

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



“Influencia de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en las características del suelo a diferentes pisos altitudinales, distritos de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino, Amazonas, 2017”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

AUTORES : Br. Carmen Natividad Vigo Mestanza

Br. Fely Enmeline Oclocho García

ASESOR : M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

CO-ASESOR: Dr. (c) Wagner Guzmán Castillo

CHACHAPOYAS – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



“Influencia de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en las características del suelo a diferentes pisos altitudinales, distritos de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino, Amazonas, 2017”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

AUTORES : Br. Carmen Natividad Vigo Mestanza

Br. Fely Enmeline Oclocho García

ASESOR : M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

CO-ASESOR: Dr. (c) Wagner Guzmán Castillo

CHACHAPOYAS – PERÚ

2017

DEDICATORIA

Dedico todo el esfuerzo y el trabajo puesto para la realización de esta tesis a Dios y a mi madre. A Dios por darme la vida y a mi madre por haber sido y seguir siendo uno de los pilares fundamentales en mi vida. Sin ella se me habría dificultado lograr lo que lo logré hasta ahora, ya que ella me brindó su apoyo y veló por mi bienestar y educación en todo momento. Su perseverancia y coraje la han hecho mi modelo a seguir y destacar. Te quiero mamá.

Carmen N. Vigo Mestanza

Dedico esta tesis a Dios, a mis padres Pedro Oclocho Cruz y Esther García Revilla por su lucha constante y su amor incondicional, por cada consejo y gesto de cariño y orgullo que han guiado mis pasos a lo largo de mi vida, por impulsarme a tomar decisiones, por los sacrificios que juntos hemos pasado y por ser los mejores padres del mundo

A mis hermanas Jhanyra M. Oclocho García y Alexandra B. Oclocho García por el apoyo brindado día a día en el transcurso de mi carrera universitaria.

Fely E. Oclocho García

AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos están dirigidos a todas aquellas personas e instituciones que hicieron posible el desarrollo y culminación de esta investigación. Agradecemos al proyecto SNIP N° 312252 FISIOBVEG por el financiamiento brindado en las etapas de campo y laboratorio de esta Investigación y al proyecto SNIP N° 312235 GEOMÁTICA por el apoyo en la elaboración de los mapas, ambos proyectos pertenecientes a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. A nuestro asesor M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz y co-asesor Dr. (c) Wagner Guzmán Castillo por su ayuda desde la concepción del proyecto hasta la elaboración del informe final, realizándonos observaciones y sugerencias para el logro de un buen trabajo de investigación y además por brindarnos las respuestas a las dudas que surgían a lo largo del proceso. Agradecer además a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por los conocimientos impartidos en las aulas durante los años de estudio transcurridos. A nuestros familiares quienes a lo largo de nuestra vida han motivado y apoyado en nuestra formación académica, creyeron en nosotros en todo momento y no dudaron de nuestras capacidades. A nuestros amigos por su apoyo incondicional a cada momento, en especial en los momentos difíciles.

Por último, agradecer a esta casa superior de estudios por abrirnos sus puertas y darnos la oportunidad de prepararnos para un futuro competitivo como profesionales y como personas de bien.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph. D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
RECTOR

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

DR. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
**DECANO DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

VISTO BUENO DEL ASESOR

El **M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz**, Director del INDES-CES de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), deja constancia que ha asesorado el proyecto de investigación y la ejecución de la tesis titulada: “**Influencia de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en las características del suelo a diferentes pisos altitudinales, distritos de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino, Amazonas, 2017**”.

Asimismo, avala a las **Br. Carmen Natividad Vigo Mestanza y Br. Fely Enmeline Oclocho García**, egresadas de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) para la presentación del informe de tesis.

Se le expide la presente, a solicitud de las interesadas para los fines que estimen conveniente.

Chachapoyas 25 de julio del 2017

M. Sc. Segundo Manuel Oliva Cruz

Director INDES-CES

VISTO BUENO DEL CO ASESOR

El **Dr. (c) Wagner Guzmán Castillo**, profesor de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, deja constancia que ha asesorado el proyecto de investigación y la ejecución de la tesis titulada: **“Influencia de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en las características del suelo a diferentes pisos altitudinales, distritos de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino, Amazonas, 2017”**

Asimismo, avala a las **Br. Carmen Natividad Vigo Mestanza y Br. Fely Enmeline Oclocho García**, egresadas de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A) para la presentación del informe de tesis.

Se le expide la presente, a solicitud de las interesadas para los fines que estimen conveniente.

Chachapoyas 25 de julio del 2017

Dr. (c) Wagner Guzmán Castillo

Profesor FICIAM

JURADO EVALUADOR DE TESIS

Lic. José Luis Quispe Osorio

PRESIDENTE

M. Sc. Martin Félix Cuadrado Hidalgo

SECRETARIO

Ing. Elí Pariente Mondragón

VOCAL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR	iv
VISTO BUENO DEL CO ASESOR	v
JURADO EVALUADOR DE TESIS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
• Objetivo general	2
• Objetivos específicos.....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	3
3.1. Antecedentes del problema	3
3.2. Base teórica	7
3.3. Definición de términos básicos.....	9
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	13
a. Ubicación del área de estudio	13
b. Diseño de contrastación de la hipótesis	14
c. Población, muestra y muestreo.....	14
d. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
e. Análisis de datos	18
V. RESULTADOS.....	19
5.1. Caracterización de la plantación forestal.....	19
5.2. Caracterización de las parcelas con bosque natural	22
5.3. Caracterización fisicoquímica de suelos	25
5.4. Muestreo biológico de suelos	41
5.5. Prueba T – Student para muestras independientes	44
VI. DISCUSIÓN.....	45
VII. CONCLUSIONES	49
VIII. RECOMENDACIONES	51

IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
X.	ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Metodologías empleadas para los análisis fisicoquímicos	17
Tabla 2:	Determinación de la clase textural	25
Tabla 3:	Especies encontradas en el distrito del Maino	41
Tabla 4:	Especies encontradas en el distrito del Tingo.....	42
Tabla 5:	Especies encontradas en el distrito de Magdalena	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del área de estudio	13
Figura 2: Altura total de las plantaciones de eucalipto a nivel de distritos	19
Figura 3: Principales plantas encontradas en la parcela con eucalipto en el distrito de Magdalena	19
Figura 4: Principales plantas encontradas en la parcela con eucalipto en el distrito del Tingo.....	20
Figura 5: Principales plantas encontradas en la parcela con eucalipto en el distrito del Maino.....	21
Figura 6: Principales plantas encontradas en la parcela de bosque natural en el distrito de Magdalena.....	22
Figura 7: Principales plantas encontradas en la parcela de bosque natural en el distrito del Tingo	23
Figura 8: Principales plantas encontradas en la parcela de bosque natural en el distrito del Maino.	24
Figura 9: Densidad aparente por distritos.....	26
Figura 10: Densidad aparente por sistemas	26
Figura 11: Valores de pH a nivel de pisos altitudinales.....	27
Figura 12: Valores de pH a nivel de sistemas	27
Figura 13: Valores de C.E. a nivel de pisos altitudinales	28
Figura 14: Valores de C.E. a nivel de sistemas	28
Figura 15: Valores de fósforo a nivel de pisos altitudinales	29
Figura 16: Valores de fósforo a nivel de sistemas	29
Figura 17: Valores de potasio a nivel de pisos altitudinales	30
Figura 18: Valores de potasio a nivel de sistemas	30
Figura 19: Valores de carbono a nivel de pisos altitudinales.....	31
Figura 20: Valores de carbono a nivel de sistemas.....	31
Figura 21: Valores de materia orgánica a nivel de pisos altitudinales	32
Figura 22: Valores de materia orgánica a nivel de sistemas	32
Figura 23: Valores de nitrógeno a nivel de pisos altitudinales	33
Figura 24: Valores de nitrógeno a nivel de sistemas	33
Figura 25: Valores de CIC a nivel de pisos altitudinales.....	34
Figura 26: Valores de CIC a nivel de sistemas.....	34
Figura 27: Valores de calcio a nivel de pisos altitudinales	35
Figura 28: Valores de calcio a nivel de sistemas.....	35
Figura 29: Valores de Magnesio a nivel de pisos altitudinales.....	36
Figura 30: Valores de magnesio a nivel de sistemas	36
Figura 31: Valores de potasio intercambiable a nivel de pisos altitudinales.....	37
Figura 32: Valores de potasio intercambiable a nivel de sistemas.....	37
Figura 33: Valores de sodio intercambiable a nivel de pisos altitudinales.....	38
Figura 34: Valores de sodio intercambiable a nivel de sistemas	38
Figura 35: Valores de Aluminio + Hidrógeno a nivel de pisos altitudinales	39
Figura 36: Valores de Aluminio + Hidrógeno a nivel de sistemas	39
Figura 37: Valores de Porcentaje de saturación de bases a nivel de altitudes.....	40
Figura 38: Valores de Porcentaje de saturación de bases a nivel de altitudes	40

RESUMEN

Entre las críticas que reciben los eucaliptos se encuentran la afectación a las características del suelo y la flora asociada al mismo, razón por la cual, se creyó conveniente evaluar la influencia de las plantaciones de eucalipto sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo en los distritos de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino. Para realizar esta evaluación se trabajó con 06 parcelas, tres con eucalipto y tres con bosques naturales. En cada una de las parcelas con eucalipto se seleccionó 10 ejemplares, de los cuales se midió sus características dasométricas. Al pie de cada uno de ellos se tomaron muestras de suelo: 10 muestras para densidad aparente y 10 para el análisis de caracterización, se consideró un número igual de muestras para las parcelas de bosque natural. Estas muestras se llevaron al laboratorio para los respectivos análisis físico-químicos. Además, en cada una de las parcelas se realizó el muestreo biológico haciendo uso del Protocolo de Muestreo Rápido de Suelos, con un total de cinco cuadrantes por parcela. Los resultados obtenidos nos muestran que los árboles de Magdalena y el Maino son los más desarrollados. Respecto al pH se obtuvo los valores más bajos para las parcelas con eucalipto. En cuanto a la materia orgánica, carbono y nitrógeno se observó un incremento en las parcelas con eucalipto. En relación a la macrofauna el índice dio positivo solo para el distrito del Maino, se evidenció que el eucalipto no tiene gran influencia sobre la diversidad y cantidad de la misma.

Palabras clave: piso altitudinal, sotobosque, *Eucalyptus globulus* L., macrofauna, bosque natural.

ABSTRACT

Among the criticisms that the eucalyptus receive are the affectation to the characteristics of the soil and the flora associated to it, reason for which, it was considered convenient to evaluate the influence of the eucalyptus plantations on the physical, chemical and biological characteristics of the soil in The districts of Magdalena, Tingo and San Isidro del Maino. To perform this evaluation, we worked with 06 plots, three with eucalyptus and three forests. In each of the plots with eucalyptus, 10 specimens were selected, of which their asometric characteristics were measured. Soil samples were taken at the bottom of each soil: 10 samples for bulk density and 10 for characterization analysis, an equal number of samples were considered for the forest plots. These samples were taken to the laboratory for the respective physical-chemical analyzes. In addition, in each of the plots, biological sampling was carried out using the Rapid Soil Sampling Protocol, with a total of five quadrants per plot. The results obtained show that the trees of Magdalena and Maino are the most developed. Respect to pH, the lowest values were obtained for the plots with eucalyptus. As for the organic matter, carbon and nitrogen, an increase was observed in the plots with eucalyptus. In relation to the macrofauna the index was positive only for the Maino district, it was evidenced that the eucalyptus does not have great influence on the diversity and quantity of the same.

Keywords: Altitudinal floor, undergrowth, *Eucalyptus globulus* L., macrofauna, natural forest

I. INTRODUCCIÓN

El eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) es una especie nativa de Australia, abundante en todo nuestro país, abarcando un total de 536,530 hectáreas (Fernández, 2008). Esta especie se encuentra también en los distritos de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino, ya que desde años atrás se empezaron a introducir de una forma acelerada a través de muchos proyectos de forestación de instituciones públicas que, por lo general, no se realizaron en los lugares adecuados o previo a una zonificación, además según los pobladores de dichos distritos no se midió la influencia que tendría sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Otras plantaciones se realizaron persiguiendo intereses meramente económicos, ya que esta es una madera con gran demanda en la construcción de viviendas, para cercos muertos, para construcciones de material noble (pie derecho), postes de alumbrado público, entre otros; además de ser utilizado como medicina alternativa. Como sabemos tanto los efectos positivos y negativos que una forestación trae para el entorno paisajístico, natural, social y económico no se logran diferenciar claramente en los primeros años, pero pueden ser más notorios en plantaciones mayores.

A nivel internacional las investigaciones relacionadas con el efecto de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo no son numerosas sin embargo encontramos algunas investigaciones como la de Días (2006) quien estimó los efectos ambientales de las forestaciones de eucalipto en el Noreste de Entre Ríos. Flores (2009) también determinó los efectos de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) sobre los suelos de comunidades asentadas en la red ferroviaria Cochabamba-Cliza. Por otro lado en el trabajo de Domingo (2010) sobre el eucalipto y los suelos bajo clima mediterráneo, este hace un recorrido sobre los efectos negativos que se atribuyen a las plantaciones forestales de eucalipto sobre los suelos. A nivel nacional, son escasas las investigaciones publicadas sobre el tema y en la región Amazonas no se encuentran estudios publicados relacionados a esta especie forestal.

En los distritos de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino se observan grandes cantidades de plantaciones forestales de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.), que fueron introducidas años atrás, estas plantaciones se encuentran ubicadas en su gran mayoría en terrenos comunales y son utilizadas con fines maderables dejándoles a

través de esta actividad beneficios económicos para la comunidad. Sin embargo, no se conoce cuál es la influencia de esta especie sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, es por eso que mediante esta investigación se pretende conocer en términos cuantitativos dicha influencia y a partir de esta determinar si la especie es adecuada para forestar sitios degradados en lugares que presenten condiciones similares a las parcelas de estudio de la investigación.

II. OBJETIVOS

- **Objetivo general**

Evaluar la influencia de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo en diferentes pisos altitudinales en los distritos de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino.

- **Objetivos específicos**

- Caracterizar a un sistema de plantaciones con eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) y a un sistema donde no está presente, ambos a pisos altitudinales similares para tres altitudes diferentes.
- Determinar la influencia de las plantaciones de eucalipto sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Comparar la influencia sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo de las plantaciones forestales a nivel de pisos altitudinales.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes del problema:

A nivel internacional las investigaciones relacionadas con el efecto de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo no son numerosas sin embargo encontramos algunas investigaciones como la de Días (2006) en la que concluyó que como toda actividad humana que hace uso del suelo y de los recursos naturales, la actividad forestal produce impactos (negativos y positivos) sobre el ambiente. La información indica que la tendencia y magnitud de los cambios producidos por las forestaciones son variables y dependen de diversos factores. Es por ello conveniente disponer de información generada localmente.

Una correcta evaluación de los impactos ambientales, económicos y sociales, y la implementación de medidas para la gestión responsable de los mismos (sean éstos negativos o positivos) requiere trabajar simultáneamente a varias escalas: a la escala de lote o rodal, a la escala de predio, y a la escala de paisaje.

Anón (1992), en su investigación concluyó lo siguiente: los eucaliptos no son árboles ni positivos ni negativos, y antes de proceder a su plantación es preciso analizar cuidadosamente sus efectos ecológicos y sociales. Si bien en ciertos casos pueden existir razones concretas de preocupación, la mayor parte de los problemas concernientes a los eucaliptos obedecen a dos causas principales, a saber: una definición poco precisa de los objetivos inherentes al cultivo de los árboles, en primer lugar; y el uso de los eucaliptos en lugares donde serían más apropiadas otras especies.

En su trabajo Flores (2009) evaluó los rodales de eucaliptos (*Eucalyptus globulus* L.) introducidos el año 1943 en 9 comunidades del Valle alto (Sacha Calle, Flores Rancho, Kaluyo, Arpita, Llave Mayu, Aranjuez, Rayo Pampa, Jatán Pata, Villa Cabot), en ellas, delimitó parcelas agrícolas y forestales, cuantificándose el número de individuos de especies nativas, exóticas existentes en cada bloque. También realizó el muestreo de suelos (0-20cm) y subsuelo (20-50cm) por el método de zig-zag. Finalmente, levantó información de los beneficios que brindan y los problemas generados a nivel social, mediante encuestas estructuradas.

En conclusión el análisis del suelo realizado en las parcelas forestales, tanto en la capa superficial como subsuperficial, mostró modificaciones físico-químicas considerables, en relación a las parcelas agrícolas.

Delgado *et al.* (2006) en su investigación sintetiza el conocimiento sobre el impacto de las plantaciones de *Eucalyptus* sp. sobre algunos suelos de Uruguay (Acrisoles, Luvisoles, Argisoles, Inceptisoles), generados en trabajos del Dpto. de Suelos y Aguas de la FA-UDELAR. En 12 casos estudiados los suelos forestados presentaron menor pH, más aluminio intercambiable y menor saturación en bases que los que permanecen bajo las pasturas previas. En siete casos estudiados, el carbono orgánico mostró una tendencia a la disminución en la parte superior del horizonte A. En otros horizontes no surgen resultados claros, aunque en algunos sitios se observó una tendencia hacia el aumento de carbono orgánico en la base del A o inicio del B en los suelos forestados, comparados con los que permanecen bajo la pastura original. Si bien estos cambios de distribución vertical podrían no determinar cambios en el contenido de carbono del perfil, la presencia del mantillo (horizonte O) en los suelos forestados permitiría concluir que en las plantaciones forestales ocurre un aumento en la cantidad total de carbono orgánico del suelo.

En un monitoreo de cinco años, el contenido de agua del suelo forestado fue siempre menor que bajo pastura: en verano, por la mayor evapotranspiración, y en invierno por la menor capacidad de retención de agua. Dos ensayos mostraron que el estado de degradación del suelo por su uso previo impactó significativamente en la productividad. Si se logra buen control químico de la vegetación preexistente y de las malezas, el laboreo de los suelos respecto al no-laboreo, no arroja diferencias para la plantación de eucaliptos, independientemente del uso previo.

En el trabajo de Domingo (2010) se hace un recorrido sobre los efectos negativos que se atribuyen a las plantaciones forestales de eucalipto sobre los suelos. Se tratan en su mayor parte de creencias sin fundamento científico que han enraizado en la opinión pública, como reacción a la rápida extensión de estas plantaciones por el suroeste de la Península Ibérica, durante los años 1950 a 1980. Se revisan brevemente los principales efectos de la actividad humana descritos para los suelos y, sobre esta base, se observan los resultados obtenidos

por otros autores y por el equipo investigador al que pertenece el autor. La selvicultura y explotación del eucalipto no produce incrementos en la erosión hídrica, con respecto a otras cubiertas forestales mediterráneas, siempre que las operaciones de preparación del terreno se realicen de forma correcta, en función de la pendiente y con respeto de las cubiertas naturales en las líneas de flujo principales. El eucalipto no provoca incrementos apreciables en la acidez de los suelos; puede producir ligeras extracciones netas de algunos minerales como Ca y Mg en suelos muy deficitarios, que deberán ser compensadas con una ligera fertilización artificial. El eucalipto no erradica en absoluto la actividad biológica del suelo; estas plantaciones presentan sotobosques de composición variable según múltiples factores y una elevada riqueza y actividad microbiana. Las plantaciones de eucalipto satisfacen en general los criterios y principios de los sistemas de certificación de la gestión forestal sostenible en lo relativo a la conservación de los suelos, siempre que se tenga en cuenta que se trata de sistemas intervenidos, relativamente intensivos y con un objetivo principal productor de madera, por lo que no pueden equipararse a los bosques naturales. Hernández *et al.* (2008) en su investigación nos dice que mantener la calidad del suelo es crítico para la sostenibilidad ambiental, aspecto especialmente importante para suelos tropicales de ladera. Por tanto, el carbono orgánico, sus fracciones pesadas y ligeras, la biomasa microbiana, la respiración basal y los ácidos húmicos y fúlvicos, además de la estabilidad de los agregados, se evaluaron en suelos de ladera que rodean el embalse de La Mariposa, que suministra agua potable a Caracas, Venezuela, donde la vegetación ha cambiado debido al incremento demográfico. El objetivo fue determinar el efecto de la reforestación con pinos y eucaliptos en suelos de laderas sobre indicadores de su calidad. Mediante A de V (una vía) y usando la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), se encontró una disminución significativa del C (mayor a 55%) en los suelos Pin y Eu respecto al suelo BH. Otras fracciones de MO: biomasa microbiana (BH: 124.0 vs Pin: 73.7 vs Eu: 113.7 kg ha⁻¹), C de la fracción ligera (BH: 3.9 vs Pin: 1.2 vs Eu: 2.3 Mg ha⁻¹), relación ácido húmico/ácido fúlvico (BH: 5.0 vs Pin: 2.3 vs Eu: 3.7) mostraron un comportamiento similar. El suelo SS presentó valores intermedios para todas las fracciones orgánicas y valores más altos de estabilidad de agregados. Considerando la fragilidad ambiental y los cambios

significativos en los indicadores evaluados, parece adecuado permitir el proceso de sucesión natural en lugar de continuar con las prácticas de reforestación actuales para el manejo de la zona.

A nivel nacional encontramos estudios como la de Lombardi & Aguirre (1983) el cual nos dice que no obstante la existencia de 7.4 millones de hectáreas de tierras de aptitud forestal en la sierra peruana, la alta densidad demográfica y el tradicionalismo en el uso agrícola y ganadero de la tierra, no han permitido desarrollar la alternativa de la reforestación en el aprovechamiento de la tierra. Sin embargo los últimos años se viene desarrollando un interés creciente por la actividad forestal a fin de mantener el equilibrio de los ecosistemas alto andinos, recuperar el suelo, controlar la erosión y regular las cuencas de agua. Pero cuando quieren llevarse a efecto programas de plantaciones en gran escala, surgen dificultades originadas por falta de información disponibles en cada región, sobre las características edafológicas, adaptación de especies, sistemas de plantación, condiciones limitantes, incrementos y rentabilidad económica. Haciéndose prioritario iniciar estudios en tal sentido, a fin de dar mayor seguridad y confiabilidad al éxito de la actividad forestal.

En el presente estudio se ha evaluado el comportamiento de 45 especies exóticas del género *Eucalyptus*, distribuidas en quince localidades de costa y sierra, bajo la forma de diseños experimentales de Bloques Completos Radomizados. Estos experimentos fueron establecidos por el Departamento Forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, entre los años 1970-1971. Se han determinado las características ambientales de climas y suelo de los ensayos, las cuales han sido correlacionadas con el desarrollo de la masa forestal llegándose a establecer las variables de mayor influencia para la adaptabilidad y el desarrollo de las 12 especies más ensayadas.

Para las especies *E. batryoides*, *E. gomphocephala*, *E. globulus*, *E. rostrata* y *E. vimilalis*, se han encontrado, mediante el uso del sistema de análisis de regresión step-wise, las ecuaciones para determinar el porcentaje de supervivencia, la altura y el incremento volumétrico en función de las variables de clima y suelo, con un error promedio del 10%.

Finalmente, para evaluar el desarrollo de los experimentos y la concordancia entre mediciones se ha utilizado el índice de Kendall, que permite apreciar la

aparición de nuevos factores en el experimento, el comportamiento de los tratamientos con relación al nuevo factor y el tiempo prudente para dar por terminadas las diferentes fases de la introducción de especies.

Constituye así este trabajo en el Perú, un aporte para cuantificar el desarrollo de las masas forestales en función de las condiciones de clima y suelo, y un paso más en la Metodología de la Introducción de Especies y Procedencias y en la tarea de zonificación de áreas para nuevas especies exóticas de crecimiento rápido.

3.2.Base teórica

a) Características del distrito de Magdalena

El distrito de Magdalena pertenece a la provincia de Chachapoyas; el idioma dominante es el español, la densidad poblacional es de 6,5 hab/km², haciendo una población total de 880 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2007). Es uno de los veintiún distritos de la provincia de Chachapoyas, que se encuentra a altitudes entre 1860 a 1980 m.s.n.m. según el Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de vivienda.

Magdalena está ubicado desde la montaña baja hacia las orillas del río Utcubamba abarcando así una superficie de 135.47 km².

b) Características del distrito del Tingo

El distrito del Tingo pertenece a la provincia de Luya; el idioma dominante es el español, la densidad poblacional es de 11,71 hab/km², haciendo una población total de 1212 habitantes (INEI, 2007). Es uno de los veintitrés distritos de la provincia de Luya, que se encuentra a altitudes entre 1811 a 1952 m.s.n.m. según el Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de vivienda.

El distrito del Tingo va desde las orillas del río Utcubamba hacia la montaña alta, abarcando así una superficie de 102,67 km².

c) Características del distrito de San Isidro del Maino

El distrito de San Isidro del Maino pertenece a la provincia de Chachapoyas; el idioma dominante es el español, la densidad poblacional es de 8, 23

hab/km², haciendo una población total de 686 habitantes (INEI, 2007). Es uno de los veintidós distritos de la provincia de Chachapoyas, que se encuentra a una altitud de 2786 m.s.n.m. según el Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de vivienda. San Isidro del Maino cuenta con una superficie de 101, 67 km².

d) Descripción general de la especie

- Características del eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.)

El género *Eucalyptus* es amplio y abarca unas 600 especies. Los eucaliptos se hallan en casi todos los principales hábitats en Australia, que es su tierra de origen (además de Indonesia, Papua, Nueva Guinea, Timor, Filipinas).

Alrededor del 40 % de los árboles de las plantaciones tropicales es de origen australiano y en su mayoría se trata de eucaliptos. Casi todas las plantaciones de grandes dimensiones se utilizan para producir pasta de madera o carbón vegetal para uso industrial, si bien los eucaliptos se pueden aprovechar para una amplia gama de usos, millones de estos árboles se plantan también en hileras únicas a lo largo de las carreteras, vías de navegación o en los linderos de los campos agrícolas. La plantación de eucaliptos en forma de árboles aislados, hileras de árboles o pequeñas arboledas puede tener efectos ecológicos diferentes de los que produce la plantación en bloques de grandes proporciones (Anón, 1992).

e) Suelos

Entre las propiedades de los suelos se encuentran:

Propiedades químicas: La composición química de las partículas determinan la permeabilidad, la capilaridad, la tenacidad, la cohesión y otras propiedades resultantes de la combinación de todos los integrantes del suelo, capacidad de intercambio iónico, sales solubles y óxidos amorfos-sílice alúmina y óxidos de hierro libres, iones asociados a los coloides, pH del suelo y la conductividad eléctrica.

Propiedades físicas: entre estas el color, textura, estructura, porosidad, permeabilidad, profundidad efectiva, drenaje, densidad aparente, otra propiedad física de los suelos que se considera es la temperatura, que tiene como fuente principal la irradiación solar (Flores, 2009).

La química de suelos es la ciencia que estudia las propiedades químicas del suelo y de sus componentes inorgánicos y orgánicos, así como los fenómenos a que da lugar la mezcla de esos componentes (Bornemisza (1982) citado por Huerta (2010)).

La biología del suelo es un componente significativo de la calidad del suelo y juega un papel de suma importancia en la fertilidad del suelo y en la producción primaria a través de la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes (Mikanova (2006) citado por Huerta (2010)). La macrofauna del suelo está descrita por animales que miden más de un centímetro de largo y más de dos milímetros de diámetro o ancho (Bignell *et al.*, 2008).

3.3. Definición de términos básicos

a) Plantaciones forestales

Las plantaciones forestales son superficies arboladas que se han obtenido de forma artificial, mediante plantación o siembra. Los árboles pertenecen en general a una misma especie (ya sea nativa o introducida), tienen los mismos años de vida y presentan una separación homogénea. Las plantaciones forestales pueden tener como objetivo la producción de productos madereros o no madereros o el suministro de servicios de los ecosistemas (Facts, 2015).

b) Altitud

Es la distancia respecto a la tierra. Real Academia Española (2001).

c) Fósforo (P) y Potasio (K)

Fósforo y Potasio son dos de los tres macronutrientes (el otro es nitrógeno) requeridos por las plantas para un crecimiento óptimo. Estos nutrientes son requeridos en cantidades grandes en comparación con los micronutrientes (Ej., Zinc, Hierro, Boro, etc.). La respuesta a la fertilización con P no es común cuando los niveles P en el suelos son ≥ 36 ppm (72 lb/acre) para cultivos agronómicos y pastos, y arriba de 25 ppm

(50 lb/acre) para frutales y arriba de 75 ppm (150 lb/acre) para vegetales (Espinoza, *et al.*, 2013).

d) Calcio (Ca) y Magnesio (Mg)

La mayoría de los suelos arenosos tienen concentraciones menores de 400 a 500 ppm (800 a 1,000 lb/acre) de calcio, los suelos arcillosos usualmente contienen arriba de 2,500 ppm. Normalmente, el contenido de arcilla incrementa con altos contenidos de calcio. Aplicaciones recientes de cal pueden resultar en niveles más altos de calcio. Si el pH del suelo es mantenido en los rangos recomendados para el crecimiento óptimo de los cultivos, las deficiencias de calcio no son muy comunes. En general, los suelos arcillosos necesitan más cal que los suelos de textura media para subir el pH del suelo a los niveles deseados. La mayoría de suelos bajos en magnesio son usualmente ácidos y bajos en calcio (Espinoza, *et al.*, 2013).

e) Nitrógeno (N)

Nitrógeno es normalmente el nutriente que limita el crecimiento óptimo de un cultivo. Los análisis de suelos que estiman la disponibilidad de N no se usan pues el N existe en el suelo en muchas formas que cambian durante el transcurso del tiempo e influyen en su disponibilidad para las plantas.

Al descomponerse la materia orgánica, el azufre y el nitrógeno son liberados a la solución de suelo. Como consecuencia de esta compleja reacción, la concentración de estos nutrientes posiblemente varíe con el tiempo, condiciones ambientales y profundidad del suelo (Espinoza, *et al.*, 2013).

f) pH

El pH es una característica del suelo, el cual desciende cuando se extraen cantidades de calcio. El eucalipto es una especie forestal que extrae calcio del suelo para luego ser almacenado en las hojas y tronco en forma de cristales que se conocen como oxalato de calcio (Pérez, 2007).

La mayoría de los vegetales y cultivos agronómicos requieren un pH de 5.8 a 6.5. En la mayoría de las plantas se puede observar visualmente el efecto negativo cuando el pH está por debajo de 4.8. Las recomendaciones de cal para neutralizar la acidez en el suelo son mayores en suelos arcillosos y requieren mayor cantidad de cal que los suelos con textura arenosa (Espinoza, *et al.*, 2013).

g) Contenido de Sales (También Llamado Conductividad Eléctrica, o EC)

La conductividad eléctrica de un suelo se utiliza para medir el riesgo potencial de daño a una planta debido a las sales en el suelo. Las lecturas de conductividad eléctrica pueden variar drásticamente de parcela a parcela y a través del tiempo son afectadas fuertemente por condiciones ambientales (ejemplo: precipitación). Por esta razón, la EC del suelo no es algo que se mide en todas las muestras de suelo (Espinoza, *et al.*, 2013).

h) Cálculo de la Capacidad de Intercambio Catiónico (ECEC)

La capacidad de intercambio catiónico (CEC) se refiere a la habilidad de las partículas de suelo que tienen carga negativa para atraer y retener cargas positivas de iones [calcio (Ca^{++}), magnesio (Mg^{++}), potasio (K^+), sodio (Na^+), amonio (NH_4^+), aluminio (Al^{+++}) e hidrogeno (H^+)]. La ECEC es también un indicador de la textura del suelo y del contenido de materia orgánica. En general la ECEC incrementa en suelos arcillosos y con contenidos altos de materia orgánica (Espinoza, *et al.*, 2013).

i) Carbono orgánico

El C orgánico del suelo se encuentra en forma de residuos orgánicos poco alterados de vegetales, animales y microorganismos, en forma de humus y en formas muy condensadas de composición próxima al C elemental. En condiciones naturales, el C orgánico del suelo resulta del balance entre la incorporación al suelo del material orgánico fresco y la salida de C del suelo en forma de CO_2 a la atmósfera, erosión y lixiviación.

Cuando los suelos tienen condiciones aeróbicas, una parte importante del carbono que ingresa al suelo (55 Pg C año⁻¹ a nivel global) es lábil y se mineraliza rápidamente y una pequeña fracción se acumula como humus estable (0,4 Pg C año⁻¹). El CO₂ emitido desde el suelo a la atmósfera no solo se produce por la mineralización de la MOS donde participa la fauna edáfica (organismos detritívoros) y los microorganismos del suelo, sino también se genera por el metabolismo de las raíces de las plantas (Martínez, *et al.*, 2008).

j) Porcentaje de saturación de bases

La saturación de bases representa el porcentaje de los sitios de intercambio en el suelo ocupados por los iones básicos Ca, Mg, Na y K. La diferencia entre ese número y 100 es el porcentaje de los sitios de intercambio ocupados por cationes ácidos: Al y H. En la mayoría de las situaciones, una saturación con bases relativamente alta (>60%) es deseable. El pH del suelo aumenta a medida que aumenta el porcentaje de saturación de bases, con saturaciones de base del 70% al 80% que representan suelos con pH >6.0.

Sodio (Na) no es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, pero es importante para el diagnóstico de suelos que pueden tener problemas por las altas cantidades de sodio. En suelos con altos niveles de sodio, el agua de riego también puede ser alta en sodio o el suelo puede contener depósitos naturales de este elemento (Espinoza, *et al.*, 2013).

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

a. Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en los distritos de Magdalena y San Isidro del Maino; pertenecientes a la provincia de Chachapoyas y en el distrito del Tingo; perteneciente a la provincia de Luya, todos ellos localizados en el departamento de Amazonas (Figura 1).

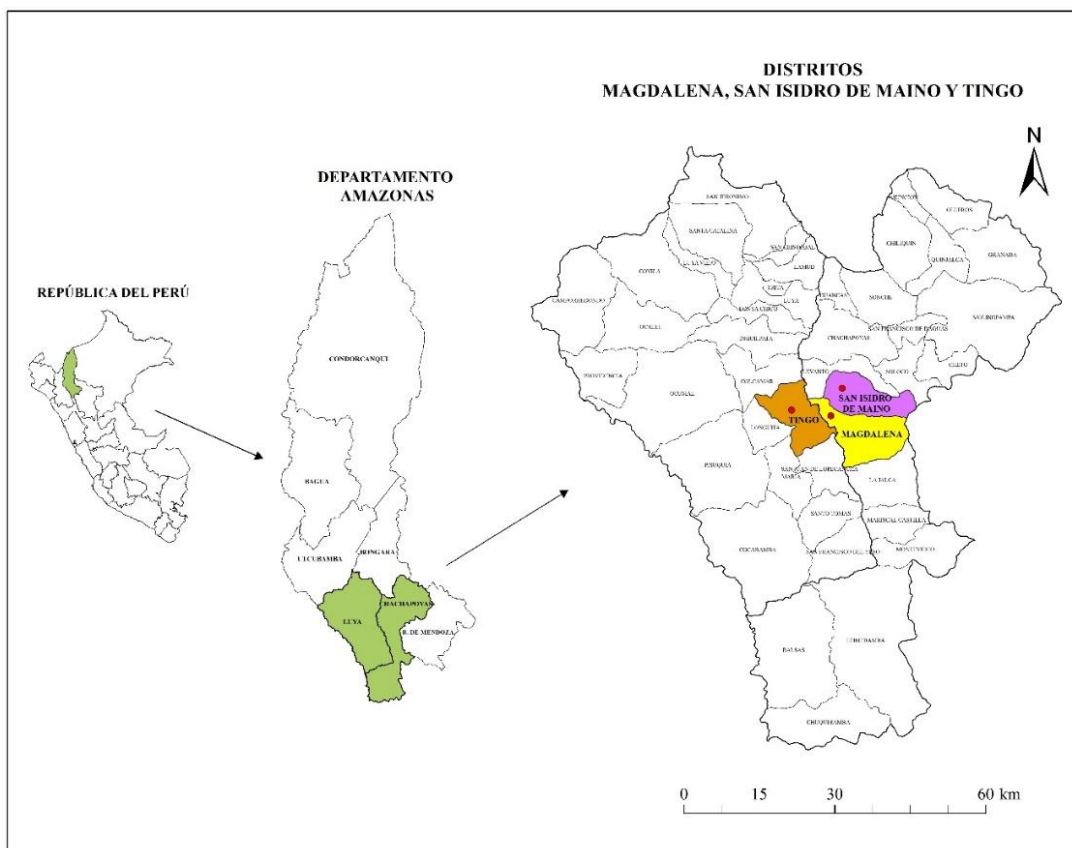
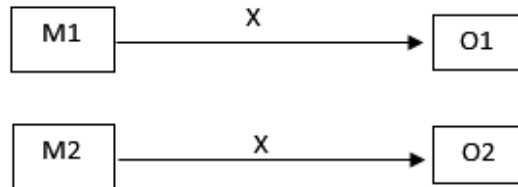


Figura 1: Ubicación del área de estudio

b. Diseño de contrastación de la hipótesis

En cuanto al modelo experimental, se empleará el diseño con muestras diferentes el cual utiliza dos grupos diferentes sometidos al mismo estímulo (X) en diferentes lugares.



Dónde:

M1: Muestra de suelo de una zona con plantación forestal en tres altitudes diferentes

O1: Diagnóstico de las características físicas, químicas y biológicas del suelo

X: Análisis del suelo: físicos, químicos y biológicos.

M2: Muestra de suelo de un bosque natural en tres altitudes diferentes

O2: Diagnóstico de las características físicas, químicas y biológicas del suelo

c. Población, muestra y muestreo

La población estuvo representada por todas las plantaciones forestales de los distritos de San Isidro del Maino (100 ha), Tingo (3 ha) y Magdalena (60 ha).

Para la selección de la muestra, se utilizó el muestreo probabilístico estratificado, se consideró como estratos las diferentes altitudes: 2300 m s. n. m. para el distrito de Magdalena, 2500 m s. n. m. para el distrito del Tingo y 2786 m. s. n. m. para el distrito de San Isidro del Maino. En cada una de los estratos se tomó una muestra de media hectárea que se consideró representativa del lugar tanto para la parcela con eucalipto como para la parcela de bosque natural; así mismo se tomaron diez unidades experimentales tratando que sus características sean lo más homogéneas.

d. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

La investigación se desarrolló en cuatro fases que se detallan a continuación:

Fase preliminar

Se revisó literatura referida al proyecto de investigación. Luego se realizó una visita exploratoria para seleccionar las plantaciones forestales que tengan una diferencia altitudinal y verificar la existencia de este tipo de especie. Se comprobó la existencia del *Eucalyptus globulus* L. que fue sembrado hace 45 años aproximadamente con un distanciamiento de siembra de 3 x5 m (Anexo 01).

Teniendo estos datos se procedió a georreferenciar cada zona para poder dar inicio a los trabajos de campo.

Fase de campo

- **Delimitación del área**

Durante esta etapa se delimitó el área muestral teniendo en consideración similitudes en cuanto a la altitud para cada una de las zonas.

- **Caracterización de la plantación forestal**

Para conocer la distancia de siembra se midió con una wincha la distancia entre árboles y para la altura de las plantaciones se utilizó un distanciómetro Leica Disto D810 y se siguió el procedimiento indicado en su manual para la medida de alturas.

Contando con los datos de distancia horizontal, ángulo de elevación y ángulo de depresión, se procedió a calcular la altura con la siguiente fórmula:

$$H = \tan(x) * D$$

Dónde:

H: altura en metros

x: ángulo en grados

D: distancia horizontal en metros

- **Muestreo del suelo para el análisis físico químico**

Se siguió el método de muestreo propuesto por el Reglamento para la ejecución del muestreo de suelos establecido mediante Decreto Supremo N° 013-2010-AG (El Peruano, 2010).

- **Muestreo del suelo para el análisis biológico**

Para el caso del análisis de la calidad biológica del suelo se tuvo en cuenta el protocolo rápido para la evaluación de la calidad del suelo en función de la macrofauna, establecido de acuerdo al método TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility) Cabrera (2014). Para ello se siguió el siguiente procedimiento:

1. Se recolectó la macrofauna en campo, durante la estación lluviosa y en horario de la mañana, donde esta fauna tiene una mayor actividad en el suelo.
2. Se abrió cinco cuadrantes de suelo de 25 x 25 cm hasta la profundidad de 20 cm, para ello se empleó una pala y se consideró un mismo distanciamiento entre cuadrantes, de más de 5 m pero no más de 20 m.
3. Se extrajo por cuadrante el contenido de suelo y se depositó en una manta de polietileno, para revisar en el campo y recolectar todos los organismos visibles con la utilización de pinceles y pinzas pequeñas. Se incluyó en la revisión, la hojarasca superficial dentro del cuadrante. Se registró los datos en una ficha de campo.
4. Se colocó la macrofauna extraída en frascos de plástico con tapas, que contenían formaldehído al 4% para conservar las lombrices de tierra y alcohol etílico al 70% para preservar el resto de los organismos.
5. Se colocó una etiqueta pequeña escrita con lápiz que mencionaba el sistema de cultivo, el número del cuadrante estudiado y la fecha de colecta.
6. Se incorporó el suelo revisado al cuadrante abierto.

- **Extracción de muestra para densidad aparente**

1. Haciendo uso de un martillo de pico se clavó un cilindro de 9 cm de diámetro de manera horizontal, hasta una profundidad de 10 cm.

2. Se cavó alrededor del anillo, con el martillo de pico debajo de éste, y se levantó con cuidado previniendo pérdidas de suelo.
3. Se removió el exceso de suelo de la muestra con un machete. La base de la muestra fue plana, cortada y nivelada siguiendo los bordes del anillo.
4. Haciendo uso del martillo de pico, se empujó la muestra dentro de una bolsa de plástico. Se cerró y etiquetó la bolsa.
5. Se pesó la muestra del suelo en su bolsa. Se registró el peso en la hoja de trabajo de datos de suelos.
6. Se pesó una bolsa de plástico vacía para calcular el peso exacto de la muestra. Se anotó el peso en la hoja de trabajo.

Fase de laboratorio

El análisis físico-químico de las muestras de suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza- Amazonas (LABISAG). Se consideró los siguientes análisis. clase textural, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica (M. O.), Carbono (C), Nitrógeno total (N), Fósforo (P), Potasio (P), capacidad de intercambio catiónico (CIC). Para estos análisis se siguieron las siguientes metodologías:

Tabla 1: Metodologías empleadas para los análisis fisicoquímicos

Análisis	Metodología empleada
Clase textural	Método del hidrómetro de Bouyoucos
pH	Medida en el Potenciómetro de suspensión suelo-agua 1:1
Conductividad eléctrica	Lectura del extracto acuoso en la relación suelo-agua 1:1
Carbono orgánico Materia Orgánica	Método de Walkley y Black
Nitrógeno total	Cálculo a partir de datos de materia orgánica
Fósforo disponible	Método de Olsen
Potasio	Método de extracción con acetato de amonio
Capacidad de Intercambio Catiónico	Método del Acetato de Amonio, 1 N, pH 7.0

Fase de gabinete

Para la elaboración de los mapas de ubicación y la delimitación de las parcelas se hizo uso del software ArcGis v. 10.2. y Google Earth.

Para la identificación de las especies de ambas parcelas se utilizó la base de datos Neotropical Herbarium Specimens (The Field Museum, 2017).

La sistematización y análisis de datos se realizarán con los programas de Microsoft Excel y SPSS 21.0.

En la parte biológica se realizó un diagnóstico de la calidad del suelo teniendo en cuenta lo siguiente:

- **Alta calidad del suelo:** suelos con mayor cantidad de tipos de organismos (mayor diversidad) y de individuos por tipo, especialmente de organismos detritívoros y de lombrices (Aplicación de los indicadores de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, obteniendo como resultado valores > 1).
- **Baja calidad del suelo:** suelos con menor número de tipos de organismos (menor diversidad) y de individuos por tipo, pero donde prevalecen los organismos no detritívoros y las hormigas (Aplicación de los indicadores de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, obteniendo como resultado valores < 1).

e. Análisis de datos

El análisis de datos se realizó haciendo uso del software SPSS v. 21.0.

Para ver las diferencias a nivel de pisos altitudinales se empezó realizando la prueba de Kolmogorov Smirnov para verificar la normalidad de los datos, posterior a ello se hizo el análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5% de significación.

A objeto de determinar si existían o no diferencias significativas entre las características físicas y químicas del suelo a nivel de parcelas (eucalipto y bosque natural), se empleó la prueba estadística T de Student para muestras independientes al 5% de significación.

V. RESULTADOS

5.1. Caracterización de la plantación forestal

a) Características de las parcelas con plantaciones de Eucalipto

Como se observa en la figura 2 las alturas totales de las plantaciones varió en los diferentes distritos, observándose los valores más altos en el distrito de Magdalena, con valores promedio de 33.68 metros y las menores alturas para el distrito del Tingo con valores promedio de 20.25 metros, este indica un menor desarrollo del cultivo.

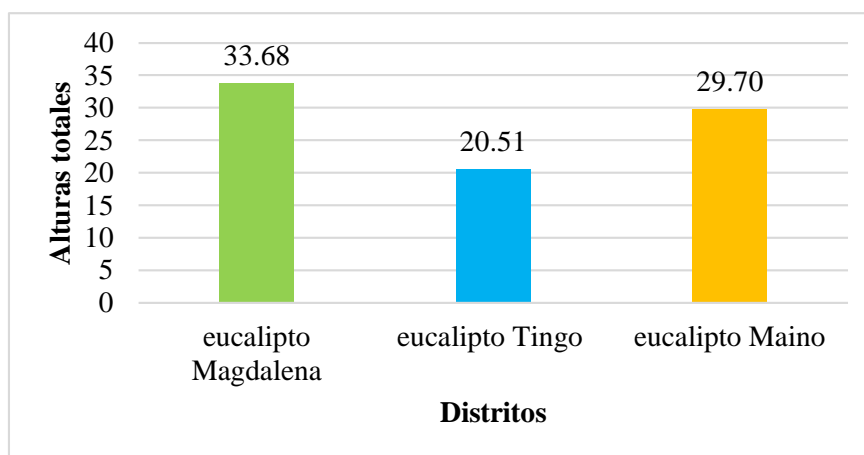


Figura 2: Altura total de las plantaciones de eucalipto a nivel de distritos

Además de las plantas de eucalipto, se encontraron otras especies asociadas a ellas, como se muestran en las figuras 3, 4 y 5:



Figura 3: Principales plantas encontradas en la parcela con eucalipto en el distrito de Magdalena: (A) *Miconia crassifolia* Triana, (B) *Pteridium aquilinum*.



Figura 4: Principales plantas encontradas en la parcela con eucalipto en el distrito del Tingo: (A) *Salvia oppositiflora*, (B) *Rubus* sp., (C) *Gleichenella pectinata*, (D) *Heliantus gracilentus*, (E) *Fragaria vesca*, (F) *Lippia turbinata*, (G) *Castilleja arvensis*, (H) *Cuphea strigulosa*, (I) *Conyza* sp., (J) *Salvia macrophylla*

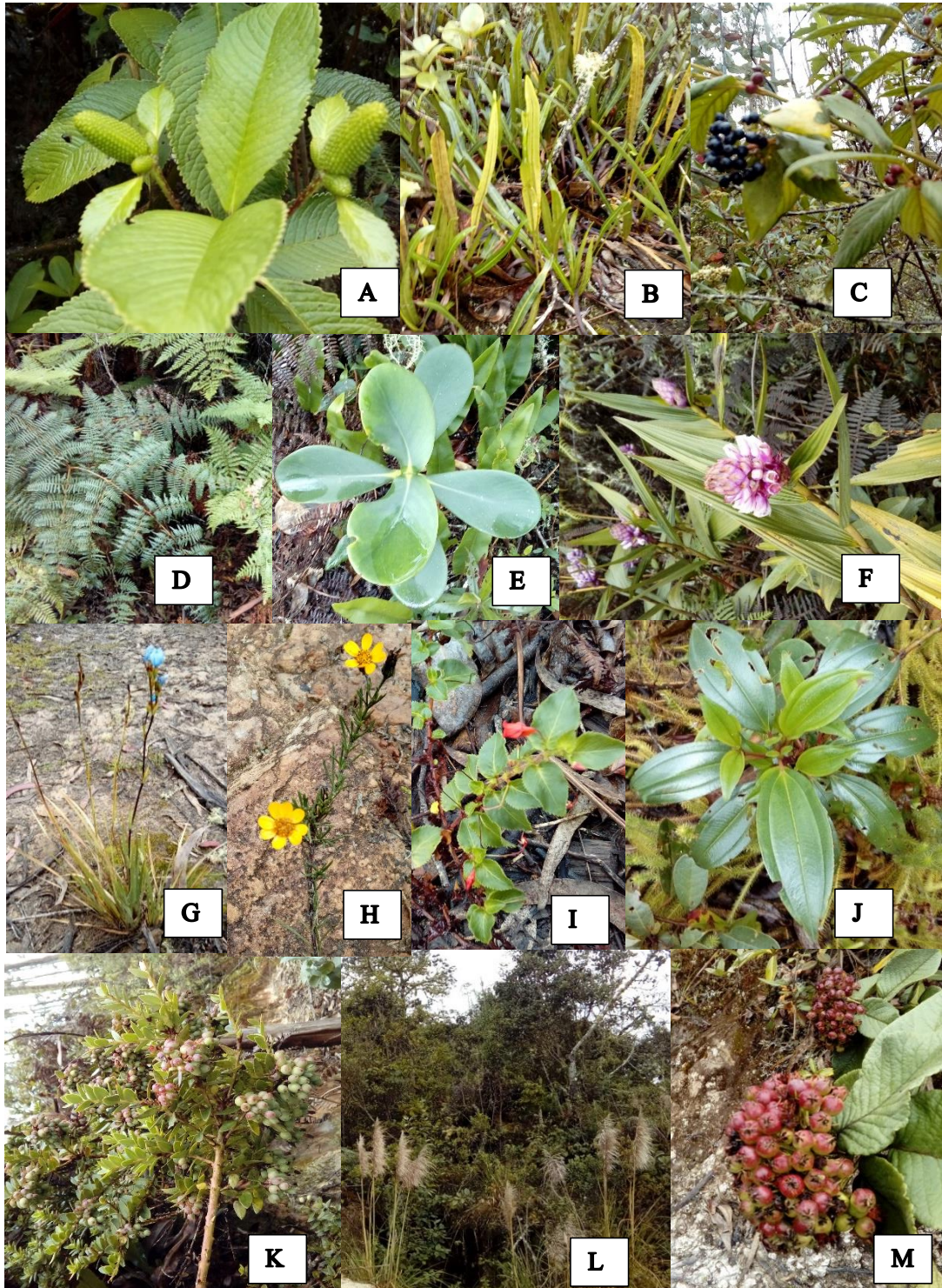


Figura 5: Principales plantas encontradas en la parcela con eucalipto en el distrito del Maino: (A) *Betulaceae* sp., (B) *Baccharis genistelloides*, (C) *Lauraceae* sp., (D) *Pteridium aquilinum*, (E) *Clusia pavonni*, (F) *Elleanthus* sp. (G) *Iridaceae* sp., (H) *Senecio laricifolius*, (I) *Viola arguta*, (J) *Melastomataceae* sp., (K) *Vaccinium* sp., (L) *Cortaderia bifida*., (M) *Hesperomeles* sp.

5.2. Caracterización de las parcelas con bosque natural

En las parcelas con bosque natural a nivel de pisos altitudinales se encontraron diversas especies de flora, siendo las principales las que se muestran en las figuras: 6,7 y 8.

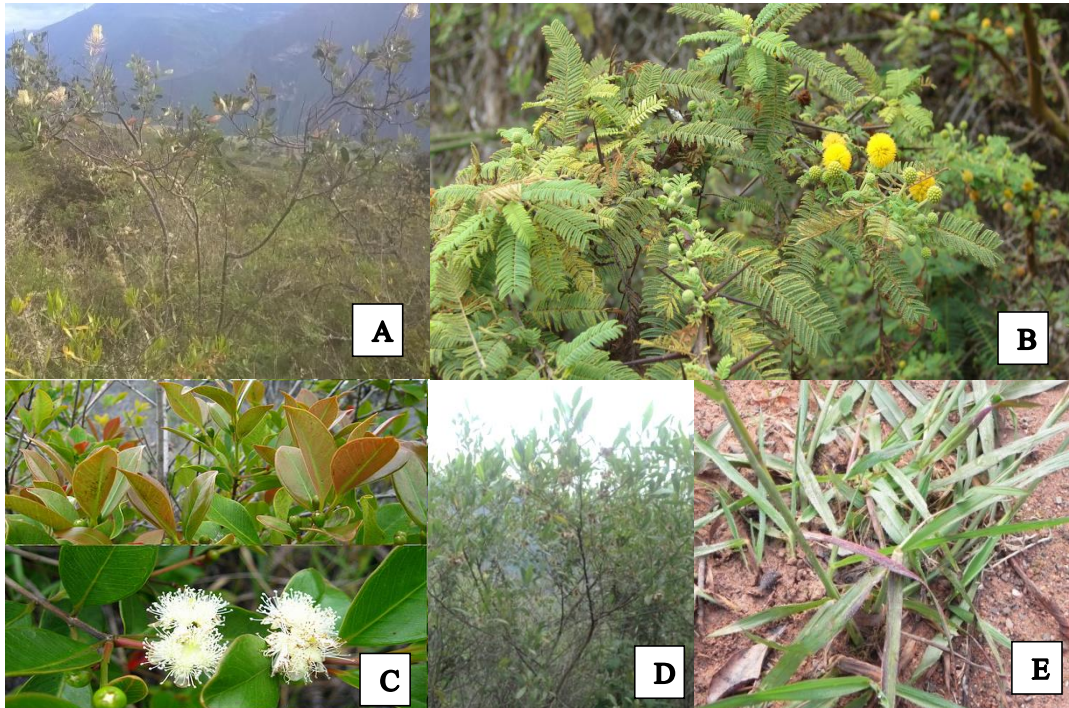


Figura 6: Principales plantas encontradas en la parcela de bosque natural en el distrito de Magdalena: (A) *Oreocallis grandiflora.*, (B) *Acacia macracantha*, (C) *Psidium pedicellatum*, (D) *Dodonaea viscosa*, (E) *Paspalum notatum*

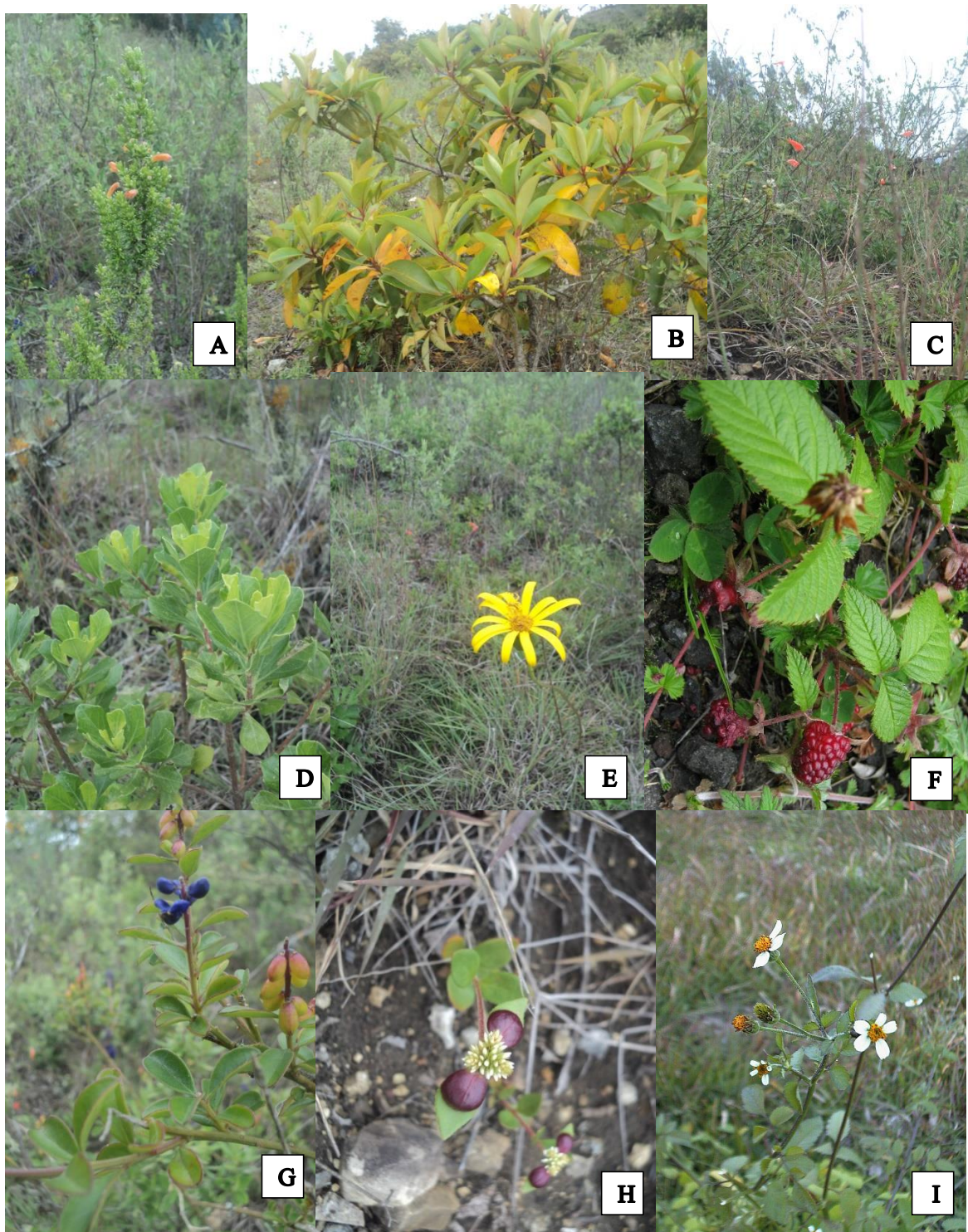


Figura 7: Principales plantas encontradas en la parcela de bosque natural en el distrito del Tingo: (A) *Lamiaceae* sp., (B) *Myrsine coriacea*, (C) *Salvia oppositiflora*, (D) *Baccharis emarginata*, (E) *Heliantus gracilentus*, (F) *Rubus* sp., (G) *Lamiaceae* sp., (H) *Borreria ocymoides*, (I) *Bidens pilosa*



Figura 8: Principales plantas encontradas en la parcela de bosque natural en el distrito del Maino: (A) *Collinsonia canadensis*, (B) *Camellia sinensis*, (C) *Piper perareolatum*, (D) *Quercus* sp., (E) *Calceolaria rivularis*, (F) *Eugenia lambertiana*, (G) *Trifolium repens*, (H) *Fragaria vesca*, (I) *Sambucus* sp.

5.3. Caracterización fisicoquímica de suelos

a. Características físicas

Clase textural

En lo que respecta a la clase textural se puede observar que en el distrito del Tingo tanto para la parcela de eucalipto y el bosque natural predominó la arcilla, en el distrito de Magdalena también predominó la misma clase textural para ambas parcelas que fue la franco arenoso y en el distrito del Maino la clase textural predominante para ambas parcelas fue Franco arenoso. (Tabla 2).

Tabla 2: *Determinación de la clase textural*

Sistemas	Código	Tingo	Distritos	
			Magdalena	Maino
Eucalipto	E01	Arcillo arenoso	Arenoso franco	Arenoso franco
	E02	Arcilla	Arenoso franco	Franco arenoso
	E03	Franco arcillo arenoso	Franco arenoso	Arenoso franco
	E04	Arcilla	Franco arenoso	Franco arenoso
	E05	Arcilla	Arenoso franco	Franco arenoso
	E06	Arcilla	Franco arenoso	Franco arcillo arenoso
	E07	Arcilla	Franco arenoso	Franco arcillo arenoso
	E08	Arcillo arenoso	Franco arenoso	Franco arcillo arenoso
	E09	Arcilla	Franco arenoso	Franco arenoso
	E10	Arcilla	Franco arenoso	Arena
Bosque natural	B1	Arcilla	Franco arenoso	Franco arenoso
	B2	Arcilla	Arenoso franco	Franco arcillo arenoso
	B3	Arcilla	Franco arenoso	Franco arenoso
	B4	Arcilla	Franco arenoso	Franco arenoso
	B5	Arcilla	Franco arenoso	Franco arcillo arenoso
	B6	Franco arcilloso	Franco arenoso	Franco arenoso
	B7	Franco arcilloso	Franco arenoso	Franco arenoso
	B8	Arcillo arenoso	Franco arenoso	Franco arenoso
	B9	Franco arcillo arenoso	Franco arenoso	Franco arenoso
	B10	Arcilla	Franco arenoso	Franco arenoso

Densidad Aparente

Los valores de densidad aparente del suelo, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 11) para el distrito del Tingo, mostraron

diferencias significativas con respecto a los demás distritos, con un valor promedio de 0.981 g/cm^3 .

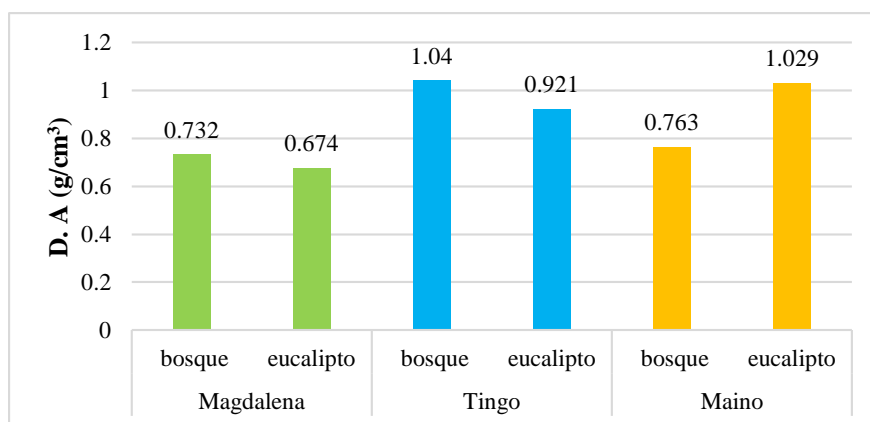


Figura 9: Densidad aparente por distritos

Los niveles de densidad aparente, de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 10), el bosque natural (S1) no presentan diferencias significativas respecto al eucalipto (S2).

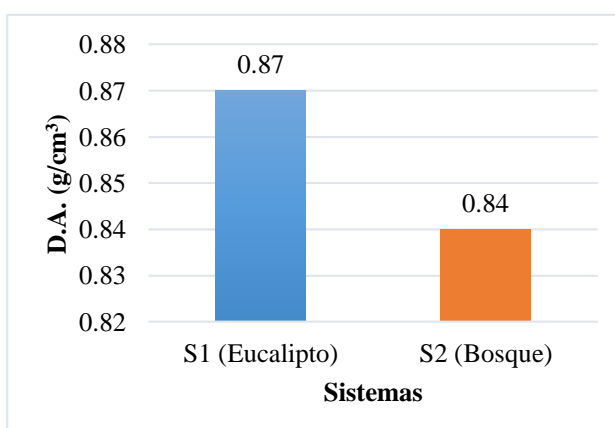


Figura 10: Densidad aparente por sistemas

b. Características químicas

pH

Los niveles de pH del suelo, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 11) para el distrito del Tingo, mostraron diferencias significativas con respecto al distrito del Maino, con valores promedios de 7.19 para el Tingo y 4.34 para el Maino.

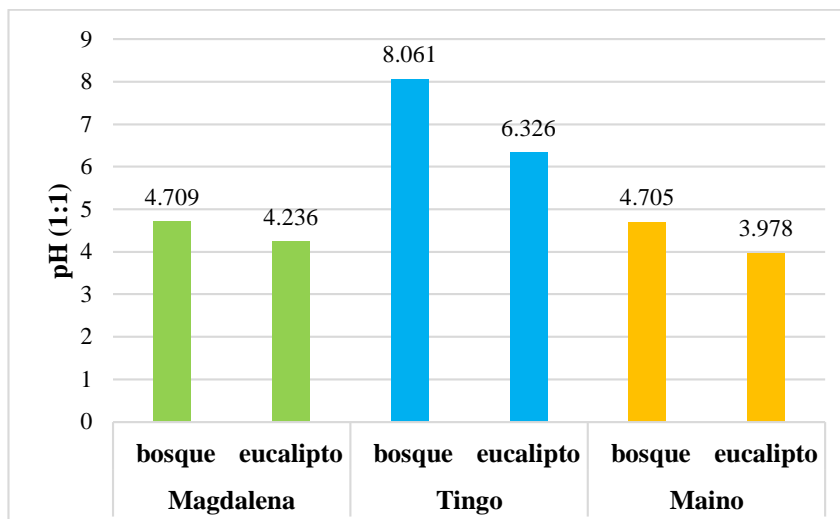


Figura 11: Valores de pH a nivel de pisos altitudinales

Los niveles de pH, de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 12), del bosque natural (S1) presenta diferencias significativas respecto al eucalipto (S2), con valores de 5.83 para S1 y 4.85 para S2.

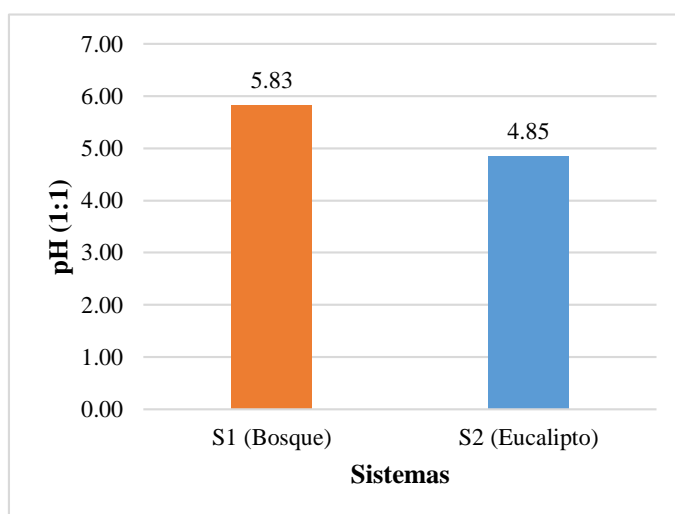


Figura 12: Valores de pH a nivel de sistemas

Conductividad eléctrica (C.E.)

Los valores de conductividad eléctrica, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 13) para el distrito del Tingo, mostraron diferencias significativas con respecto al distrito de Magdalena, con valores promedios de 0.27 mS/cm para el Tingo y 0.07 mS/cm para la Magdalena.

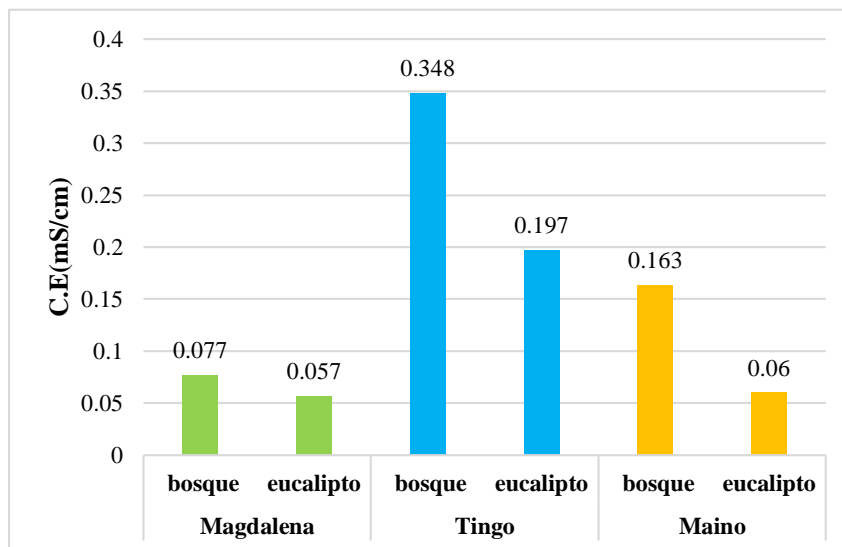


Figura 13: Valores de C.E. a nivel de pisos altitudinales

Los valores de conductividad eléctrica, de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 14), del bosque natural (S1) presenta diferencias significativas respecto al eucalipto (S2), con valores de 0.20 mS/cm para S1 y 0.10 mS/cm para S2.

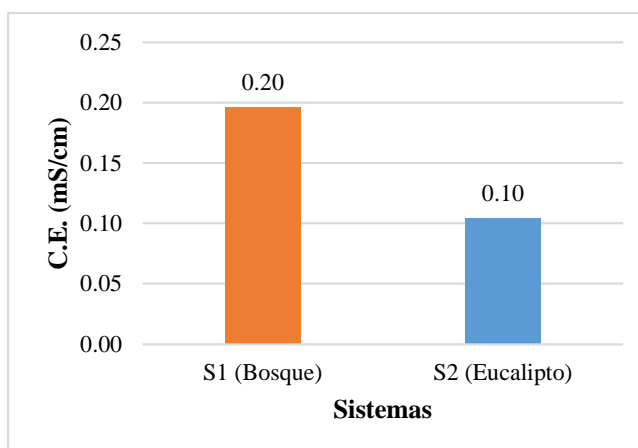


Figura 14: Valores de C.E. a nivel de sistemas

Fósforo (P)

Los valores de Fósforo, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 15) para el distrito del Tingo, mostraron diferencias significativas con respecto al distrito de Magdalena, con valores promedios de 16.85 ppm para el Tingo y 4.16 ppm para la Magdalena.

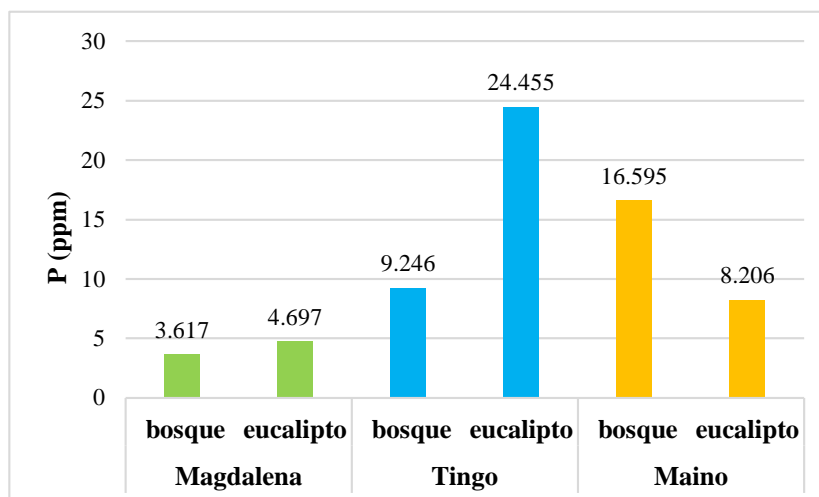


Figura 15: Valores de fósforo a nivel de pisos altitudinales

Los valores de Fósforo, de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 16), el eucalipto (S2) no presenta diferencias significativas respecto al bosque natural (S1).

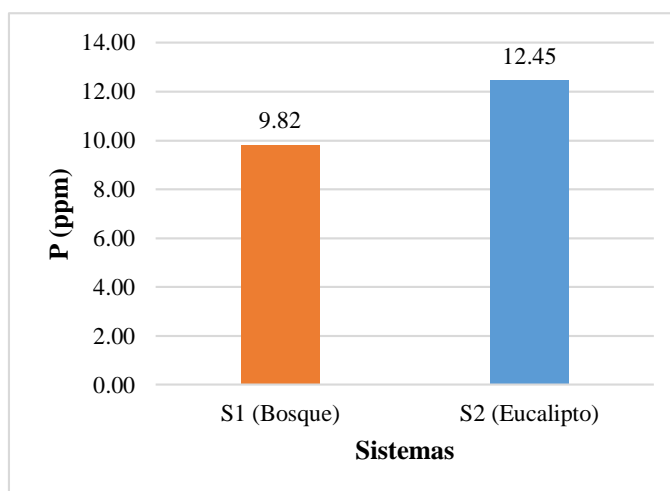


Figura 16: Valores de fósforo a nivel de sistemas

Potasio (K)

Los valores de Potasio, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 17) para el distrito del Tingo, mostraron diferencias significativas con respecto al distrito del Maino, con valores promedios de 146.88 ppm para el Tingo y 56.16 ppm para la Magdalena.

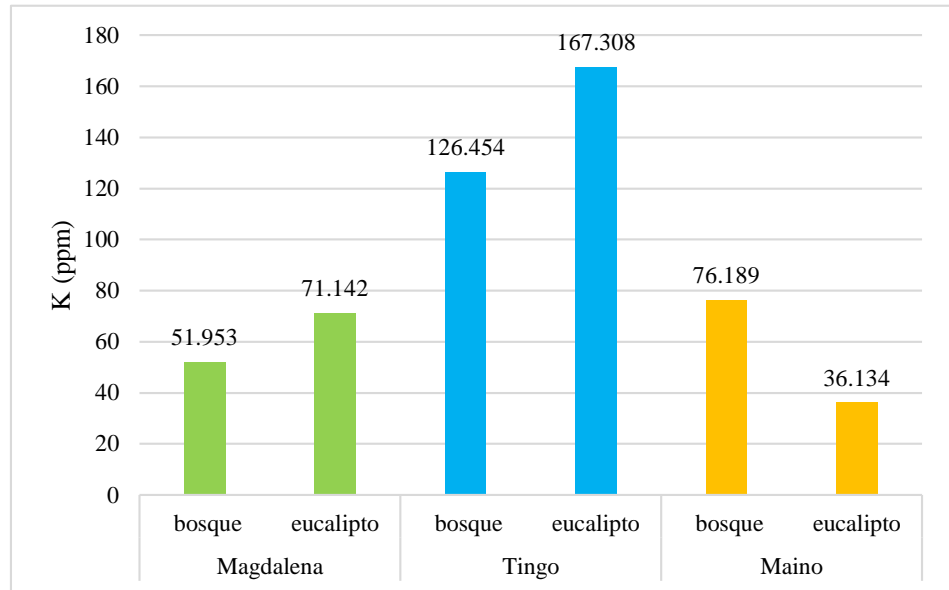


Figura 17: Valores de potasio a nivel de pisos altitudinales

Los valores de Potasio, de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 18), el eucalipto (S2) no presenta diferencias significativas respecto al bosque natural (S1).

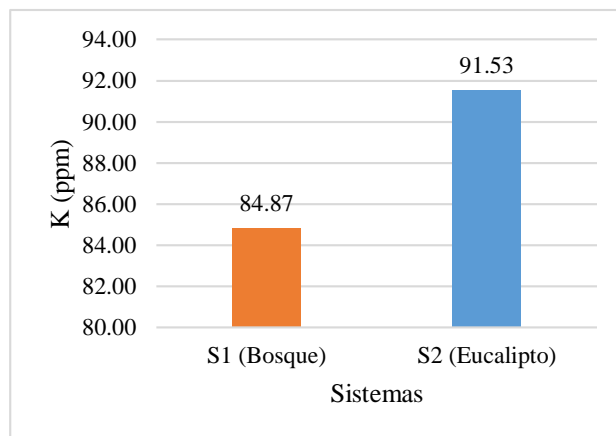


Figura 18: Valores de potasio a nivel de sistemas

Carbono (C)

Los porcentajes de Carbono, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 19), no presentan diferencias significativas a nivel de distritos.

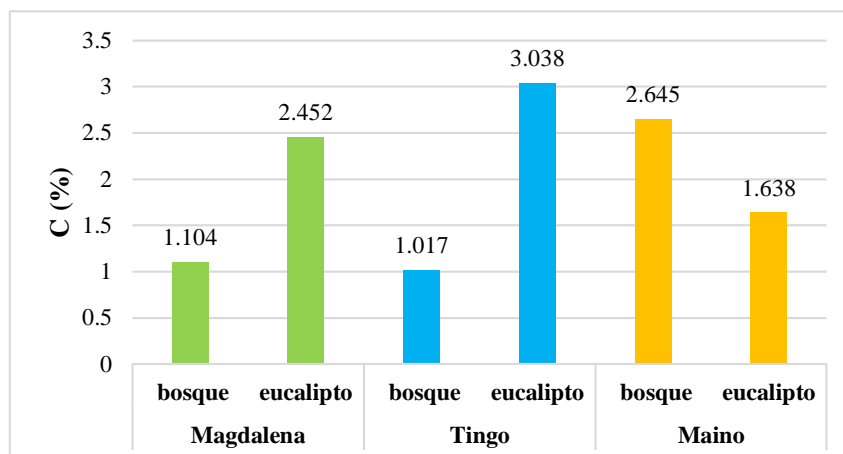


Figura 19: Valores de carbono a nivel de pisos altitudinales

Los porcentajes de Carbono, de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 20), del eucalipto (S2) presenta diferencias significativas respecto al bosque natural (S1), con valores promedio de 2.38 % para S2 y 1.59 % para S1.

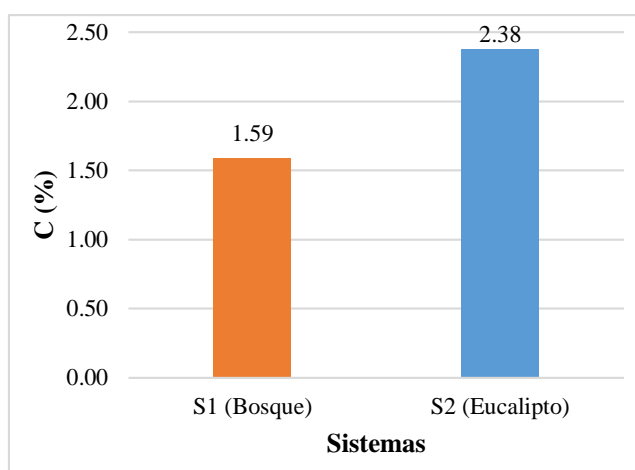


Figura 20: Valores de carbono a nivel de sistemas

Materia Orgánica (%)

Los porcentajes de Materia orgánica, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 21), no presentan diferencias significativas a nivel de distritos.

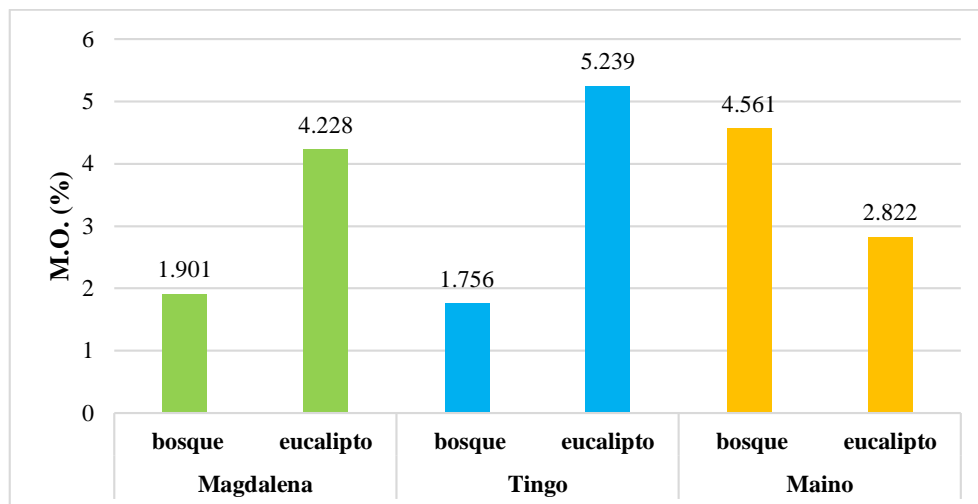


Figura 21: Valores de materia orgánica a nivel de pisos altitudinales

Los porcentajes de Materia orgánica, de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 22), del eucalipto (S2) presenta diferencias significativas respecto al bosque natural (S1), con valores promedio de 4.10 % para S2 y 2.74% para S1.

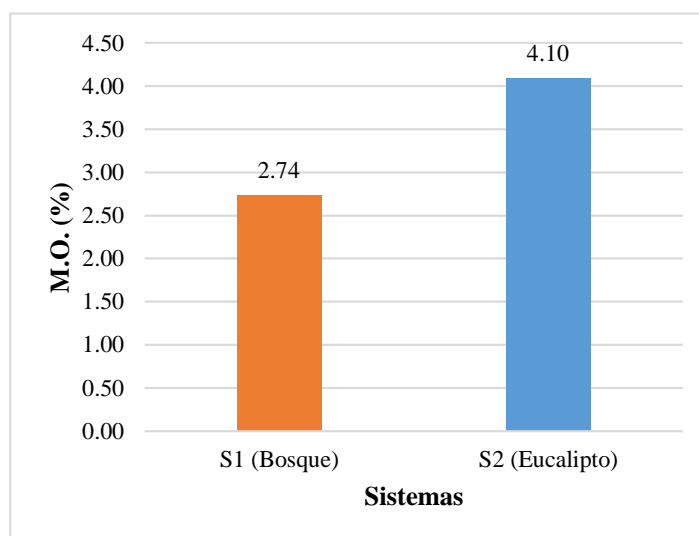


Figura 22: Valores de materia orgánica a nivel de sistemas

Nitrógeno (%)

Los porcentajes de Nitrógeno, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 23), no presentan diferencias significativas a nivel de distritos.

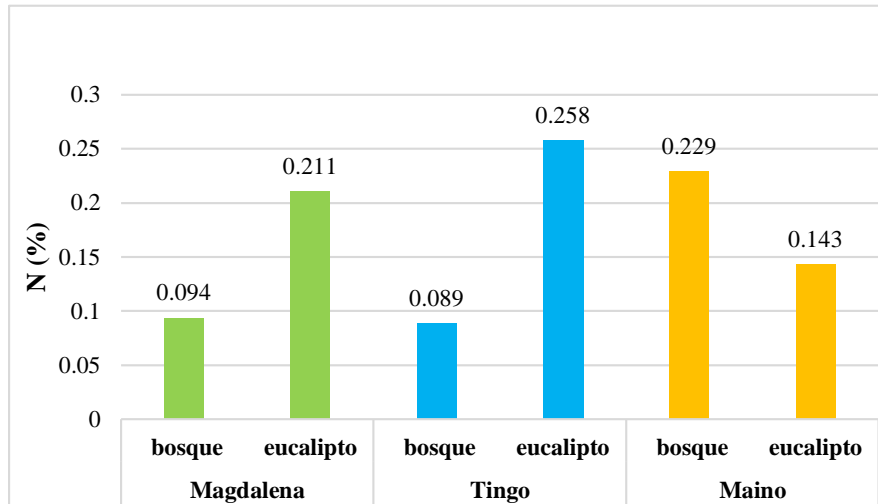


Figura 23: Valores de nitrógeno a nivel de pisos altitudinales

Los porcentajes de nitrógeno, de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 24), el eucalipto (S2) presenta diferencias significativas respecto al bosque natural (S1), con valores promedio de 0.20% para S2 y 0.14% para S1.

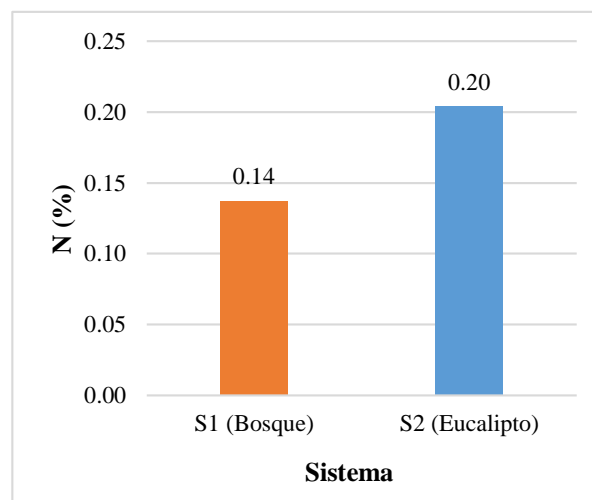


Figura 24: Valores de nitrógeno a nivel de sistemas

Capacidad de Intercambio Catiónico (meq/100g)

Los valores de C.I.C, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 25), para el distrito del Tingo mostraron diferencias significativas con respecto al distrito de Magdalena, con valores promedios de 37.424 meq/100g para el distrito del Tingo y 6.48 meq/100g para el distrito de Magdalena.

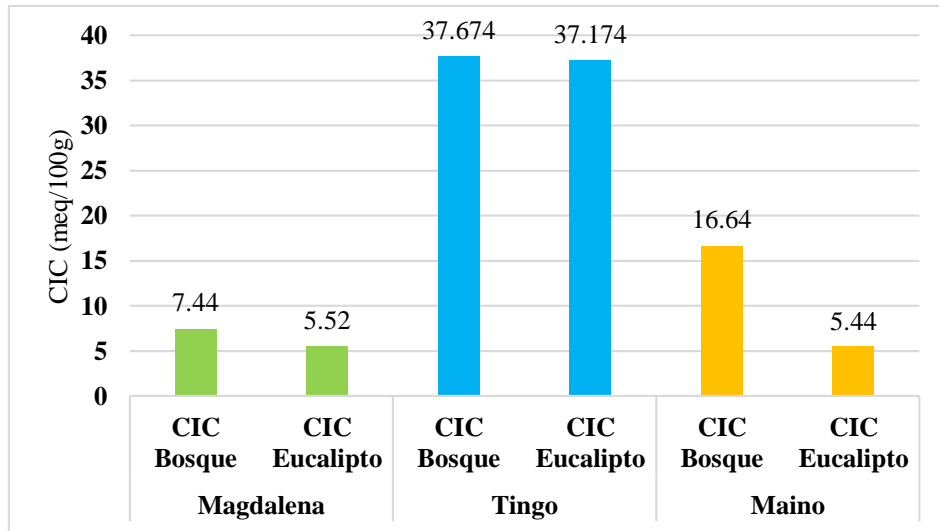


Figura 25: Valores de CIC a nivel de pisos altitudinales

Los valores de C.I.C., de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 26), del Bosque natural (S1) no presentan diferencias significativas respecto al eucalipto (S2).

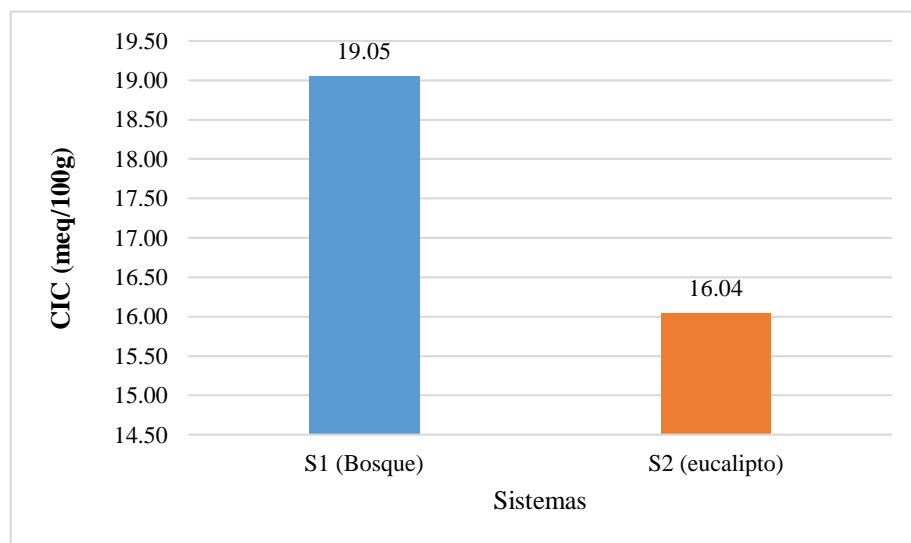


Figura 26: Valores de CIC a nivel de sistemas

Calcio (Ca^{+2})

Los valores de Ca^{+2} , de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 27), para el distrito del Tingo mostraron diferencias significativas con respecto al distrito de Magdalena, con valores promedios de 35.37 meq/100g para el Tingo y 6.48 meq/100g para la Magdalena.

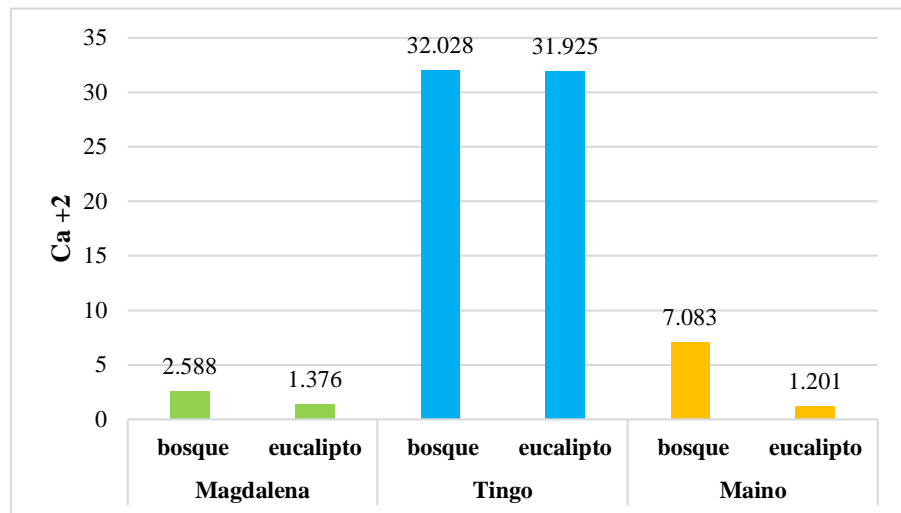


Figura 27: Valores de calcio a nivel de pisos altitudinales

Los valores de Ca⁺² de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 28), del Bosque natural (S1) no presentan diferencias significativas respecto al eucalipto (S2).

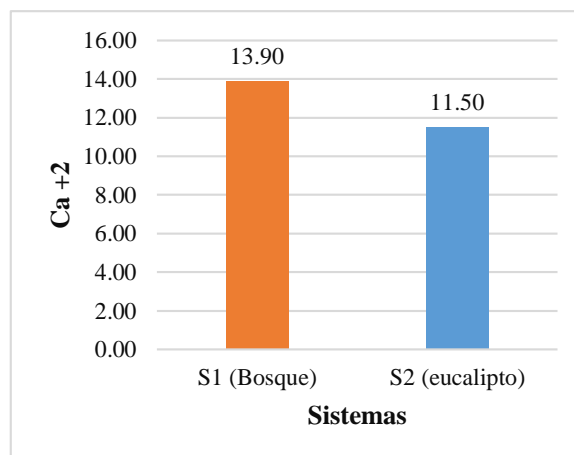


Figura 28: Valores de calcio a nivel de sistemas

Magnesio (Mg⁺²)

Los valores de Mg⁺², de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 29), para el distrito del Tingo mostraron diferencias significativas con respecto al distrito de Magdalena, con valores promedios de 0.76 para el Tingo y 0.17 para la Magdalena.

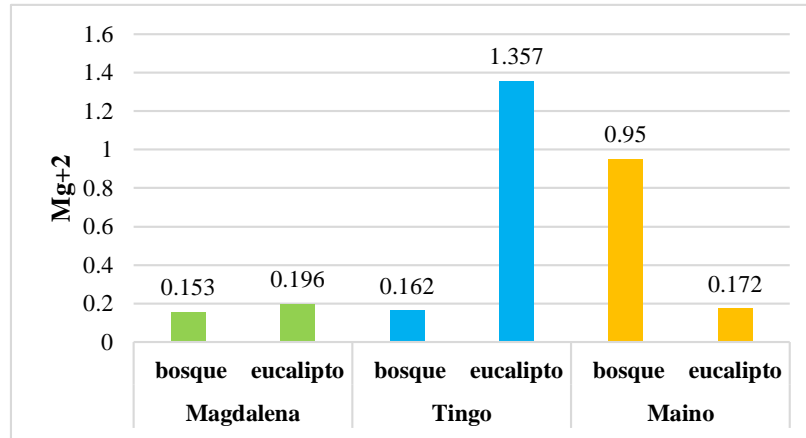


Figura 29: Valores de Magnesio a nivel de pisos altitudinales

Los valores de Mg^{+2} de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 30), del Eucalipto (S2) no presentan diferencias significativas respecto al Bosque natural (S1).

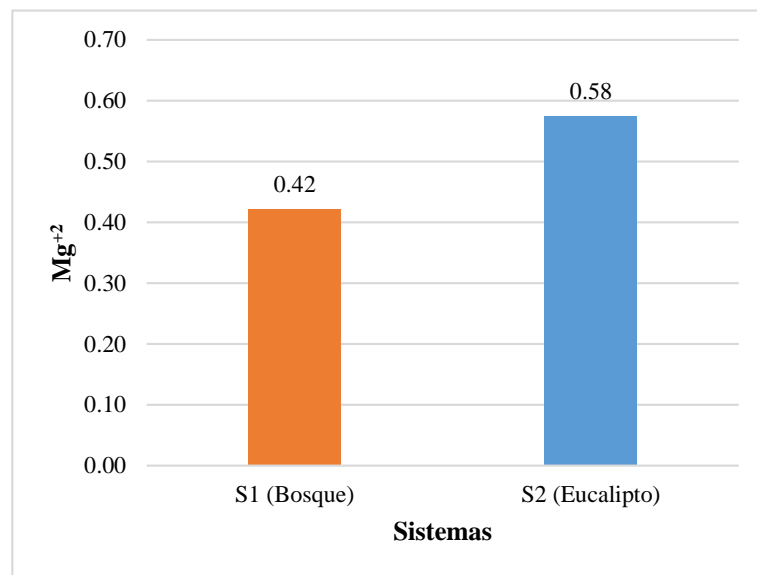


Figura 30: Valores de magnesio a nivel de sistemas

Potasio Intercambiable (K^+)

Los valores de K^+ , de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 31), para el distrito del Tingo mostraron diferencias significativas con respecto al distrito de Magdalena, con valores promedios de 0.63 para el distrito del Tingo y 0.20 para la Magdalena.

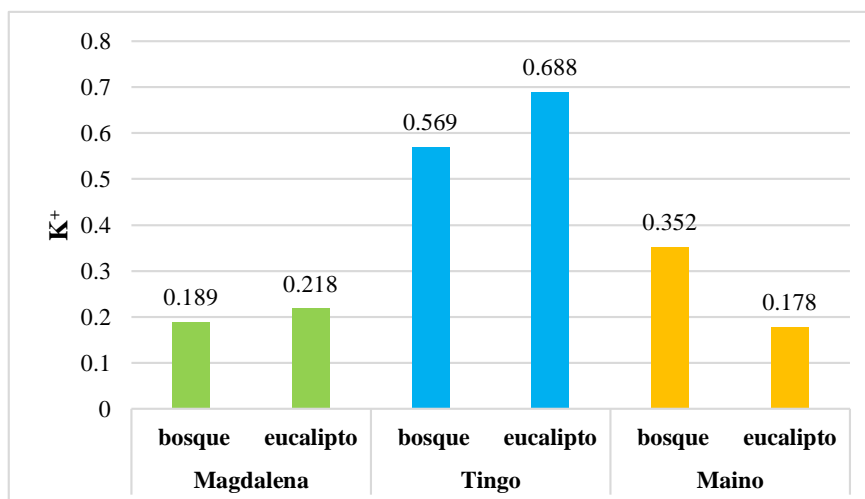


Figura 31: Valores de potasio intercambiable a nivel de pisos altitudinales

Los valores de K⁺ de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 32), del Bosque natural (S1) no presentan diferencias significativas respecto al Eucalipto (S2), con valores promedio de 0.37 para S1 y 0.36 para S2.

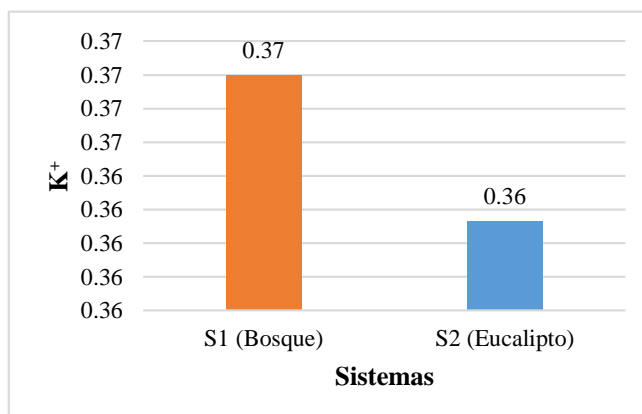


Figura 32: Valores de potasio intercambiable a nivel de sistemas

Sodio Intercambiable (Na⁺)

Los valores de Na⁺, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 33), no presenta diferencias significativas entre distritos.

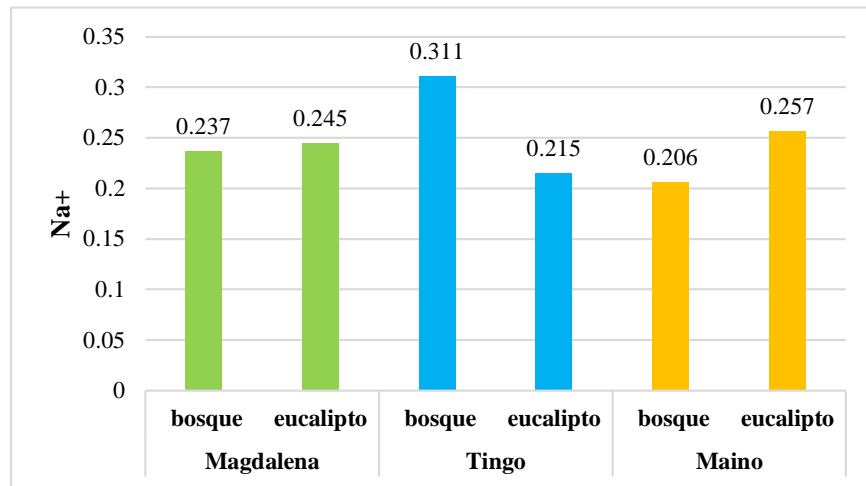


Figura 33: Valores de sodio intercambiable a nivel de pisos altitudinales

Los valores de Na^+ de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 34), del Bosque natural (S1) no presenta diferencias significativas respecto al Eucalipto (S2).

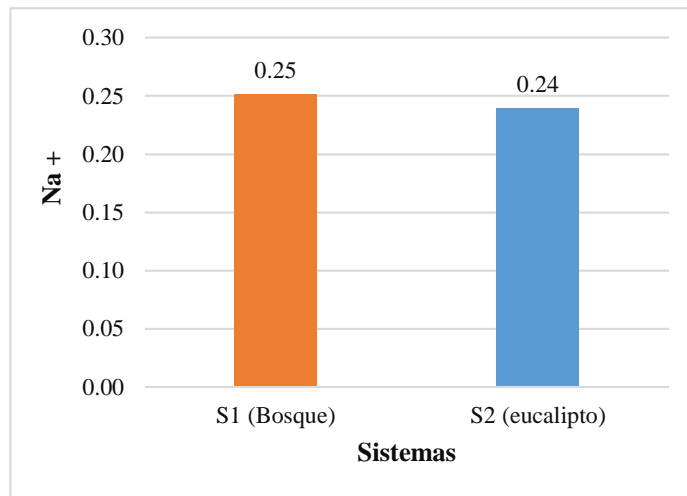


Figura 34: Valores de sodio intercambiable a nivel de sistemas

Aluminio + Hidrógeno (Al^{+3}H^+)

Los valores de Al^{+3}H^+ , de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 35), para el distrito de Magdalena mostraron diferencias significativas con respecto al distrito del Tingo, con valores promedios de 0.50 para la Magdalena y 0.06 para el Tingo.

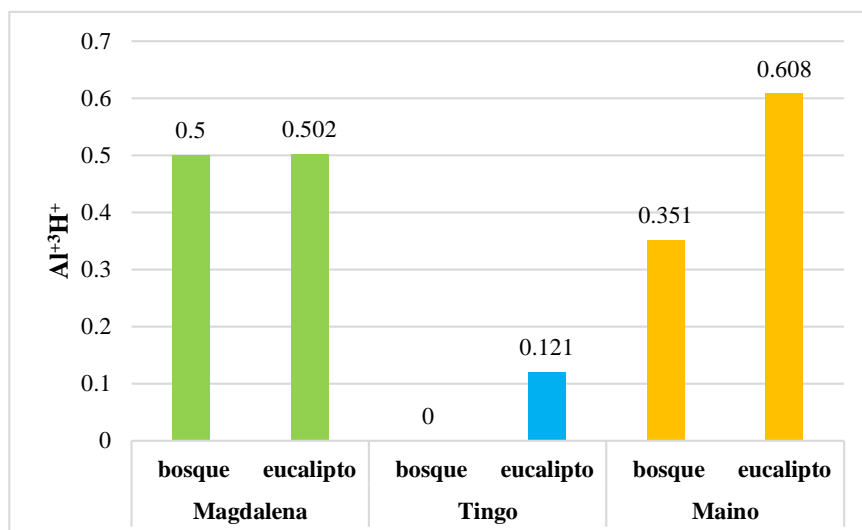


Figura 35: Valores de Aluminio + Hidrógeno a nivel de pisos altitudinales

Los valores de Al³H⁺ de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 36), el Eucalipto (S2) no presenta diferencias significativas respecto al Bosque natural (S1).

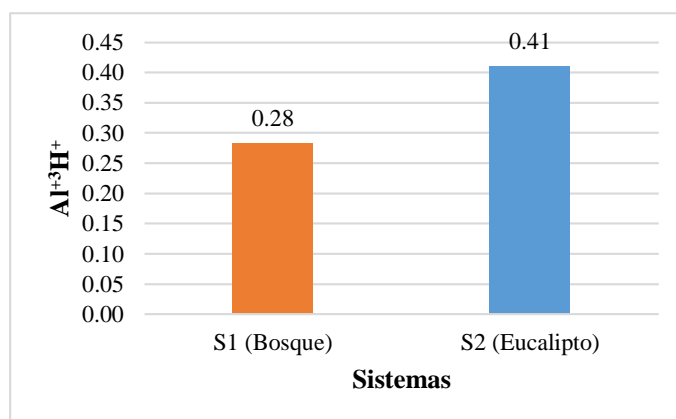


Figura 36: Valores de Aluminio + Hidrógeno a nivel de sistemas

Porcentaje de Saturación de Bases (PSB)

Los valores de PSB, de acuerdo a la prueba Tukey al 5% de significación (Figura 37), para el distrito de Magdalena mostraron diferencias significativas con respecto al distrito del Tingo, con valores promedios de 36.2 para la Magdalena y 95.75 para el Tingo.

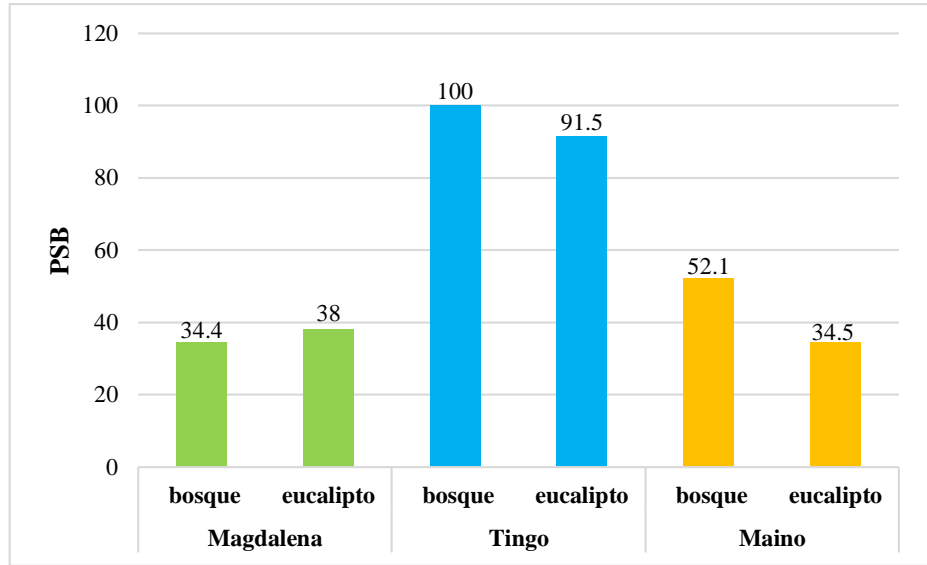


Figura 37: Valores de Porcentaje de saturación de bases a nivel de altitudes

Los valores de PSB de acuerdo a la prueba T de Student al 5 % de significación (Figura 38), el Eucalipto (S2) no presenta diferencias significativas respecto al Bosque natural (S1).

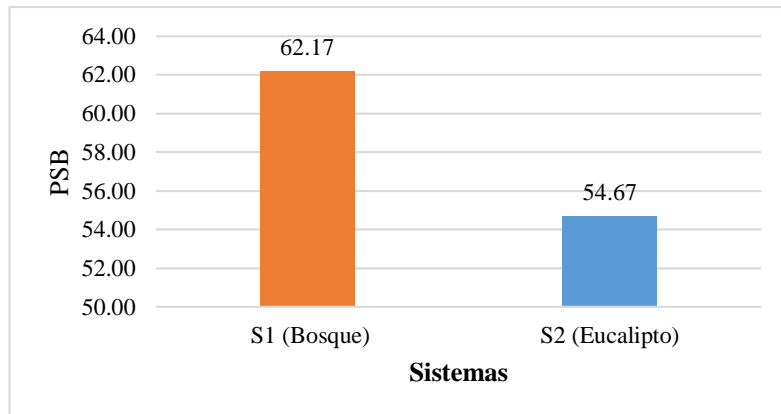


Figura 38: Valores de Porcentaje de saturación de bases a nivel de altitudes

5.4. Muestreo biológico de suelos

a) Especies encontradas

Tabla 3: Especies encontradas en el distrito del Maino

Distrito del Maino				
Organismos de la macrofauna	Sistema con eucalipto		Sistema con bosque natural	
	N° de tipos de organismos	N° de individuos por tipo	N° de tipos de organismos	N° de individuos por tipo
Lombrices		0		2
Cucarachas		0		2
Milpiés		0		1
Escarabajo Tenebrionidae adultos		3		13
Mosca minadora		0		2
Total de detritívoros	1	3	5	20
Hormiga		0		5
Total de omnívoros	0	0	1	5
Escarabajo Scarabidae larvas		0		3
Grillo		0		2
Empoasca (lorito ninfa)		0		1
Total de Herbívoros	0	0	3	6
Araña		2		3
Cienpies		0		1
Escarabajo Carabidae adultos		0		4
Total de depredadores	1	2	3	8
Total de macrofauna	2	5	12	39

Tabla 4: *Especies encontradas en el distrito del Tingo*

Distrito del Tingo				
	Sistema con eucalipto		Sistema con bosque natural	
Organismos de la macrofauna	N° de tipos de organismos	N° de individuos por tipo	N° de tipos de organismos	N° de individuos por tipo
Lombrices		3		2
Cucarachas		1		0
Milpiés		1		0
Escarabajo Tenebrionidae adultos		0		1
Caracol		0		2
Total de detritívoros	3	5	3	5
Hormiga		26		12
Total de omnívoros	1	26	1	12
Escarabajo Scarabaeidae larvas		1		0
Tettigoniidae		1		0
Ninfa de langosta		1		0
Pupa de lepidóptera		1		1
Empoasca (lorito ninfa)		1		0
Total de herbívoros	5	5	1	1
Araña		2		0
Cienpies		0		1
Total de depredadores	1	2	1	1
Otros organismos no identificados	1	1	0	0
Total de macrofauna	11	39	6	19

Tabla 5: Especies encontradas en el distrito de Magdalena

Distrito de Magdalena				
	Sistema con eucalipto		Sistema con bosque natural	
Organismos de la macrofauna	N° de tipos de organismos	N° de individuos por tipo	N° de tipos de organismos	N° de individuos por tipo
Lombrices		0		3
Cucarachas		1		3
Tijeretas		1		1
Total de detritívoros	2	2	3	7
Hormiga		3		13
Total de omnívoros	1	3	1	13
Escarabajo Scarabaeidae larvas		9		0
Chinche		1		0
Total de herbívoros	2	10	0	0
Araña		1		3
Total de depredadores	1	1	1	3
Total de macrofauna	6	16	5	23

b) Índice calculado

Distrito San Isidro del Maino

- Eucalipto
 $\text{Detritívoros} / \text{No detritívoros (Omnívoros + Herbívoros + Depredadores)} = 3 / (0+0+2) = 3/2 = 1.5$
- Bosque natural
 $\text{Detritívoros} / \text{No detritívoros (Omnívoros + Herbívoros + Depredadores)} = 20 / (5+6+8) = 20/19 = 1.05$

$\text{Lombrices de tierra} / \text{Hormigas} = 2/5 = 0.4$

Distrito del Tingo

- Eucalipto
 $\text{Detritívoros} / \text{No detritívoros (Omnívoros + Herbívoros + Depredadores + N. I.)} = 5 / (26 + 5 + 2 + 1) = 5 / 34 = 0.15$
 $\text{Lombrices de tierra} / \text{Hormigas} = 3/26 = 0.12$
- Bosque natural
 $\text{Detritívoros} / \text{No detritívoros (Omnívoros + Herbívoros + Depredadores + N. I.)} = 5 / (12 + 1 + 1) = 5/14 = 0.36$
 $\text{Lombrices de tierra} / \text{Hormigas} = 2/12 = 0.17$

Distrito de Magdalena

- Eucalipto

Detritívoros/ No detritívoros (Omnívoros + Herbívoros + Depredadores) =
 $2 / (3+10+1) = 2/14=0.14$

Lombrices de tierra / Hormigas = $0/3= 0$

- Bosque natural

Detritívoros/ No detritívoros (Omnívoros + Herbívoros + Depredadores) =
 $7 / (13+ 0+ 3) = 7/16 =0.44$

Lombrices de tierra / Hormigas = $3/13 = 0.23$

5.5. Prueba T – Student para muestras independientes

Luego de haber realizado la prueba T de Student se pudo observar que existía diferencias significativas entre las medias para las siguientes variables: pH, conductividad eléctrica, porcentaje de carbono, materia orgánica y nitrógeno. Esto significa que la influencia de las plantaciones de eucalipto respecto a estas variables es diferente en al menos un distrito.

Con respecto a variables como el Fósforo, Potasio, Capacidad de Intercambio Catiónico, Calcio, Sodio, porcentaje de saturación de bases y densidad aparente, no se encontraron diferencias significativas entre las medias, lo cual indica que la influencia de las plantaciones de eucalipto respecto a estas variables no es diferente para ninguno de los distritos.

VI. DISCUSIÓN

Luego de realizar la caracterización de ambas parcelas con y sin eucaliptos, se obtuvo un número considerable de especies asociadas a las plantaciones de eucalipto, lo que fortalece la teoría de Domingo (2010) quien menciona que junto a las plantaciones de eucalipto se forma un sotobosque diverso. El hecho de haber encontrado otras especies además del eucalipto y muchas de ellas nativas de la zona indica que esta no impide el crecimiento y el desarrollo de la vegetación nativa, esta tendencia es similar a la encontrada por Fernández *et al.* (2012) para plantaciones forestales de *Eucalyptus pellita* F. Muell establecidas en Colombia. El hecho de haber encontrado mayor cantidad de especies en el Maino, también podría indicar que no están recibiendo un manejo silvícola y en los distritos donde se obtuvo menores especies indicaría posiblemente que se hicieron raleos con fines de obtener madera de mejor calidad (Aceñolaza *et al.*, 2013).

Textura

La textura que predominó en los distritos de Magdalena y Maino fue la Franco arenoso, que es una clase moderadamente liviana, ideal para el desarrollo de cultivos forestales (Echeverrú *et al.*, 2014), eso explicaría que las alturas de las plantaciones de eucalipto en el Maino sean mayores respecto a las alturas encontradas en el distrito del Tingo cuya clase textural dominante fue la arcillosa considerada una clase pesada que no ofrece muchas condiciones para el desarrollo de este tipo de plantaciones. Cabe destacar que la textura además, es una de las características físicas que va a determinar la aptitud forestal de un suelo (Vanegas y Méndez, 2016).

Densidad aparente

Los valores obtenidos de densidad aparente para cada uno de los distritos nos indican que ésta es más baja para el distrito del Maino y para el bosque natural, lo que significa que estos suelos son blandos a ligeramente compactos (Arriola *et al.*, 2012), ya que la relación entre la densidad aparente y la compactación es directamente proporcional (Blanco, 2009). Además, se observó que la densidad aparente fue ligeramente mayor para las parcelas de eucalipto en comparación a las parcelas de bosque natural. Esta tendencia podría indicar que las plantaciones de eucalipto tienen una tendencia a aumentar la compactación del suelo; los valores obtenidos para ambos sistemas no representan compactación fuerte del suelo (Arias *et al.*, 2010;

Reyes, 2010). Sin embargo en investigaciones como la de Noguera y Vélez (2011), los eucaliptos presentaron menores valores de densidad aparente que sistemas de pasturas, lo que indica que un factor determinante de la densidad del suelo lo constituye el tipo de uso que se le brinde.

pH

Los valores de pH para las parcelas con eucalipto mostraron valores significativamente menores en comparación con las parcelas de bosque natural, resultado que coincide con lo reportado por Delgado *et al.* (2006) quienes llegaron a la conclusión que los eucaliptos tienden a presentar valores de pH bajos.

Conductividad eléctrica

Los valores de conductividad eléctrica registrados en esta investigación estuvieron en un rango de 0.07 a 0.3 mS/cm, lo que indica que se tratan de suelos no salinos (Arriola *et al.*, 2012).

Materia orgánica

En cuanto a los porcentajes de materia orgánica se observó clara diferencia entre el bosque natural y el eucalipto, notándose valores más altos para las parcelas con eucalipto (4.10 %). Estos resultados difieren de los encontrados por Hernández *et al.* (2008) quienes obtuvieron los valores más altos para sus parcelas de bosque húmedo. Los valores encontrados en esta investigación en su gran parte bordean valores del 5% que indican buenos contenidos de materia orgánica (Julca *et al.*, 2006).

CIC (meq/100g)

Los valores obtenidos para la Capacidad de Intercambio Catiónico fueron menores para las parcelas de eucalipto, estos resultados coinciden con los de Hernández *et al.* (2008) quienes determinaron valores de CIC para ecosistemas de bosque húmedo y eucalipto, obteniendo valores más bajos para el Eucalipto. Sin embargo, estos resultados difieren de los obtenidos por Arriola *et al.*, (2012) quienes encontraron valores de CIC más altos para sus parcelas de eucalipto frente a las otras parcelas de plantaciones forestales como el encino. Además, es necesario aclarar que esta característica está ligada al pH, es decir, a mayores valores de pH mayores valores de CIC, es por esta razón que se encontraron valores más altos para el distrito del Tingo.

Carbono orgánico (%)

Los porcentajes obtenidos de carbono para las parcelas de eucalipto fueron evidentemente mayores, estos resultados coinciden con los obtenidos por Delgado *et al.* (2006) quienes también obtuvieron porcentajes más altos para el eucalipto, sin embargo, es necesario aclarar que en su caso la comparación se realizó con parcelas de pastos y no con parcelas de bosque natural como en este caso.

Cationes cambiabiles

En cuanto a los valores de Ca^{+2} , K^{+} y Na^{+} las parcelas con eucalipto presentaron valores más bajos en comparación con las parcelas de bosque natural, sin embargo ocurre lo contrario para el caso del Mg^{+2} que registró valores más altos para las parcelas de eucalipto. Esta situación es similar a lo encontrado por Domingo (2010), quien además nos plantea que debemos considerar que en los terrenos extremadamente pobres se dificulta la extracción de los cationes para las plantas y la extracción de los mismos por parte del eucalipto es mayor convirtiéndose en una especie dominante, mientras que cuando hay suficientes bases en el suelo el eucalipto no extrae mayores cantidades de cationes que el resto de las especies.

Nitrógeno (%)

Los porcentajes de Nitrógeno porcentual obtenidos en la presente investigación fueron mayores para las parcelas de eucalipto frente a las parcelas de bosque natural, estos resultados coinciden con los obtenidos por Hernández *et al.* (2008) quienes compararon parcelas de eucalipto con bosques húmedos.

En esta investigación se observó que conforme aumentaba la altura iban aumentando los porcentajes de carbono, nitrógeno y materia orgánica, esta tendencia también la observaron Mejía y Moscoso (2010) para plantaciones de eucalipto y pino.

Porcentaje de saturación de bases

Los porcentajes de saturación de bases obtenidos para las parcelas de eucalipto fueron en promedio alrededor del 54.67 % para condiciones de pH ácidas (4.85) con una textura dominante franco arenosa, estos resultados son similares a los encontrados por Ávila *et al.* (2011) quienes determinaron los valores de esta variable para los diferentes horizontes del suelo.

Los valores obtenidos para el eucalipto están próximos a ser los deseables, sin embargo las parcelas de bosques naturales si cuentan con valores superiores al 60 %, que son valores deseables, estas parcelas además presentaron valores de pH más

altos, esto se explica porque a medida que aumenta el porcentaje de saturación de bases aumentan los valores de pH, ya que entre estas existe una relación directamente proporcional (Espinoza *et al.*, 2013)

Potasio

Los valores de potasio de las plantaciones de eucalipto obtenidos en la presente investigación fueron menores respecto a los valores de las parcelas de bosque natural, resultados similares a la investigación de Palma *et al.* (2015) quienes seleccionaron cuatro plantaciones comerciales de eucalipto con diferentes edades, un pastizal natural y un sitio de vegetación secundaria (acahual).

Fósforo

En la presente investigación se observó mayor concentración de fósforo en las plantaciones de eucalipto respecto a las parcelas de bosque natural ya que al caer las hojas, ramas y corteza de los eucaliptos al suelo; éstas se trituran mediante la actividad microbiana, aportando de esta manera componentes químicos que actúan como nutrientes en el suelo (ENCE, 2009).

Macrofauna

En cuanto al número de tipos de organismos y al número de individuos por tipo se observaron similares resultados para las parcelas de bosque natural y eucalipto de los distritos del Maino y Magdalena, ya que en ambos distritos las parcelas de bosque natural son las que presentaron mayor diversidad frente a las parcelas de eucalipto. El índice calculado para el distrito del Maino fue positivo para ambos sistemas. Sin embargo, para el caso del distrito de Magdalena el índice calculado fue negativo para ambos sistemas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Arias *et al.* (2015) quienes encontraron los valores más altos de diversidad y densidad de macroinvertebrados para las parcelas de bosque secundario en comparación a las parcelas con eucalipto, no obstante las diferencias entre ambos sistemas no fueron demasiado grandes.

Para el caso del distrito del Tingo, los resultados obtenidos fueron peculiares, ya que la diversidad obtenida para la parcela de eucalipto fue mayor a la del bosque natural pero igual el índice es negativo para ambos sistemas. Esto podría indicar que existe una fuerte intervención antrópica en las parcelas de bosque, además de que las condiciones edafoclimáticas de cada uno de los tres distritos es diferente, dado que las diferencias altitudinales están alrededor de 200 metros entre cada uno de ellos.

Otro factor a tener en cuenta es que el cambio de uso del suelo, el grado de perturbación e intensidad de manejo va a influir en la composición y abundancia de la macrofauna (García *et al.*, 2014).

VII. CONCLUSIONES

- La caracterización de las parcelas de bosque natural, y las de eucalipto, para los tres pisos altitudinales, permitió conocer la diversidad de especies presentes en cada parcela. En el caso del distrito de Magdalena, el número de especies encontradas en la parcela con eucalipto fue menor al encontrado en la parcela del bosque natural. En el distrito del Tingo, la mayor diversidad de especies se encontró la parcela de bosque natural. Por último, en el distrito del Maino, la diversidad de especies encontradas fue numerosa en ambas parcelas. En cuanto a las alturas totales de los eucaliptos, los que tuvieron los valores más altos fueron los del distrito de Magdalena, con alturas promedio de 33 metros y con valores similares los del Maino. En cambio, los eucaliptos del Tingo obtuvieron los valores más bajos.
- Se determinó que la influencia de las plantaciones de eucalipto sobre las características físicas del suelo, como la textura y la densidad aparente, no fueron significativas.

La influencia de las plantaciones de eucalipto sobre las características químicas fue variable: el pH presentó una disminución significativa en todas las parcelas con eucalipto. Otra característica que tuvo la misma tendencia fue la conductividad eléctrica, que está directamente relacionada con el pH. En cuanto a los niveles de fósforo y potasio, se observó un notable aumento en las parcelas con eucalipto. Los valores de materia orgánica, carbono y nitrógeno fueron superiores para las parcelas con plantaciones de eucalipto. En lo referente a la capacidad de intercambio catiónico, se observó que las plantaciones de eucalipto no incrementan su valor ya que las parcelas de bosque natural mostraron valores un tanto superiores. En relación a los cationes cambiabiles, como el Ca^+ y K^+ , se tuvo mayores cantidades en la parcela de bosque natural. Sin embargo, el Mg^{+2} mostró un incremento para la parcela con eucalipto. Para el caso del $\text{Al}+3\text{H}^+$, se observó valores más altos para las parcelas con eucalipto del distrito del Maino y valores similares para el distrito de Magdalena, lo que podría evidenciar un

lavado de suelos. Por último, los porcentajes de saturación de bases fueron mayores para el distrito del Tingo y para las parcelas de bosque natural. Por último, los porcentajes de saturación de bases fueron mayores para el distrito del Tingo y para las parcelas de bosque natural.

En cuanto al índice de macrofauna calculado, fue positivo solamente para ambas parcelas en el distrito del Maino e indica una buena calidad del suelo. Para los otros distritos el valor del índice fue negativo tanto para las parcelas de eucalipto como para las parcelas de bosque natural. Esto muestra que el eucalipto no tuvo una influencia considerable sobre la población de macrofauna.

- La influencia del eucalipto sobre las características físicas fue mínima para los tres pisos altitudinales. En el caso de la materia orgánica, carbono y nitrógeno los mayores aportes se notaron en las parcelas con eucalipto en el distrito del Tingo, que tiene altitudes promedios de 2500 m s. n. m. Se observó, además, que el fósforo y el potasio en las parcelas con eucalipto en el distrito del Tingo fueron mayores por los aportes que hacen las plantaciones de eucalipto. En cuanto al calcio, se observó reducido su valor en el piso altitudinal más bajo (Magdalena) para las parcelas con eucalipto, lo que podría indicar que estas extraen este elemento del suelo para su desarrollo. En relación a las características biológicas del suelo, el índice calculado para la macrofauna fue positivo para el piso altitudinal más alto (Maino) respecto a los demás pisos altitudinales.

VIII. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un estudio más detallado del sotobosque asociado a las plantaciones de eucalipto sobre todo en las áreas donde se observó el mayor número de plantas como fue el caso del distrito del Maino.
- ✓ Evaluar la influencia de poblaciones juveniles de eucalipto sobre las características del suelo considerando además las condiciones climáticas, ya que según algunos autores su influencia a edades tempranas es negativa por su alta extracción de nutrientes del suelo.
- ✓ Elaborar un inventario de la flora y fauna de las parcelas con eucalipto de los distritos de esta investigación y las parcelas de bosque y compararlas entre sí, además se puede hacer esta comparación con parcelas de otra especie forestal abundante en la zona de estudio como es el pino tanto patula como radiata.
- ✓ Realizar un estudio del balance hídrico en las áreas con plantaciones de eucalipto sobre todo en el distrito del Maino, ya que este se caracteriza por poseer fuentes de agua abundantes, para poder analizar la forma en que repercute en la disponibilidad de este elemento.
- ✓ Evaluar la alelopatía del eucalipto y su efecto en el desarrollo del sotobosque asociado al mismo.
- ✓ En base a los resultados obtenidos para cada uno de los distritos sería recomendable hacer un estudio de las especies que se pueden asociar al eucalipto y en vez de establecer un monocultivo se establezca un sistema agroforestal.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceñolaza, P. G., Rodríguez, E. E. Díaz, D. (2013). Efectos de prácticas de manejo silvícola sobre diversidad vegetal bajo plantaciones de *Eucalyptus grandis*; Iguazú. Actas 4to Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Obtenido de: <http://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/1103>
- Anón. (1992). Eucalyptus: curse o cure? The impact of Australia's 'world tree' in other countries. *Australian Centre for International Agricultural Research*. 6 p.
- Arias, P. L., Guapacha, K. J. y Toro, B. (2015). Influencia de la regeneración de plantaciones sobre la diversidad y densidad de macroinvertebrados edáficos (Caldas, Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 19(1): 49-64.
- Arias, F., Mata, R., Alvarado, A., Serrano, E. y Laguna, J. (2010). Caracterización química y clasificación taxonómica de algunos suelos cultivados con bananos en las llanuras aluviales del caribe de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 34 (2): 177-195.
- Arriola, J., Batlle, J. y Mendoza, J. C. (2012). Estado de salud actual del suelo en la ladera norte del Cerro Gordo del Parque Estatal Flor del Bosque, Amozoc, Puebla, México. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 27 (1): 17-23.
- Ávila, G. R., Gutiérrez, M. C., Ortiz, C. A., Ángeles, E. y Sánchez, P. (2011). Evaluación de las reforestaciones en la formación de suelos a partir de Tepetates. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17 (3): 303-312.
- Bazán, R. (1996). Manual para el análisis químico de suelos y aguas y plantas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Bignell, DE., Constantino, R., Csuzdi, C., Karyanto, A., Konaté, S., Louzada, J., Susilo, F-X., Tondoh, JE., Zanetti, R. 2012. Macrofauna. En: Moreira MS, JeroenHuisig E, Bignell DE, editores. Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo. Instituto Nacional de Ecología. pp. 91-92.
- Blanco, R. (2009). La relación entre la densidad aparente y la resistencia mecánica como indicadores de la compactación del suelo. *Agrociencia*, 43(3): 231-239.

- Cabrera, G. (2014). Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba. Obtenido de: <http://www.rufford.org/files/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf>
- Delgado, S., Alliaume, F. & Hernández, J. (2006). Efecto de las plantaciones de *Eucalyptus* sp sobre el recurso suelo en Uruguay. *Agrociencia*, 10 (2): 95-107.
- Días, D. (2006). Efectos ambientales de las forestaciones de eucalipto en el Noreste de Entre Ríos. *XXI Jornadas Forestales de Entre Ríos*. Concordia, Argentina. 15 pp.
- Domingo, J. (2010). El eucalipto y los suelos bajo clima mediterráneo. *Boletín del CIDEU*, 8-9: 15-30.
- Echeverr, L., Estévez, J. V. y Bedoya, J. G. (2014). Caracterización física, química y mineralógica de suelos con vocación forestal protectora, Región Andina Central Colombiana. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 67 (2): 7335-7343.
- El Peruano. (2010). Decreto Supremo N 013-2010-AG. MINAG. Lima, Perú.
- ENCE. (2009). La gestión forestal sostenible y el eucalipto. 74 pp. Obtenido de: https://www.ence.es/pdf/El_Eucalipto.pdf
- Espinoza, L., Slaton, N. y Mozzaffari, M. (2013). Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos. *Agricultura y Recursos Naturales*. 4 pp. Obtenido de: <https://www.uaex.edu/publications/PDF/FSA-2118SP.pdf>.
- Facts, G. (23 de noviembre de 2015). *Green Facts on Health and the Enviroment*. Obtenido de: <http://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/bosque-recursos-forestales.htm>
- Fernández, F., Camargo, Y. K., Sarmiento, M. B. (2012). Biodiversidad vegetal asociada a plantaciones forestales de *Pinus caribaea* Morelet y *Eucalyptus pellita* F. Muell establecidas en Villanueva, Casanare, Colombia. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 65 (2): 6749-6764.
- Fernández, A. (2008). Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de papel a partir de eucalipto. Tesis para optar el título

profesional de ingeniero industrial. Ponteficia Universidad Católica del Perú.
Lima, Perú. 105 pp.

Flores, E. (2009). Efecto de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) sobre los suelos de comunidades asentadas en la red ferroviaria Cochabamba- Cliza. Obtenido de:

http://www.esfor.umss.edu.bo/biblioefor/resul_datos_biblio_esfor.php?idtes=663.

García, Y., Ramírez, W. y Sánchez, S. (2014). Efectos de los diferentes usos de la tierra en la composición y la abundancia de la macrofauna edáfica, en la provincia de Matanzas. *Pastos y forrajes*, 37 (3): 313-321.

Hernández, R., Ramírez, E., Castro, I. & Cano, S. (2008). Cambios en indicadores de calidad de suelos de laderas reforestados con pinos (*Pinus caribaea*) y eucaliptos (*Eucalyptus robusta*). *Agrociencia*, 42 (3): 235-266.

Huerta, H. (2010). Determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con mercurio en la región de San Joaquín, Qro., y su relación con el crecimiento bacteriano. Tesis para optar el grado de Licenciado en Biología. Universidad Autónoma de Querétano, México. 61 pp.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). Censos Nacionales 2007 XI de población y VI de vivienda. Sistema de Consulta de Datos de Centros Poblados (CCPP) y Población Dispersa. 2007.

Julca, A., Meneses, L., Blas, R., Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *IDESIA (Chile)*, 24 (1): 49-61.

Lombardi, I. & Aguirre, E. (1983). Estado del comportamiento y zonificación para diferentes especies de eucaliptos en el Perú. *Revista Forestal del Perú*, 1:116-148.

Martínez, E., Fuentes, J., Acevedo E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Suelo Nutr. Veg*, 8 (1): 68 - 96.

Mejía, J. D. y Moscoso, L. M. (2010). Efecto de las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y pino (*Pinus patula*) en la recuperación del suelo y en la regeneración natural de la cuenca media del río Paute. Trabajo de

- graduación previo a la obtención del título de biólogo. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador. 47 pp.
- Noguera, M. A. y Vélez, J. A. (2011). Evaluación de algunas propiedades físicas del suelo en diferentes usos. *Revista de ciencias agrícolas*, 28 (1): 40-52.
- Palma, D. J., Salgado, S., Martínez, G., Zavala, J. y Lagunes, L. C. (2015). Cambios en las propiedades del suelo en plantaciones de eucalipto de Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2 (5): 163-172.
- Pérez, T. (2007). Impacto de las plantaciones de eucaliptos en el suelo. Disponible en: <http://www.guayubira.org.uy/2007/02/impacto-de-las-plantaciones-de-eucaliptos-en-el-suelo/>
- Real Academia Española. (2001). Diccionario de la lengua española (22^a ed.). Obtenido de: <http://www.rae.es/rae.html>.
- Reyes, W. J. (2010). Evaluación de la susceptibilidad a la compactación en cuatro series de suelo bajo usos agrícola en Venezuela. *Bioagro*, 22(1): 29-36.
- The Field Museum (2017). Neotropical Herbarium Specimens. Disponible en: <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>.
- Vanegas, E. A. y Méndez, B. A. (2016). Aplicación del índice de calidad de suelos en plantaciones forestales de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii* Rose) y Matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol) en Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 3 (1): 47-54.

X. ANEXOS

- Anexo 01:

ACTA DE RESPALDO A TESIS

Mediante la presente damos fe de la información que consignan las bachilleres en ingeniería ambiental Carmen Natividad Vigo Mestanza y Fely Enmeline Oclocho García en su informe de tesis titulado: Influencia de las plantaciones forestales de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) en las características del suelo a diferentes pisos altitudinales, distrito de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino, 2017. Esta información está referida a que hace aproximadamente 45 años atrás se hicieron las forestaciones de eucalipto por una entidad pública, estas fueron sembradas a un distanciamiento de 3 x 5 metros y se trata de la especie *Eucalyptus globulus* L en el distrito de Magdalena. En señal de conformidad firma el representante legal de la comunidad.

Atentamente:


COMUNIDAD CAMPESINA DE
MAGDALENA

EUSTORBIO MESA CRUZ
DNI N° 33401485
PRESIDENTE
Mag - 22.07.2017.

ACTA DE RESPALDO A TESIS

Mediante la presente damos fe de la información que consignan los bachilleres en ingeniería ambiental Carmen Natividad Vigo Mestanza y Fely Enmeline Oclocho García en su informe de tesis titulado: Influencia de las plantaciones forestales de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) en las características del suelo a diferentes pisos altitudinales, distrito de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino, 2017. Esta información está referida a que hace aproximadamente 45 años atrás se hicieron las forestaciones de eucalipto por una entidad pública, estas fueron sembradas a un distanciamiento de 3 x 5 metros y se trata de la especie *Eucalyptus globulus* L en el distrito del Tingo. En señal de conformidad firma el representante legal de la comunidad.

Atentamente:



Tingo - 22 - 07 - 2017

ACTA DE RESPALDO A TESISISTAS

Mediante la presente damos fe de la información que consignan las bachilleres en ingeniería ambiental Carmen Natividad Vigo Mestanza y Fely Enmeline Oclocho García en su informe de tesis titulado: Influencia de las plantaciones forestales de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) en las características del suelo a diferentes pisos altitudinales, distrito de Magdalena, Tingo y San Isidro del Maino, 2017. Esta información está referida a que hace aproximadamente 45 años atrás se hicieron las forestaciones de eucalipto por una entidad pública, estas fueron sembradas a un distanciamiento de 3 x 5 metros y se trata de la especie *Eucalyptus globulus* L. en el distrito de San Isidro del Maino. En señal de conformidad firma el representante legal de la comunidad.

Atentamente:



COMUNIDAD CAMPESINA
SAN ISIDRO DEL MAINO
[Handwritten Signature]
DICCRO VERGARAY BARRERA
PRESIDENTE COMUNAL
DNI N° 33424097

Maino - 22-07-2017

- Anexo 02: Fichas de DAP

Eucaliptos distritos de Magdalena					
N°	DAP	Distancia (m)	< arriba	Altura del instrumento	Altura del árbol
1	1,57	6,05	73,9	1,3	22,26
2	1,32	4,98	79,6	1,3	28,43
3	1,17	6,53	82,7	1,3	52,27
4	1,51	1,76	86,5	1,3	30,08
5	1,4	5,84	82	1,3	42,85
6	1,12	2,88	78,1	1,3	14,96
7	1,07	2,99	81,3	1,3	20,84
8	1,48	3	82,1	1,3	22,92
9	1,9	3,5	86,2	1,3	54
10	1,5	5,52	83,3	1,3	48,23

Eucaliptos distrito del Tingo					
N°	DAP	Distancia (m)	< arriba	Altura del instrumento	Altura del árbol
1	1,3	4,17	62,3	1,3	9,24
2	1,1	3,29	76,6	1,3	15,1
3	1	3,66	74,1	1,3	14,15
4	1	2,48	75,9	1,3	11,17
5	1,1	4,67	78,7	1,3	24,67
6	1,07	3	81,5	1,3	21,37
7	1	2,69	76,9	1,3	12,86
8	1,06	3,92	80,2	1,3	23,99
9	1,07	5,93	76,8	1,3	26,58
10	1,22	4,11	79,4	1,3	23,26

Eucaliptos del distrito del Maino					
N°	DAP	Distancia (m)	< arriba	Altura del instrumento	Altura del árbol
1	1,52	15,05	64,1	1,3	32,92
2	1,28	8,97	50,8	1,3	12,29
3	1,3	19,65	61,2	1,3	37,04
4	1,37	7,88	76,5	1,3	34,12
5	1,73	7,58	60,9	1,3	14,92
6	1,87	16,8	67,4	1,3	41,66
7	1,5	4,01	74,2	1,3	15,47
8	1,45	4,43	83,7	1,3	41,43
9	1,7	3,43	85,3	1,3	43,02
10	1,14	8,68	69,2	1,3	24,15

- Anexo 03: Fichas de macrofauna

Eucalipto Magdalena				
Cuadrante N° 1	Cuadrante N° 2	Cuadrante N° 3	Cuadrante N° 4	Cuadrante N° 5
1 cucaracha	3 escarabajos	3 hormigas	1 escarabajo	1 chinche
2 escarabajos	1 tijereta		1 araña	3 escarabajos

Bosque Magdalena				
Cuadrante N° 1	Cuadrante N° 2	Cuadrante N° 3	Cuadrante N° 4	Cuadrante N° 5
5 hormigas	2 lombrices	3 arañas	5 hormigas	
1 lombriz	2 hormigas	1 hormiga	3 cucarachas	
		1 desconocido		

Eucalipto Tingo				
Cuadrante N° 1	Cuadrante N° 2	Cuadrante N° 3	Cuadrante N° 4	Cuadrante N° 5
1 lombriz	1 ninfa de langosta	1 pupa de lepidóptero	1 lorito	1 lombriz
1 tetigonide	1 gallinita ciega	1 hormiga		10 hormigas
1 raro 2	1 cucaracha	1 lombriz		1 araña
	1 milpies	1 araña		
	15 hormigas			

Bosque Tingo				
Cuadrante N° 1	Cuadrante N° 2	Cuadrante N° 3	Cuadrante N° 4	Cuadrante N° 5
3 hormigas	3 hormigas	5 hormigas	1 cienpies	1 lombriz
	1 hormiga alada	1 pupa de mariposa	1 caracol	
		1 ala de coleóptero	1 lombriz	
		1 caparazón de caracol		

Eucalipto Maino				
Cuadrante N° 1	Cuadrante N° 2	Cuadrante N° 3	Cuadrante N° 4	Cuadrante N° 5
	2 coleópteros		ninguno	1 coleóptero
	1 araña			1 araña

Bosque Maino				
Cuadrante N° 1	Cuadrante N° 2	Cuadrante N° 3	Cuadrante N° 4	Cuadrante N° 5
1 grillo	1 gallina ciega	1 araña	4 coleópteras	2 lombrices
2 coleópteros	4 lombrices	1 grillo	1 araña	3 coleópteros
1 hormiga	2 coleópteros	5 coleópteros	3 hormigas	1 cienpies
	1 araña	1 rarito	2 lombrices	2 gallinitas ciegas
	1 rarito	1 empoasca (lorito nina)		
		1 milpies		
		1 larva rarito		
		1 pupa de coleóptero		
		2 cucarachas		
		1 hormiga		

- Anexo 04: Fichas de densidad

Distrito de Magdalena - Eucalipto						
CÓDIGO	Peso caja (g)	Peso húmedo	Peso seco	Peso real	Volumen del cilindro	Densidad aparente
E01-MAGD-"D"	11	240	220	209	237.79	0.88
E02-MAGD-"D"	10	228	207	197	237.79	0.83
E03-MAGD-"D"	13	313	272	259	237.79	1.09
E04-MAGD-"D"	10	286	269	259	237.79	1.09
E05-MAGD-"D"	12	300	277	265	237.79	1.11
E06-MAGD-"D"	179	409	386	207	237.79	0.87
E07-MAGD-"D"	170	388	360	190	237.79	0.80
E08-MAGD-"D"	204	401	368	164	237.79	0.69
E09-MAGD-"D"	229	474	442	213	237.79	0.90
E010-MAGD-"D"	221	465	446	225	237.79	0.95

Distrito de Magdalena - bosque

CÓDIGO	Peso caja (g)	Peso húmedo	Peso seco	Peso real	Volumen del cilindro	Densidad aparente
B01-MAGD-"D"	10	308	257	247	237.79	1.04
B02-MAGD-"D"	14	294	260	246	237.79	1.03
B03-MAGD-"D"	9	315	290	281	237.79	1.18
B04-MAGD-"D"	11	276	249	238	237.79	1.00
B05-MAGD-"D"	10	290	262	252	237.79	1.06
B06-MAGD-"D"	167	428	412	245	237.79	1.03
B07-MAGD-"D"	178	479	455	277	237.79	1.16
B08-MAGD-"D"	182	423	399	217	237.79	0.91
B09-MAGD-"D"	165	418	400	235	237.79	0.99
B10-MAGD-"D"	182	440	420	238	237.79	1.00

Distrito del Tingo - Eucalipto

CÓDIGO	Peso porcelana (g)	Peso húmedo	Peso seco	Peso real	Volumen del cilindro	Densidad aparente
E01-TING-"D"	182	300	330	148	237.79	0.62
E02-TING-"D"	236	517	456	220	237.79	0.93
E03-TING-"D"	178	397	353	175	237.79	0.74
E04-TING-"D"	187	395	338	151	237.79	0.64
E05-TING-"D"	217	464	397	180	237.79	0.76
E06-TING-"D"	237	436	373	136	237.79	0.57
E07-TING-"D"	199	368	331	132	237.79	0.56
E08-TING-"D"	224	479	407	183	237.79	0.77
E09-TING-"D"	251	437	400	149	237.79	0.63
E10-TING-"D"	215	384	338	123	237.79	0.52

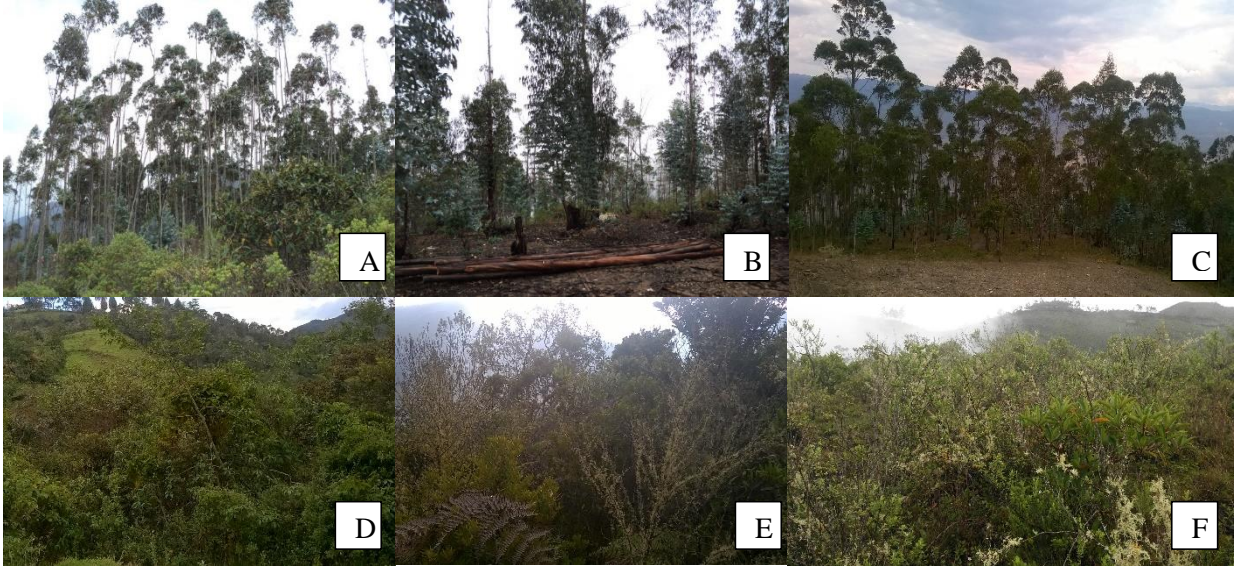
Distrito del Maino-Eucalipto

CÓDIGO	Peso caja (g)	Peso húmedo	Peso seco	Peso real	Volumen del cilindro	Densidad aparente
E01-MAI-"D"	10	292	260	250	237.79	1.05
E02-MAI-"D"	13	280	246	233	237.79	0.98
E03-MAI-"D"	9	323	292	283	237.79	1.19
E04-MAI-"D"	10	327	300	290	237.79	1.22
E05-MAI-"D"	9	273	232	223	237.79	0.94
E06-MAI-"D"	180	439	358	178	237.79	0.75
E07-MAI-"D"	180	273	415	235	237.79	0.99
E08-MAI-"D"	158	419	368	210	237.79	0.88
E09-MAI-"D"	184	464	430	246	237.79	1.03
E10-MAI-"D"	174	488	473	299	237.79	1.26

Distrito del Maino-Eucalipto

CÓDIGO	Peso caja (g)	Peso húmedo	Peso seco	Peso real	Volumen del cilindro	Densidad aparente
B01-MAI-"D"	10	345	320	310	237.79	1.30
B02-MAI-"D"	10	243	185	175	237.79	0.74
B03-MAI-"D"	17	247	190	173	237.79	0.73
B04-MAI-"D"	10	358	297	287	237.79	1.21
B05-MAI-"D"	23	238	195	172	237.79	0.72
B06-MAI-"D"	210	361	323	113	237.79	0.48
B07-MAI-"D"	212	393	348	136	237.79	0.57
B08-MAI-"D"	233	424	380	147	237.79	0.62
B09-MAI-"D"	177	364	322	145	237.79	0.61
B10-MAI-"D"	243	444	398	155	237.79	0.65

- Anexo 05: Panel fotográfico
 - a) Identificación de las parcelas con eucalipto y con bosque natural



Identificación de parcelas: (A) Parcela con eucalipto en el distrito de Maino, (B) Parcela con eucalipto en el distrito de Magdalena, (C) Parcela con eucalipto en el distrito del Tingo, (D) Parcela de bosque natural en el distrito del Maino, (E) Parcela de bosque natural en el distrito de Magdalena, (F) Parcela de bosque natural en el distrito del Tingo.

- b) Fase de campo



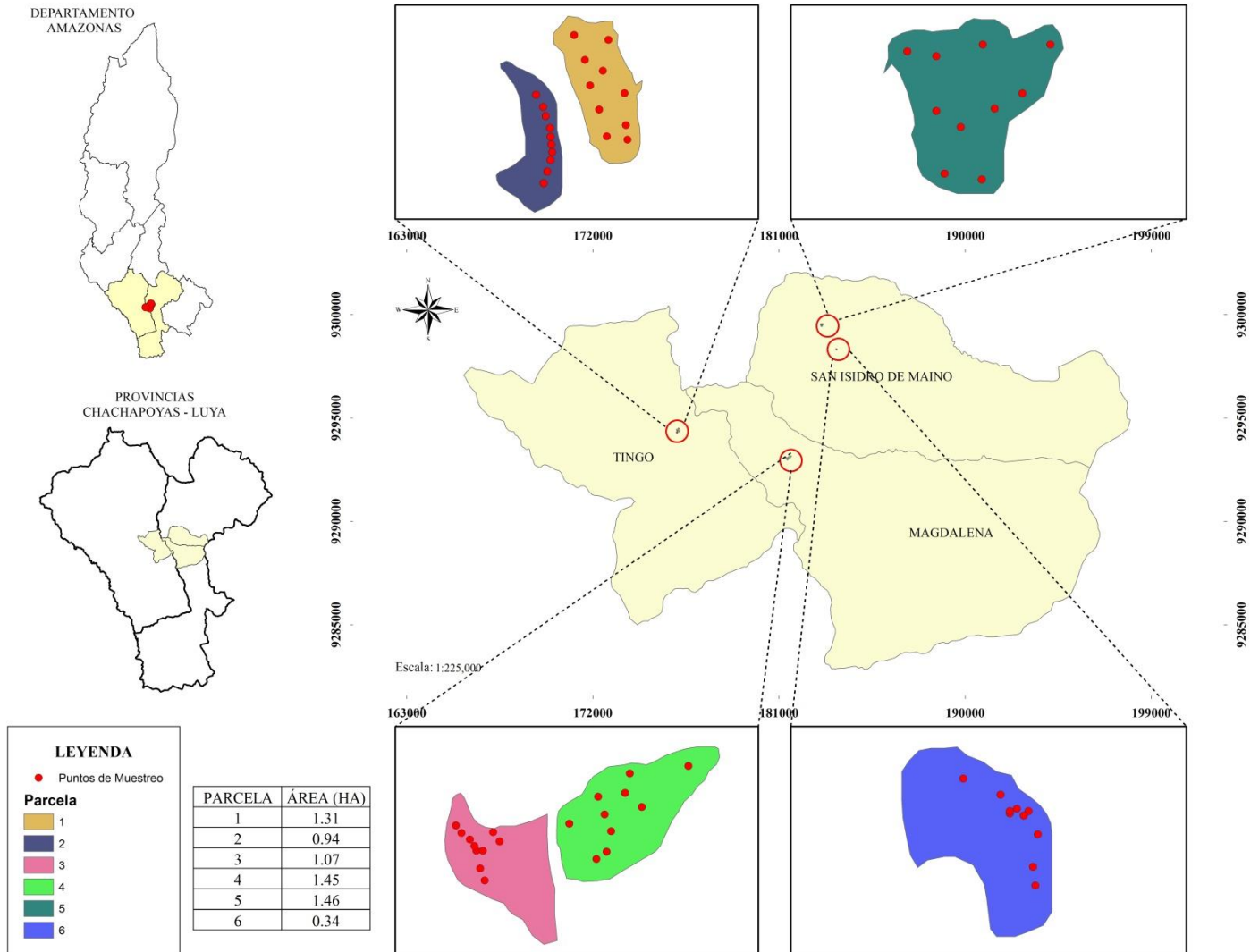
Fase de campo: (A) Extracción de muestras para su posterior análisis físico químico, (B) Extracción de muestras para calcular la densidad aparente, (C) Codificación de muestras, (D) Medida del DAP, (E) Medida de la altura de las plantas mediante un distanciómetro, (F) Medida de los cuadrantes para macrofauna, (G) Recolección de macrofauna.

c) Fase de Laboratorio



Fase de laboratorio: (A) Secado de muestras, (B) pesado de muestras, (C) Determinación de la clase textural, (D) Determinación de pH y conductividad eléctrica, (E) y (F) Determinación de carbono.

- Anexo 06: Mapa de delimitación de las parcelas de muestreo



- Anexo 07: Resultados de análisis de suelos



"Año de la consolidación del Mar de Grau"

Chachapoyas, 28 de Diciembre del 2016

CARTA N° 193-2016-UNTRM/INDES-CES/LABISAG/SUELOS

Solicitantes:

CARMEN NATIVIDAD VIGO MESTANZA

FELY ENMELINE OCLOCHO GARCÍA

Presente:

Asunto: Alcanzar resultados de muestras de suelos

De mi consideración;

Me dirijo a usted para expresarle un cordial saludo y al mismo tiempo alcanzar, en 05 folios hábiles, los resultados del Análisis de las Muestras de Suelos realizado en el Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas de la UNTRM, correspondientes a los distritos de Maino, Magdalena y Tingo, provincia Chachapoyas, departamento Amazonas.

Seguro de la atención al presente y sin otro en particular, aprovecho la oportunidad para testimoniarle las muestras de mi consideración y estima.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
LABISAG

Bigo. FERNANDO CORROTO DE LA FUENTE
RESPONSABLE

C.c
Archivo.



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS



1. DATOS:

Solicitantes

: CARMEN NATIVIDAD VIGO MESTANZA
 : FELY ENMELINE OCLOCHO GARCÍA
 : AMAZONAS
 : MAINO-MAGDALENA-TINGO
 : CARACTERIZACIÓN

Departamento

Distritos

Análisis solicitado

Provincia : CHACHAPOYAS
Fecha : 27/12/2016
B.V. :

RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO:

N° de lab.	MUESTRA	pH (1:1)	C.E. (1:1) (mSc/m)	P	K	C	M.O	N	Análisis Mecánico		Clase textural	CIC meq/100g	Cationes cambiables Meq/100g					Suma de Cationes meq/100g	Suma de Bases meq/100g	%Sat. De Bases	
									Arena	Limo			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺				
1257	B01-Maino	5.47	0.16	7.16	71.75	2.63	4.53	0.23	76.2	9.3	14.6	Fr.A.	30.40	11.84	1.93	0.29	0.32	0.12	14.49	14.37	47
1258	B02-Maino	4.66	0.16	13.70	89.85	2.51	4.33	0.22	59.4	20.0	20.6	Fr.Ar.A	16.00	5.68	0.40	0.32	0.10	0.44	6.94	6.50	41
1259	B03-Maino	4.68	0.21	8.70	104.75	3.89	6.70	0.33	75.8	9.6	14.6	Fr.A.	18.40	11.32	1.70	0.41	0.09	0.53	14.06	13.52	73
1260	B04-Maino	5.38	0.15	15.62	47.77	2.29	3.94	0.20	64.2	17.3	18.6	Fr.A.	28.00	9.97	1.63	0.23	0.17	0.10	12.10	12.00	43
1261	B05-Maino	4.99	0.11	17.35	51.79	1.71	2.96	0.15	60.2	17.3	22.6	Fr.Ar.A	24.00	9.39	1.17	0.26	0.11	0.42	11.34	10.92	46
1262	B06-Maino	4.29	0.18	21.88	88.02	3.43	5.91	0.30	63.8	17.6	18.6	Fr.A.	6.40	3.34	0.53	0.44	0.21	0.37	4.89	4.52	71
1263	B07-Maino	3.91	0.19	27.36	41.22	1.20	2.07	0.10	64.2	17.3	18.6	Fr.A.	7.20	2.68	0.17	0.34	0.35	3.82	3.53	49	

A.=Arena; A.Fr.=Franco Arenoso; Fr.A.=Franco Arcilloso; Fr.L.=Franco Limoso; L.=Limoso; Ar.=Arcilloso
 Fr.Ar.A.=Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar.L.=Franco Arcillo Limoso; Fr.Ar.L.=Franco arcillo limoso; Ar.A.=Arcillo Arenoso; Ar.L.=Arcillo Limoso

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS
 Ing. Laidy Charalainja Boscán Rivera
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS



RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO:

N° de lab.	MUESTRA	pH (1:1)	C.E. (1:1) (mSc m)	P		K	C	M O	N	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC meq/100g	Cationes cambiables Meq/100g					Suma de Cationes meq/100g	Suma de Bases meq/100g	%Sat. De Bases
				ppm						Arena	Limo	Arcilla			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺			
1278	B02-Magdalena	4.59	0.05	5.33	71.11	1.37	2.36	0.12	81.8	7.6	10.6	A.Fr.	6.40	1.34	0.15	0.23	0.11	0.74	2.57	1.83	29	
1279	B03-Magdalena	4.72	0.03	4.37	62.91	1.71	2.96	0.15	75.8	5.6	18.6	A.Fr.	6.40	1.23	0.14	0.21	0.10	0.66	2.34	1.68	26	
1280	B04-Magdalena	4.17	0.05	4.27	65.61	1.49	2.56	0.13	80.2	7.3	12.6	A.Fr.	4.00	0.74	0.13	0.16	0.33	0.87	2.24	1.36	34	
1281	B05-Magdalena	4.34	0.05	7.83	54.48	1.20	2.07	0.10	77.8	8.6	13.6	A.Fr.	5.60	0.81	0.12	0.19	0.37	0.60	2.10	1.50	27	
1282	B06-Magdalena	4.52	0.02	2.73	18.76	0.63	1.08	0.05	84.2	2.3	13.6	A.Fr.	4.00	0.86	0.13	0.19	0.14	0.24	1.56	1.32	33	
1283	B07-Magdalena	4.32	0.02	1.00	36.93	1.09	1.87	0.09	75.8	8.0	16.2	Fr.A.	4.80	1.20	0.13	0.11	0.23	0.53	2.21	1.68	35	
1284	B08-Magdalena	6.46	0.48	3.02	101.14	0.57	0.99	0.05	78.2	7.3	14.6	Fr.A.	24.00	15.88	0.26	0.30	0.19	0.00	16.63	16.63	69	
1285	B09-Magdalena	4.79	0.02	3.89	36.36	0.86	1.48	0.07	75.8	5.6	18.6	Fr.A.	7.20	1.26	0.11	0.10	0.39	0.38	2.25	1.87	26	
1286	B10-Magdalena	4.53	0.02	1.77	24.72	0.63	1.08	0.05	85.8	6.0	8.2	A.Fr.	6.40	1.09	0.18	0.18	0.39	0.30	2.14	1.84	29	
1287	E01-Magdalena	4.49	0.04	2.54	35.4	2.74	4.73	0.24	81.8	7.6	10.6	A.Fr.	4.00	1.06	0.12	0.09	0.39	0.42	2.09	1.67	42	
1288	E02-Magdalena	4.15	0.06	4.08	46.05	3.54	6.11	0.31	81.8	6.6	11.6	A.Fr.	4.80	1.16	0.15	0.10	0.18	0.41	2.00	1.59	33	
1289	E03-Magdalena	4.05	0.07	3.89	41.54	2.29	3.94	0.20	75.8	7.6	16.6	Fr.A.	5.60	1.62	0.15	0.10	0.16	0.43	2.45	2.03	36	
1290	E04-Magdalena	3.98	0.06	1.87	29.5	0.57	0.99	0.05	85.2	6.3	8.6	A.Fr.	7.20	1.14	0.14	0.11	0.17	0.51	2.07	1.56	22	
1291	E05-Magdalena	4.52	0.08	1.48	71.07	0.63	1.08	0.05	73.4	10.4	16.2	Fr.A.	8.00	2.20	0.18	0.26	0.39	0.48	3.51	3.03	38	

A.=Arenosa; A.Fr.=Arenosa Franca; Fr.A.=Franco Arenoso; Fr.=Franco; Fr.L.=Franco Limoso; L.=Limoso; Ar.=Arcilloso
 Fr.Ar.A.=Franco Arcilloso Arenoso; Fr.Ar.=Franco Arcilloso; Fr.Ar.L.=Franco arcilloso Limoso; Ar.A.=Arcilloso Arenoso; Ar.L.=Arcilloso Limoso

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LUIS ROJAS
 Ing. Leidy Gabriela Bocaballa Rivera
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS



RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO:

N° de lab.	MUESTRA	pH (1:1)	C.E. (1:1) (mS/cm)	P ppm	K ppm	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	C/C meq/100g	Cationes cambiabiles Meq/100g					Suma de Cationes meq/100g	Suma de Bases meq/100g	%Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +H ⁺			
1292	E06-Magdalena	4.25	0.04	9.76	62.01	4.00	6.90	0.34	75.4	8.0	16.6	Fr.A.	4.00	1.38	0.18	0.18	0.39	0.63	2.76	2.12	53
1293	E07-Magdalena	4.45	0.06	2.35	100.63	4.00	6.90	0.34	69.4	12.0	18.6	Fr.A.	5.60	1.84	0.16	0.22	0.12	0.64	2.98	2.34	42
1294	E08-Magdalena	4.18	0.06	6.10	95.81	2.00	3.45	0.17	75.4	8.0	16.6	Fr.A.	4.00	0.86	0.18	0.24	0.12	0.67	2.08	1.41	35
1295	E09-Magdalena	3.94	0.07	7.16	193.28	2.86	4.93	0.25	81.4	6.0	12.6	Fr.A.	8.00	1.32	0.56	0.67	0.39	0.37	3.32	2.95	37
1296	E10-Magdalena	4.35	0.03	7.74	36.13	1.89	3.25	0.16	36.2	19.6	44.2	Ar.	4.00	1.18	0.14	0.21	0.14	0.46	2.13	1.66	42
1297	B01-Tingo	8.14	0.23	4.66	118.1	0.46	0.79	0.04	35.8	14.4	49.8	Ar.	34.88	34.04	0.12	0.55	0.17	0.00	34.88	34.88	100
1298	B02-Tingo	8.11	0.24	10.14	122.2	0.34	0.59	0.03	40.2	17.6	42.2	Ar.	30.68	29.65	0.10	0.54	0.39	0.00	30.68	30.68	100
1299	B03-Tingo	8.34	0.24	4.66	136.84	0.57	0.99	0.05	33.8	13.6	52.6	Ar.	31.73	30.56	0.13	0.66	0.39	0.00	31.73	31.73	100
1300	B04-Tingo	7.59	0.4	9.18	148.93	2.29	3.94	0.20	35.8	21.6	42.6	Ar.	33.21	32.06	0.25	0.62	0.28	0.00	33.21	33.21	100
1301	B05-Tingo	8.39	0.32	19.95	135.67	0.86	1.48	0.07	43.8	17.6	38.6	Fr.Ar.	33.56	32.49	0.11	0.56	0.39	0.00	33.56	33.56	100
1302	B06-Tingo	8.24	0.23	7.83	106.03	1.01	1.75	0.09	44.2	19.6	36.2	Fr.Ar.	30.94	29.92	0.17	0.51	0.34	0.00	30.94	30.94	100
1303	B07-Tingo	8.19	0.3	7.25	81.14	0.53	0.92	0.05	49.8	12.0	38.2	Ar.A.	30.92	29.93	0.17	0.42	0.39	0.00	30.92	30.92	100
1304	B08-Tingo	8.06	0.32	7.16	125.86	1.14	1.97	0.10	60.2	11.3	28.6	Fr.Ar.A	35.21	34.03	0.21	0.57	0.39	0.00	35.21	35.21	100
1305	B09-Tingo	7.77	0.54	6.68	134.22	0.57	0.99	0.05	33.4	12.0	54.6	Ar.	34.15	33.11	0.19	0.65	0.20	0.00	34.15	34.15	100

A.=Arena; A.Fr.=Arena Franca; Fr.A.=Franco Arenoso; Fr.=Franco; Fr.L.=Franco Limoso; L.=Limoso; Ar.=Arcilloso
 Fr.Ar.A.=Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar.=Franco Arcilloso; Fr.Ar.L.=Franco arcillo Limoso; Ar.A.=Arcillo Arenoso; Ar.L.=Arcillo Limoso

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 Ing. Ledy Chelidrip Bobadilla Rivera
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS



"UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS"
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA"
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN SUELOS Y AGUAS



RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO:

N° de lab.	MUESTRA	pH (1:1)	C/E (1:1) (mS/cm)	P	K	C	M.O	N	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC meq/100g	Cationes cambiabiles Meq/100g					Suma de Cationes meq/100g	Suma de Bases meq/100g	%Sat. De Bases
									Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺			
1306	B10-Tingo	7.78	0.66	14.95	155.55	2.40	4.14	0.21	47.8	16.0	36.2	Ar.A.	35.44	34.49	0.17	0.61	0.17	0.00	35.44	35.44	100
1307	E01-Tingo	6.82	0.42	15.53	260.33	6.86	11.82	0.59	31.4	14.4	54.2	Ar.	38.40	31.10	2.86	0.90	0.09	0.00	34.95	34.95	91
1308	E02-Tingo	5.6	0.09	31.69	122.77	6.63	11.43	0.57	46.2	25.6	28.2	Fr.Ar.A	36.00	31.99	1.48	0.55	0.12	0.22	34.36	34.14	95
1309	E03-Tingo	8.38	0.16	26.40	61.14	0.34	0.59	0.03	39.4	20.4	40.2	Ar.	34.34	33.64	0.17	0.42	0.12	0.00	34.34	34.34	100
1310	E04-Tingo	5.64	0.18	18.22	152.75	3.14	5.42	0.27	35.4	18.4	46.2	Ar.	36.00	29.64	1.05	0.67	0.39	0.46	32.22	31.75	88
1311	E05-Tingo	5.81	0.08	16.97	79.42	1.14	1.97	0.10	45.4	12.4	42.2	Ar.A.	32.00	29.16	0.37	0.43	0.22	0.38	30.57	30.18	94
1312	E06-Tingo	6.58	0.27	28.32	270.85	3.73	6.44	0.32	37.4	12.4	50.2	Ar.	40.00	34.06	1.88	0.99	0.32	0.00	37.24	37.24	93
1313	E07-Tingo	6.17	0.15	24.86	156.03	2.13	3.68	0.18	47.8	10.0	42.2	Ar.A.	40.00	31.64	1.21	0.72	0.15	0.00	33.72	33.72	84
1314	E08-Tingo	6.25	0.32	29.67	226.31	2.67	4.60	0.23	41.8	12.0	46.2	Ar.	44.00	34.13	1.50	0.83	0.13	0.00	36.59	36.59	83
1315	E09-Tingo	5.68	0.07	23.90	168.99	1.87	3.22	0.16	43.4	12.4	46.2	Ar.	40.00	33.56	1.69	0.65	0.22	0.15	36.26	36.12	90
1316	E10-Tingo	6.33	0.23	28.99	174.49	1.87	3.22	0.16	39.8	14.0	46.2	Ar.	36.00	32.33	1.36	0.72	0.39	0.00	34.79	34.79	97

A.=Arena; A.Fr.=Arena Franca; Fr.A.=Franco Arenoso; Fr.=Franco; Fr.L.=Franco Limoso; L.=Limoso; Ar.=Arcilloso
 Fr.Ar.A.=Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar.=Franco Arcilloso; Fr.Ar.L.=Franco arcillo Limoso; Ar.A.=Arcillo Arenoso; Ar.L.=Arcillo Limoso

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE CEJA DE SELVA
 Ing. Leahy Gabriela Escobedo Rivera
 RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS

- Anexo 08: Procesamiento estadístico

Medias por alturas

Altitud	pH(1:1)	C.E.	P(ppm)	K(ppm)	C (%)	M.O. (%)	N (%)	CIC (meq/100g)
A1	4.47	0.07	4.16	61.55	1.78	3.06	0.15	6.48
A2	7.19	0.27	16.85	146.88	2.03	3.50	0.17	37.424
A3	4.34	0.11	12.40	56.16	2.14	3.69	0.19	11.04

Altitud	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ H ⁺	% sat. de bases	D.A. (g/cm ³)
A1	1.98	0.17	0.20	0.24	0.50	36.20	0.70
A2	31.98	0.76	0.63	0.26	0.06	95.75	0.98
A3	4.14	0.56	0.27	0.23	0.48	43.30	0.90

Medias por sistemas

Sistema	pH(1:1)	C.E.	P(ppm)	K(ppm)	C (%)	M.O. (%)	N (%)	CIC (meq/100g)
S1	5.83	0.20	9.82	84.87	1.59	2.74	0.14	19.05
S2	4.85	0.10	12.45	91.53	2.38	4.10	0.20	16.04

Sistema	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ H ⁺	% sat. de bases	D.A. (g/cm ³)
S1	13.90	0.42	0.37	0.25	0.28	62.17	0.85
S2	11.50	0.58	0.36	0.24	0.41	54.67	0.87

Pruebas no paramétricas

Kolmogorov Smirnov

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra										
		Altitud	Sistema	pH(1:1)	C.E.	P(ppm)	K(ppm)	C(%)	M.O.(%)	N(%)
N		60	60	60	60	60	60	60	60	60
Parámetros normales ^{a,b}	Media	2.00	1.50	5.34	0.15	11.14	88.20	1.98	3.42	0.17
	Desviación típica	0.82	0.50	1.52	0.14	8.85	58.99	1.34	2.32	0.12
Diferencias más extremas	Absoluta	0.22	0.34	0.24	0.20	0.18	0.15	0.13	0.13	0.12
	Positiva	0.22	0.34	0.24	0.20	0.18	0.15	0.13	0.13	0.12
	Negativa	-0.22	-0.34	-0.13	-0.18	-0.13	-0.12	-0.11	-0.11	-0.11
Z de Kolmogorov-		1.71	2.63	1.87	1.55	1.39	1.18	0.98	0.99	0.91
Sig. asintót. (bilateral)		0.01	0.00	0.00	0.02	0.04	0.13	0.30	0.28	0.37

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra									
		CIC (meq/100g)	Ca+2	Mg+2	K+	Na+	Al+3H+	% sat. de bases	densidad aparente
N		60	60	60	60	60	60	60	60
Parámetros normales ^{a,b}	Media	17.63	12.70	0.50	0.37	0.25	0.35	58.42	0.86
	Desviación típica	14.00	14.13	0.62	0.23	0.12	0.30	28.88	0.21
Diferencias más extremas	Absoluta	0.29	0.30	0.33	0.18	0.17	0.16	0.24	0.10
	Positiva	0.29	0.30	0.33	0.18	0.16	0.16	0.24	0.10
	Negativa	-0.17	-0.21	-0.26	-0.11	-0.17	-0.13	-0.15	-0.07
Z de Kolmogorov-		2.23	2.29	2.58	1.38	1.35	1.21	1.87	0.78
Sig. asintót. (bilateral)		0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.11	0.00	0.58

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

ANOVA a nivel de variables

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH(1:1)	Inter-grupos	103.70	2	51.85	91.28	0.00
	Intra-grupos	32.38	57	0.57		
	Total	136.08	59			
C.E.	Inter-grupos	0.47	2	0.23	19.57	0.00
	Intra-grupos	0.68	57	0.01		
	Total	1.15	59			
P(ppm)	Inter-grupos	1659.22	2	829.61	15.99	0.00
	Intra-grupos	2956.69	57	51.87		
	Total	4615.90	59			
K(ppm)	Inter-grupos	103605.62	2	51802.81	29.03	0.00
	Intra-grupos	101720.23	57	1784.57		
	Total	205325.85	59			
C (%)	Inter-grupos	1.38	2	0.69	0.37	0.69
	Intra-grupos	105.26	57	1.85		
	Total	106.64	59			
M.O. (%)	Inter-grupos	4.12	2	2.06	0.38	0.69
	Intra-grupos	312.76	57	5.49		
	Total	316.88	59			
N (%)	Inter-grupos	0.01	2	0.01	0.42	0.66
	Intra-grupos	0.78	57	0.01		
	Total	0.79	59			
CIC (meq/100g)	Inter-grupos	9651.29	2	4825.65	143.87	0.00
	Intra-grupos	1911.87	57	33.54		
	Total	11563.16	59			
Ca ⁺²	Inter-grupos	11193.97	2	5596.98	547.67	0.00
	Intra-grupos	582.52	57	10.22		
	Total	11776.48	59			
Mg ⁺²	Inter-grupos	3.54	2	1.77	5.32	0.01
	Intra-grupos	18.98	57	0.33		
	Total	22.52	59			
K ⁺	Inter-grupos	2.11	2	1.06	60.63	0.00
	Intra-grupos	0.99	57	0.02		
	Total	3.10	59			
Na ⁺	Inter-grupos	0.01	2	0.01	0.38	0.69
	Intra-grupos	0.79	57	0.01		
	Total	0.80	59			
Al ⁺³ H ⁺	Inter-grupos	2.47	2	1.23	23.37	0.00
	Intra-grupos	3.01	57	0.05		
	Total	5.48	59			
% sat. de bases	Inter-grupos	42317.43	2	21158.72	174.96	0.00
	Intra-grupos	6893.15	57	120.93		
	Total	49210.58	59			
densidad aparente	Inter-grupos	0.81	2	0.40	13.06	0.00
	Intra-grupos	1.77	57	0.03		
	Total	2.58	59			

- Prueba t de student para los sistemas de producción

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
pH(1:1)	Se han asumido varianzas iguales	11.80	0.00	2.62	58	0.01	0.97	0.37	0.23	1.73
	No se han asumido varianzas iguales			2.62	52	0.01	0.98	0.37	0.23	1.73
C.E.	Se han asumido varianzas iguales	6.75	0.01	2.66	58	0.01	0.09	0.03	0.02	0.16
	No se han asumido varianzas iguales			2.66	46	0.01	0.09	0.03	0.02	0.16
P(ppm)	Se han asumido varianzas iguales	4.98	0.03	-1.16	58	0.25	-2.63	2.28	-7.19	1.93
	No se han asumido varianzas iguales			-1.16	54	0.25	-2.63	2.28	-7.20	1.93
K(ppm)	Se han asumido varianzas iguales	11.08	0.00	-0.43	58	0.67	-6.66	15.34	-37.36	24.04
	No se han asumido varianzas iguales			-0.43	44	0.67	-6.66	15.34	-37.57	24.25
C (%)	Se han asumido varianzas iguales	1.40	0.24	-2.35	58	0.02	-0.79	0.33	-1.46	-0.12
	No se han asumido varianzas iguales			-2.35	50	0.02	-0.79	0.33	-1.46	-0.12
M.O. (%)	Se han asumido varianzas iguales	1.41	0.24	-2.35	58	0.02	-1.36	0.58	-2.51	-0.20
	No se han asumido varianzas iguales			-2.35	50	0.02	-1.36	0.58	-2.51	-0.20
N (%)	Se han asumido varianzas iguales	1.32	0.26	-2.31	58	0.02	-0.07	0.03	-0.12	-0.01
	No se han asumido varianzas iguales			-2.31	51	0.03	-0.07	0.03	-0.12	-0.01
CIC (meq/100g)	Se han asumido varianzas iguales	5.29	0.03	0.78	58	0.44	2.84	3.63	-4.42	10.10
	No se han asumido varianzas iguales			0.78	55	0.44	2.84	3.63	-4.43	10.11
Ca⁺²	Se han asumido varianzas iguales	1.03	0.31	0.65	58	0.52	2.40	3.67	-4.94	9.74
	No se han asumido varianzas iguales			0.65	58	0.52	2.40	3.67	-4.94	9.74

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Mg⁺²	Se han asumido varianzas iguales	3.72	0.06	-0.96	58	0.34	-0.15	0.16	-0.47	0.17
	No se han asumido varianzas iguales			-0.96	53	0.34	-0.15	0.16	-0.47	0.17
K⁺	Se han asumido varianzas iguales	8.97	0.00	0.15	58	0.89	0.01	0.06	-0.11	0.13
	No se han asumido varianzas iguales			0.15	49	0.89	0.01	0.06	-0.11	0.13
Na⁺	Se han asumido varianzas iguales	0.86	0.36	0.41	58	0.69	0.01	0.03	-0.05	0.07
	No se han asumido varianzas iguales			0.41	58	0.69	0.01	0.03	-0.05	0.07
Al^{+3H⁺}	Se han asumido varianzas iguales	0.00	0.95	-1.63	58	0.11	-0.13	0.08	-0.28	0.03
	No se han asumido varianzas iguales			-1.63	56	0.11	-0.13	0.08	-0.28	0.03
% sat. de bases	Se han asumido varianzas iguales	1.77	0.19	1.01	58	0.32	7.50	7.46	-7.43	22.43
	No se han asumido varianzas iguales			1.01	57	0.32	7.50	7.46	-7.43	22.43
Densidad aparente (g/cm3)	Se han asumido varianzas iguales	0.43	0.52	-0.55	58	0.59	-0.03	0.05	-0.14	0.08
	No se han asumido varianzas iguales			-0.55	58	0.59	-0.03	0.05	-0.14	0.08

Prueba Tukey para variables

Altitud	pH	Significación
A3	4.3415	b
A1	4.4725	a
A2	7.1935	a

Altitud	C.E.	Significación
A1	.0670	b
A3	.1115	a
A2	.2725	a

Altitud	P(ppm)	Significación
A1	4.1570	b
A3	12.4005	b
A2	16.8505	a

Altitud	K(ppm)	Significación
A3	56.1615	c
A1	61.5475	b
A2	146.8810	a

Alitu	C (%)	Significación
A1	1.7780	a
A2	2.0275	a
A3	2.1415	a

Altitud	M.O. (%)	Significación
A1	3.0645	a
A2	3.4975	a
A3	3.6915	a

Altitud	N (%)	Significación
A1	.1525	a
A2	.1735	a
A3	.1860	a

Altitud	CIC(meq/100g)	Significación
A1	6.4800	c
A3	11.0400	b
A2	37.424	a

Altitud	Ca +2	significación
A1	1.98	b
A2	31.98	a
A3	4.14	b

Altitud	Mg ⁺²	Significación
A1	.1745	b
A3	.5610	b,a
A2	.7595	a

Altitud	K ⁺	Significación
A1	.2035	b
A3	.2650	b
A2	.6285	a

Altitud	Na+	significación
A1	0.24	a, b
A2	0.26	a, b
A3	0.23	b

Altitud	Al+3H ⁺	Significación
A2	.0605	c
A3	.4795	b,a
A1	.5010	a

Altitud	PSB	Significación
A1	36.2	b
A3	43.3	b
A2	95.75	a

Altitud	D. A.	Significación
A1	0.7	b
A2	0.9	a
A3	0.98	a