desaparecen los árboles, igualmente desaparecen los animales (biodiversidad disminuida).

Debido a la actividad antrópica y el desconocimiento se realizan estas prácticas, la cual se ve influenciada en la variación de la densidad de macrofauna, al respecto, WILLIAMS *et al.* (1994) señala que los ecosistemas dentro de nuestra Amazonía se ven impactados por varios factores, uno de los cuales es el fuego, que provoca una serie de cambios a varios niveles

(ecológico, social, político y económico) en un tiempo corto, durante el cual puede afectar grandes extensiones de terreno causando pérdidas económicas, y de biodiversidad.

A pesar de que la diferencia de los macroinvertebrados del suelo a una profundidad de 10 – 20 cm no presentó alteración significativa, debido a que al realizar la tala, la cobertura por vegetación muerta no es uniforme en toda el área talada, específicamente en la base de algunos árboles, al respecto WILLIAMS *et al.* (1994) y FLORES *et al.* (2010) indican que no obstante, debe considerarse que no todas las actividades de fuego sobre la vegetación son iguales y, por lo tanto, no siempre tienen el mismo impacto, llegando incluso a propiciar efectos favorables al ecosistema.

VI. CONCLUSIONES

1. El índice de Shannon – Wiener, Simpson presentó mayor valor en el bosque remanente, la equidad y Simpson en suelos de la purma talado a los 15 días, similar fue Shannon – Wiener en la purma con un periodo de talado a los 111 días. Los grupos taxonómicos fueron superior (13) en el bosque remanente, seguido de la purma talado a los 15 días (7) y la misma área después de un periodo de 111 días ascendió (8). La densidad fue superior (627.2 ind.m⁻²) en el bosque remanente, seguido de la purma talado a los 15 días (336 ind.m⁻²) y después de un periodo de 111 días (294.4 ind.m⁻²).
2. Se ha encontrado mayores valores en el índice de Shannon - Wiener y la equidad en los suelos de la purma después de haberse quemado, mientras que el valor de Simpson se incrementó en la purma talado a los 111 días. Los grupos taxonómicos y la densidad disminuyen con la actividad de la quema, mostrándose mayores pérdidas en la profundidad de 0 – 10 cm del suelo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Los agricultores, deben evitar realizar la práctica de la quema debido a que alteran la macrofauna presente del suelo la misma que cumple funciones importantes.
2. Realizar prácticas agrícolas y forestales amigables con el ambiente, con la finalidad de no causar alteración.
3. En investigaciones similares, realizar el registro de la temperatura y humedad del suelo, antes y después de realizado la quema, con la finalidad de correlacionar con la densidad de microorganismos del suelo.
4. En investigaciones similares, realizar labores de tala en los meses con baja precipitación.

EFFECT OF LOGGING AND BURNING IN THE SOIL MACROINVERTEBRATES SUPTE SAN JORGE IN SECTOR - TINGO MARÍA, PERÚ

VIII. ABSTRACT

In order to determine the effect of cutting and burning on soil macrofauna in Tingo María, Perú, the research was conducted in the Fundo Carlos Maby at 792 meters, located in the town Supte San Jorge, Rupa Rupa district center and region Huánuco. A remnant forest and fallow 20 years were evaluated. In the fallow slash and burn and then assess the macrofauna was performed following the program recommended by the Tropical Soil Biology And Fertility method - TSBF. It was found that diversity was variable; taxa was higher (13) in the remaining forest, followed by freshly cut purma (7) and the same area after a 15-day period amounted (8). The density was higher (627.2 ind.m⁻²) in the remaining forest, followed by freshly cut purma (336 ind.m⁻²) and after a period of 15 days (294.4 ind.m⁻²). Regarding burning, there were higher values in the Shannon-Wiener index and equity in soils from fallow after burning, while the value of Simpson was increased in purma cut 15 days; taxa and density decreased with burning activity , showing higher losses in the depth of 0-10 cm soil.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRIOS, L. 2011. Efecto del estiércol, aserrín y microorganismo de montaña en la génesis de la estructura del suelo degradado en Bella. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María. Huánuco, Perú.**
- BLAIR, J., BOHLEN, P., Freckman, D. 1996. Soil Invertebrates as indicators of soil quality. In Doran, J.W.; Jones, A.J. (Eds.). Methods for Assessing Soil Quality Methods. SSSA, Madison WI. Special Publication no. 49. 291 p.**
- BROWN, G., FRAGOSO, C., BAROIS, I., ROJAS P., PATRÓN, J., BUENO, J., MORENO, A., LAVELLE, P., ORDAZ, V., RODRÍGUEZ, C. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. México. 31 p.**
- BROWN, G., PASHANASI, B., VILLENAVE, C., PATRÓN, J., SENAPATI, B., GIRI, S., BAROIS, I., LAVELLE, P., BLANCHART, E., BLAKEMORE, R., SPAIN, A., BOYER, J. 1999. Effects of earthworms on plant production in the tropics. Commonwealth Agricultural Bureau (CAB). 147 p.**

- CÁRDENAS, S.M. 2008. Composición de la vegetación en tres tipos de suelos de bosque secundario. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 61 p.
- CORREIA, M.E.F., OLIVEIRA, L.C.M. 2000. De fauna de solo: Aspectos gerais e metodológicos. Seropédica: Embrapa agrobiología. 46 p.
- COTRINA, H. 2011. Evaluación de la calidad del suelo y de la diversidad de su macrofauna en cacaotales y bosques de Bocas del Toro, Panamá. Informe de investigación CATIE. Panamá. 56 p.
- DORAN, J., SAFLEY, M. 1997. Defining and assessing soil health and sustainable productivity. In Pankhurst, C.E.; Doube, B.M.; Gupta, V.V.S.R. (Eds.). Biological indicators of soil health. Wallingford, CAB International. 28 p.
- DUFRÊNE, M., LEGENDRE, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs. 366 p.
- FLORES, J., XELHUANTZI, J., CHÁVEZ, Á. 2010. Monitoreo del comportamiento del fuego en una quema controlada en un rodal de pino-encino. Universidad Autónoma Chapingo. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, Vol. 16, Núm. 1. México. 59 p.
- FOTH, H. 1990. Fundamentos de la ciencia del suelo. Edición CECOSA. México. Editorial continental. 433 p.

- FRAGOSO, C., BROWN, G. 2000. The Macrofauna database. En: P. Lavelle & C. Fragoso (eds.). The Iboy-Macrofauna project: Report of an international workshop held at Bondy (France). IRD, Bondy. pp. 17 – 27.
- ICRAF (INTERNATIONAL CENTER FOR RESEARCH IN AGROFORESTRY). 1996. Annual Report. Nairobi, Kenya. 69 p.
- LAVELLE, P. 1997. Faunal activities and soil processes: Adaptive strategies that determine ecosystem function. 132 p.
- LAVELLE, P., BIGNELL, D., LEPAGE, M., WOLTERS, V., ROGER, P., INESON, P., HEAL, O., GHILLION, S. 1997. Soil function in a changing world: The role of invertebrate ecosystem engineers. Eur. J. Soil Biol. 33. 193 p.
- LAVELLE, P., SPAIN, A.B., LANCHART, E., MARTIN, A., MARTIN, S. 1992. The impact of soil fauna on the properties of soils in the humid tropics. En: Myths and science of soils in the tropics. SSSA Special publication, Madison. Wisconsin, Estados Unidos. 185 p.
- LINARES, D. 2007. Macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso en el Parque Nacional Tingo María. Huánuco, Perú. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. 86 p.
- LINDEN, D., HENDRIX, P., COLEMAN, D., VAN VILET, P. 1994. Faunal indicators of soil quality. In Doran, J.W.; Jones, A.J. (Eds.). Defining soil

quality for a sustainable Environment. SSSA. Special Publication no. 35. 106 p.

MAGURRAN, A.E. 1987. Diversidad ecológica y su medición. Barcelona, España, Vedral. 200 p.

MARCANO, J. 2012. La deforestación y la tala excesiva. [En línea]: Jmarcano. (<http://www.jmarcano.com/bosques/threat/deforesta.html>), documentos, 03 Set. 2013).

MCGEOCH, M., VAN RENSBURG, B., BOTES, A. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. Journal of Applied Ecology. 672 p.

MILIARIUM. 2004. Degradación biológica del suelo. [En línea]: Miliarium (<http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Suelos/DegradacionBiologica.htm>), documentos, 20 Jun. 2013).

PASHANASI, B. 2002. Estudio Cuantitativo de la Macrofauna del suelo en Diferentes Sistemas de uso de la tierra en la Amazonia Peruana, Folia Amazónica. Lima, Perú. 12(1-2) pp. 75 – 797.

PLASTER, J.E. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Edición Montytexto. Madrid, España. Editorial paraninfo. 419 p.

PURVIS, G., CURRY, J. 1980. Successional changes in the arthropod fauna of a new lay pasture established on previously cultivated arable land. Journal of Applied Ecology. 321 p.

- QUAISER, A. 2002. First insight into the genome of an uncultivated chrenarchaeote from soil. *Environ. Microbiol.* 4. pp. 603 – 611.
- RODRIGUEZ, J. 2004. *Ecología*. Madrid, España, Pirámide. 411 p.
- SMITH, R.L., SMITH, T.M. 2001. *Ecología*. West Virginia University, Emeritus. Trad. Francesc Mezquita y Eduardo Aparici. 4 ed. Madrid, España, Pearson Educación, S. A. 664 p.
- STORK, N., EGGLETON, P. 1992. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. 55 p.
- SYERS, J., SPRINGETT, J. 1983. Earthworm ecology in grassland soils. Pp. 67-83. En: J.E. Satchell (ed.). *Earthworm ecology: From Darwin to vermiculture*. Chapman and Hall, New York.
- UDC. 2010. *Conservación y explotación de recursos animales*. Zoología. Facultad de Ciencias. 13 p.
- UNEP. 1992. *Convention on biological diversity*. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre.
- UPSTREAM PLUSPETROL. 2006. *Protocolos detallados de monitoreo de indicadores biológicos*. Programa de Monitoreo de Biodiversidad Zona de Selva. Proyecto de Gas de Camisea Perú. Perú. 59 p.
- VARGAS, Y., VALDIVIA, L.A. 2005. *Recuperación, mediante leguminosas rastreras, de suelos degradados (ex cicales) en la Selva Alta del Perú*. *Mosaico científico* 2(2). 6 p.

WILLIAMS, J., WHELAN, R., GILL, A. 1994. Fire and environmental heterogeneity in Southern temperate forest ecosystems: implications for management. *Aust. J. Bot.*, 42. pp. 125 – 137.

ZERBINO, M. 2005. Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. Universidad de la República. Montevideo. Uruguay. 100 p.

ANEXO

Anexo 1. Datos de las evaluaciones

Cuadro 12. Parámetros climáticos del año 2012.

Parámetros	Meses del año 2012			
	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T° max (°C)	31.1	30.7	30.9	29.2
T° min (°C)	19.4	20.6	21.2	20.7
T° med (°C)	25.2	25.6	26.1	24.9
Humedad (%)	84	84	83	86
Precipitación (mm)	120.1	315	229.1	288.3
Brillo/sol (horas/mes)	168.3	153	145.4	85.1

Cuadro 13. Parámetros climáticos del año 2013.

Parámetros	Meses del año 2013								
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
T° max (°C)	31.2	28.9	29.3	30.8	29.9	29.6	29.5	30.1	31.2
T° min (°C)	21.1	20.7	21.2	20.6	20.7	20.1	19.2	19.8	20.1
T° med (°C)	26	24.8	25.2	25.7	25.3	24.8	24.3	24.9	25.6
Humedad (%)	84	87	87	84	85	85	86	84	82
Precip (mm)	281.1	544.1	324.4	287.3	212.4	157.6	121	232.4	152.6
Brillo/sol (h)	147.6	93.2	108.3	165.9	141.4	157.8	191.5	181.8	207.7

Cuadro 14. Número de individuos en la categoría brinzal.

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Total
Cinchona	<i>Cinchona glandulifera Ruiz</i>	RUBIACEAE	1
Rubiaceae	<i>Rubiaceae</i>	RUBIACEAE	1
Matico colorado	<i>Piper sp</i>	PIPERACEAE	2
Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata Link</i>	FABACEAE	2
Moena negra	<i>Aniba perutilis</i>	LAURACEAE	3
Tangarana	<i>Triplaris sp.</i>	POLYGONACEAE	1
canilla de viejo	<i>Piper gaudichaudianum</i>	PIPERACEAE	16
Shimbillo	<i>Inga altissima</i>	MIMOSACEAE	2
Amazisa	<i>Eritrina sp</i>	BOMBACACEAE	1
Rubiaceae	Rubiaceae	RUBIACEAE	3
Hüangana caspi	<i>senefeldera inclinata</i>	EUPHORBIACEAE	56
Cacahuillo	<i>Theobroma obovatum</i>	STERCULIACEAE	2
Moena amarilla	<i>Nectandra grandis</i>	LAURACEAE	1
Pashaco	<i>Schizolobium amazonicum</i>	MIMOSACEAE	1
Shimbillo	<i>Inga altissima</i>	MIMOSACEAE	1
Chimicua	<i>Perebea chimicua Machr</i>	MORACEAE	1
Yanabarilla	<i>Acalypha macrostachya Jacq.</i>	EUPHORBIACEAE	0
Capirona de altura	<i>Callophylum brasilensis</i>	RUBIACEAE	1
Ripari blanco	<i>Miconia longifolia</i>	MELASTOMATACEAE	3
Tulpay	<i>Clarissia racemosa</i>	MORACEAE	5
Espintana	<i>Fusaea decurrens</i>	ANNONACEAE	1
Moena blanca	<i>Ocotea sp</i>	LAURACEAE	2
Total			106

Fuente: CÁRDENAS (2008).

Cuadro 15. Número de individuos de la categoría latizal bajo.

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Total
Leguminosa	<i>Leguminosa</i>	LEGUMINOSA	9
Cinchona	<i>Cinchona glandulifera Ruiz</i>	RUBIACEAE	1
Sacha uvilla	<i>Pourouma bicolor</i>	CECROPIACEAE	1
Cacahuillo	<i>Theobroma obovatum</i>	STERCULIACEAE	4
Moena amarilla	<i>Nectandra grandis</i>	LAURACEAE	3
Cedro caspi	<i>Cedrela sp</i>	LAURACEAE	1
Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata Link</i>	EUPHORBIACEAE	3
Tangarana	<i>Triplaris sp.</i>	POLYGONACEAE	1
Rifari blanco	<i>Miconia longifolia</i>	MELASTOMATACEA	3
Pichirina amarilla	<i>Vismia cayennensis (Jacq) pers.</i>	GUTIFERACEAE	1
Moena blanca	<i>Persea sp</i>	LAURACEAE	5
Canilla de vieja	<i>Piper gaudichaudianum</i>	PIPERACEAE	1
Tangarana blanca	<i>Triplaris sp.</i>	POLYGONACEAE	1
Huangana caspi	<i>Senefeldera inclinata</i>	EUPHORBIACEAE	96
Moena negra	<i>Aniba perutilis</i>	LAURACEAE	1
Cumala blanca	<i>Virola pavonis</i>	MYRISTICACEAE	3
NN	NN	NN	1
Pashaco	<i>Schizolobium amazonicum</i>	MIMOSACEAE	1
Rubiaceae	<i>Rubiaceae</i>	RUBIACEAE	1
Carahuasca	<i>Guatteria elata</i>	MIMOSACEAE	2
Matico colorado	<i>Piper sp</i>	PIPERACEAE	1
Rubiaceae	<i>Rubiaceae</i>	RUBIACEAE	1
Sacha Uvilla	<i>Pourouma bicolor</i>	CECROPIACEAE	1
Espintana	<i>Fusaea decurrens</i>	ANNONACEAE	1

Tulpay	<i>Clarissia racemosa</i>	MORACEAE	2
Guaba	<i>Inga marginata</i>	MIMOSACEAE	1
Shimbillo	<i>Inga altissima</i>	MIMOSACEAE	1
Yanabarilla	<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq;	EUPHORBIACEAE	1
Total			148

Fuente: CÁRDENAS (2008).

Cuadro 16. Número de individuos de la categoría latizal alto.

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Total
Leguminosa	<i>Leguminosa</i>	LEGUMINOSA	3
Shimbillo	<i>Inga altissima</i>	MIMOSACEAE	1
Tangarana	<i>Triplaris pavonii</i>	POLYGONACEAE	2
Canilla de viejo	<i>Piper gaudichaudianum</i>	PIPERACEAE	6
Rifari blanco	<i>Miconia longifolia</i>	MELASTOMATACEA	4
Moena amarilla	<i>Nectandra grandis</i>	LAURACEAE	3
Tangarana	<i>Triplaris sp</i>	POLYGONACEAE	7
Moena colorada	<i>Aniba salicifolis (Neis) Mez.</i>	LAURACEAE	1
Cedro caspi	<i>Cedrela sp.</i>	LAURACEAE	1
Cacahuillo	<i>Theobroma obovatum</i>	STERCULIACEAE	4
Moena negra	<i>Aniba perutilis</i>	LAURACEAE	1
Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i> Link	FABACEAE	1
Cetico	<i>Cecropia sp.</i>	CECROPIACEAE	1
Huangana Caspi	<i>Senefeldera inclinata</i>	EUPHORBIACEAE	57
Tulpay	<i>Clarissia racemosa</i>	MORACEAE	3
Chimicua	<i>Brosimun parinaroides</i>	MORACEAE	4
Sacha uvilla	<i>Pourouma bicolor</i>	CECROPIACEAE	1

Moraceae	<i>Moraceae</i>	MORACEAE	1
Moraceae	<i>Moraceae</i>	MORACEAE	1
Moena negra	<i>Aniba perutilis</i>	LAURACEAE	1
Vilco pashaco	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber.	MIMOSACEAE	1
Espintana	<i>Fusaea decurrens</i>	ANNONACEAE	1
Total		105	

Fuente: CÁRDENAS (2008).

Cuadro 17. Número de individuos de la categoría fustal.

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Total
Sacha uvilla	<i>Pourouma bicolor</i>	CECROPIACEAE	1
Quinilla colorada	<i>Manilkara bidentata</i>	ZAPOTACEAE	3
Shimbillo	<i>Inga altissima</i>	MIMOSACEAE	3
Cacahuillo	<i>Theobroma obovatum</i>	STERCULIACEAE	4
Moena amarilla	<i>Nectandra grandis</i>	LAURACEAE	3
Moena caspi	<i>Cedrales</i> sp.	LAURACEAE	1
Cinchona	<i>Cinchona glandulifera</i> Ruiz et pav.	RUBIACEAE	2
Cacahuillo	<i>Theobroma obovatum</i>	STERCULIACEAE	2
Cumala roja	<i>Virola espiciosa</i>	MYRISTICACEAE	4
Cumala blanca	<i>Virola pavonis</i>	MYRISTICACEAE	8
Moena blanca	<i>Persea</i> sp.	LAURACEAE	2
Tangarana	<i>Triplaris</i> sp.	POLYGONACEAE	3
Zapotillo	<i>Queraribea</i> sp.	BOMBACACEAE	1
Quinilla blanca	<i>Heisteria spruceana</i> Engl	MYRITICACEAE	3
Rifari blanco	<i>Miconia longifolia</i>	MELASTOMATACEA	1

Cetico	<i>Cecropia sp.</i>	CECROPIACEAE	1
Leguminosa	<i>Leguminosa</i>	LEGUMINOSA	1
Retaquillo	<i>Ficus caballita</i> Standl	MORACEAE	1
Ficus	<i>Ficus sp.</i>	MORACEAE	2
Huangana caspi	<i>Senefeldera inclinata</i>	EUPHORBIACEAE	41
Vilco pashaco	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber.	MIMOSACEAE	2
Chimicua	<i>Perebea chimicua</i> Machr	MORACEAE	3
Moena negra	<i>Aniba perutiis</i>	LAURACEAE	1
Copal	<i>Protium plagiocarpium</i> Benoist	BURSERACEAE	1
Rubiaceae	<i>Rubiaceae</i>	RUBIACEAE	1
N.N.	N.N.	N.N.	1
Tulpay	<i>Clarissia racemosa</i>	MORACEAE	3
Chamiza colorada	<i>Terminalia sp</i>	POLYGONACEAE	1
Chimicua colorada	<i>Pseudolmedla laevis</i> (R.yP.)Mabr	MORACEAE	1
Cumala colorado	<i>Otova parvifolia</i>	MYRISTICACEAE	1
Capirona de altura	<i>Callophylum brasilensis</i>	RUBIACEAE	1
Total			103

Fuente: CÁRDENAS (2008).

Cuadro 18. Número de individuos en la categoría árbol maduro.

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Total
Zapotillo	<i>Quararibea sp</i>	BOMBACACEA	2
Chamiza amarilla	<i>Anthodiscus gutierresii</i> L Willams.	POLYGONACEAE	1
Copal	<i>Protium plagiocarpium</i> Benoist	BURSERACEAE	1
Tulpay	<i>Clarissia racemosa</i>	MORACEAE	1
Moena blanca	<i>Persea sp</i>	LAURACEAE	3

Chimicua	<i>Perebea chimicua</i> Machr	MORACEAE	1
Chamiza colorada	<i>Terminalia sp</i>	POLYGONACEAE	1
Total			10

Fuente: CÁRDENAS (2008).

Cuadro 19. Palmeras registradas.

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
Ponilla		ARACACEAE
Huasal	<i>Euterpe olearacea</i>	ARACACEAE
Palmicha	<i>Geonoma deversa</i>	ARACACEAE
Ungurahui	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	ARACACEAE
Palmiche hoja grandes	<i>Geonoma sp</i>	ARACACEAE
Huacrapona	<i>Iryartea deltoidea</i>	ARACACEAE
Pona	<i>Bactris longifrons</i>	ARACACEAE
Cashapona	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart)	ARACACEAE

Fuente: CÁRDENAS (2008).

Cuadro 20. Helechos registrados.

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
Blechum	<i>Blechum occidentala Group.</i>	BLECHONACEAE
Cinegaria	<i>Cnemidaria spaciosa</i> Presi.	CYATHEACEAE
Culantrillo	<i>Adiantum au ceps</i> Max&Mart.	PTERIDACEAE
Cleotis	<i>Cyclopeltis semicardata</i> (Sw) J.Sm	DRYOPTERIDACEAE
Ciatea o helecho arbóreo	<i>Cyathea arborea</i> (L) Sm	CYATHEACEAE

Danaea nodosa	<i>Acrostichum nodosum</i> L.	MARATTIACEAE
Helecho trepador hoja ancha	<i>Polybotrya ceruina</i> (L) Kaulp	DRYOPTERIDACEAE
Helecho trepador hoja delgada	<i>Polybotrya caudata</i> Kze	DRYOPTERIDACEAE
Helecho caminador	<i>Asplénium raetum</i> Sw	ASPLENIACEAE
Micograma	<i>Microgramma chrysolepis</i> (Hook) Crabbe	POLYPODIACEAE
Nitidio	<i>Niphidium</i> <i>congipolerum</i> (cav.)Mori& Lell.	POLYPODIACEAE
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> Sp (L.)	POLYPODIACEAE
Helecho común	<i>Polypodium vulgare</i> L.	POLYPODIACEAE
T elipteris	<i>Thelypteris sagittata</i> (Sw) Proctor	THELYPTERIDACEAE
Tricomanes o Achomones	<i>Trichomanes pellucens</i> Kze	HYMENOPHYLLACEAE
Helecho de cera	<i>Trichomanes elegans</i> (LC.Rich)	HYMENOPHYLLACEAE

Fuente: CÁRDENAS (2008).

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 11. Ubicación y delimitación del área de trabajo.



Figura 12. Extracción de monolitos de suelo antes de la tala.



Figura 13. Tala de árboles y arbustos del área de trabajo.



Figura 14. Extracción de monolitos de suelo después de la tala.



Figura 15. Quema de la parcela de trabajo.

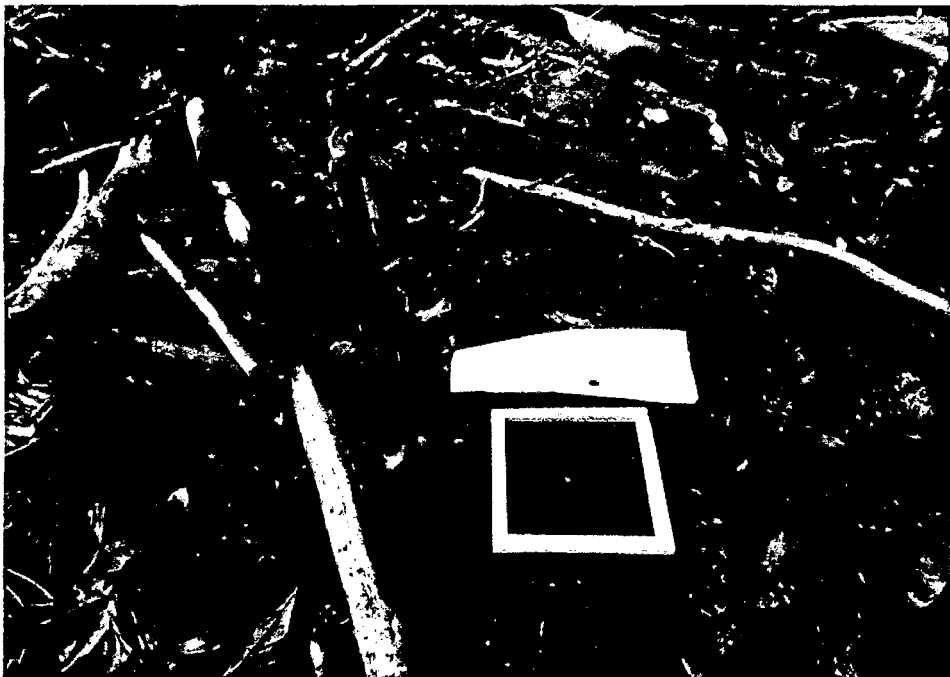


Figura 16. Extracción de monolitos de suelo después de la quema.

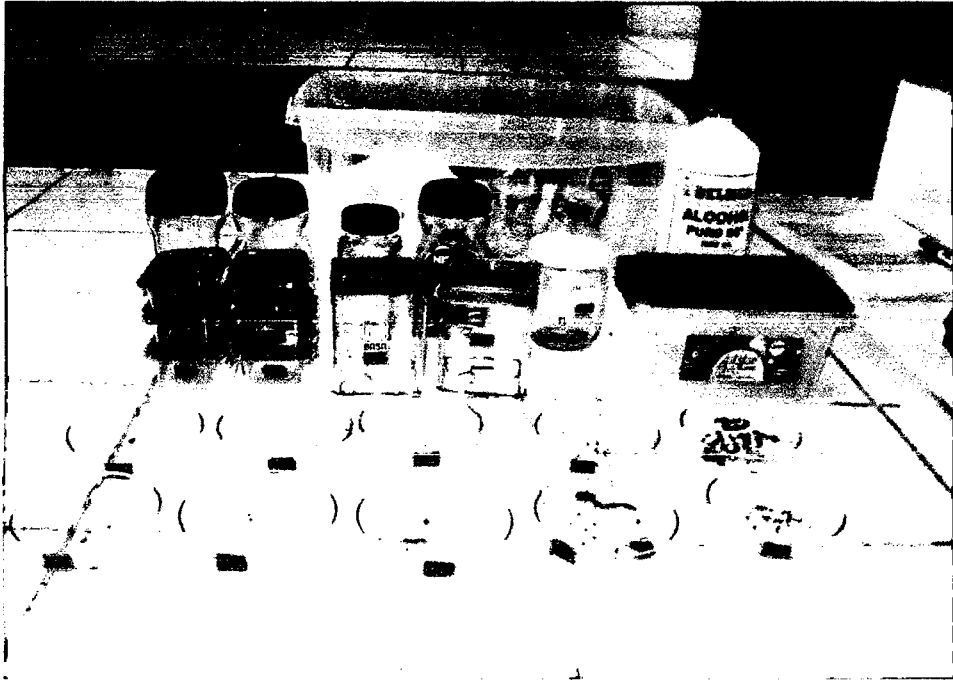
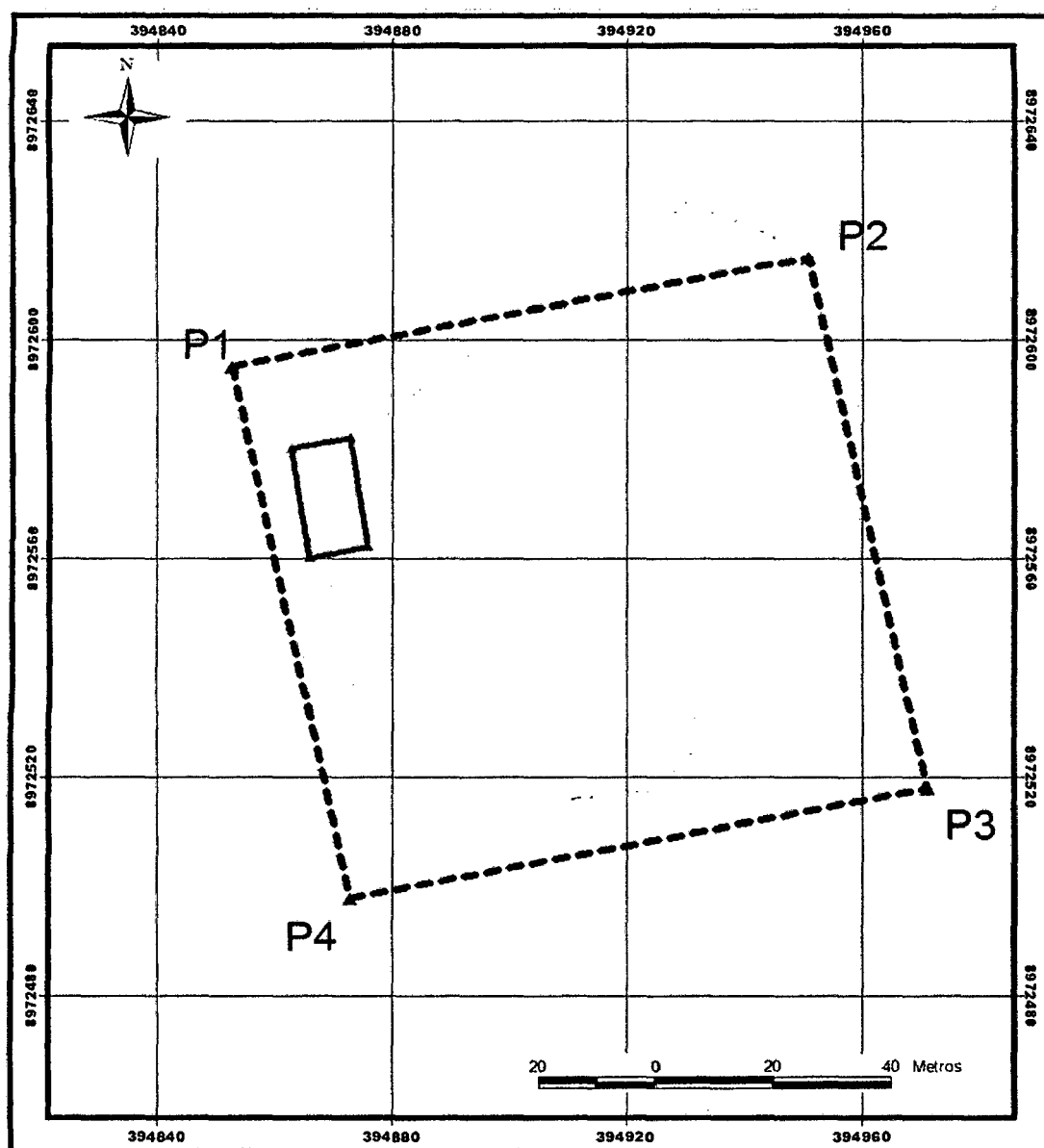


Figura 17. Individuos de macroinvertebrados colectados.



Figura 18. Identificación de macroinvertebrados en laboratorio.

Anexo 3. Mapas y planos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA (UNAS)			
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES			
TÍTULO			
Efecto de la Tala y Quema en los Macroinvertebrados del suelo en el sector Supte San Jorge - Tingo María.			
TESTA	ASESOR	AUTOR	
GEMAR REATEGUI LÓPEZ	BLGO. MSC. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE		
DEPARTAMENTO	REGION	ESPECIALIDAD	01
	HUANUCO		
	PROVINCIA LEONCIO PRADO		
	DISTRITO RUPA RUPA		
	SECTOR: SUPTTE SAN JORGE		
ESCALA	FECHA	REVISADO POR	
1:1000	MAYO 2013		

LEYENDA	
▲	Vertices de la parcela
△	Puntos de sub parcela
—	Curvas a nivel
~	Rios y quebradas
---	Limite de parcela
- - -	Limite de sub parcela

Figura 19. Plano de ubicación y delimitación de la parcela.