

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES



INDICADORES FÍSICOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL SUELO EN TRES
SISTEMAS DE PLANTACIONES DEL PREDIO SANTA RITA CERVECERIA
SANJUAN S.A. - PUCALLPA

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES MENCIÓN
CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

Presentado por:

MAX PIERRE MERINO RODRIGUEZ

2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 016-2021-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado +, reunidos con fecha 09 de Octubre de 2020, a horas 01:00 p.m. en la Sala virtual Ms TEAM de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua para calificar la Tesis titulada:

“INDICADORES FISICOS, QUIMICOS Y BIOLOGICOS DEL SUELO EN TRES SISTEMAS DE PLANTACIONES DEL PREDIO SANTA RITA CERVECERIA SAN JUAN S.A. - PUCALLPA”

Presentado por el Bachiller: **MERINO RODRIGUEZ, Max Pierre**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

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

Tingo María, 10 de Junio de 2021

Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
Presidente



Ing. M. Sc. JOSE LEVANO CRISOSTOMO
Miembro

Ing. ERLE OTTO JAVIER BUSTAMANTE SCAGLIONI
Miembro

Ing. M. Sc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
Miembro

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES



**INDICADORES FÍSICOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL SUELO EN TRES
SISTEMAS DE PLANTACIONES DEL PREDIO SANTA RITA CERVECERIA SAN
JUAN S.A. - PUCALLCA**

Autor : Max Pierre, MERINO RODRIGUEZ

Asesor : Ing. M.Sc. Juan Pablo, RENGIFO TRIGOZO
Ing. Iván Cruz, SERAFIN CHAMORRO

Programa de Investigación : Ciencias Básicas

Línea (S) de investigación : Biología y Microbiología del Suelo

Eje temático de investigación : Indicadores de la calidad del suelo

Lugar de Ejecución : Fundo Santa Rita – Cervecería San Juan.

Duración : Fecha de Inicio : 26/02/2018
Termino : 20/09/2019

Financiamiento : **Propio** : Si
Monto : 7,797.00

DEDICATORIA

A Dios, porque el señor es mi luz y mi salvación. Él es mi protección.

A mis padres, Aleardo Rodríguez Pérez y Maritza Rodríguez Pérez, por su paciencia y apoyo incondicional en todo sentido que hicieron posible mi formación como persona y profesional.

A mis hermanos Tony A. Figueroa Rodríguez y Ray Steve Merino Rodríguez, gracias por su paciencia y apoyo incondicional durante mi carrera.

A mis dos hermosos hijos: Mariana K. Merino Nilsson y Pierre E. Merino Nilsson, por ser luz de mis ojos y las fuerzas para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo tuvo termino gracias a la colaboración de varias personas que a lo largo de mi carrera ofrecieron su apoyo incondicional, al igual de personas que con su experiencia fue posible finalizar y son:

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que contribuyeron sobre mi formación profesional.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables en especial a los docentes de la carrera profesional de Conservación de Suelos y Agua que quienes entregaron todos sus conocimientos y experiencias en bien de formar buenos profesionales.

Al Ing. MSc. Juan Pablo, Rengifo Trigozo; por la oportunidad ofrecida, paciencia, aporte y colaboración en la dirección de este trabajo de investigación.

A los miembros del jurado de tesis, Ing. Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez, Ing. MSc. José Lévano Crisóstomo, Ing. Erle Otto J. Bustamante Scaglioni por su colaboración en el presente trabajo.

A mis familiares, Marisela Rodríguez Pérez, Roald Kley, Clenith Saldaña Campos, Henry Merino Sanchez y mis compañeros de la carrera por sus palabras de comprensión y apoyo.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Suelo.....	4
2.2. Importancia del suelo	4
2.3. Fertilidad del suelo	5
2.4. Calidad del suelo.....	6
2.5. Indicadores físicos del suelo	6
2.5.1. Textura del suelo.....	7
2.5.2. Densidad aparente del suelo.....	7
2.5.4. Resistencia del suelo a la penetración	9
2.5.5. Temperatura del suelo	9
2.6. Indicadores químicos del suelo	15
2.6.1. Reacción del suelo (pH)	10
2.6.2. Materia orgánica	11
2.6.3. Nitrógeno del suelo	13
2.6.4. Fósforo disponible del suelo	12
2.6.5. Potasio disponible del suelo	13
2.7. Indicadores biológicos del suelo.....	15
2.7.1. Macrofauna del suelo	16
2.7.2. Importancia de la macrofauna del suelo	18

2.7.3. Grupos funcionales de la macrofauna	19
2.8. Efectos de diferentes sistemas de uso en la calidad del suelo .	19
2.9. Biomasa microbiana.....	20
2.10. La biodiversidad	21
2.11. Diversidad de especies	21
2.11.1. Riqueza biológica	22
2.11.2. Diversidad alfa	23
2.12. Plantación forestal.....	24
2.13. Ventajas y desventajas de las plantaciones	25
2.13.1. Ventajas	25
2.13.2. Desventajas	25
2.14. Factores de evaluación en una plantación	26
2.14.1. Crecimiento de la planta	26
2.14.2. Abonamiento de plantas	27
2.14.3. Los fertilizantes	27
2.14.4. Fertilizantes orgánicos.....	28
2.15. Aspectos generales del (<i>Pinus patula</i>) Pino	29
2.15.1. Distribución geográfica	29
2.15.2. Descripción botánica	29
2.15.3. Características generles de la madera	30
2.16. Aspectos generales de (<i>Calycophyllum spruceanum</i> Bent.)	
Capirona	32
2.16.1. Taxonomía	32

2.16.2. Descripción botánica	33
2.16.3. Distribución	34
2.16.4. Características de la madera.....	34
2.16.5. Usos de la madera	35
2.17. Aspectos generales del (<i>Eucalipto globulus</i> Labill.) Eucalipto ..	36
2.17.1. Taxonomía	36
2.17.2. Descripción botánica	37
2.17.3. Características de la madera.....	38
2.17.4. Usos de la madera	39
2.18. Antecedentes de otros trabajos realizados.....	39
III. MATERIALES Y MÉTODOS	43
3.1. Lugar de ejecución.....	43
3.1.1. Ubicación política	43
3.1.2. Ubicación geográfica	44
3.1.3. Límites	44
3.1.4. Clima	44
3.1.5. Zonas de vida.....	45
3.1.6. Suelo.....	45
3.1.7. Fisiografía	45
3.1.8. Hidrografía	45
3.1.9. Accesibilidad	46
3.2. Descripción de los lugares donde se realizó el muestreo.....	46
3.2.1. Parcela de (<i>Pinus patula</i>) Pino	46

3.2.2. Parcela (<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.) Capirona..	46
3.2.3. Parcela de (<i>Eucaliptus globulus</i>) Eucalipto	46
3.3. Materiales y equipos	47
3.3.1. Materiales de campo	47
3.3.2. Equipos de campo.....	47
3.3.3. Equipos de laboratorio.....	47
3.3.4. Reactivos	47
3.4. Tipo y nivel de investigación	48
3.4.1. Tipo de investigación.....	48
3.4.2. Nivel de investigación.....	48
3.5. Método y diseño de la investigación.....	48
3.5.1. Método de la investigación	48
3.5.2. Componentes en estudio.....	49
3.5.3. Diseño de la investigación.....	49
3.6. Metodología	50
3.6.1. Determinar los indicadores físicos y químicos en tres sistemas con plantaciones de (<i>Pinus patula</i>) Pino, (<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.) Capirona y (<i>Eucaliptus globolus</i>) Eucalipto, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa.....	50
3.6.2. Identificar y cuantificar en los tres sistemas con plantaciones de (<i>Pinus patula</i>) Pino, (<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.) Capirona y (<i>Eucaliptus globolus</i>) Eucalipto,	

en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa.....	50
3.6.3. Determinar la densidad, biomasa y diversidad de especies de macrofauna en el suelo en los tres sistemas con plantaciones de (<i>Pinus patula</i>) Pino, (<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.) Capirona y (<i>Eucaliptus globolus</i>) Eucalipto, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa	55
3.6.4. Determinar el nivel de fertilidad en los tres sistemas de plantaciones de (<i>Pinus patula</i>) Pino, (<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.) Capirona y (<i>Eucaliptus globolus</i>) Eucalipto, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa	58
3.6.5. Determinar la relación entre los indicadores físicos y químicos del suelo con la densidad y biomasa de la macrofauna encontradas en los tres sistemas de plantaciones de (<i>Pinus patula</i>) Pino, (<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.) Capirona y (<i>Eucaliptus globolus</i>) Eucalipto, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa	58
3.6. Análisis estadístico de los datos de la investigación.....	59
IV.	RESUL
TADOS	61

- 4.1. Determinar los indicadores físicos y químicos en tres sistemas con plantaciones de (*Pinus patula*) Pino, (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) Capirona y (*Eucaliptus globolus*) Eucalipto, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa.....61
- 4.2. Identificar y cuantificar en los tres sistemas con plantaciones de (*Pinus patula*) Pino, (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) Capirona y (*Eucaliptus globolus*) Eucalipto, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa 67
- 4.3. Determinar la densidad, biomasa y diversidad de especies de macrofauna en el suelo en los tres sistemas con plantaciones de (*Pinus patula*) Pino, (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) Capirona y (*Eucaliptus globolus*) Eucalipto, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa 69
- 4.4. Determinar el nivel de fertilidad en los tres sistemas de plantaciones de (*Pinus patula*) Pino, (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) Capirona y (*Eucaliptus globolus*) Eucalipto, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa76
- 4.5. Determinar la relación entre los indicadores físicos y químicos del suelo con la densidad y biomasa de la

macrofauna encontradas en los tres sistemas de
plantaciones de (*Pinus patula*) Pino, (*Calycophyllum
spruceanum* Benth.) Capirona y (*Eucaliptus globulus*) Eucalipto,
en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecera San
Juan S.A. – Pucallpa 79

V.	DISCU	
	SIÓN		82
VI.	CONCLUSIONES.....		92
VII.	RECOMENDACIONES		94
VIII.	ABSTRACT.....		95
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		97
	ANEXO.....		108

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Rangos interpretativos para densidad aparente y crecimiento radicular en base a la textura del suelo.....	8
2 Niveles de pH del suelo.....	11
3 Intervalos de materia orgánica en el suelo	11
4. Niveles de contenido de nitrógeno	12
5. Niveles de contenido de fósforo disponible	13
6. Niveles de contenido de potasio (K ₂ O).....	14
7. Clasificación taxonómica de los organismos integrantes de la Macrofauna.....	17
8. Coordenadas UTM de los sistemas de plantaciones predio Santa Rita.....	43
9. Parámetros físicos y químicos del suelo (variable).....	57
10. Textura de los suelos en los tres sistemas con plantaciones.....	61
11. Densidad aparente de los suelos en los tres sistemas con plantaciones...	62
12. Resistencia a la penetración del suelo en tres sistemas de plantaciones..	63
13. Temperatura del suelo encontrado en los tres sistemas de plantaciones..	65
14. Características químicas del suelo en los tres sistemas de plantaciones ..	67
15. Grupos taxonómicos identificados por profundidad en los tres sistemas de plantaciones	68

16.	Densidad y biomasa de macrofauna del suelo en los tres sistemas de plantaciones.....	69
17.	Densidad de macrofauna en diferentes sistemas de plantaciones a diferentes profundidades del suelo.....	72
18.	Biomasa de macrofauna en diferentes sistemas de plantaciones a diferentes profundidades del suelo.....	73
19.	Índice de diversidad de especies Shannon – Winner en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades del suelo.....	75
20.	Valores de los indicadores para obtener un índice de calidad de suelo en los tres sistemas de plantaciones.....	77
21.	ANVA correlacional % de Limo y la biomasa de la macrofauna edáfica....	79
22.	ANVA correlacional de la temperatura del suelo y la biomasa de la macrofauna edáfica.....	81
23.	Densidad de macrofauna en los tres sistemas con plantaciones.....	109
24.	Correlación entre los indicadores físicos y químicos del suelo con la densidad y biomasa de la macrofauna del suelo.....	110
25.	Biomasa de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema metodológico del plan de muestreo a diferentes profundidades del suelo.	54
2. Densidad aparente del suelo en tres sistemas con plantaciones uso.....	63
3. Resistencia a la penetración del suelo en tres sistemas de plantaciones ..	64
5. Densidad de la macrofauna del suelo en tres sistemas de plantaciones ..	70
6. Distribución de la biomasa de la macrofauna del suelo en tres sistemas de plantaciones	71
7. Densidad de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades de muestreo	73
8. Distribución de la biomasa en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades de muestreo	74
9. Índice de diversidad de Shannon – Wiener de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades	76
10. Sistema de referencia de un suelo ideal en los tres sistemas de plantaciones	78
11. Correlación lineal % de Limo y la biomasa de la macrofauna edáfica en los tres sistemas con plantaciones.....	80

12. Correlación lineal de temperatura del suelo y la biomasa de la macrofauna edáfica en los tres sistemas de plantaciones.....	81
13. Georreferenciación en un sistema con plantaciones de Capirona.....	114
14. Resistencia a la penetración del suelo en un sistema con Capirona.....	114
15. Muestra de suelo en un sistema con plantaciones de Capirona.....	115
16. Muestreo de macrofauna en un sistema de plantaciones con Capirona	115
17. Georreferenciación en un sistema de plantaciones con Pino.....	116
18. Medición de la pendiente en un sistema de plantaciones con Capirona.....	116
19. Medición de lapendiente en un sistema de plantaciones con Pino.....	117
20. Georreferenciación en un sistema de plantaciones con Eucalipto.....	117
21. Muestreo de macrofauna en un sistema de plantaciones con Eucalipto.....	118
22. Resistencia a la penetración en un sistema de plantaciones con Eucalipto.	118
23. Densidad aparente del suelo en un sistema de plantaciones con Eucalipto.	119
24. Medición de la pendiente en un sistema de plantaciones con Eucalipto.....	119
25. Preparación de muestras de macrofauna de tres sistemas de plantaciones.	120
26. Lombriz de tierra en los tres sistemas con plantaciones.....	120
27. Análisis de suelo de los tres sistemas de plantaciones predio Santa Rita....	121

RESUMEN

La investigación se realizó con la finalidad de determinar los indicadores físicos, químicos, identificar, cuantificar, densidad, biomasa y diversidad de macrofauna, nivel de fertilidad y relacionar con los indicadores físicos químicos del suelo con la densidad y biomasa de la macrofauna en tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecera San Juan S.A. – Pucallpa. Los indicadores físicos presentan textura franca a franco arcilloso, densidad aparente típicas y resistente a la penetración de alto a adecuado, temperatura en promedio 27.3°C. Los indicadores químicos presentan pH de fuerte a ligeramente ácido y niveles bajos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. Se identificaron 11 órdenes taxonómicos de la macrofauna del suelo, en las plantaciones *Pinus patula* “pino” 9, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” 7 y en *Eucaliptus globulus* “eucalipto” 8 órdenes; Isóptera fue más predominante seguido por haplotaxida y Dictióptera, mayor representatividad se registró en la Isóptera en todos los estratos muestreados en relación a la abundancia, la densidad de macrofauna fueron: *Pinus patula* “pino” 57 ind.m⁻² y biomasa 3.80 g/m², *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” densidad 61 ind.m⁻² y biomasa de 3.23 g/m² y en *Eucaliptus globulus* “eucalipto” densidad 277 ind.m⁻² y biomasa de 5.89 g/m². según índice de Shannon – Wiener, existe cierta uniformidad en abundancia de especies de macrofauna evaluadas a los 10 cm de profundidad del suelo y los 20 cm la uniformidad es alta obteniéndose valores cerca de la unidad. La relación en los

tres sistemas con plantaciones está en función al % de limo del suelo con Biomasa con un R^2 (0.7627) o 76.27% y temperatura con biomasa con un R^2 (0.9018) o 90.18%. El sistema de plantación de *Eucalyptus globulus* "eucalipto" es el suelo que más se acerca al suelo ideal.

I. INTRODUCCION

La amazonía, con su extraordinario bosque, abundancia de verdor, es una de las áreas en las que es factible seguir gustando el incremento de los bosques hortícolas con la utilización de diferentes ensayos agrícolas y ganaderos.

La transformación de grandes áreas forestales debido a usos agrícolas afecta a grandes áreas de todo el planeta. El impacto de estas conversiones en el suelo aún no está claro, por lo que aún es imposible evaluar realmente la sostenibilidad de este uso. (LAVELLE *et al.*, 1992).

Gran parte de las prácticas en la administración del suelo, independiente de su impacto en el pH, tendrán un impacto contrario en los animales grandes, susceptibles a los cambios en la cubierta de la superficie. Estos organismos que viven en la hojarasca y la capa superior del suelo se deben principalmente a su interacción con la microflora, es esencial para los entornos de desarrollo de las variedades que se cultivan, crecimiento y función de los ecosistemas agrícolas porque juegan un rol importante en el suelo. La acción de descomposición de la basura y liberación de nutrientes (LAVELLE y PASHANASI, 1989).

Debido a la escasa información existente sobre los índices químicos, biológicos y físicos en plantaciones con tres sistemas de *Pinus patula* "pino", *Calycophyllum spruceanum* Benth. "capirona" y *Eucaliptus globulus* "eucalipto", del predio Santa Rita de propiedad de la Cervecería San Juan S.A. – Pucallpa; el trabajo de investigación formula la siguiente interrogante ¿Intervendrán los indicadores

físicos, químicos y biológicos del suelo en los tres sistemas de plantaciones *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la Cervecería San Juan S.A. – Pucallpa? Teniendo como hipótesis: los tres sistemas de plantaciones *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la Cervecería San Juan S.A. – Pucallpa intervienen en los indicadores físicos, químicos y biológicos en los suelos. En referencia a este entorno se proponen los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Determinar los indicadores físicos, químicos y biológicos del suelo en tres sistemas de plantaciones en el predio Santa Rita de propiedad de la Cervecería San Juan S.A. – Pucallpa.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar los indicadores físicos y químicos del suelo en tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa.
- Identificar y cuantificar la macrofauna del suelo en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa.

- Determinar la densidad, biomasa y diversidad de especies de macrofauna edáfica en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa.
- Determinar el nivel de fertilidad en los tres sistemas con plantaciones con *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa.
- Determinar la relación entre los indicadores físicos y químicos del suelo con la densidad y biomasa de la macrofauna en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Suelo

ACEVEDO y MARTINEZ (2003) llaman la atención sobre que la suiedad es un entramado impredecible que consta de cuatro secciones en extensiones de factor; Son: partículas minerales o de roca y materia natural muerta que componen la red fuerte, y la desintegración de la suiedad y el aire que consumen el espacio poroso de la red. MINAG (2011) hizo referencia a que se trata de un marco dinámico y complejo donde sucederán maravillas físicas, sustanciales y orgánicas de poder variable, pero que se extenderán hacia el exterior de la cubierta como un manto ininterrumpido.

2.2. Importancia del suelo

CHILÓN (2014) hace referencia a la trascendencia de que la suiedad es común, autónoma, tridimensional, trifásica, desconcertante, dinámica y tiene un equilibrio ideal. Reacciona, se desarrolla, crea y reacciona a los impulsos como un "elemento de la existencia diaria". Puedes pasar. y su delicadeza merece nuestra atención. La tierra de la "roca madre" avanza la interacción de la tierra a través de la actividad de los componentes climáticos, por lo que los microorganismos

adquieren "vida" y se convierten en "cuerpos vivos", la razón para restablecer suelos útiles, corruptos y profanados incorpora la existencia orgánica de los recuperados.

2.3. Fertilidad del suelo

La productividad del suelo se define como un estado relacionado con la capacidad de las plantas para proporcionar elementos esenciales sin ninguna concentración tóxica de elementos. En otras palabras, al plantar otro tipo de plantas, es obvio que el suelo estéril de un determinado cultivo puede ser muy productivo (ANSORENA, 2005). Mientras que SOLIS (2011) especifica que la madurez de la sociedad es una cualidad que se produce por la asociación entre atributos reales (capacidad para dar condiciones primarias satisfactorias a la ayuda y desarrollo de las cosechas), sintéticos (capacidad para suministrar suplementos adecuados, en cantidades suficientes y ajustadas) y naturales (conectados a los ciclos orgánicos de la tierra, identificada con sus criaturas) del equivalente y que forma parte de la capacidad de suplir las entornos vitales para su desarrollo y avance de las vegetaciones.

La fecundidad del suelo es una condición que surge de la asociación entre sus atributos físicos, sustanciales y naturales, que forman parte de la capacidad de proporcionar las condiciones vitales para el desarrollo y la mejora de las plantas. En este sentido, la definición incluye las cualidades reales de la sociedad como superficie, estructura, creación, profundidad y otras sujetas a estas como espesor, límite de mantenimiento de la humedad, circulación de aire, porosidad, sombreado, nivel de desintegración (MINAG, 2011).

2.4. Calidad del suelo

JIMÉNEZ y GONZÁLEZ (2006) advierten que la disposición se conoce tal cual el instrumento correcto en percibir o saber la condición de corrupción trabaja la tierra en un segundo dado, así como qué medidas son fundamentales para el trabajo predominante, ya que da información sobre los aspectos físicos, compuestos y créditos naturales del suelo y que el uso de registros son marcadores prematuros y poderosos de permutas en la disposición del suelo cedidos por el sistema de creación. Para LARSON y PIERCE (1991), esencialmente, la calidad del suelo es el porte de trabajar dentro de los requisitos de los marcos naturales y para que el clima interactúe de manera inequívoca con el entorno externo, lo que sugiere enfoques para cambios de calidad en la revisión.

2.5. Indicadores físicos del suelo

La madurez real estima al suelo como una ayuda material razonable para la raíz, haciendo también referencia a los elementos del agua y los gases líquidos en su interior. Desde esta perspectiva, la sociedad da un camino suficiente para la germinación de las semillas. además, el avance ideal del ensamblaje mecánico de la raíz; tiene una gran circulación de aire y una termicidad estable, un límite adecuado de mantenimiento de agua, junto con un sistema de cursos de agua que permite una gran filtración sin causar lavados exorbitantes, así como un diseño estable que sugiere protección contra los ciclos erosivos (LABRADOR, 2001). Para SANCHEZ (2007) las cualidades son las particularidades que presentan personalidad a la sociedad, como superficie, estructura, sombreado, síntesis

mineralógica, grosor evidente y genuino; mientras que las propiedades aluden a la conducta que muestra la suiedad, derivada de sus atributos, por ejemplo, límite de mantenimiento de la humedad, coeficientes de agua, circulación del aire, porosidad, penetrabilidad, etc.

2.5.1. Textura del suelo

Hace referencia a la extensión de arena, residuo y barro comunicados como tasa. En la parte mineral de la suiedad, sólo las partículas de menos de 2 mm de medida son de interés edafológico. (SÁNCHEZ, 2007).

2.5.2. Densidad aparente del suelo

Del nivel de desprendimiento o porosidad del suelo depende la densidad aparente, es un factor de estima profundo que también depende de la superficie, la sustancia de la materia natural y la construcción (SÁNCHEZ, 2007). Para EL CAIRO (1995) establece lo pesado de la unidad de cuerpo del suelo adusto con una construcción característica.

DORAN y PARKIN (1996) por lo tanto, el espesor de la masa puede ser uno de los índices de compactación del suelo y sus limitaciones en el desarrollo de las raíces. De manera ambigua impacta en la simetría de penetración de los suelos y de esta manera su emocionalidad. La Tabla 1 muestra los alcances interpretativos del grosor obvio y el desarrollo de las raíces, en vista de la superficie del suelo.

Cuadro 1. Rangos de interpretación para densidad aparente y crecimiento radicular en base a la textura del suelo.

Textura	Ideal (g cm ⁻³)	Aceptable (g cm ⁻³)	Puede afectar el crecimiento radicular (g cm ⁻³)	Restringe el crecimiento radicular (g cm ⁻³)
Arena, areno-franco	Dap < 1.6	1.6 ≤ Dap < 1.69	1.69 ≤ Dap < 1.80	Dap > 1.80
Franco-arenosa, franco	Dap < 1.4	1.4 ≤ Dap < 1.63	1.63 ≤ Dap < 1.80	Dap > 1.80
Franco-arcilla-arenosa, franco-arcillosa	Dap < 1.4	1.4 ≤ Dap < 1.60	1.60 ≤ Dap < 1.75	Dap > 1.70
Limosa	Dap < 1.3	1.3 ≤ Dap < 1.60	1.60 ≤ Dap < 1.75	Dap > 1.75
Franco-limosa, franco-arcillo-limosa	Dap < 1.4	1.4 ≤ Dap < 1.55	1.55 ≤ Dap < 1.65	Dap > 1.65
Arcillo-arenosa, arcillo-limosa	Dap < 1.1	1.1 ≤ Dap < 1.39	1.39 ≤ Dap < 1.58	Dap > 1.58
Arcillosa (>45% arcilla)	Dap < 1.1	1.1 ≤ Dap < 1.39	1.39 ≤ Dap < 1.47	Dap > 1.47

Fuente: SAGARPA (2012).

2.5.3. Resistencia del suelo a la penetración

FERRERAS *et al.* (2007) Se presume que las sociedades mostraron merma de carbono natural y la solidez subyacente expandieron la indefensión a la compactación del suelo, y aquellas sociedades que introdujeron mejores cualidades organizativas y menor protección contra la entrada, pueden introducir una mejor conducta contra los factores que influyen en la corrupción. Además, los suelos con temblores totales subyacentes eran suelos compactados.

Mientras que USDA (1999) en el crecimiento del espesor de la masa, la oposición mecánica aumentará en general y la porosidad del suelo en general disminuirá, estas progresiones limitan el desarrollo de las raíces a cualidades básicas. La oposición del suelo se localiza entre los alcances bajos $> 2 \text{ g/cm}^3$, medios 2 g/cm^3 y altos o suficientes $< 2 \text{ g/cm}^3$.

2.6. Indicadores químicos del suelo

Las cualidades importantes de la sustancia incorporan sustancia de micronutrientes y escala completa, pH y límite de comercio mental. Un equilibrio de estos tres elementos admite la tenencia de sustrato suficiente para el desarrollo del rendimiento (BURÉS, 1997). Para ALVAREZ (2008), entre las cualidades importantes de la sustancia está la escala completa y la cantidad contenida de micronutrientes, el pH y el límite de comercio mental. LABRADOR (2001) precisa que la fecundidad sintética caracteriza la condición físico-substancial del clima y la importancia de la bodega y la accesibilidad de los componentes asimilables. Perspectivas representadas por pH, potencial redox, límite comercial, gran escala y

contenido de micronutrientes, etc. En el entorno físico: sustancia y compuesto, una sociedad debe mantener una retención satisfactoria de suplementos en condiciones de accesibilidad en la medida en que lo permita.

2.6.1. Reacción del suelo (pH)

La respuesta del suelo es posiblemente la principal cualidad compuesta de una tierra, en el modo de desarrollo de las plantas, que se comunica en cuanto al pH. Es una propiedad que afecta las medidas de las sustancias, la accesibilidad de los suplementos, los ciclos naturales y el movimiento microbiano (SÁNCHEZ, 2007).

Cuadro 2. Niveles de pH en el suelo

Interpretación	Rango
Extremadamente ácido	< 4.5
Fuertemente ácido	4.6 - 5.4
Moderadamente ácido	5.5 - 6.5
Neutro	6.6 - 7.3
Moderadamente alcalino	7.4 - 8.5
Fuertemente alcalino	>8.5

Fuente: SOIL SURVEY STAFF, (1993).

2.6.2. Materia orgánica

El elemento natural está compuesto por las mezclas de principio natural que se encuentran disponibles en la tierra, del mismo modo, los depósitos de

plantas establecen el material único fundamental del material natural de la tierra. (FASSBENDER, 1975).

Por otra parte (ZAVALETA, 1992) afirma que la gran constitución de las suiedades depende de la materia natural, una suiedad de consistencia demasiado libre (suelo arenoso) se puede mejorar aplicando materia natural (fertilizante), de igual forma un suelo de tierra se mejora mediante la diligencia del material natural.

Cuadro 3. Intervalos de materia orgánica en el suelo

Nivel	Rango (%)
Bajo	< 2
Medio	2 a 4
Alto	>4

Fuente: SOIL SURVEY STAFF, (1993).

2.6.3. Nitrógeno del suelo

La cuantía de nitrógeno existente en numerosas suiedades es baja, a razón de sus propios elementos y periodo biogeoquímico. El nitrógeno logra alcanzar a la tierra debido a los compromisos de la materia natural (composts naturales (fertilizantes) y depósitos de cosecha) y a los ciclos de obsesión bacteriana del medio (SÁNCHEZ, 1981).

Las condiciones climáticas impactan el contenido de nitrógeno en los suelos, a medida que aumenta la temperatura, el nitrógeno disminuye; con incrementos de nitrógeno de pegajosidad en expansión. Las principales desgracias del nitrógeno son: erradicación por cultivos, filtrado, evaporación, desnitrificación y obsesión por el amonio (NAVARRO, 2003).

Cuadro 4. Niveles de contenido de nitrógeno

Nivel	Rango (%)
Bajo	Menor de 0.1
Medio	0.1 – 0.2
Alto	Mayor de 0.2

Fuente: SOIL SURVEY STAFF, (1993).

2.6.4. Fósforo disponible en el suelo

Este componente es fósforo inorgánico delegado a partir del deterioro del lecho rocoso durante el ciclo duradero y la estructura natural del fósforo, se halla en el abono y la materia natural. La medida de fósforo completo en la tierra, comunicada como P_2O_5 , rara vez supera el inscribo de 7 ppm. La mayoría del fósforo que se encuentra en la superficie no es utilizable por las vegetaciones, por motivo de su extraordinaria insolubilidad; Para que esté aclimatado, debe encontrarse de la siguiente forma $H_2PO_4^-$ o $HPO_4 =$, en la disposición de suciedad. De la misma forma, el consumo de fósforo por las plantas sería ordinaria a pH bajo, es decir, el punto en el que la desintegración de la suciedad presenta una agudeza prominente, ya que la estructura $HPO_4 =$ es la más asimilable (NAVARRO, 2003).

Si bien SANCHEZ (1981) advierte que la sustancia de este componente está ligada a la sustancia de la materia natural y la superficie de la suciedad, en lo normal se pueden encontrar 180 mg / kg. Sea como fuere, este componente experimenta una obsesión por los suelos.

Cuadro 5. Niveles de contenido de fósforo disponible

Nivel	Fósforo (ppm)
Bajo	Menor de 7
Medio	7 – 14
Alto	Mayor de 14

Fuente: SOIL SURVEY STAFF, (1993).

2.6.5. Potasio disponible del suelo

Este componente proviene del deterioro y desintegración de rocas que contienen minerales de potasio, junto a estos se deben agregar los procedentes de la disgregación de residuos de flora y fauna.

El potasio K es un componente complementario fundamental para todas las entidades orgánicas vivientes. Las verduras necesitan altas dosis de este suplemento, ya que son un requisito previo de nitrógeno. K asume un papel significativo en la promulgación de innumerables catalizadores, también influye en el balance hídrico y el desarrollo meristemático.

Es un componente nutritivo fundamental para cada forma de vida viviente. Las verduras necesitan altas dosis de este suplemento, ya que son un requisito previo de nitrógeno. El potasio asume una parte importante en la iniciación de una enorme cantidad de compuestos (se sabe que más de sesenta son activados por este catión), que intervienen en diferentes ciclos de metabolismo en forma de

fotosíntesis, la mezcla de albuminoides y los almidones; Afecta adicionalmente al balance hídrico y al desarrollo meristemático (GUERRERO, 2000).

Cuadro 6. Niveles de contenido de potasio disponible (K_2O)

Nivel	Rango (Kg/ha)
Bajo	Menor de 300
Medio	300 – 600
Alto	Mayor de 600

Fuente: SOIL SURVEY STAFF, (1993).

2.7. Indicadores biológicos del suelo

La sustancia de la materia natural está relacionada con la cuantía, tipicidad y acción microbiana, por lo que el soporte de "Fecundidad Orgánica" recomienda una imperturbabilidad del clima, particularmente el microbiológico de la sociedad. Los beneficios y ejercicios de los microorganismos del suelo son fluctuantes, de esta manera se interesan en:

Los microorganismos del suelo son responsables de la gran mayoría de la descarga de suplementos de la materia natural. En el momento en que los microorganismos separan la materia natural, utilizan el carbono y los suplementos de la materia natural para su propio desarrollo, por lo que descargan abundantes suplementos en la tierra, donde pueden ser consumidos por las plantas. En caso de que la materia natural tenga una baja cantidad de suplementos, los microorganismos tomarán los suplementos de la tierra para cumplir con sus requerimientos (PEÑA, 2016).

CABRERA (2014) afirma que la medición de factores naturales es suficiente para demostrar la propensión de una sociedad a incrementar o disminuir el grado de materia natural y posteriormente, reflejar rápidamente el impacto entregado por los cambios de tablero. En general, se considera que los ensayos de administración utilizados influyen en la población microbiana, mientras que otros no han descubierto distinciones.

2.7.1. Macrofauna de suelo

RESTREPO (2002) especifica que la sociedad es un activo característico de valor inagotable, un controlador de la biosfera cuyo inicio y avance normal suceden en el largo plazo, sin embargo, ese uso irrazonable se descompone rápidamente, de esta manera el mejor suelo para los ejecutivos es una sociedad social. La necesidad y su abuso deben garantizar la utilidad compuesta, física y orgánica del activo. Un creador similar acredita que las propiedades microbiológicas incorporan la acción de entidades orgánicas fijadoras de nitrógeno, cooperativas o de existencia independiente y de las entidades orgánicas salvajes de acumulaciones naturales que adquieren energía de esos depósitos naturales que obtienen energía de estas acumulaciones y que intervienen en mineralización.

Investigaciones cercanas mostraron que el diseño de macroinvertebrados era más desconcertante en condiciones edáficas mejor guardadas u organizadas, apoyando, entre diferentes rasgos, una variedad más prominente de reuniones de cazadores, lo que, es más apoyando un significado biológico de la propensión de los ganaderos a suelos en reposo que descubren

indicios de esterilidad. (SEVILLA *et al.*, 2002). Los macroinvertebrados separan, trasladan y fusionan la suciedad construyendo exhibidores, hogares, cuidando locales, turrículas o compartimentos (ZERBINO y MORÓN, 2003).

ALVAREZ (2008) especifica que es estándar aislar las criaturas del suelo en dos grupos grandes que dependen de la dimensión: microorganismos y macroorganismos, obedeciendo de si su tamaño no es exactamente o más digno de mención que 2 mm por separado. LAVELLE (1997) especifica que la conexión conexiones entre microorganismos y macroorganismos en la suciedad. A medida que el tamaño de la criatura se expande, sus asociaciones con la microflora van desde la depredación hasta el mutualismo externo e interno; Asimismo, los diseños naturales son cada vez más fuertes. Para WARDLE (2004) estos microorganismos que tienen un lugar con varias Líneas, Clases y Órdenes (Cuadro 7).

Cuadro 7. Clasificación taxonómica de los organismos integrantes de la macrofauna.

Filo	Clase	Sub-Clase	Orden
Annelida	Clitellata	-	Oligochaeta
	Arachnida	-	Araneae
			Coleóptera
			Díptera
			Hemíptera
Arthropoda	Insecta	-	Hymenóptera
			Homóptera
			Isóptera
			Orthoptera
	Crustacea	-	Isópoda

	Myriapoda	Chilopoda	
		Diplopoda	
Nematoda	Adenophorea	-	Mermithida
Mollusca	Gasteropoda	-	

2.7.2. Importancia de la macrofauna del suelo

El ecosistema del suelo afecta los elementos de los suplementos ya que sus niveles tróficos son responsables de los desechos naturales en descomposición lenta con los que potencian la medida de reutilización del suplemento (LOK, 2005). Un creador similar hace referencia a que estos seres vivos también hacen un seguimiento de los atributos reales de la suciedad a través del desarrollo de pasajes y exhibiciones que expanden la esponjosidad, la penetración hídrica, alteran y hacen totales.

2.7.3. Grupos funcionales de la macrofauna

Para disminuir la complejidad intrínseca de la red trófica de tierra, se han propuesto varios órdenes de reuniones prácticas (FAO, 2001). Uno de ellos, posiblemente el más valioso, es el que separa la macrofauna de tierra según su comportamiento de cuidado

Las conexiones bióticas entre estos encuentros prácticos intervienen en la pauta de las medidas edáficas. En el momento en que la complejidad del equivalente es extraordinaria, es muy probable que los impactos aberrantes en la directriz de los elementos de los entornos sean vitales (WARDLE, 2004).

Por otra parte, los cazadores pueden aplicar consecuencias significativas para la creación y el deterioro netos esenciales, lo que, por lo tanto, tiene sugerencias a nivel local y ambiental (MASTERS, 2004; WARDLE y BARDGETT, 2004).

2.8. Efectos de diferentes sistemas de uso en la calidad del suelo

La disposición del suelo incorpora las partes físicas, sustanciales y naturales de la tierra y sus cooperaciones. Por lo tanto, la atracción del medio ambiente omnipresente de calidad o el bienestar de la tierra, se deben estimar todos los límites. Sea como fuere, los límites tienen la misma importancia para todas las sociedades. una muestra es la prueba de la CE para determinar la salinidad consigue ser invalora en ciertas áreas del Perú, en el cual la salinidad no representa un problema (DORAN y LINCOLN, 1999).

2.9. Biomasa microbiana

Toda la masa de microorganismos vivos en un determinado volumen de suelo o masa. Carga completa de microorganismos en un clima específico (CARDENAS, 2008). Un creador similar especifica que la riqueza y biomasa de los macroinvertebrados cambia fundamentalmente según el aprovechamiento de la sociedad (tratamiento) y la profundidad (capas), ganando la mayoría de la población y biomasa en la en la superficie del suelo (hojarasca y 0-10 cm).

La representación de macroinvertebrados fluctúa por completo obedeciendo de la utilización de la sociedad y la estabilidad de los estados naturales

del sistema biológico, especialmente la insolación (temperatura), la pegajosidad relativa, la ingeniería de la vegetación (separación) y el compromiso de degradar la fitomasa (PORTA *et al.*, 1999).

2.10. La biodiversidad

La variedad natural, o biodiversidad, alude a la fluctuación de cada entidad orgánica viviente y los edificios ambientales en los que ocurren. Los marcos agroforestales tienen el mejor potencial para monitorear la biodiversidad. Presentan una alta variedad florística, contienen diferentes capas de vegetación, tienen un alto espesor de árboles y son básicamente iguales a los bosques (PAGIOLA y OTA, 1997).

Para DELGADO y ESPAÑA (1999) la biodiversidad se caracteriza como la cantidad y construcción de datos naturales contenidos en sistemas biológicos vivos progresivamente coordinados. Si bien DORAN y LINCOLN (1999) se trata de una calidad de los marcos de vida que se pueden considerar bajo diversos grados de asociación, desde poblaciones de especies y redes hasta escenarios biológicos.

2.11. Diversidad de especie

La macrofauna de tierra incorpora criaturas sin espinas perceptibles a simple perspectiva en la que existen, absoluta o principalmente, en la tierra o rápidamente cubierta de ella. Estas criaturas sin espinas (gusanos, termitas, insectos, milpiés, ciempiés, arácnidos, bichos raros, pollos aturdidos, grillos, cigarras, caracoles, escorpiones, chinches y crías de moscas y mariposas) logran

recordar más de 1000 especies para un solitario. medio ambiente y llegar a densidades y biomasa de más de 1.000.000 de personas y más de una tonelada por cada hectárea, individualmente. Estas entidades orgánicas desempeñan diferentes capacidades en el sistema biológico y pueden dividirse en diferentes clases, utilizando diferentes arreglos útiles (ETTER, 1991). Si bien FRANCO (1989) certifica que existe un número significativo de archivos que miden la variedad de un área local, de estos, los que dependen de la hipótesis de datos son los que han tenido mejor impulso independientemente de sus límites de Shannon Weiner cambiados de acuerdo con el archivo Equity, al igual que el archivo Simpson Heterogeneity. El último evalúa la probabilidad de que dos personas elegidas al azar en un área local ilimitada tengan un lugar con tipos de animales similares. Un creador similar hace referencia a que en la protección de la naturaleza se contempla que el premio se fije en la variedad en la riqueza de especies, por lo que es importante utilizar archivos que consideren las variedades de menor abundancia, es decir, las poco comunes, consecuentemente, se hace el uso del índice Shannon Wiener.

2.11.1. Riqueza biológica

FRANCO (1989) afirma que la fortuna de géneros es innata en la idea real, ya que la extravagancia de variedades es proporción de la cuantía de variedades dada una cifra específica de personas y/o territorio y su valor es autónomo del porte del ejemplo.

2.11.2. Diversidad alfa

HALFFTER y COL. (2001) notan que la abundancia de especies de un área local específica se considera homogénea. Con una metodología equilibrada, para este sistema limitamos el término variedad alfa a la disposición de tipos del racimo de marcadores que coinciden en un espacio homogéneo de la escena. Este territorio es el elemento de prueba, es decir, el trozo de bosque que concentramos en técnicas ordinarias comparables a un ejemplo de un área local. Mientras FRANCO (1989) muestra que para evaluar la variedad se han expuesto diversos Índices, de esta manera tenemos: Considerando la medida de Heterogeneidad.

- Índice de diversidad de Shannon - Wiener (H')

Es la proporción del nivel de vulnerabilidad que consta para anticipar la variedad a la que un sujeto seleccionado al azar del área local tiene un lugar. Para un número dado de variedades animales y personas, la capacidad tendrá un valor base cuando todas las personas tengan un lugar con variedades animales similares y un valor mayor cuando todas las especies tengan un número similar de personas.

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

Las cualidades obtenidas con esta lista están en su mayor parte en el rango de 1.5 y 3.5 y rara vez superan 4.5. Un atributo de Shannon-Wiener es su afectación a las permutas en la riqueza de especies poco comunes; Por tanto, es relevante en las consideraciones de preservación de la naturaleza (MORENO, 2001).

- Índice de Equitatividad

Para construir las resultas en el tamaño de calidades de 0 a 1, se utiliza el indicador de igualdad, cuyo formalismo matemático es:

$$E = J = \frac{H'}{H_{MAX}}$$

2.12. Plantación forestal

Una mansión de bosques se compone de la base de árboles que forman una masa de bosque y que tienen una configuración, tamaño y especies caracterizados para el cumplimiento de los objetivos explícitos como propiedad útil, fuente de combustible, seguridad de territorios agrarios, aseguramiento de cuerpos de agua, solución de problemas de desintegración, ranchos silvopastoriles, entre otros. El objetivo es el que permita decidir el espesor de sembrado, la rentabilidad y los costos que inferirá la finca, así como la elección de los géneros más razonables y su sistematización de creación. En todo caso, para que esto sea concebible, es fundamental completar una investigación previa y cautelosa de las condiciones normales en las que se creará la finca, sin perjuicio de la ordenación y cesión del espacio, para garantizar su prosperidad (TRUJILLO, 2011).

2.13. Ventajas y desventajas de las plantaciones

2.13.1. Ventajas

Los beneficios de las fincas son más claros donde la recuperación característica es escasa, donde los árboles locales tienen una utilidad limitada y donde se articulan los contrastes en las tasas de desarrollo de los árboles. Otro beneficio es la necesidad de restaurar tierras deforestadas (WADSWORTH, 2000).

2.13.2. Desventajas

Las propiedades de Timberland pueden tener las consecuencias adversas que las acompañan (FLORES, 1998):

- Las plantaciones agotan los suministros de agua, no dirigen los chorros de agua como vegetación característica e incrementan la tendencia de la tierra a la desintegración.
- La consistencia y el aumento de las fincas forestales, particularmente en el caso de que formen parte de una categoría de animales solitarios, dan una gran fuente de alimento y un ambiente ideal para irritaciones o microorganismos adaptados a esta especie, prefiriendo una rápida enfermedad de las poblaciones instaladas.
- Los grandes espacios de los señoríos monoespecíficos incorporan la posibilidad de presentar bajos grados de variabilidad hereditaria. La variedad normal disminuye y los ciclos de elección regulares se ven obstaculizados en todas las capas de plantas.
- En cuanto a la fauna, los ranchos selváticos presentan cambios en las especies vegetales y su construcción, lo que incidirá en el modo de vida natural, la accesibilidad a los paraísos, los destinos de asentamiento y los impactos relacionados.

- Las especies exóticas en general familiarizadas con su superior pueden convertirse en una molestia, desarraigando especies locales.
- Las actividades forestales pueden causar impactos radicales en la tierra y sus diferentes horizontes: compactación del suelo, disminución del límite de penetración, pérdida de seguridad de inclinación y extracción esencialmente alta de suplementos de la tierra, que obligan a separar la biomasa.

2.14. Factores de evaluación en una plantación

Las variables evaluadas fueron las siguientes (MURILLO y CAMACHO, 1997).

2.14.1. Crecimiento de la planta

La altura absoluta es una variable cuya utilidad se sitúa para evaluar dos ángulos principales. a) La naturaleza del desarrollo o expansión en altura a una edad determinada; b) La estatura a la hora de la siembra en relación al tamaño de las raíces. Conocer la estatura subyacente en el momento de la siembra podría ser importante si se basa en el marco de creación que se ha utilizado en el vivero. Con el armazón del saco, por ejemplo, no debe plantar plántulas cuyo segmento aeronáutico (tallo) supere los 30 cm (dependiendo del tamaño del paquete), ya que es probable que sus cimientos se hayan torcido previamente dentro del saco (MURILLO y CAMACHO, 1997).

2.14.2. Abonamiento de plantas

Todas las plantas deben cuidarse para desarrollarse mucho, las plantas no deben prepararse exclusivamente con compost, sino que además con abonos compuestos que no contienen antimicrobianos, estos son dañinos para la vida del suelo, ya que los agentes antiinfecciosos asesinan a los gusanos encontrados. Los sintéticos mejoran el desarrollo de la materia natural. Para el tratamiento de árboles y arbustos, se debe abrir una zanja alrededor del tallo a una distancia de 30 cm, ya sea para abonos naturales o de sustancia, en esta línea manteniendo el estiércol (FLORES *et al.*, 1996).

La ausencia de complementos o el desequilibrio dietético de la tierra en general inclinarán al señorío al asalto de organismos e insectos, debido a la irregularidad fisiológica que produce la indefensa alimentación del árbol y que hace que el rancho sea más vulnerable a los asaltos por infecciones. e irritaciones. El tipo de abono utilizado dependerá de los impactos a lograr, las solicitudes de las especies y los atributos de la tierra (MONTERO *et al.*, 2003).

2.14.3. Los fertilizantes

Los abonos son sustancias agregadas a la tierra con la finalidad de mejorar sus contextos y, por lo tanto, sus elementos. El aumento del servicio de guardabosques se refleja en la utilización de composts para disminuir los problemas de desarrollo debido a los contrastes nutritivos, un procedimiento que se ha vuelto excepcionalmente regular hoy en día en una gran parte del mundo (VON MARRES, 1988).

TORO (1995) demuestra que la utilización de estiércol significa dar a las plantas la mejora saludable esencial para que crezcan adecuadamente y logren tasas de desarrollo que cumplan con los requisitos previos de los propietarios de las mansiones. Para ello, es importante pensar en los atributos físicos y sintéticos de las suculdades, las porciones y época de uso de los suplementos, y las cualidades de las especies, así como el entorno vecinal que prevalece en un sitio determinado. Esto permite utilizar la combinación ideal de componentes de suelo, plantas y medio ambiente.

2.14.4. Fertilizantes orgánicos

Son materiales de origen natural, independientemente de que sean normales o manipulados. La definición legal difiere según el país. El material natural se puede utilizar para ampliar la medida de materia natural en la tierra y consecuentemente incrementar el límite de mantenimiento de agua, incrementar el límite de comercio de cationes y mejorar el estado de la tierra (FAO, 1999).

GANDARILLA (1988) hace referencia a que los composts naturales son críticos para las labranzas ya que mejorarían el estado físico-físico y orgánico de la tierra, su capacidad para ingerir oxígeno y el equilibrio de la humedad. Su utilización está restringida en gran medida por la ausencia de datos en los establecimientos, que pagan importantes gastos por composts de ingeniería. Los abonos naturales son una opción asequible y adecuada para acabar lentamente con la dependencia de los abonos artificiales.

2.15. Aspectos generales del (*Pinus patula*) Pino

2.15.1. Distribución geográfica

El espacio de apropiación característico de la variedad es igualmente limitado e intermitente, incorpora los espacios centrales y de alta montaña de las localidades focales oriente y sur de México, cubriendo alcances que varían entre 16 ° N y 24° N, en alturas que van desde 1,500 a 3,100 metros sobre el nivel del mar; Además, puede rellenar rodales no adulterados o en relación con diferentes especies (OJEDA *et al.*, 2008). REYNEL y COL. (2003) demuestran que la apropiación regular de *Pinus patula* se ve impactada por factores orográficos, que por tanto influyen en factores climáticos y edáficos.

2.15.2. Descripción botánica

Nombre común: Según MARTÍNEZ (2011), Su nombre convencional es “pino llorón”, asimismo, se le conoce por otros nombres como “pino ocote” (México), “pino colorado”, “pino candelabro”, “pino gelecate” (Puerto Rico).

Familia: Pinaceae

Especie: *Pinus patula* Schltld. & Cham. (TROPICOS, 2014)

Pinus patula un árbol con capacidad crecimiento de tamaño mediano a enorme, que en ejemplares perdurables alcanza alturas de hasta 40 my 120 cm de ancho, con un tranquilo justo, en forma de tubo en la base y muy ahusado en por poco toda su extensión; corteza áspera y roja, particularmente en el segmento

superior del compartimento de almacenamiento (SÁENZ *et al.*, 2011). Los productos orgánicos son capirotos largos ahusados de 7 a 9 cm, sésiles, bastante curvados, diagonales y puntiagudos, generalmente en grupos de 3 a 6. Fruto pequeño, prácticamente trilateral, puntiaguda, de color terroso tenue o con manchas tenues o blanquecinas y hasta cierto punto engrosado en la base (SÁENZ *et al.*, 2011).

2.15.3. Características generales de la madera

Presenta un madero de color blanco, con duramen rosado, presentando regularmente una sólida diferencia entre la madera temprana (clara en la tonalidad) y la tardía (opaca en la tonalidad), estableciendo así la apariencia de aros de desarrollo; Además, el olor y el gustillo no tienen características sumamente inconfundibles, superficie algo espesa e impredecible, veta recta (frecuentemente sinuosa), con poco brillo y presencia de cursos de agua de savia (GILLESPI, 1992).

Tiene largas traqueidas en su madera con una medida no relacionada del lumen medio y un grosor divisor excepcionalmente endeble en la madera temprana, con un ancho de distracción de un lumen fino y un grosor divisor delgado en el madero tardía; sus rostros abiertos muestran una columna de ventosas acentuaciones; los haces son de ejemplar semejante, muy escasos y bajos, los que no exhiben canal son uniserados y los que lo enseñan son fusiformes con poca disposición en la pieza focal del canal, en los campos de intersección uno a tres decenas de el tipo pinoide; las traqueidas de haz tienen bordes de púas; las trincheras longitudinales no son variadas por mm² y no tiene parénquima bucal. (SÁENZ *et al.*, 2011).

2.16. Aspectos generales de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona”

Familia: RUBIACEAE, árbol de 50 - 120 cm de ancho y 20 - 35 m de alto, con un tallo recto, en forma de tubo, habitual, la copa en el último tercio, la base del tallo recta (REYNEL *et al.*, 2003). Se transporta a lo largo de toda la Amazonía, hacia el sur de Brasil y Bolivia, a menos de 1200 metros sobre el nivel del mar. Es normal en las regiones de tierras forestales auxiliares, a pesar de que también se encuentra en bosques apartados esenciales. Se ve en regiones con precipitaciones altas y constantes, pero asimismo en regiones con una estación seca marcada.

2.16.1. Taxonomía

FLORES (2005) lo clasifica de la siguiente manera:

Reino : Plantae o vegetal

División : Angiospermae

Clase : Dicotyledoneae

Orden : Gentianales

Familia : Rubiaceae

Género : *Calycophyllum*

Especie : *Spruceanum*

Nombre común : Capirona.

Nombre científico: *Calycophyllum spruceanum*

2.16.2. Descripción botánica

Árbol de 50 a 120 cm de medida y de 20 a 35 m de altura, con un tallo recto, tubular, ordinario, la copa en el último tercio, la base del tallo recta. Corteza exterior lisa, de tono verdoso, sorprendentemente a cuadros, homogénea, lisa y chispeante, dando la impresión de un poste totalmente impecable, dotado de un ritidoma de papiro rosado que se corta en colosales placas inconsistentes, dejando al descubierto la superficie verdosa de la corteza. Corteza interior homogénea, ligera, de 1 a 2 mm de espesor, de color crema verdoso en matices. Ramitas terminales con fragmento redondo o fijadas en las áreas terminales, de 5 a 6 mm de medida, tonalidad rosa arenosa cuando están secas, lisas, brillantes, provistas de lenticelas blanquecinas. Hojas fundamentales, conmutadas decusas, rotondas o circulares, de 5 a 10 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho, pecíolos de 1,5 a 2,5 cm desde hace mucho tiempo, acanaladas, bordes enteros, pináculo serio densamente afilado, base áspera, vena pinnada, discrecional nervios 12-15 conjuntos, imperceptiblemente tallados en la superficie superior y levantados en la base, como en el nervio central, axilas de los nervios auxiliares con pequeños mechones de pelos o domatios en la base (10x), las plantas espinosas recortan los bordes. Inflorescencias terminales superiores de 10-15 cm desde hace bastante tiempo, dieron algunas flores.

Porta objetos naturales pequeños, de longitud elipsoide, de 5 a 8 mm de largo, pubescentes en un nivel superficial; Se abren en dos válvulas cuando se prueban, las semillas son pequeñas, aladas y extendidas, con la forma de vida del joven en una posición central.

2.16.3. Distribución

Se encuentra en la Amazonía de Perú y Brasil. En el Perú se encuentra en las divisiones de Amazonas, San Martín, Huánuco, Loreto, Madre de Dios y Ucayali. Se encuentra en bosques fundamentales y subordinados, en tierras desbordadas irregularmente, en mejoras comunes de bosques tropicales secos, bosques tropicales horterías o bosques tropicales increíblemente pegajosos. De vez en cuando se carga de redes - manchales, llamados capironales.

2.16.4. Características de la madera

Color	:	Pardo blanco
Brillo	:	Medio intenso
Grano	:	Recto, entrecruzado
Textura	:	Muy fina
Veteado	:	No marcado

- Conservación: Los troncos deben permanecer un tiempo en el bosque después de la tala. es más, haz un tratamiento.
- Aserrado y Secado: Aserrado intermedio. No presenta problemas en el aserrado, a pesar de su alto espesor, produce un impacto medio brusco. Conducta aceptable con proyectos delicados de 10 días para espesores inferiores a 30 mm. Para disminuir el peligro de roturas y roturas se requiere un tratamiento de vaciado. Funcionalidad problemática por su dureza,

presenta peligro de roturas durante el clavado, permite grandes terminaciones.

- Durabilidad: Tiene una protección media frente al asalto de organismos y termitas. No necesita protección.

2.16.5. Usos de la madera

A la luz de las propiedades descritas, la madera de Capirona se puede utilizar en estructuras, radiantes, secciones, pisos, lengüetas y depresión, postes, mangos de instrumentos, ebanistería, artículos deportivos, formas, curvas, etc.

2.17. Aspectos generales del *Eucalyptus globulus* Labill. “eucalipto”

Árbol de hasta 45 - 75 m de altura. El tronco alcanza hasta 2 m de ancho, con tendencia a torsión helicoidal, corteza lisa, nervuda y podrida. Hojas dimórficas, las adolescentes ampléxicas, inversas, algo azuladas, aladas o lanceoladas, de base ajustada, sésiles y glaucas. Hojas adultas lanceoladas, sustitutas y pecioladas. Sin más preámbulos, las flores pediceladas se encuentran en inflorescencias en forma de umbela, con los pétalos soldados dando forma a un opérculo caducifolio que deja al descubierto los diversos estambres. Producto orgánico en recipiente globoso con hipanto leñoso, desagradable con cuatro nervaduras (DANA *et al.*, 2005). Un creador similar hace referencia a que se apropió a lo largo de Tasmania y sureste de Australia y fue presentado en Norteamérica (Estados Unidos), Sudamérica (Chile, Argentina, Ecuador y Perú), Nueva Zelanda, India, Europa (Portugal, España, Irlanda, Inglaterra), su espacio vital llega hasta los

300 metros sobre el nivel del océano. Su avance en ambientes húmedos y tranquilos es normal. Es un animal que solicita categorías a suelos ricos en materia natural, aguanta una increíble variedad de tipos (arcillosos, arenosos, arcillosos, corrosivos), pH superior a 5. Las plántulas necesitan luz para su giro.

2.17.1. Taxonomía

OJEDA *et al.* (2008) lo clasifica de la siguiente manera:

Reino : Plantae o vegetal

División : Spermatophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Myrtales

Familia : Mirtaceae

Género : Eucalyptus

Especie : Globulus

Nombre común : Eucalipto.

Nombre científico : *Eucalyptus globulus* Labill.

2.17.2. Descripción botánica

Árboles de hoja perenne que normalmente alcanzan entre 30 y 50 metros de altura.

Eje recto en árboles que rellenan ranchos y helicoidal en árboles separados.

La corteza es tenue, implacable en la base y cae del resto del compartimento de almacenamiento en largos grupos longitudinales.

El producto natural es una caja leñosa, dehiscente por cuatro o cinco válvulas de ancho y tres lados.

Semillas oscuras y desenfadadas de 2 a 2,5 mm de distancia de ancho.

2.17.3. Características de la madera

Color : Albura blanco crema poco diferenciada del durámen marrón muy pálido, con matiz rosado grisáceo

Brillo : Mediano

Grano : Entrelazado

Olor : Característico a eucaliptol

Textura : Fina

Diseño : Suave, espigado en corte radial y floreado en el tangencial

Veteado : No marcado

- Secado: Requiere un secado cuidadoso, considerando sus tasas de constricción, en general se deformará, romperá y romperá. Sólida inclinación

a la implosión. En el secado falso, la temperatura no debe superar los 60 ° C y se espera que los medicamentos aborden la degradación.

- Durabilidad: se delega la albura no del todo maciza en exterior y en contacto con el suelo. El duramen, no del todo fuerte en el suelo y robusto en el aire. Albura impotente para el asalto de la polilla.
- Trabajabilidad: La veta transversal hace que sea razonablemente difícil de aserrar y trabajar, posterior a la preparación de la madera, en general, se parte en los cierres. Conducta adecuada contra el cepillado y el giro. El clavado es habitual y presenta algunos problemas, no sujeta bien los clavos, en general se parte. Para pegarlo se requieren superficies mucho cepilladas.

2.17.4. Usos de la madera

En vista de las propiedades descritas, la madera de eucalipto se puede utilizar en maceración de celulosa. Superficie del suelo, tarima flotante, ejes cubiertos, tablero de refuerzo, MDF, madera comprimida y aglomerado, láminas, armazón, manijas de dispositivos. Durmientes impregnados (RUIZ *et al.*, 2008).

2.18. Antecedentes de otros trabajos realizados

CARDENAS (2008) al recoger la mesofauna terrestre bajo diversas inclusiones en Tingo María con la plena ecuanimidad de conocer los segmentos de la mesofauna edáfica, evaluarla y calificarla, así como percibir en el grado de fuerza de las solicitaciones en campo, la relación con materia ordinaria, en un par de capas. Los resultados adquiridos muestran la tierra con cobertura forestal, tiene el número

más asombroso de personas realmente enfocado en la mesofauna con 16.304 personas evaluadas en un m², el suelo terrible con 448 personas evaluadas en un m² con un total base entre los cuatro suelos evaluados.

CORREA (2011) al evaluar la idea de la tierra bajo diferentes estructuras de abuso (purma, pastos, giro anual de eventos y giro sólido) en Tulumayo, para ello evaluaron los punteros físicos, significativos y naturales. Como marcadores genuinos: superficie, estructura, seguridad total, grosor claro, profundidad persuasiva, ataque, límite de retención de agua, temperatura del suelo y seguro contra la entrada. Como lo indican sus marcadores físicos, de ingeniería y naturales, los resultados fueron que los suelos exuberantes discrecionales (purma de 15 años) son de la mejor calidad, seguidos por un ciclo duradero de eventos (cítricos), pastos (brizanta) y la mayoría suelo de mínima calidad. De las cuatro carcasas de utilización, según la prueba de avance y la prueba de Duncan, presentan diferentes calidades de la suciedad.

PORTOCARRERO (2013) finalizó una evaluación del impacto de tres estructuras de uso del suelo en las propiedades físicas, críticas y regulares de la tierra en la localidad de Puerto Rico, Región Nuevo Progreso, Región San Martín; Cada uso de la tierra se componía de un tratamiento: una parcela precocal de cinco a siete años, un bosque crucial y una parcela agroforestal de cinco años. Los resultados mostraron que la tierra del marco agroforestal tiene una superficie inigualable (capa superior limosa); El pH del suelo de los bosques centrales y las estructuras agroforestales tiene una evaluación cercana a la convencionalidad, por lo que todas las mejoras son accesibles para las plantas. Mientras que la

acumulación de fósforo abierta en los dos bordes es anormalmente alta, debido al fósforo ordinario en la materia de la marca registrada; Hay diferenciaciones cuantificables en los documentos de surtido de tierras del sistema agroforestal en contraste con los de los primeros cocoteros y bosques fundamentales que estaban cerca. Los marcadores orgánicos se concentraron en los marcos distintivos de uso de la tierra; Se encontraron 11 categorizaciones científicas de especies; con variedad más prominente en los bosques auxiliares (10), seguido de maizal con 10, mansión espresso 8 y prado con 6. La conexión entre las propiedades físicas y compuestas de la tierra y la macrofauna, el aumento y la disminución de la temperatura del suelo, demuestra una sólida relación positiva en cuanto a la abundancia, apropiación y acción de la macrofauna en la tierra.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el predio Santa Rita con un área aproximada de 250 ha, de propiedad de la cervecería San Juan S.A. - Pucallpa, de estas 50 ha aproximadamente son terrenos reforestados con especies como, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona”, *Pinus patula* “pino”, y *Eucalyptus globulus* Labill. “eucalipto”, de 15 años de establecidos, de los cuales se tomaron para la investigación y se encuentran ubicado en el distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Cuyas coordenadas en UTM son:

Cuadro 8. Coordenadas UTM de las plantaciones forestales predio Santa Rita.

Plantaciones	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m.)
	UTM		
	E	N	
Pino	539469	9069972	145
Capirona	539457	9069987	147
Eucalipto	539814	9069374	148

3.1.1. Ubicación política

Políticamente el lugar donde se realizó la investigación pertenece:

Capital : San Fernando.
Distrito : Manantay.
Provincia : Coronel Portillo.
Departamento : Ucayali.
Región : Ucayali

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente la capital de san Fernando del distrito de Manantay presenta sus coordenadas geográficas: 8°26'00" de Latitud Sur y 74°33'00" de Longitud Oeste y una altitud de 150 m.s.n.m.

3.1.3. Límites

El distrito de Manantay limita con:

Este: distritos de Callería y Masisea.

Oeste: distrito de Campo Verde.

Norte: distrito de Callería.

Sur: provincia de Puerto Inca (Huánuco).

3.1.4. Clima

El entorno de la zona de Manantay tiene dos temporadas tempestuosas muy controladas, una seca y otra semiseca, la primera tormentosa entre enero y

abril, verano austral. El seco entre mayo y agosto, invierno austral. La segunda temporada tempestuosa incorpora la temporada de primavera, octubre, noviembre y parte de diciembre. La temporada semiseca ocurre entre mediados de diciembre y enero. Con precipitación promedio de 1,752.8 mm, temperatura máxima de 41°C, media de 26.44 °C y una mínima de 21.26 °C y una humedad relativa de 82.24% (PDU – CP, 2018).

3.1.5. Zona de vida

De acuerdo a la clasificación de la zona de vida de HOLDRIDGE (1986) el área estudiada corresponde a la zona de vida de un Bosque húmedo Pre montano Tropical (bh - PT).

3.1.6. Suelo

El área de trabajo donde se realizó la investigación presenta una textura de franco a franco arcilloso, con pH de fuertemente a moderadamente ácido, con niveles bajos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio.

3.1.7. Fisiografía

El área de trabajo presenta una fisiografía de terraza plana no inundable, presentando algunas depresiones, ondulaciones, terraza fluvial, con una superficie aproximadamente de 50.80 ha.

3.1.8. Hidrografía

La red hidrográfica se caracteriza por presentar la quebrada de Manantay cuya dirección es de NorOeste a Sur Este, con un recorrido aproximadamente de 8.34 km para ser tributario al margen izquierdo del río Ucayali.

3.1.9. Accesibilidad

La accesibilidad a la zona donde se realizó la investigación es vía terrestre, partiendo de la ciudad de Tingo María con destino a la ciudad de Pucallpa a través de la carretera Federico Basadre hasta el km 13 antes de la ciudad de Pucallpa; asimismo se puede llegar por vía aérea partiendo del aeropuerto de Tingo María con destino a la ciudad de Pucallpa con un tiempo aproximado de 45 minutos.

3.2. Descripción de los lugares donde se realizó el muestreo

3.2.1. Parcela de *Pinus patula* “pino”

Es una parcela de 10 años de edad aproximadamente, con un área de 3/4 ha, distanciamiento de 3.20 m como calle y 2.30 m entre plantas, con pendiente de 6% y con una cobertura de kudzu, ubicadas a la margen izquierda de la carretera Federico Basadre con destino a la Aguaytia.

3.2.2. Parcela de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona”

Parcela instalada de 5 años de edad aproximado, con un área de 1 ha, distanciamiento de 3.20 m como calle y 2.30 m entre plantas, con pendiente de 7%

y con una cobertura de maní forrajero, ubicadas a la margen izquierda de la carretera Federico Basadre con destino a la Aguaytia.

3.2.3. Parcela de *Eucaliptus globulus* “eucalipto”

Parcela establecida de 10 años de edad aproximado, con un área de 1/2 ha, y un distanciamiento de 3.20 m de calle y 2.30 m entre plantas, con pendiente de 5% y con una cobertura de kudzu, ubicadas a la margen izquierda de la carretera Federico Basadre con destino a la Aguaytia.

3.3. Materiales y métodos

3.3.1. Materiales y métodos

Wincha de 50 m, libreta de campo, fichas de campo, bolsas plásticas de 1 y 2 kg, cuadrado muestreador, cilindro muestreador, machete, pala recta, lupa, papel secante.

3.3.2. Equipos de campo

Se emplearon mapas del predio Santa Rita en versión digital, Termómetro de suelo, penetrómetro, cámara fotográfica, sistema de posicionamiento global (GPS).

3.3.3. Equipos de laboratorio

Balanza de precisión, estufa, peachímetro y estereoscopio.

3.3.4. Reactivos

Agua destilada, alcohol y formol que fueron utilizados en el trabajo de campo realizado en la investigación en los frasquitos como una manera de proteger las muestras de la macrofauna.

3.4. Tipo y nivel de investigación

3.4.1. Tipo de investigación

En la ejecución de la investigación se utilizó un diseño descriptivo, correlacional – causal, considerando los tres sistemas de plantaciones *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”.

3.4.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue probabilístico debido a que se realizó un muestreo para obtener datos representativos.

3.5. Método y diseño de la investigación

3.5.1. Método de la investigación

Descriptivo – comparativo y explicativo

Es de alcance descriptivo - comparativo, explicativo, debido a que se describió y realizó una comparación en los tres sistemas de usos de los suelos, y

explicativo porque se explica la relación de causa – efecto entre la variable independiente y dependiente.

3.5.1.1. Variable independiente

Son las muestras de suelos de los tres sistemas de plantación.

3.5.1.2. Variables dependientes

Las variables dependientes a evaluar fueron: densidad y biomasa de la macrofauna y el índice de diversidad en los sistemas de plantaciones.

3.5.2. Componentes en estudio

- Muestras de suelos que fueron obtenidos en campo y analizadas en el laboratorio en tres sistemas de plantación.
- Macrofauna del suelo, de tres sistemas de plantaciones.

3.5.3. Diseño de la investigación

El diseño que se utilizó en la investigación, fue transversal (HERNÁNDEZ et al., 2006).

Es de carácter transversal, porque los datos fueron recolectados en un solo momento, mediante el muestreo y análisis de suelos, evaluación de la compactación, densidad aparente, temperatura y macrofauna, las actividades se realizaron en un periodo de seis meses.

3.6. Metodología

3.6.1. Determinar los indicadores físicos y químicos en tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa

- **Coordinación con el propietario de las plantaciones a evaluar**

Las coordinaciones se realizaron con el fin de visitar las plantaciones con *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la Cervecería San Juan S.A. – Pucallpa a fin de asegurar el día en que se realizaría los muestreos de suelos y de microorganismos, estas se encuentran ubicadas a la margen izquierda de la carretera Federico Basadre con destino a la Aguaytia.

- **Georreferenciación de los tres sistemas de plantaciones**

Se ubicó y georreferenció los tres sistemas de plantaciones, con la finalidad de realizar el trabajo de campo referente a la investigación según la metodología del proyecto de tesis.

- **Muestreo de suelos**

Se ubicaron las tres parcelas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”, en

el predio Santa Rita de propiedad de la Cervecería San Juan S.A. – Pucallpa, posteriormente se realizó el muestreo correspondiente. Los suelos fueron muestreados al azar en forma de zigzag obteniendo un promedio de 25 submuestras con la ayuda de una pala recta, los cuales fueron depositados en un costal de yute para luego ser homogenizados y obtener una muestra de un kilogramo para ser enviados al laboratorio de suelos de la facultad de Agronomía.

- **Densidad aparente**

Para decidir el espesor claro, primero se localizaron los focos examinadores y posteriormente se limpió un espacio de 40 x 40 cm a cada lado, en ese punto se presentó la cámara metálica con la ayuda de un mazo y un camino ascendente al suelo, hasta que su superficie estaba cubierta; posteriormente, se sacó la cámara con el ejemplo de tierra, se sujetaron los bordes de la cámara metálica con una cuchilla y se llevó al centro de investigación de tierra del personal de agronomía. Se registraron las estimaciones y peso de la cámara y el nuevo peso de la tierra; Posteriormente, se colocó el ejemplo de tierra en un asador a 105 °C por un tiempo de 72 horas y se registró la carga seca de la tierra, decidiendo el espesor del claro utilizando la receta.

$$\text{Densidad aparente } \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) = \frac{\text{Peso del suelo seco}}{\text{Volumen del suelo}}$$

- **Resistencia a la penetración del suelo**

Para determinar la resistencia del suelo primero se ubicó los puntos de muestreo se limpió el área y se realizó un corte del suelo con la finalidad de

introducir el penetrómetro en dirección horizontal al perfil del corte realizado al suelo y luego se anotaron las lecturas que registraba el penetrómetro en kg/m².

- **Temperatura del suelo**

La temperatura del suelo se determinó en los puntos de muestreo y se colocó el termómetro sobre el ras del suelo y posteriormente se registró los datos mediante la lectura del termómetro.

- **Determinación de los indicadores físicos y químicos**

Se recolectaron las muestras de suelo de los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la Cervecería San Juan S.A. – Pucallpa, donde algunas propiedades se determinaron in situ y los otros serán llevados al Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para su respectivo análisis (Figura 1).

3.6.2. Identificar y cuantificar la macrofauna en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa

- **Muestreo de la macrofauna edáfica del suelo**

La metodología utilizada para el muestreo de la macrofauna del suelo fue similar a la empleada por VARGAS - MACHUCA (2010) donde los puntos de

muestreo se determinaron a través de un plan de muestreo sistemático diseñada mediante el trazo de un transecto en línea recta de 40 m, con monolitos a intervalos de 10 m (5 monolitos por parcela).

Para la recolección de la macrofauna existente en cada sistema de plantación, se recolectó en unidades de observación; esta unidad de muestreo fue un monolito (bloque de tierra) con las siguientes dimensiones 25 cm x 25 cm x 30 cm, se tomaron cinco (05) muestras por cada tratamiento a diferentes niveles de profundidad (hojarasca de 1 m², 0 – 10 cm, de 10 – 20 cm y de 20 – 30 cm), el diseño metodológico fue el recomendado por el Programa Tropical Soil Biology And Fertility – TSBF (Anderson e Ingram, 1993, citado por PASHANASI, 2001).

- Colección de especies de macrofauna del suelo

Una vez obtenido el monolito, se procedió al desmenuzando de la muestra por cada estrato, las especies encontradas fueron puestas en botellas con alcohol a 70° y envases herméticos con su respectiva enumeración y codificación, que facilitó el traslado al laboratorio para la respectiva identificación.

- Identificación y conteo de la macrofauna del suelo

En el laboratorio fueron separados los insectos e individuos en categorías taxonómicas, las mismas que fueron contados, por el número de especies encontradas por estratos y por sistema, con la ayuda de descriptores entomológicos y un personal especializado del laboratorio de Entomología de la Universidad Nacional de la Selva identificaron por unidades taxonómicas (clases y

órdenes). Para el caso de las órdenes de Hymenóptera e Isópteros se empleó el contómetro digital. La densidad fue medida en individuos/m² y la biomasa en gramos de peso fresco/m².

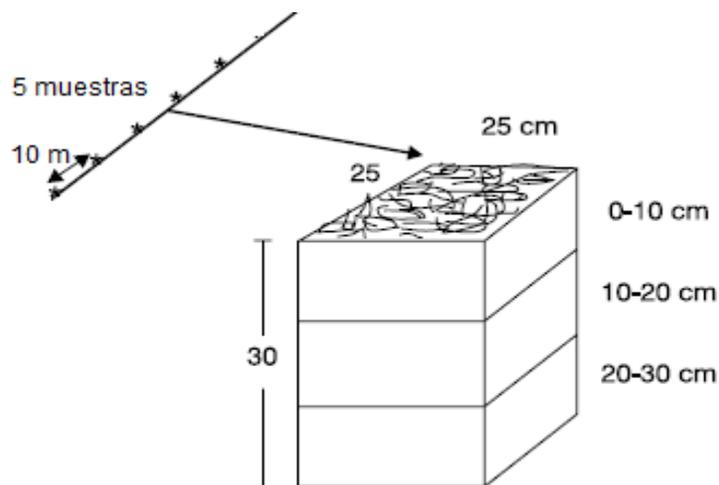


Figura 1. Esquema metodológico del plan de muestreo a diferentes profundidades.

- Metodología de conteo y estructura de la comunidad del suelo

La fauna edáfica se incluyó in situ y se mantuvieron en respuestas de licor al 80% para chinches con cuerpos solidificados y en formalina de 4% a 10% para crías y chinches con cuerpos no solidificados. La biomasa (g / m²) y el espesor (personas / m²) de todos los macroinvertebrados se midieron a través de un estereoscopio y una balanza de precisión. Las estimaciones de biomasa fueron duplicadas por una estimación de enmienda (19% para lombrices, 9% insectos subterráneos, 11% bichos, 6% arácnidos y 13% para el resto de macroinvertebrados) debido a la deficiencia de peso durante la obsesión por el licor y formaldehído (DECAENS *et al.*, 2001).

Utilizando las claves de prueba reconocibles, se resolvió la categorización científica, se contó la cantidad de personas de cada unidad ordenada por monumento de piedra, se agregó el total de personas por taxón y el nivel de riqueza o grosor relativo normal de cada unidad ordenada en los tres marcos inmobiliarios.

Se elaboró una tabla de tasas de recompensa.

Se pesó para decidir la biomasa de la macrofauna en los marcos distintivos del rancho.

DRM= Densidad relativa por monolito= $\frac{\text{Sumatoria de los monolitos}}{\text{Total de Monolitos}}$

Total de Monolitos

% Frecuencia = $\frac{\text{Sumatoria de densidades}}{\text{Número de unidades taxonómicas}}$

Número de unidades taxonómicas

3.6.3. Determinar la densidad, biomasa y diversidad de especies de macrofauna en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa

- Densidad de macrofauna

Dado que para cada muestreo se utilizó un cuadrado de 25 cm de lado, lo que representó 1/16 m², los datos de cada punto del muestreo fueron multiplicados por 16 para obtener las unidades del número de individuos por m²

(ind/ m²) y con los datos obtenidos se determinó la densidad de macrofauna a través de la metodología de (CORREA, 2011).

- **Biomasa de macrofauna**

Para determinar la biomasa de la macrofauna se realizó la misma actividad al igual que para calcular la densidad de la macrofauna, los datos (pesos) de cada punto de muestreo fueron multiplicados por 16 para obtener las unidades de gramos por m² (g.m²) siguiendo la metodología de (CORREA, 2011).

Índice de diversidad de especies de macrofauna

Para determinar el índice de diversidad de especies se utilizaron las fórmulas de Simpson y Shannon Wiener.

- **Riqueza de la diversidad biológica alfa**

Las variables de estudio e índices de diversidad alfa fueron:

Índice de Diversidad de Shannon - Wiener (H')

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

Dónde: S = Número de especies (la riqueza de especies)

$p_i = \frac{n_i}{N}$ proporción de individuos de la especie/ respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie)

n_i = Número de individuos de la especie o abundancia de género

N = Número de todos los individuos de todas las especies o
abundancia total de los géneros = $\sum ni$

- **Variables a evaluar**

Para evaluar la macrofauna como indicador biológico en los tres sistemas de plantaciones, se determinaron los siguientes componentes físicos, químicos y biológicos del suelo.

Cuadro 9. Parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo (variables).

Parámetros físicos	Método de su determinación
Textura del suelo	Método del hidrómetro de bouyoucos
Densidad aparente	Por volumen, peso húmedo y seco
Temperatura del suelo	Método directo (termómetro)
Resistencia a la penetración	Método directo (penetrómetro)
Parámetros químicos	
Materia orgánica	Método de Walkley y Black
Reacción del suelo	Método del potenciómetro
Nitrógeno total	Método de Kjeldahl
Fósforo disponible	Método de Olsen
Potasio disponible	Método del ácido sulfúrico
Parámetros biológicos	
Densidad de la macrofauna	Método directo por conteo
Biomasa de la macrofauna	Método directo por conteo
Diversidad de especies	Método de Simpson y Shannon – Winner

3.6.4. Determinar el nivel de fertilidad en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa

Para determinar la fertilidad en los tres sistemas de uso se tomó en consideración los resultados obtenidos en campo como en laboratorio de las evaluaciones de las variables físicas y químicas del suelo en los tres sistemas de uso (Arveja remate, papa canchan y avena como pasto para animales), tomando como patrón un suelo ideal con los resultados obtenidos del laboratorio Cuadro 7.

3.6.5. Determinar la relación entre los indicadores físicos y químicos del suelo con la densidad y biomasa de la macrofauna encontradas en los tres sistemas de plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa

Esta actividad se realizó tomando en consideración los valores y porcentajes relativos y los indicadores utilizados para obtener un índice de calidad de suelo, suponiendo ideal la metodología propuesta por CHEN (2000), DORAN y LINCOLN (1999), PORTA *et al.* (1999).

3.7. Análisis estadístico de los datos de la investigación

De acuerdo a la metodología propuesta, se tuvieron tres sistemas de plantaciones como tema de estudio, en los cuales se determinaron la macrofauna existente dentro de cada sistema en cuatro estratos distintos (hojarasca, 0 – 10 cm; 10 - 20 cm; 20 - 30 cm; de profundidad); para ello se empleó un diseño con dos entradas o clasificatorios (sistema y estrato).

Para determinar grado de relación entre las características del suelo y el tiempo, se realizó el análisis de regresión y correlación simple, basado en los siguientes modelos matemáticos (CALZADA, 1996).

Ecuación de regresión

$$Y_i = a + bX_i + \varepsilon_i$$

Coefficiente de correlación

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}$$

Por consiguiente; la prueba estadística r fue la que se usó para determinar la relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón (HERNÁNDEZ *et al.*, 2006).

El coeficiente r de Pearson puede variar de -1.00 a + 1.00, donde:

-1.00 = correlación negativa perfecta. (“A mayor X, menor Y”, de manera proporcional. Es decir, cada vez que X aumenta una unidad, Y

disminuye siempre una cantidad constante.) Esto también se aplica “a menor X, mayor Y”.

-0.90 = Correlación negativa muy fuerte.

-0.75 = Correlación negativa considerable.

-0.50 = Correlación negativa media.

-0.25 = Correlación negativa débil.

0.00 = No existe correlación alguna entre las variables.

+0.10 = Correlación positiva muy débil

+0.25 = Correlación positiva débil.

+0.50 = Correlación positiva media.

+0.75 = Correlación positiva considerable.

+0.90 = Correlación positiva muy fuerte.

+1.00 = Correlación positiva perfecta

IV. RESULTADOS

4.1. De los indicadores físicos y químicos en tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. - Pucallpa

4.1.1. Indicadores físicos

Dentro de la determinación de los indicadores físicos tenemos:

4.1.1.1. Textura del suelo

Se presenta la textura del suelo de los tres sistemas de plantaciones, en su mayoría dominados por la fracción limo, donde el sistema de *Pinus patula* “pino” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto” presentando suelos de textura franca, mientras el sistema de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” presento suelos de textura Franco Arcilloso, Cuadro 10.

Cuadro 10. Textura de suelo en tres sistemas con plantaciones.

Plantación	% de Partículas			Textura
	Arena	Arcilla	Limo	
Pino	34	25	41	Franco
Capirona	36	27	37	Franco Arcilloso
Eucalipto	32	25	43	Franco

4.1.1.2. Densidad aparente

El Cuadro 11, muestra con una mayor densidad aparente en los tres sistemas de plantaciones con *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” 1.36 g/cm³, suelo con plantaciones de *Eucaliptus globolus* “eucalipto” 1.32 g/cm³, siendo la densidad más baja, y por último el sistema de plantaciones con *Pinus patula* “pino” presenta una densidad de 1.33 g/cm³.

Cuadro 11. Densidad aparente de los suelos en los tres sistemas con plantaciones.

Plantación	Densidad aparente g/cm ³
Pino	1.33
Capirona	1.36
Eucalipto	1.32

La Figura 2, muestra la densidad aparente del suelo en los tres sistemas de plantaciones oscilando con 1.36 g/cm³ en *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona”, seguido de *Pinus patula* “pino” con 1.33 g/cm³ y 1.32 g/cm³ en *Eucaliptus globolus* “eucalipto”.

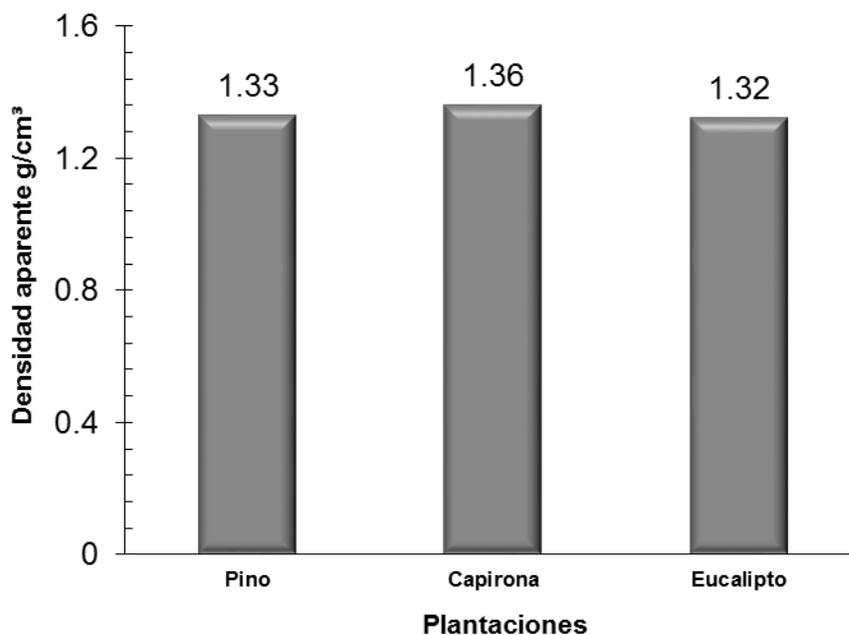


Figura 2. Densidad aparente del suelo en tres sistemas con plantaciones.

4.1.1.3. Resistencia a la penetración del suelo

El Cuadro 12, muestra que la parcela con plantación de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” presentó mayor resistencia con 1.8 kg/cm², la parcela con plantación de *Pinus patula* “pino” con 1.7 kg/cm² mientras la parcela con plantación de *Eucaliptus globulus* “eucalipto” fue menor con 1.6 kg/cm².

Cuadro 12. Resistencia a la penetración del suelo encontrado en tres sistemas de plantaciones.

Plantación	Resistencia a la penetración Kg/cm ²
Pino	1.7
Capirona	1.8
Eucalipto	1.6

La Figura 3, muestra la resistencia a la penetración del suelo en los tres sistemas de plantaciones, donde mayor resistencia se presenta en *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” presentó mayor resistencia con 1.8 kg/cm², la parcela con plantación de *Pinus patula* “pino” con 1.7 kg/cm² mientras la parcela con plantación de *Eucaliptus globolus* “eucalipto” fue menor con 1.6 kg/cm².

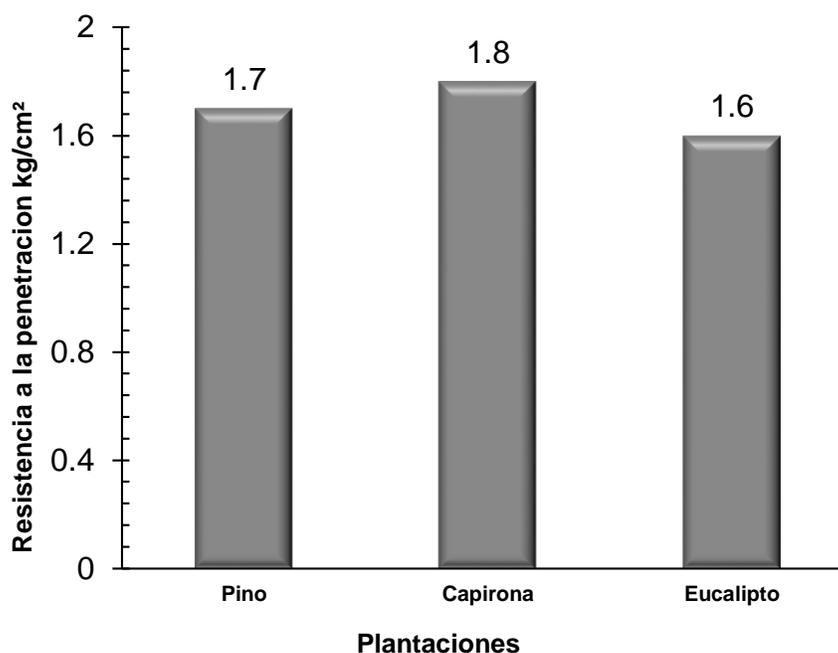


Figura 3. Resistencia a la penetración del suelo en tres sistemas de plantaciones

4.1.1.4. Temperatura del suelo

El Cuadro 13, muestra que la temperatura del suelo no es muy significativa en los tres sistemas de plantaciones, presentando la parcela de *Eucaliptus globolus* “eucalipto” una temperatura de 27.4 °C, seguido la plantación de *Pinus patula* “pino” 27.3 °C y finalmente la plantación de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” 27.2 °C.

Cuadro 13. Temperatura del suelo encontrado en los tres sistemas de plantaciones.

Plantación	Temperatura °C
Pino	27.3
Capirona	27.2
Eucalipto	27.4

La Figura 4, muestra la temperatura del suelo en los tres sistemas de plantaciones, presentando la parcela de *Eucalyptus globulus* “eucalipto” una temperatura de 27.4 °C, seguido la plantación de *Pinus patula* “pino” 27.3 °C y finalmente la plantación de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” 27.2 °C.

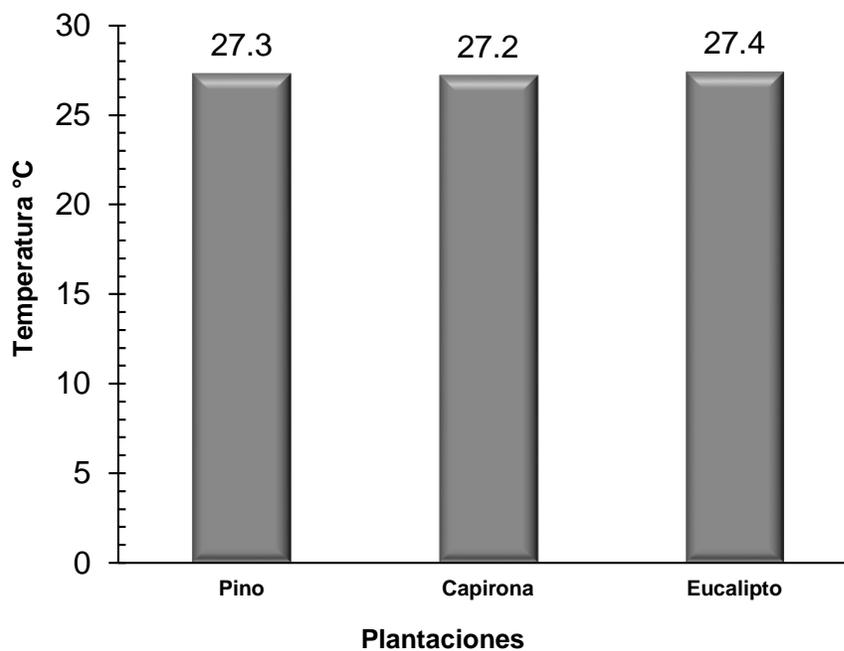


Figura 4. Temperatura del suelo en tres sistemas de plantaciones

4.1.2. Características químicas del suelo en tres sistemas de plantaciones *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”

El Cuadro 14, muestra el análisis químico del suelo de los diferentes sistemas con plantaciones, el mismo que se detalla lo siguiente:

- El sistema de plantación *Pinus patula* “pino” presenta un pH ligeramente ácido (6.32), con niveles bajos en materia orgánica (1.26%), nitrógeno (0.06%), fósforo (6.32 ppm) y en K₂O (64.97 kg/ha).
- El sistema de plantación de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” presenta un pH fuertemente ácido con (4.95), con niveles bajos en materia orgánica (1.45%), bajo en nitrógeno (0.07%), fósforo (5.20 ppm) y en K₂O (59.97 Kg/ha).
- El sistema de *Eucaliptus globolus* “eucalipto” presenta un pH fuertemente ácido con (4.73), con niveles bajos en materia orgánica (1.14%), nitrógeno (0.06%), fósforo (5.76 ppm) y en K₂O (48.23 kg/ha).

Cuadro 14. Características químicas del suelo en los tres sistemas de plantaciones.

Plantación	pH	M.O	N	P	K
	1:1	%	%	ppm	kg/ha
Pino	6.32	1.26	0.06	6.32	64.97
Capirona	4.95	1.45	0.07	5.20	59.97
Eucalipto	4.73	1.14	0.06	5.76	48.23

4.2. Identificar y cuantificar la macrofauna del suelo en tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”

4.2.1. Identificación de macrofauna

Se identificaron 11 órdenes en total de macrofauna, plantaciones de *Pinus patula* “pino” presento 9 órdenes, plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* Benth “capirona” se encontró 7 órdenes y en plantaciones de *Eucaliptus globolus* “eucalipto” 8 ordenes; Isóptera fue el más predominante seguido por haplotaxida y Dictióptera, Isóptera registró la mayor representatividad en todos los estratos muestreados en relación a la abundancia, pero con mayor presencia a los 10 cm de profundidad en las tres plantaciones forestales fue el grupo taxonómico Haplotaxida (lombriz de tierra) encontrándose 5 individuos por m², 28 individuos por m² y 31 individuos por m²; lo contrario sucedió con la muestra tomada a los 30 cm de profundidad en la cual se reportó ausencia de individuos en todas las clases.

Cuadro 15. Grupos taxonómicos identificados por profundidad en los tres sistemas de plantaciones.

Grupo		Pino			Capirona			Eucalipto		
Taxonómico (Clase u Orden)	Nombre Común	10	20	30	10	20	30	10	20	30
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Díptera	Moscas y mosquitos	4	0	0	2	0	0	11	0	0

Coleóptera	Escarabajos	3	1	0	12	0	0	1	7	0
Araneae	Arañas	1	0	0	1	0	0	10	0	0
Haplotaxida	Lombrices de tierra	5	1	0	28	4	0	31	0	0
Diplopoda	Milpiés	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Hymenóptera	Hormigas	0	0	0	2	0	0	16	0	0
Isópoda	Cochinillas	27	0	0	9	0	0	6	3	0
Dictióptera	Cucarachas	3	1	0	0	0	0	0	0	0
Insecta	Chinches y saltahojas	2	0	0	2	1	0	2	0	0
Isóptera	Termitas	0	0	0	0	0	0	200	0	0
Chilopoda	Ciempis	2	1	0	0	0	0	0	0	0

4.3. Determinar la densidad, biomasa y diversidad de especies de macrofauna edáfica en los tres sistemas de plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa

Los sistemas con plantaciones de *Eucaliptus globulus* “eucalipto” presentó mayor cantidad de individuos con una densidad de 277 ind.m⁻², la plantación de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” con una densidad de 61 ind.m⁻² y con menor densidad la plantación de *Pinus patula* “pino” con 57 ind.m⁻². De la misma manera el sistema con plantaciones de *Eucaliptus globulus* “eucalipto” presentó mayor biomasa (5.89 g.m⁻²), seguido del sistema de plantación

de *Pinus patula* “pino” (3.80 g.m⁻²) y el sistema con plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” fue menor con (3.23 g.m⁻²).

Cuadro 16. Densidad y biomasa de macrofauna del suelo en los tres sistemas de plantaciones.

Plantación	Densidad (ind.m ⁻²)	Biomasa (g.m ⁻²)
Pino	57	3.80
Capirona	61	3.23
Eucalipto	277	5.89

La Figura 5, muestra la densidad de la macrofauna del suelo en los tres sistemas de plantaciones donde el *Eucaliptus globulus* “eucalipto” presentó mayor cantidad de individuos con una densidad de 277 ind.m⁻², la plantación de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” con una densidad de 61 ind.m⁻² y con menor densidad la plantación de *Pinus patula* “pino” con 57 ind.m⁻².

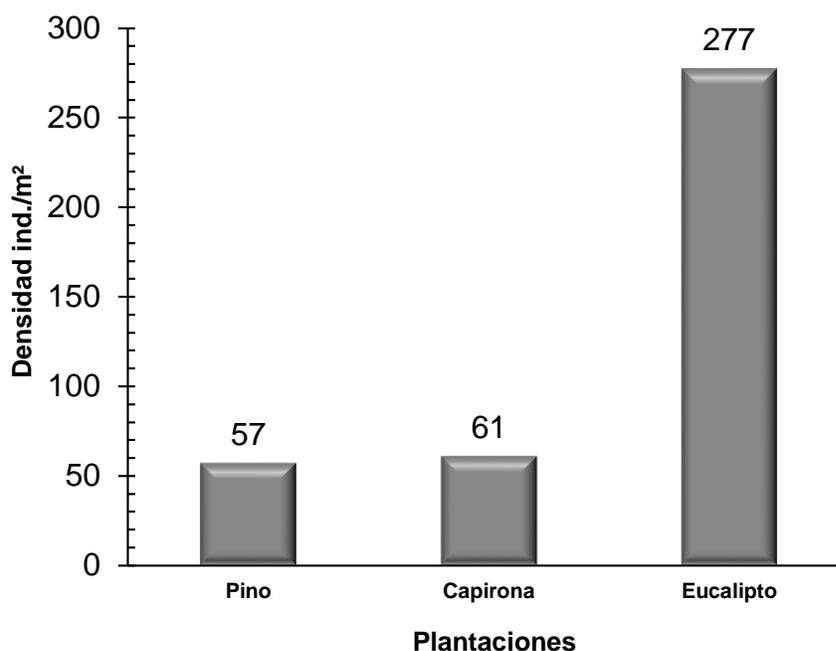


Figura 5. Densidad de la macrofauna del suelo en los tres sistemas de plantaciones

La Figura 6, muestra la biomasa de la macrofauna del suelo en los tres sistemas de plantaciones donde el *Eucaliptus globulus* “eucalipto” presentó mayor biomasa (5.89 g.m^{-2}), seguido del sistema de plantación de *Pinus patula* “pino” (3.80 g.m^{-2}) y el sistema con plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” fue menor con (3.23 g.m^{-2}).

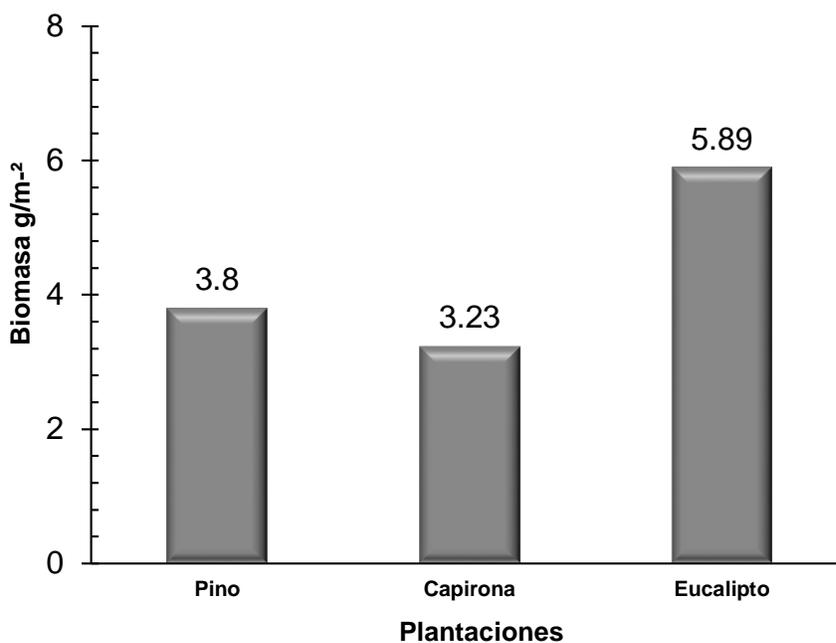


Figura 6. Distribución de la biomasa de la macrofauna del suelo en los tres sistemas de plantaciones.

4.3.1. Densidad y biomasa de macrofauna a diferentes profundidades del suelo

Los sistemas de plantación con *Eucalyptus globulus* “eucalipto” presentó mayor densidad de macrofauna a las profundidades de 0 - 10 cm con 277 ind.m⁻², de 10 - 20 cm con 10 ind.m⁻² fue superior a las demás parcelas, seguido de la plantación de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” a una profundidad de 0 - 10 cm con 56 ind.m⁻², de 10 - 20 cm con 5 ind.m⁻², y la plantación de *Pinus patula* “pino” a una profundidad de 0 - 10 cm con 53 ind.m⁻², de 10 - 20 cm con 4 ind.m⁻², todas las plantaciones a una profundidad de 20 cm a 30 cm no se encontraron ni un solo individuo, Cuadro 17.

Cuadro 17. Densidad de macrofauna en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades del suelo.

Profundidad	Plantación		
	Pino (ind.m ⁻²)	Capirona (ind.m ⁻²)	Eucalipto (ind.m ⁻²)
0-10	53	56	277
10-20	4	5	10
20-30	0	0	0

La Figura 7. Muestra la densidad de la macrofauna del suelo en los tres sistemas de plantaciones donde el *Eucalyptus globulus* “eucalipto” presentó mayor densidad de macrofauna a las profundidades de 0 - 10 cm con 277 ind.m⁻², de 10 - 20 cm con 10 ind.m⁻² fue superior a las demás parcelas, seguido de la plantación de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” a una profundidad de 0 - 10 cm con 56 ind.m⁻², de 10 - 20 cm con 5 ind.m⁻², y la plantación de *Pinus patula* “pino” a una profundidad de 0 - 10 cm con 53 ind.m⁻², de 10 - 20 cm con 4 ind.m⁻².

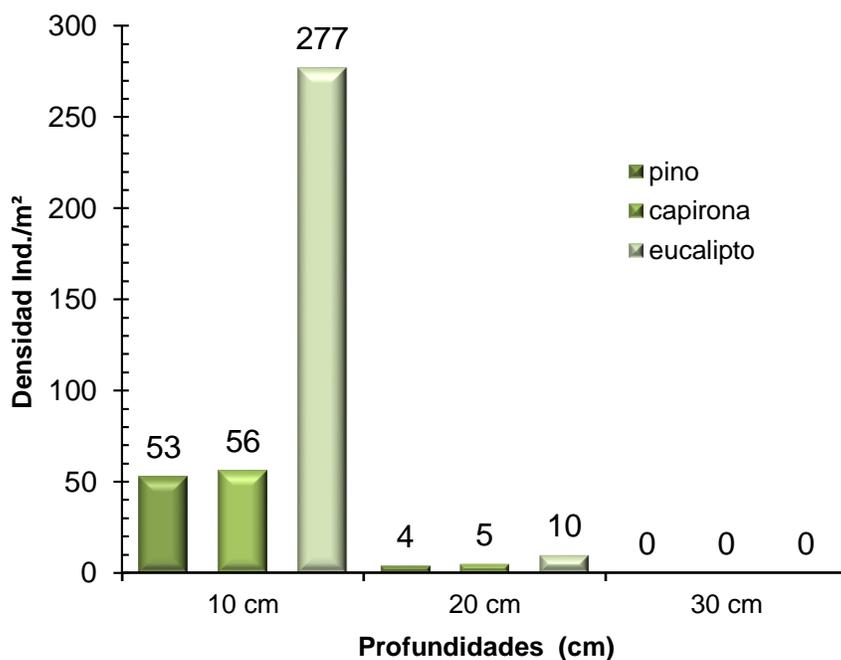


Figura 7. Densidad de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades de muestreo.

El sistema con plantación de *Eucalyptus globulus* “eucalipto” presentó mayor biomasa en los estratos de 0 - 10 cm 4.61 g.m^{-2} y de 10 - 20 cm 1.28 g.m^{-2} , por lo cual tuvo mayor biomasa a comparación con la parcela de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y al igual las plantaciones de *Pinus patula* “pino” en las tres profundidades de muestreo como muestra el Cuadro 18.

Cuadro 18. Biomasa de macrofauna en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades del suelo.

Profundidad	Plantación		
	Pino (g/m^2)	Capirona (g/m^2)	Eucalipto (g/m^2)
0-10	3.0	2.71	4.61

10-20	0.8	0.52	1.28
20-30	0	0	0

La Figura 8, muestra la biomasa de la macrofauna en diferentes sistemas de plantaciones y profundidades de muestreo del suelo, mostrando un descenso a medida que aumenta la profundidad donde el sistema con plantación de *Eucaliptus globolus* "eucalipto" presentó mayor biomasa en los estratos de 0 - 10 cm 4.61 g.m⁻² y de 10 - 20 cm 1.28 g.m⁻², por lo cual tuvo mayor biomasa a comparación con la plantación de *Calycophyllum spruceanum* Benth. "capirona" y al igual las plantaciones de *Pinus patula* "pino" en las tres profundidades de muestreo.

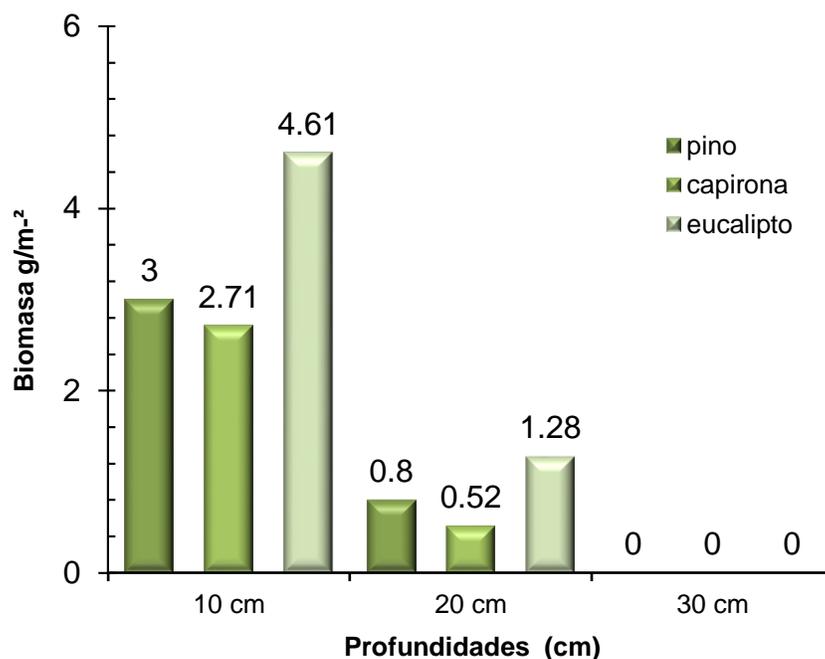


Figura 8. Distribución de la biomasa en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades de muestreo.

4.3.2. Diversidad de especies

Según Shannon – Winner (H') la primera evaluación es más diversa hasta los 10 cm de profundidad con un valor de 0.95 a 1.66 nats/individuo en las tres parcelas de diferentes plantaciones. A 20 cm de profundidad las plantaciones presentan valores de 0.38 a 1.39 nats/individuo. A los 30 cm la diversidad disminuye hasta alcanzar valores de 0 nats/individuo, esto puede interpretarse como la presencia de un solo tipo de organismo o ningún de estos presentes (Cuadro 19).

Cuadro 19. Índice de diversidad de especies Shannon - Winner en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades del suelo.

Plantación	Shanon y Winner (H')		
	10 cm	20 cm	30 cm
Pino	1.66	1.39	0
Capirona	0.95	0.38	0
Eucalipto	1.03	0.61	0

La Figura 9, muestra la biomasa de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades de muestreo del suelo, muestran un descenso a medida que aumenta la profundidad.

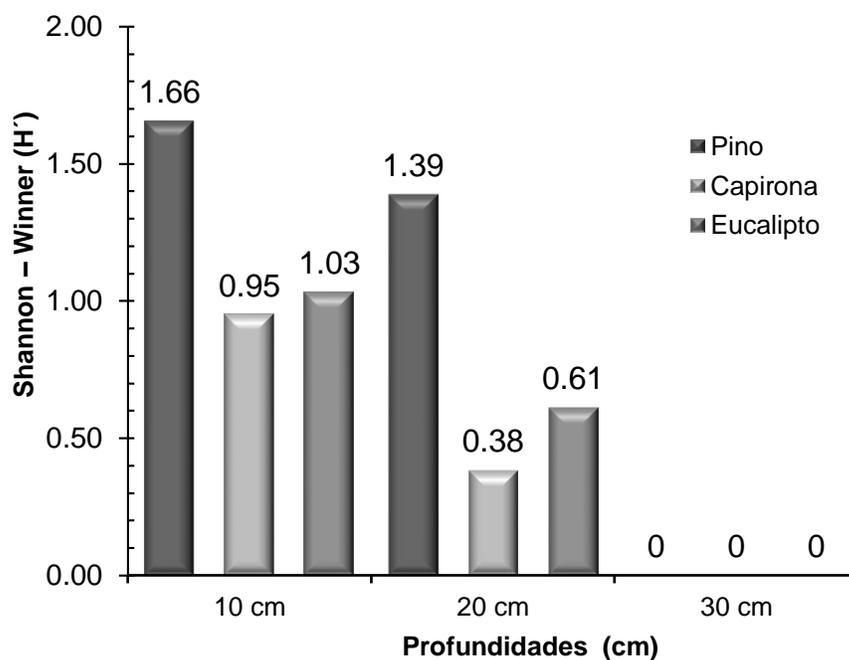


Figura 9. Índice de diversidad de Shannon – Wiener de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones a diferentes profundidades.

4.4. Nivel de fertilidad en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucalyptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa

Como se observa en el Cuadro 20, correspondiente a los resultados obtenidos sobre los tres sistemas de plantaciones en el predio Santa Rita de la cervecería San Juan S.A. - Pucallpa, los valores de los indicadores de cada uno del sistema de plantaciones fueron relacionados con un suelo ideal para determinar el índice de calidad de los suelos.

Los porcentajes relativos de los diversos indicadores para los tres sistemas de plantaciones *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”. En esta figura el sistema de referencia es el suelo ideal, lo cual corresponde a la línea azul (Figura 10). Podemos ver claramente que el suelo que más se acerca al suelo ideal es la parcela con plantaciones de *Eucaliptus globolus* “eucalipto” necesitando a su vez compensar algunas cualidades para convertirlo en el suelo ideal.

Cuadro 20. Valores de los indicadores para obtener un índice de calidad de suelo en los tres sistemas de plantaciones.

Indicador	Suelo Ideal	Pino	Capirona	Eucalipto
Densidad aparente (g/cm ³)	1.5	1.33	1.36	1.32
	100%	88.67%	90.67%	88.00%
Resis. penetración (Kg/cm ²)	1.5	1.7	1.8	1.6
	100%	113.33%	120.00%	106.67%
%Materia orgánica	3.6	1.26	1.45	1.14
	100%	35.00%	40.28%	31.67%
pH	6.8	6.32	4.95	4.73
	100%	92.94%	72.79%	69.56%
%Nitrógeno total	0.2	0.06	0.07	0.06
	100%	30%	35%	30%
Fósforo disponible (ppm)	11	6.32	5.20	5.76
	100%	57.45%	47.27%	52.36%

Potasio disp. (Kg- K ₂ O/ha)	350	64.97	59.97	48.23
	100%	18.56%	17.13%	13.78%

La Figura 10, muestra el sistema de referencia de un suelo ideal en los tres sistemas de plantaciones suelo donde el sistema de plantación de *Eucalyptus globulus* "eucalipto" es el suelo que más se acerca al suelo ideal, en comparación con las demás plantaciones solo que necesita compensar algunas cualidades para convertirlo en un suelo ideal, ya que la línea azul es el sistema de referencia de un suelo ideal.

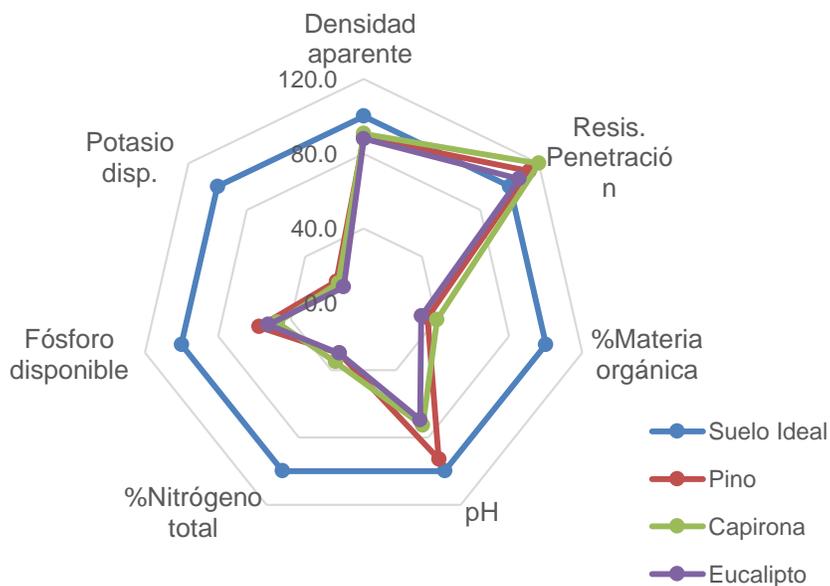


Figura 10. Sistema de referencia de un suelo ideal en los tres sistemas de plantaciones.

4.5. Determinar la relación entre los indicadores físicos y químicos del suelo con la densidad y biomasa de la macrofauna encontradas en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”

Según el modelo matemático; Biomasa de la macrofauna = $0.4004 (\% \text{ limo}) - 11.841$, la biomasa de la macrofauna edáfica de los tres sistemas de plantaciones están en función al % de limo del suelo, donde por cada incremento unitario en este parámetro, habrá un aumento en el volumen de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones con *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto” en un 76.27%.

Cuadro 21. ANVA correlacional % de Limo y la biomasa de la macrofauna edáfica.

Correlación lineal	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	f	Sig.
Regresión	18.67	2	9.33		b
% limo	0.00	0			
Total	18.67	2			

La Figura 11. Muestra la correlación de la biomasa de la macrofauna del suelo en tres sistemas de plantaciones con el % de Limo del suelo donde por cada incremento unitario en este parámetro, habrá un aumento en el volumen de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones con *Pinus patula* "pino", *Calycophyllum spruceanum Benth.* "capirona" y *Eucaliptus globolus* "eucalipto" en un 76.27%.

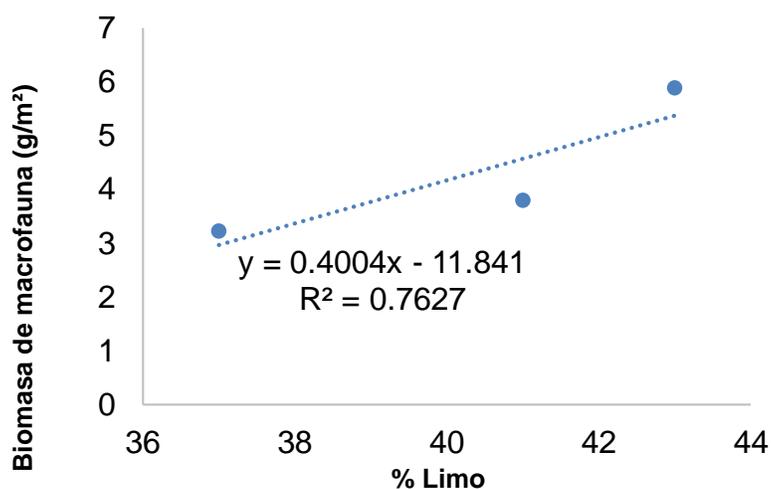


Figura 11. Correlación lineal % de Limo y la biomasa de la macrofauna edáfica en los tres sistemas de plantación.

Según el modelo matemático; Biomasa de la macrofauna = 13.3 (Temperatura del suelo) – 358.78, la biomasa de la macrofauna edáfica de los sistemas con plantaciones están en función a la temperatura del suelo, donde por cada incremento unitario en este parámetro, habrá un aumento en el volumen de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones con *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto” en un 90.18%.

Cuadro 22. ANVA correlacional de la Temperatura del suelo y la biomasa de la macrofauna edáfica.

Correlación lineal	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	f	Sig.
Regresión	20.03	2	10.01		b
Temperatura del suelo	0.00	0			
Total	20.03	2			

La Figura 12, muestra la correlación lineal de la temperatura del suelo con la biomasa de la macrofauna del suelo en los tres sistemas de plantaciones, donde por cada incremento unitario en este parámetro, habrá un aumento en el volumen de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones con *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto” en un 90.18%.

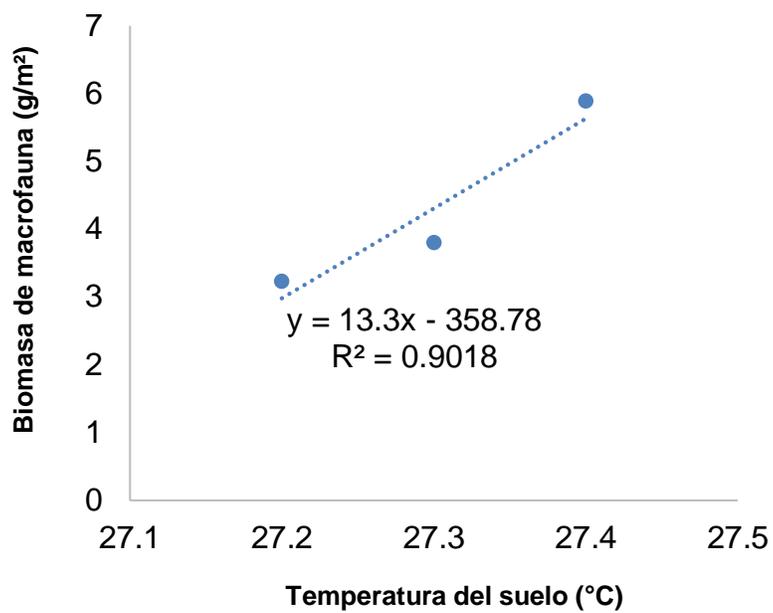


Figura 12. Correlación lineal Temperatura del suelo y la biomasa de la macrofauna edáfica en los tres sistemas de plantaciones.

V. DISCUSION

5.1. Determinar los indicadores físicos y químicos del suelo en tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globolus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. – Pucallpa

5.1.1. Indicadores físicos del suelo en tres sistemas de plantaciones

El examen físico del suelo de los tres sistemas de plantaciones muestra que los sistemas de *Pinus patula* “pino” y *ucaliptus globolus* “eucalipto” presentando suelos de textura franca, mientras el sistema de *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” presento suelos de textura Franco Arcilloso (Cuadro 10), como lo sostiene LABRADOR (2001) especifica que la tierra da un medio satisfactorio a la germinación de semillas y al avance ideal del ensamblaje mecánico de la raíz; tiene una gran circulación de aire y una termicidad estable, un límite adecuado de mantenimiento de agua, junto con un sistema de diseminación de agua que potencia gran desperdicio sin causar lavados innecesarios al igual que una construcción firme que sugiere protección contra ciclos erosivos. Si bien SÁNCHEZ (2007) concreta las cualidades actuales, son las particularidades las que dan personalidad a la sociedad, como superficie, estructura, sombreado, organización mineralógica, grosor claro y genuino; Si bien las propiedades aluden a la conducta que muestra

la suculencia, existen adicionalmente diferentes atributos, por ejemplo, límite de mantenimiento de la humedad, coeficientes de agua, circulación del aire, porosidad, penetrabilidad, etc.

Además, las densidades obvias de los tres marcos de finca utilizados (Tabla 11), rastreando cada una de estas densidades dentro de un tramo digno entre (1.36 g/cm³ a 1.32 g/cm³); para DORAN y PARKIN (1996) el espesor transparente se llena como un marcador de la compactación de la tierra y de las limitaciones generales para el desarrollo de las raíces. Por implicación, impacta el ritmo de penetración de los suelos y, por tanto, su emocionalidad. Mientras que para SANCHEZ (2007) el espesor obvio se basa en el nivel de desprendimiento o porosidad de la suculencia, es un factor profundamente estimado que también depende de la superficie, la sustancia de la materia natural y la construcción. EL CAIRO (1995) especifica que establece la pesadez de una unidad de volumen de suelo seco con un diseño característico.

USDA (1999) especifica que, con un incremento en el espesor claro, la obstrucción mecánica aumentará en general y la porosidad de la tierra en general disminuirá, estas progresiones limitan el desarrollo de las raíces a cualidades básicas. De manera similar, los tres marcos de utilización tienen una protección alta o satisfactoria contra la infiltración del suelo con un valor <2 g / cm³, como lo referencia un creador similar.

La temperatura del suelo no es excepcionalmente alta en los tres marcos de la mansión, con la parcela de *Eucalyptus globulus* "eucalyptus"

introduciendo una temperatura de 27,4 ° C, seguida por el rancho de *Pinus patula* "pino" 27,3 ° C y finalmente la finca de *Calycophyllum spruceanum* Benth "capirona" 27,2 ° C (Cuadro 13).

5.1.2. Indicadores químicos del suelo en los tres sistemas de plantaciones

Los niveles de pH en los tres marcos de rancho son: *Pinus patula* "pino" tiene un pH algo ácido (6,32) mientras que *Calycophyllum spruceanum* Benth. "Capirona" y *Eucalyptus globulus* "eucalyptus" tienen un pH enfáticamente ácido con (4,95 y 4,73). Para SANCHEZ (2007) que la respuesta de la suciedad es quizás la sustancia principal propiedad de una suciedad, como mecanismo para el desarrollo de las plantas, lo cual se comunica en cuanto al pH. Mientras que para ALVAREZ (2008) entre los atributos importantes de la sustancia se encuentran la escala completa y el contenido de micronutrientes, el pH y el límite de comercial. Una proporción de estos tres elementos consiente la obtención de un sustrato conveniente para el desarrollo del rendimiento.

Los grados de materia natural, nitrógeno, fósforo y potasio en cada uno de los tres marcos son bajos. Como plantea FASSBENDER (1975), la materia natural está compuesta por mezclas de origen natural que ocurren en la tierra, de manera similar, las acumulaciones de plantas establecen el principal material único de la materia natural del suelo. Dado que existe en el aire terrestre a través de las diversas medidas de fijación.

5.2. Identificar y cuantificar la macrofauna del suelo en tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucalyptus globolus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. - Pucallpa

5.2.1. Identificación de macrofauna

Se distinguieron un total de 11 conjuntos de macrofauna, mansiones de pino (*Pinus patula*) introducidas 9 órdenes, ranchos de *Calycophyllum spruceanum* Benth. "Capirona" se descubrió 7 órdenes y en ranchos de *Eucalyptus globolus* "eucalyptus" 8 órdenes; Isoptera fue la más trascendente, seguida por haplotaxida y Dictyoptera, Isoptera registró la representatividad más notable en cada uno de los estratos examinados correspondientes a la abundancia, pero con la mejor presencia a 10 cm de profundidad en los tres señoríos forestales fue la categorización científica Haplotaxida (noche rastreador de tierra) con 5 personas por cada m², 28 personas por cada m² y 31 personas por cada m²; lo inverso ocurrió con el ejemplo tomado a una profundidad de 30 cm donde se contabilizó una escasez de personas en todas las clases. CARDENAS (2008) al decidir la mesofauna de tierra bajo diversas cubiertas en Tingo María para conocer los elementos de la mesofauna edáfica, evaluarla y calificarla, así como distinguir en el grado de predominio de las peticiones en la tierra, la relación con la materia natural, en diversas capas. Las resultas logradas exponen la tierra con cubierta forestal, tiene el número más elevado de habitantes con 16.304 habitantes por cada m², suelo corrupto con 448 habitantes por cada m² con suma mínima entre los cuatro suelos valorados; de esta

manera, el principal índice de materia natural es lo que se encuentra disponible en un piso de madera. Mientras que POMA (2014) al valorar los índices físicos, sintéticos y orgánicos en varios marcos de uso de la tierra en cuatro áreas de estudio con varios marcos de uso (maizal, mansión espresso, bosque y prado opcionales), con una inspección y examen de la tierra y un corte transversal con cinco monumentos de piedra de 25 x 25 x 30 cm de profundidad por marco en la región de Hermilio Valdizan; descubrió que los marcadores naturales se concentraban en los marcos distintivos del uso de la tierra; Se encontraron 11 clasificaciones científicas de especies; con variedad más destacada en bosque auxiliar (10), seguido de maizal con 10, rancho espresso 8 y campo con 6. En concordancia con el creador. El espesor más destacable (1030 ind.m^{-2}) y la biomasa de macrofauna ($194,70 \text{ g.m}^{-2}$) se encontró en la pradera profunda de 0-10 cm. Mientras que, en la exploración, el entramado del rancho con *Eucalyptus globolus* "eucalyptus" dio a un número más notable de habitantes un espesor de 277 ind.m^{-2} , la finca de *Calycophyllum spruceanum* Benth. "Capirona" con un espesor de 61 ind.m^{-2} y con un espesor menor el señorial *Pinus patula* "pino" con 57 ind.m^{-2} . De igual forma, el entramado con mansiones de *Eucalyptus globolus* "eucalyptus" introdujo mayor biomasa ($5,89 \text{ gm}^{-2}$), seguido por el entramado de la finca *Pinus patula* "pino" ($3,80 \text{ g.m}^{-2}$) y el entramado con ranchos de *Calycophyllum spruceanum* Benth. "Capirona" fue menor con ($3,23 \text{ g.m}^{-2}$) (Cuadro 16). Donde CARDENAS (2008) hace referencia a que la plenitud y biomasa de los macroinvertebrados difiere fundamentalmente como lo indica el aprovechamiento de la suciedad (tratamiento) y profundidad (capas), ganando las mayores poblaciones y biomasa en la capa superficial (hojarasca y 0 - 10 cm).

Mientras que para PORTA *et al.* (1999) la presencia de macroinvertebrados cambia completamente dependiendo de la utilización de la suciedad y la confiabilidad de los estados ecológicos del sistema biológico, especialmente la insolación (temperatura), la humedad relativa, el diseño de la vegetación (delineación) y el compromiso de degradar la fitomasa.

5.3. Determinar la densidad, biomasa y diversidad de especies de macrofauna edáfica en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucalyptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. - Pucallpa

CARDENAS (2008) la plenitud y biomasa de los macroinvertebrados cambia esencialmente según el aprovechamiento de la suciedad (tratamiento) y profundidad (capas), con las mayores poblaciones y biomasa ganando en la capa superficial (hojarasca y 0 - 10 cm). Coincidiendo con el creador por la forma en que en el examen los entramados con fincas de *Eucalyptus globulus* "eucalyptus" dieron un número más notable de personas un espesor de 277 ind.m⁻², el señorío de *Calycophyllum spruceanum* Benth. "Capirona" con un espesor de 61 ind.m⁻² y con un espesor menor el rancho *Pinus patula* "pino" con 57 ind.m⁻². De igual forma, el entramado con ranchos de *Eucalyptus globulus* "eucalyptus" introdujo mayor biomasa (5,89 g.m⁻²), seguido por el entramado de la finca *Pinus patula* "pino" (3,80 g.m⁻²) y el entramado con mansiones de *Calycophyllum spruceanum* Benth. "Capirona" fue menor con (3,23 g.m⁻²). Mientras que PORTA *et al.* (1999) la

presencia de macroinvertebrados difiere fundamentalmente en función del aprovechamiento de la suciedad y la seguridad de los estados naturales del sistema biológico, especialmente insolación (temperatura), bochorno relativo, diseño de la vegetación (delimitación) y compromiso de corromper la fitomasa.

El marco con rancho de *Eucalyptus globulus* "eucalyptus" introdujo mayor biomasa en las capas de 0 - 10 cm $4,61 \text{ g.m}^{-2}$ y de 10 - 20 cm $1,28 \text{ g.m}^{-2}$, por lo que tuvo mayor biomasa en contraste con la parcela de *Calycophyllum spruceanum* Benth. "Capirona" y como los señoríos *Pinus patula* "pino" en las tres profundidades de prueba como se demuestra en (Cuadro 18). CARDENAS (2008) hace referencia a que la biomasa de los macroinvertebrados difiere totalmente como lo indica el aprovechamiento de la suciedad (tratamiento) y la profundidad (capas), ganando las mayores poblaciones y biomasa en la capa superficial (hojarasca y 0 - 10 cm).

Si bien FRANCO (1989) afirma que existe un número impresionante de listas que miden la variedad de un área local, de estas, las que dependen de hipótesis de datos son las que han tenido la mejor motivación independientemente de sus impedimentos de Shannon Weiner cambiados de acuerdo con el récord de equidad, al igual que la lista de heterogeneidad de Simpson. Para el examen, se utilizó la lista de Shannon Weiner, donde la evaluación principal es más variada hasta 10 cm de arriba a abajo con un valor de 0,95 a 1,66 nats/individuo en las tres parcelas de varias fincas. A 20 cm de profundidad, presentan cualidades de 0,38 a 1,39 nats/persona. A los 30 cm la variedad disminuye hasta llegar a valores de 0 nats/singular, esto nos revela que la biomasa de la macrofauna en los tres marcos

señoriales a medida que se construye la profundidad se produce una reducción de la macrofauna (Cuadro 19).

Un creador similar específica que en la protección de la naturaleza se considera que el premio se centra en la variedad en la extravagancia de las especies, por lo que es importante utilizar registros que consideren las especies menos abundantes, es decir, las poco comunes; posteriormente se utiliza el índice Shannon Wiener.

5.4. Nivel de fertilidad en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto”, en el predio Santa Rita de propiedad de la cervecería San Juan S.A. - Pucallpa

Como se puede encontrar en el Cuadro 20, comparando los resultados obtenidos en los tres marcos patrimoniales en la propiedad Santa Rita de la destilería San Juan S.A. - Pucallpa, se identificaron las cualidades de los marcadores de cada uno de los marcos de la finca con un suelo ideal para decidir el récord de calidad de la tierra. Para ANSORENA (2005) la fecundidad del suelo se caracteriza por su estado de acuerdo con su capacidad para suministrar componentes fundamentales para el desarrollo vegetal, sin introducir agrupaciones nocivas de ningún componente. Tanto las necesidades de los componentes fundamentales como la resistencia a los componentes venenosos cambian con el tipo de planta, por lo que el grado de riqueza no se puede comunicar de forma única

según la sociedad, pero también debe aludir a la cosecha. Lo que el examen no creía que el marco patrimonial debía evaluarse.

Las tasas generales de los diferentes marcadores para los tres marcos de mansión con *Pinus patula* "pino", *Calycophyllum spruceanum* Benth. "Capiroña" y *Eucalyptus globulus* "eucalyptus". En esta figura, el marco de referencia es el suelo ideal, que se relaciona con la línea azul (Figura 10). La tierra más cercana al suelo ideal es el marco con fincas de *Eucalyptus globulus* "eucalyptus", que por tanto necesita compensar ciertas características para convertirlo en el suelo ideal. SOLIS (2011) hace referencia a que la madurez de la sociedad es una cualidad que surge por la conexión entre atributos reales (capacidad para dar condiciones primarias satisfactorias a la ayuda y desarrollo de los rendimientos), compuesto (capacidad para suministrar suplementos adecuados, en cantidades suficientes y ajustado) y natural (conectado a los ciclos naturales de la sociedad, identificado con sus formas de vida) del equivalente y que forma parte de la capacidad de suplir las contextos esenciales para el proceso y avance de las plantulas.

5.5. Determinar la relación entre los indicadores físicos y químicos del suelo con la densidad y biomasa de la macrofauna encontradas en los tres sistemas con plantaciones de *Pinus patula* "pino", *Calycophyllum spruceanum* Benth. "capiroña" y *Eucaliptus globulus* "eucalipto"

Según el modelo matemático; Biomasa de la macrofauna = $0.4004 (\% \text{ limo}) - 11.841$, la biomasa de la macrofauna edáfica de los tres procedimientos de plantaciones están en función al % de limo del suelo y Biomasa de la macrofauna =

13.3 (Temperatura del suelo) – 358.78, la biomasa de la macrofauna edáfica de los sistemas con plantaciones están en función a la temperatura del suelo, donde por cada incremento unitario en este parámetro, habrá un aumento en el volumen de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones con *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto” en un 76.27% y 90.18%. y que el sistema de plantación de *Eucaliptus globulus* “eucalipto” es el suelo que más se acerca al suelo ideal, en comparación con las demás plantaciones solo que necesita compensar algunas cualidades para convertirlo en un suelo ideal, ya que la línea azul es el sistema de referencia de un suelo ideal.

VI. CONCLUSIONES

1. Los indicadores físicos y químicos de los tres sistemas de plantaciones presentan textura franca a franco arcilloso, densidad aparente típicas y resistente a la penetración de alto a adecuado, temperatura 27.3°C. Los tres sistemas de plantaciones presentan un pH de fuertemente a ligeramente ácido y niveles bajo en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio.

2. Se identificaron 11 órdenes taxonómicos de la macrofauna del suelo, en las plantaciones *Pinus patula* “pino” 9, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” 7 y en *Eucaliptus globulus* “eucalipto” 8 ordenes; Isóptera fue más predominante seguido por haplotaxida y Dictióptera, mayor representatividad se registró en la Isóptera en todas las capas examinados correspondientes a la cantidad.

3. La densidad de macrofauna en los tres sistemas de plantaciones fueron: *Pinus patula* “pino” con 57 ind.m⁻² y la biomasa de la macrofauna 3.80 g/m², *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” densidad 61 ind.m⁻² y biomasa de 3.23 g/m² y en *Eucaliptus globulus* “eucalito” densidad 277 ind.m⁻² y biomasa de 5.89 g/m². El índice de Shannon – Wiener, indica que existe cierta uniformidad en la abundancia de especies de macrofauna evaluadas a los 10 cm de hondura del suelo y los 20 cm la uniformidad es alta obteniéndose valores cerca de la unidad.

4. La relación de macrofauna edáfica de los tres sistemas de plantaciones con *Pinus patula* “pino”, *Calycophyllum spruceanum* Benth. “capirona” y *Eucaliptus globulus* “eucalipto” están en función al % de limo del suelo con Biomasa con un R^2 (0.7627) o 76.27% y temperatura con biomasa con un R^2 (0.9018) o 90.18%. El sistema de plantación de *Eucaliptus globulus* “eucalipto” es el suelo que más se asemeja a uno ideal.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se debe determinar todos los indicadores físicos y químicos en otras investigaciones que esto nos permitirán un mejor entendimiento respecto a las plantaciones instaladas en el fundo Santa Rita.
2. Realizar otras investigaciones en con diferentes sistemas plantaciones y relacionarlos con otros cultivos tomando en consideración los indicadores que no se evaluaron y los que se evaluaron en la investigación.
3. Realizar otras investigaciones para determinar el comportamiento de la consistencia, biomasa y variedad de especies en otras épocas del año.
4. Realizar un plan de fertilización en base a los resultados obtenidos de concierto a los exámenes de suelo, con las cantidades exactas y nutrientes precisos para los tres sistemas de plantaciones, así como su manejo silvicultural.
5. La correlación se realizaría en otra investigación con los resultados de los análisis de suelo con la densidad, biomasa y diversidad de especies.

**SOIL CHEMICAL AND BIOLOGICAL PHYSICAL INDICATORS IN THREE
PLANTATION SYSTEMS OF SANTA RITA CERVECERIA SANJUAN S.A. -
PUCALLPA**

VIII. ABSTRACT

The research was carried out in order to determine the physical and chemical indicators, identify, quantify, density, biomass and diversity of macrofauna, fertility level and relate the physical chemical indicators of the soil with the density and biomass of the macrofauna in three systems with plantations of *Pinus patula* "pine", *Calycophyllum spruceanum* Benth. "Capirona" and *Eucaliptus globulus* "eucalyptus", in the Santa Rita property owned by the San Juan S.A. brewery. - Pucallpa. The physical indicators present a loamy to clay loam texture, typical bulk density and high to adequate penetration resistance, average temperature 27.3 ° C. Chemical indicators have strong to slightly acidic pH and low levels of organic matter, nitrogen, phosphorus and potassium. Eleven taxonomic orders of the soil macrofauna were identified, in the *Pinus patula* "pino" 9, *Calycophyllum spruceanum* Benth plantations. "Capirona" 7 and in *Eucalyptus globulus* "eucalyptus" 8 orders; Isoptera was more predominant followed by haplotaxida and Dictyoptera, greater representativeness was recorded in Isoptera in all the strata sampled in relation to abundance, the density of macrofauna were: *Pinus patula* "pine" 57 ind.m⁻² and biomass 3.80 g/m², *Calycophyllum spruceanum* Benth. "Capirona" density 61 ind.m⁻² and biomass of 3.23 g/m² and in *Eucaliptus globulus* "eucalito" density 277 ind.m⁻² and biomass

of 5.89 g/m². According to the Shannon-Wiener index, there is a certain uniformity in the abundance of macrofauna species evaluated at 10 cm of soil depth and at 20 cm the uniformity is high, obtaining values close to the unit. The relationship in the three systems with plantations is a function of the% of soil silt with Biomass with an R² (0.7627) or 76.27% and temperature with biomass with an R² (0.9018) or 90.18%. The Eucalyptus globolus “eucalyptus” planting system is the soil that is closest to the ideal soil.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J., MARTINEZ, E. 2003. Sistema de labranza y productividad de los suelos. Serie ciencias agronómicas. 13 – 27 p.
- ÁLVAREZ, R. 2008. Edafología y Climatología Forestal. Tema 8 – Factores formadores del suelo. [En Línea]: Uhu, (www.uhu.es/03010/Tema8.PDF, 16 diciembre. 2018).
- ANSORENA, J. 2005. Fertilidad del suelo: acidez y complejo de cambio. laboratorio agrario diputación foral de gipuzkoa. [En línea]. Consultado 30 de junio. 2019. Formato PDF. Disponible en <http://blog.ucc.edu>.
- BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forest. A primer. Roma, IT, FAO. 55 p.
- BURÉS, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S. L. Madrid, España. 342 p.
- CABRERA, D. 2014. Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en cuba. [En línea]: (<http://www.rufford.org/files/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf>) (revisado 22 de junio del 2019).
- CAIRO, P. 1995. La fertilidad física de suelos y la agricultura orgánica en el trópico. Universidad Nacional Agraria, Managua. 228 pp.
- CALZADA, J. 1996. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Jurídica S.A. 3 ed. Lima, Perú. 643 p.

- CARDENAS, P. 2008. Determinación de la mesofauna del suelo bajo diferentes coberturas en Tingo María. Tesis para optar el Título de Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 77 p.
- CORREA, P. 2011. Calidad de suelos en diferentes sistemas de uso en el predio Tulumayo – UNAS - Tingo María. Tesis para optar el Título de Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 108 p.
- CHEN, Z. 2000. Relationship between heavy metal concentrations in soils of Taiwan and uptake by crops. [En línea]: (<http://www.fftc.agnet.org/>, 12 Feb. 2019).
- CHILÓN, E. 2014. Manual de fertilidad de suelo y nutrición de planta. 2da Ed. Editorial CIDAT. La Paz-Bolivia. 140-142 p.
- DANA SÁNCHEZ, E.D., M. SANZ, S. VIVAS & E. SOBRINO. 2005. Especies Vegetales Invasoras en Andalucía. Dirección General de la Red de Espacios Naturales Protegidos y Servicios Ambientales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 233 p.
- DECÄENS, T., LAVELLE, P., JIMÉNEZ, J., ESCOBAR, G., RIPPSTEIN, G., SCHNEIDMADL, J., SANZ, J., HOYOS, P., THOMAS, R. J. 2001. Impact of land management on soil macrofauna in the eastern plains of Colombia. In Jiménez, J.J.; Thomas, R. J. U. (Eds.). Nature's Plow: Soil macroinvertebrate communities in the Neotropical savannas of Colombia. Cali, CIAT. Publicación CIAT no. 324. 19-41 p.
- DELGADO, R., ESPAÑA, M. 1999. Evaluación de la biomasa microbiana por los métodos fumigación-incubación y fumigación-extracción y su relación

con la disponibilidad de nitrógeno en suelos de Venezuela. Instituto de Investigaciones en Recursos Agroecológicas. Apdo. 4846. Maracay 2101. Estado Aragua. Venezuela.

DORAN, J., LINCOLN, N. 1999. Guía para la evaluación de la calidad del suelo. [En línea]: USDA, (<http://soils.usda.gov/sqi>, Documento, 22 Nov. 2018).

DORAN, J.W., and PARKIN, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. In "Definig Soil Quality fo a Sustainable Environment" p. 3-21. SSSA Spec. Publi. No. 35, Soil Sci. Soc. Am., Inc., and Am. Soc. Agron., Inc., Madison, WI.

ETTER, R.J. 1991. PopDyn: an ecological simulation program. Bioscience 41: 784-790.

FAO (1999). Desafíos Y Oportunidades para el Sector Forestal en Virtud Del Protocolo De Kyoto. Roma. 156 p.

FAO. 2001. Soil Biodiversity: What is it? Soil Biodiversity: Portal. Land and Water (AGL). FAO, (<http://www.fao.org/ag/AGL/agll/soilbiod/soilbtxt.htm>).

FASSBENDER, H. 1975. Química de suelos con énfasis en Suelos de América Latina. 2 ed. IICA. San José, Costa Rica. 404 p.

FRANCO, J. 1989. Manual de ecología. Trillas, México. 94 p.

FERRERAS L, MAGRA G; BESSON P; KOVALEVSKI E; GARCIA F., 2007. Indicadores de calidad física en suelos de la región pampeana norte de argentina bajo siembra directa. Ci. Suelo (Argentina) 25(2): 159-172.

FLORES, L., GUERRA, J., OLIVERA, P. 1996. Boletín técnico; Manejo de viveros y plantaciones forestales. Universidad nacional Agraria de la Selva; Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. 54 p.

- FLORES, Y. 1998. Síntesis de efectos ecológicos negativos de las plantaciones forestales. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA). 8 p.
- FLORES, B. 2005. Info INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). Ing. Boletín N° 01 – 2005. 38 p.
- GANDARILLA, J. 1988. Empleo del estiércol vacuno para mejorar un suelo improductivo de la provincia de Camaguey- Cuba. Tesis enviada a la A.C. Hungría para el grado de Doctor en Ciencias. 10 p.
- GILLESPI A., J.R. 1992. *Pinuspatula*Schiede and Deppe,Patula pine. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. New Orlean, U.S. 5 p.
- GUERRERO, A. 2000. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. 2ª reimpresión. Edit. Aedos S.A. España.
- HALFFTER, G., MORENO, C.E., PINEDA, E.O. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. Manuales & Tesis vol. 2.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P. 2006. Metodología de investigación. 4 ed. McGraw-Hill Interamericana. México. 736 p.
- HOLDRIDGE, L. 1986. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- JIMÉNEZ, R. y GONZÁLEZ, V. 2006. La calidad de suelos como medida para su conservación. Edafología. Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. de Geología y Geoquímica. Madrid, España, vol 13, 125-138 p.

- LABRADOR, J. 2001. La materia orgánica en los agroecosistemas. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. 279 pg.
- LARSON, W.E., and PIERCE, F.J. 1991. Conservation and enhancement of soil quality. In "Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World" Vol. 2, Technical Papers, pp. 175- 2013. Proc. Int. Workshop, Chiang Rai, Thailand, pp 15-21. Int. Board for Soil Res. And Management, Bangkok.
- LAVELLE, P., PASHANASI, B. 1989. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). En: Pedobiologia 33:283-291.
- LAVELLE, P. 1997. Efectos causados por las lombrices en la materia orgánica (MO) del suelo a diferentes niveles de una escala temporal y una espacial. 65 p.
- LAVELLE, P., SPAIN, A. V., BLANCHART, 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 of the Tropics. SSSA Special Publication. Madison Wisconsin. pp. 157-185.
- LOK, S. 2005. Determinación y selección de indicadores del sistema suelo-pasto en pastizales dedicados a la producción del ganado vacuno. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de ciencia animal. Cuba. 119 p.
- MARTÍNEZ J., D. 2011. Incremento volumétrico y biomasa aérea en reforestaciones de *Pinus patula* Schltl. & Cham en Xiacuí, Ixtlán, Oaxaca. Tesis Ing. For. Oaxaca, MX, Universidad Nacional de la Sierra Juárez. 53 p.

- MASTERS, G. 2004. Belowground herbivores and ecosystem processes. *Ecological Studies* 173:93-112.
- MINAG. 2011. Cadena agropecuaria de papa. Manejo y fertilidad de suelos. Guía técnica de orientación al productor. 50 p.
- MONTERO, G., CISNEROS, O., CAÑELLAS, I. 2003. Manual de selvicultura para plantaciones de especies productoras de madera de calidad. INIA. Mundi-Prensa. Madrid, España. 284 p.
- MORENO, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 p.
- MURILLO, O., CAMACHO, P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. Departamento de Ingeniería Forestal; Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 21(2): 189 – 206.
- NAVARRO, G. 2003. Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales en la vida vegetal. 2 ed. Mundi Prensa, España.
- OJEDA LAND, E., R. MESA COELLO, L. SILVA & J. A. CARVALHO (2008). *Eucalyptus globulus* Labill.in: Silva L., E. Ojeda Land & J.L. Rodríguez Luengo (eds.) 2008. Flora y Fauna Terrestre Invasora en la Macaronesia. TOP 100 en Azores, Madeira y Canarias. ARENA, Ponta Delgada, 600 p.
- PAGIOLA, L., OTA, M. 1997. La diversidad biológica o biodiversidad. Citado por ALTIERI. 33 p.

- PEÑA T. 2016. Materia orgánica y humus del suelo: todo sobre la alquimia del suelo. España. 31 p.
- PASHANASI, B. 2001. 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): 75-797.
- PORTA, M., LÓPEZ, A., ROQUERO, C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2ed. Ediciones Mundi Pren. Bilbao, España. 622 p.
- POMA, J. 2014. Indicadores físicos, químicos y biológicos en diferentes sistemas de uso del suelo en el distrito Hermilio Valdizán. Tesis para optar título de Ing. Recursos Naturales Renovables – Mención Conservación de Suelos y Agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 100 p.
- PORTOCARRERO, J. 2013. Evaluación del efecto de tres sistemas de uso de la tierra sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en el caserío de Puerto Rico, distrito Nuevo Progreso. Tesis para optar título de Ing. Recursos Naturales Renovables – Mención Conservación de Suelos y Agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 120 p.
- RESTREPO A., J.G. 2002. Abonos verdes y cultivos de cobertura, alternativas para una agricultura ecológicamente apropiada en el trópico. Medellín. 35 p.
- REYNEL, C., PENNINGTON, T.D., PENNINGTON, R.T., FLORES, C., DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos. Manual de identificación ecológica y propagación de las especies. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 509 p.

- RUIZ F., LÓPEZ G., TOVAL G. Y REYES A. (2008) “Selvicultura de *Eucalyptus globulus* Labill.”
- SÁENZ R., J.; MUÑOZ F., H.; RUEDA S., A. 2011. Especies promisorias de clima templado para plantaciones forestales comerciales en Michoacán. Michoacán, MX, SAGARPA-INIFAP-CIRPAC. 213 p. (Libro técnico no.10).
- SAGARPA 2012 Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Subíndice de Uso Sustentable del Suelo – Metodología de Cálculo. [En Línea]: SMYE, ([http://smye.info/rn/ind_fin/suelos/Documento metodologico_suelos.pdf](http://smye.info/rn/ind_fin/suelos/Documento_metodologico_suelos.pdf), 02 setiembre 2019).
- SÁNCHEZ, J. 2007. Fertilidad de suelos y nutrición mineral de plantas. FERTITEC S.A. 19 p.
- SANCHEZ, P. 1981. Suelos del Trópico Características y Manejo. Traducido por Edilberto Camacho, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 634 p.
- SEVILLA, F., OBERTHUR, T., USMA, H., ESCOBAR, G., NARVÁEZ, C. 2002. Exploración de la presencia y abundancia de coleóptero fauna edáfica en diferentes usos de la tierra en una microcuenca del departamento del Cauca. En: Congreso Nacional de Ciencias Biológicas, 37. Ponencias. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. 274 p.
- SOLÍS, M. 2011. Levantamiento edafológico y agrológico con fines de planificación agropecuaria de la hacienda Bernabé Pedro Vicente Maldonado Ecuador. Tesis Ing. Agr. Quito. p. 30-35.

- SOIL SURVEY STAFF. 1993. Soil survey manual. United States Department of Agriculture. Hnbk no. 18 U.S. Gov. Printing Office, Washington, DC.
- TORO, J. 1995. Avances en fertilización en *Pinus radiata* y *Eucalyptus* en Chile. In: Simposio IUFRO. Manejo Nutritivo de Plantaciones Forestales. Valdivia, Chile. pp 293 – 298. [En línea]: SCIELO (http://www.scielo.cl/cielo.php?pid=S071792002004000200007&script=sci_arttext. documentos, 16 Feb. 2013).
- TRUJILLO, E. 2011. Plantación forestal: Planeación para el éxito. Costa Rica. 9 p. [En línea]: MM, (<http://www.revista-MM.com>, documentos, 16 Ene. 2013).
- USDA.1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Departamento de agricultura de los Estados Unidos. 88 p.
- VARGAS-MACHUCA, R.N. 2010. Indicadores biológicos para la evaluación de la calidad de los suelos. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Estación Experimental del Zaidín, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EEZ-CSIC). Granada, España. 14 p.
- VON MARRES, A. 1988. Respuesta a la fertilización con NPK de una plantación recién establecida de *Eucalyptus delegatensis* R.T. Baker en la precoordillera andina de la novena región. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. Universidad de Chile. pp. 25 – 48. [En línea]: CYBERTESIS (<http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2003/lewinp/sources/lewinp.pdf>. documentos, 18 Feb. 2013).
- WADSWORTH, F. 2000. Producción forestal para América Tropical; Manual de agricultura. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA); Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza

- (CATIE); Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO). Washington, DC., Estados Unidos. 563 p.
- WARDLE, D., BARDGETT, R. 2004. Indirect effects of invertebrate herbivory on the decomposer subsystem. *Ecological Studies* 173: 53:69.
- ZAVALETA, G. 1992. Edafología. El suelo en relación con la producción. Consejo Nacional de Concentración y Tecnología. Lima, Perú.
- ZERBINO, M.; MORÓN, A. 2003. Macrofauna del suelo y su relación con propiedades físicas y químicas en rotaciones cultivo-pastura. In Morón, A.; Díaz, R. (Eds. técnicos). Simposio "40 años de rotaciones agrícolas – ganaderas". Montevideo, Uruguay. Serie Técnica no. 134. 45-53 p.

ANEXO

Anexo 1. Grupo taxonómico de la macrofauna en los tres sistemas con plantaciones

Cuadro 23. Densidad de macrofauna en tres sistemas de plantaciones

Grupo taxonómico	Densidad en los tres sistemas con plantaciones				
	Pino	Capirona	Eucalipto	total	%
himenopteros	17	34	34	85	23.68
haplotaxida	36	61	81	178	49.58
isopoda	0	4	4	8	2.23
isoptera	18	8	17	43	11.98
diplopoda	2	0	1	3	0.84
chillopoda	1	0	0	1	0.28
aranaea	1	0	2	3	0.84
hemiptera	0	0	0	0	0
lepidoptera	0	1	1	2	0.56
coleoptera	4	1	0	5	1.39
larvas	1	3	1	5	1.39
dermaptera	2	0	2	4	1.11
orthoptera	1	1	3	5	1.39
Dictyoptera	0	1	0	1	0.28
gastropoda	0	0	0	0	0
otros	3	6	7	16	4.46
densidad ind./m ²	86	120	153	359	100

Cuadro 24. Correlación entre los indicadores físicos y químicos del suelo con la densidad y biomasa de la macrofauna del suelo

Variable (1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
Resistencia	arcilla	3	0.98019606	0.01980394
Materia orgánica	arcilla	3	0.96787439	0.03212561
Materia orgánica	Ph	3	-0.95234451	0.04765549
Nitrógeno	arcilla	3	0.9970909	0.0029091
Nitrógeno	resistencia	3	0.96225045	0.03774955
Nitrógeno	materia orgánica	3	0.97834189	0.02165811
Fósforo	arcilla	3	0.99997496	2.5038E-05
Fósforo	resistencia	3	0.98127515	0.01872485
Fósforo	materia orgánica	3	0.96766928	0.03233072
Fósforo	nitrógeno	3	0.99664115	0.00335885
Densidad	densidad	3	0.96471038	0.03528962
Macrofauna	aparente			
Biomasa	potasio	3	-0.99822694	0.00177306
Macrofauna				

Fuente elaboración propia, elaborado con un nivel de significancia del 5% $\alpha = 0.05$.

Cuadro 25. Biomasa de la macrofauna en los tres sistemas de plantaciones

Nº	Sistema de uso	Profundidad	Grupo Taxonómico	Nombre común	Cantidad de m.o	Total		
R1	Pino	0-10 cm	Haplotaxida	Lombriz de tierra	20	32		
			hemiptera	chinchas	3			
			coleoptera	escarabajo	2			
			heminopteros	hormigas	7			
		10-20 cm	haplotaxida	Lombriz de tierra	5	6		
			larva diptera	mosca	1			
		20-30 cm	sinfilidos	nn	2	2		
		Total					38	
		R1	Capirona	0-10 cm	haplotaxida	Lombriz de tierra	16	28
					Isopoda	Cochinilla	4	
					lepidoptera	oruga	1	
					Orthoptera	Grillo	2	
Hymenoptera	Hormiga				5			
10-20 cm	sinfilidos			nn	3	7		
	larva			escarabajo del suelo	1			
10-20 cm	Oligochaeta			Lombriz de tierra	3			
ausencia				0	0			

		20-30	Total		35	
R1	Eucalipto		haplotaxida	Lombriz de tierra	15	
		0-10 cm	himenopteros	hormigas	13	34
			Isopoda	Cochinilla	5	
			lepidoptera	oruga	1	
			haplotaxida	Lombriz de tierra	5	
	10-20 cm	himenpteros	hormigas	7	14	
		larva	Escarabajo	2		
		20-30 cm	nn	nn	1	2
				Total	48	
	R2	Pino		Haplotaxida	Lombriz de tierra	12
0-10 cm			dictyoptera	cucaracha	1	27
			hemiptera	chinche	2	
			Hymenoptera	Hormiga	10	
			Araneae	araña	2	
10-20 cm		Isoptera	termita	3	6	
		sinfilidos	nn	2		
		Dermaptera	Tijereta	1		
		20-30 cm	ausencia			
			Total	33		
R2	Capirona		Haplotaxida	Lombriz de tierra	15	
		0-10 cm	orthoptera	saltamonte	1	25
			Hymenoptera	Hormiga	7	
			Araneae	Araña	2	

		10-20cm	Haplotaxida	Lombriz de tierra	7	17
			isoptera	termitas	10	
			pupa	escarabajo	1	
			ausencia			
		20-30 cm	Total		43	
R2	Eucalipto		Haplotaxida	Lombriz de tierra	16	
		0-10 cm	Hymenoptera	Hormiga	5	22
			dyctioptera	cucaracha	1	
		10-20 cm	haplotaxida	Lombriz de tierra	3	7
			crustaceos	nn	3	
			sinfililidos	nn	1	
			ausencia			
		20-30 cm	Total		22	
R3	Pino		Haplotaxida	Lombriz de tierra	8	
		0-10 cm	Araneae	Araña	1	13
			himenopteros	hormigas	4	
		10-20 cm	haplotaxida	Lombriz de tierra	3	7
			sinfilidos	nn	3	
			larva	escarabajo	1	
			ausencia			
		20-30 cm	Total		20	
R3	Capirona		Haplotaxida	Lombriz de tierra	18	24

		0-10 cm	Hymenoptera	Hormiga	4	
			dermaptera	tijeretas	2	
			Haplotaxida	Lombriz de tierra	6	
			heminopteros	hormigas	16	25
		10-20 cm	paurapodos	nn	3	
				ausencia		
		20-30 cm	Total		30	
R3	Eucalipto		Haplotaxida	Lombriz de tierra	6	
		0-10 cm	Hymenoptera	Hormiga	2	10
			coleoptera	escarabajo	1	
			lepidoptera	oruga	1	
			Haplotaxida	Lombriz de tierra	2	
			paurapodos	nn	2	12
		10-20 cm	Isoptera	Termita	8	
		20-30	Total		22	

Anexo 2. Panel fotográfico

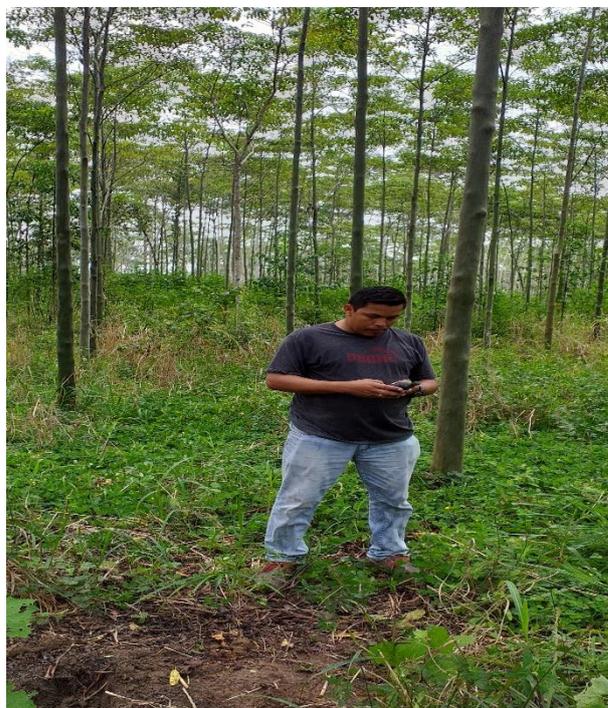


Figura 13. Georreferenciación en un sistema con plantaciones de Capirona.



Figura 14. Resistencia a la penetración del suelo en un sistema con Capirona.



Figura 15. Muestra de suelo en un sistema con plantaciones de Capirona.



Figura 16. Muestreo de macrofauna del suelo en un sistema con plantaciones de Capirona.



Figura 17. Georreferenciación en un sistema de plantaciones con Pino.

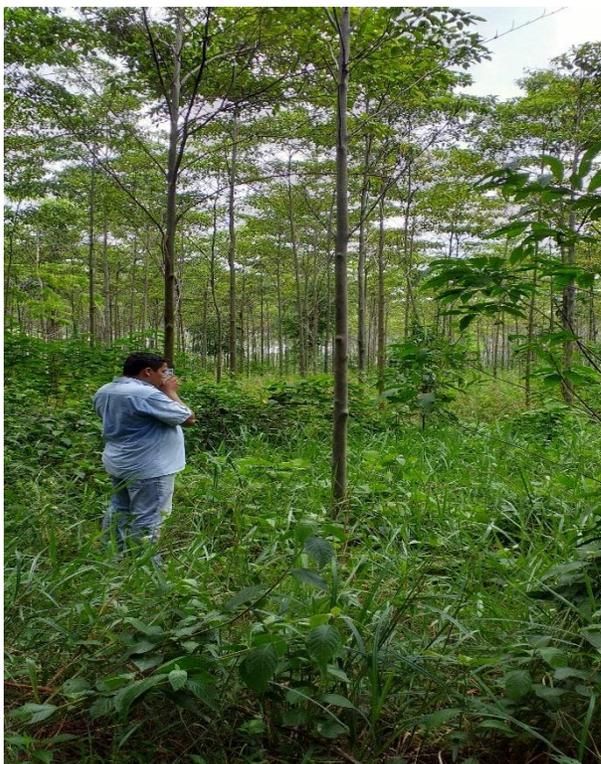


Figura 18. Medición de la pendiente en un sistema de plantaciones con Capirona.



Figura 19. Medición de la pendiente en un sistema de plantaciones con Pino.



Figura 20. Georreferenciación en un sistema de plantaciones con Eucalipto.



Figura 21. Muestreo de macrofauna del suelo en un sistema con plantaciones de Eucalipto.



Figura 22. Resistencia a la penetración del suelo en un sistema con Eucalipto.



Figura 23. Densidad aparente del suelo en un sistema de plantaciones con Eucalipto.



Figura 24. Medición de la pendiente en un sistema de plantaciones de Eucalipto.



Figura 25. Preparación de muestras de macrofauna de los tres sistemas con plantaciones.



Figura 26. Lombriz de tierra en los tres sistemas con plantaciones.

Anexo 3. Análisis de suelos

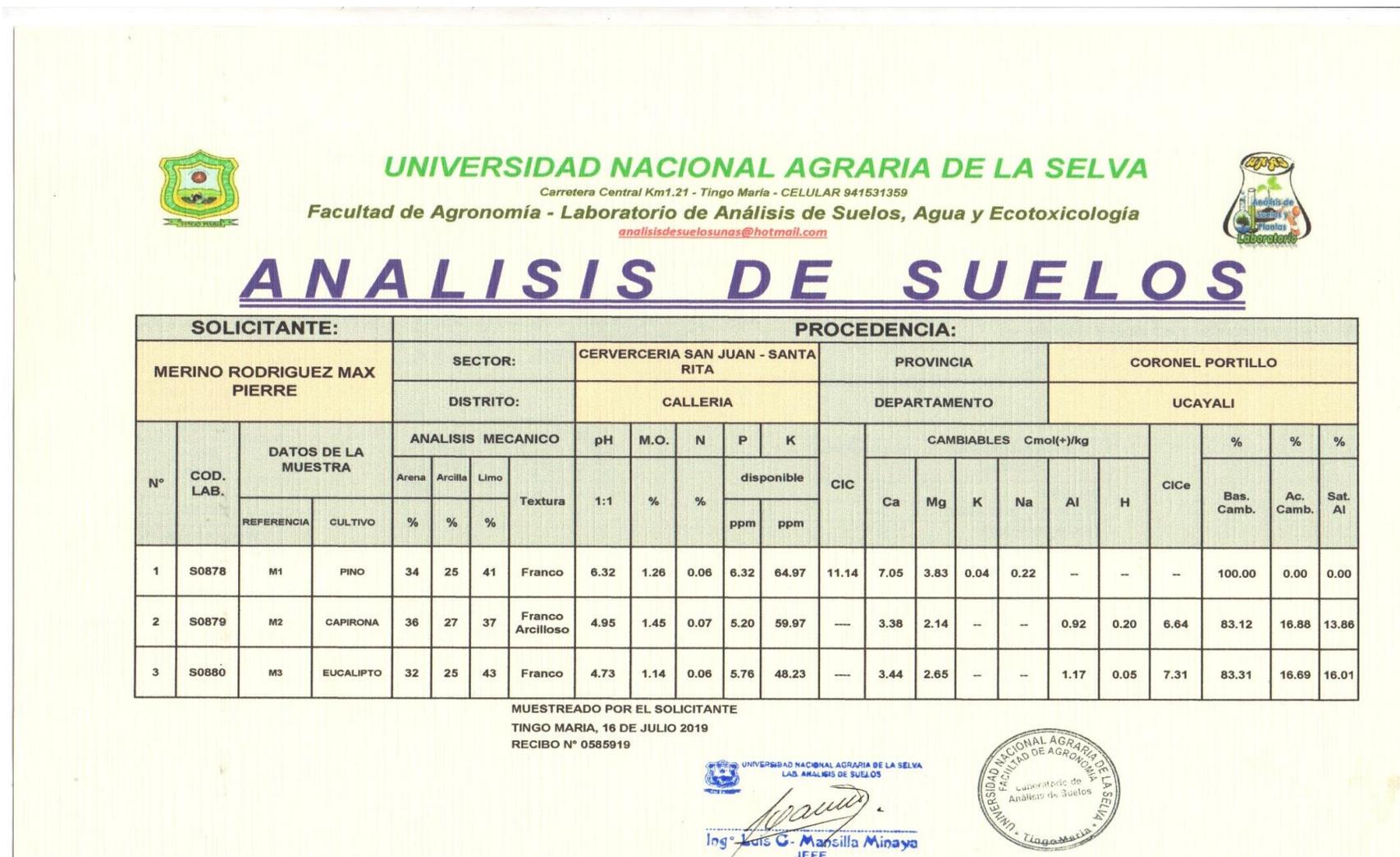


Figura 27. Análisis de suelo de los tres sistemas de plantaciones predio Santa Rita.