



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES

TROPICALES

TESIS

“CARACTERIZACIÓN DEL SUELO EN PLANTACIONES DE *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” DE DIFERENTES EDADES, PUERTO ALMENDRA LORETO-PERU, 2022”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES**

PRESENTADO POR:

JILL ILAIS PIÑA GONZALES

ASESORA:

Ing. SARON QUINTANA VASQUEZ, Dra.

COASESOR:

Ing. CARLOS EDUARDO CABUDIVO ESCOBAR, M.Sc.

IQUITOS, PERÚ

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 077-CTG-FCF-UNAP-2023

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 27 días del mes de diciembre del 2023, a horas 08:00 am., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "**CARACTERIZACIÓN DEL SUELO EN PLANTACIONES DE *Cedrelinga cateniformis* Ducke "tornillo" DE DIFERENTES EDADES, PUERTO ALMENDRA LORETO-PERU, 2022**", aprobado con R.D. N° 0406-2022-FCF-UNAP, presentado por la bachiller **JILL ILAIS PIÑA GONZALES**, para optar el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0212-2023-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Segundo Córdova Horna, Dr. : **Presidente**
Ing. Rildo Rojas Tuanama, Dr. : **Miembro**
Ing. Sixto Alfredo Imán Correa, Dr. : **Miembro**

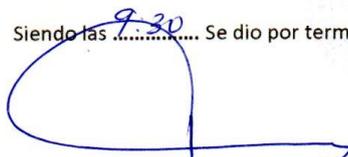
Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: *Satisfactoriamente*

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis han sido: *Aprobada* con la calificación de *Bueno*.

Estando la bachiller apta para obtener el Título Profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales.

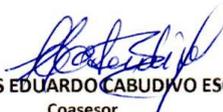
Siendo las *9:30* Se dio por terminado el acto *Académico*


Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, Dr.
Presidente


Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.
Miembro


Ing. SIXTO ALFREDO IMAN CORREA, Dr.
Miembro


Ing. SARON QUINTANA VASQUEZ, Dra.
Asesora

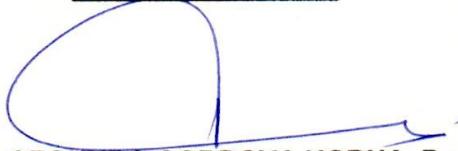

Ing. CARLOS EDUARDO CABUDIVO ESCOBAR, M.Sc.
Coasesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES
TROPICALES**

TESIS

**“CARACTERIZACIÓN DEL SUELO EN PLANTACIONES DE *Cedrelinga
cateniformis* Ducke “tornillo” DE DIFERENTES EDADES, PUERTO
ALMENDRA LORETO-PERÚ, 2022”**

JURADO Y ASESOR



Ing. SEGUNDO CORDOVA HORNA, Dr.
Presidente
Reg. Cip. n° 65032



Ing. RILDO ROJAS TUANAMA, Dr.
Miembro
Reg. Cip. n° 86706



Ing. SIXTO ALFREDO IMAN CORREA, Dr.
Miembro
Reg. Cip. n° 36247



Ing. SARON QUINTANA VASQUEZ, Dra.
Asesora
Reg. Cip. n° 71600



Ing. CARLOS EDUARDO CABUDIVO ESCOBAR, M.Sc.
Coasesor
Reg. Cip. n° 128192

NOMBRE DEL TRABAJO

FCF_TESIS_PIÑA GONZALES.pdf

AUTOR

JILL ILAIS PIÑA GONZALES

RECuento DE PALABRAS

9297 Words

RECuento DE CARACTERES

41601 Characters

RECuento DE PÁGINAS

57 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

618.1KB

FECHA DE ENTREGA

Jan 22, 2024 3:19 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 22, 2024 3:20 PM GMT-5

● **28% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 27% Base de datos de Internet
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, Jehová Dios, por darme la fuerza, fe y la bendición de vivir agradecida de todo lo que me da.

A mis padres: Orfelina Gonzales De Oliveira y Walter Eulogio Piña Pacaya, por haber forjado en mí el deseo de superación en la vida, por todo el amor invertido, tiempo, dedicación y esfuerzo para realizarme como profesional y por hacer de mí una persona de grandes valores.

A mis hermanos: Jacyra, Annie y Paul; y a mi prima Susana, por brindarme su apoyo incondicional y acompañarme en cada etapa de mi vida, confiando siempre en mí para superar cada meta que me proponga en la vida.

AGRADECIMIENTO

A Jehová Dios, por su bondad inmerecida, por la fuerza que me da, que pese a las dificultades continuo en este derrotero con mucho optimismo.

A la plana docente de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, excelentes profesores, por impartirme sus muy bien acertadas enseñanzas, conocimientos científicos que permitieron la culminación de este trabajo, le agradezco de corazón sincero.

Al Doctor Sady García Bendezú, por permitirme realizar los análisis de suelos en su laboratorio, responsable del Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y fertilizantes, de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Finalmente agradezco a mis mentores la Doctora Saron Quintana Vásquez, docente adscrita a la Facultad de Ciencias Forestales, por su gran apoyo en cada etapa de la tesis, que siempre estuvo alentándome a no rendirme, porque, todo premio viene con un gran esfuerzo; al Ingeniero Agrónomo, Carlos Eduardo Cabudivo Escobar M.Sc., por su gran apoyo en el análisis de los datos e interpretación de los resultados, por su gran paciencia, que sin su apoyo no hubiera sido posible culminar esta etapa académica.

INDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACION	ii
JURADO Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Bases teóricas	4

1.3	Definición de términos	10
	CAPITULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	11
2.1	Formulación de la hipótesis	11
2.2	Variables y su operacionalización	12
	CAPITULO III: METODOLOGÍA	13
3.1.	Tipo y diseño	13
3.2.	Diseño muestral	14
3.3.	Procedimientos de recolección de datos	15
3.4.	Procesamiento y análisis de datos	24
3.5.	Aspectos éticos	24
	CAPITULO IV: RESULTADOS	25
	CAPITULO V: DISCUSIÓN	52
	CAPITULO VI: CONCLUSIONES	54
	CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	55
	CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	56
	ANEXO	59
1.	Matriz de consistencia	60
2.	Mapa de ubicación de la zona de estudio	61

3. Instrumento de recolección de datos	62
4. Estadística complementaria	63
5. Panel fotográfico	64

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág	
Tabla 1	Operacionalización de Variables	12
Tabla 2	Características de la plantación de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke.	14
Tabla 3	Coordenadas de las calicatas por parcela	16
Tabla 4	Niveles críticos de potencial de hidrógeno (pH)	19
Tabla 5	Niveles críticos de conductividad eléctrica (C.E.)	20
Tabla 6	Niveles críticos de materia orgánica (MO)	20
Tabla 7	Niveles críticos del nitrógeno	20
Tabla 8	Niveles críticos de fósforo	21
Tabla 9	Niveles críticos de potasio	21
Tabla 10	Niveles de textura	22
Tabla 11	Niveles de capacidad de intercambio catiónico (CIC)	22
Tabla 12	Niveles de cationes cambiables de calcio (Ca) y Magnesio (Mg)	23
Tabla 13	Niveles de cationes cambiables de potasio (K) y sodio (Na)	23
Tabla 14	Niveles de cationes saturación de bases	24
Tabla 15	Densidad de suelos	25

Tabla 16	Textura del suelo	27
Tabla 17	Coeficientes hídricos	29
Tabla 18	pH de las muestras de suelo	31
Tabla 19	Clasificación de la materia orgánica (M.O)	33
Tabla 20	Clasificación del nitrógeno (N) de las muestras de suelo	35
Tabla 21	Clasificación de fósforo (P) de las muestras de suelo	37
Tabla 22	Clasificación de potasio (K) de las muestras de suelo	39
Tabla 23	Clasificación de los cationes cambiabales de las muestras de suelo	41
Tabla 24	Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC)	45
Tabla 25	Clasificación de la conductividad eléctrica (C.E.)	47
Tabla 26	Niveles críticos de saturación de bases (%)	49
Tabla 27	Análisis estadístico de contraste de Pearson	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Densidad de suelos	26
Figura 2. Textura de Suelos	28
Figura 3. Coeficientes hídricos	30
Figura 4. pH de las muestras de suelo	32
Figura 5. Materia orgánica de las muestras de suelo	34
Figura 6. Nitrógeno (N) de las muestras de suelo	36
Figura 7. Fósforo (P) de las muestras de suelo	38
Figura 8. Potasio (K) de las muestras de suelo	40
Figura 9. Cationes cambiabiles del suelo	42
Figura 10 Cationes cambiabiles de Ca ⁺²	42
Figura 11 Cationes cambiabiles de Mg ⁺²	43
Figura 12 Cationes cambiabiles de K	43
Figura 13 Cationes cambiabiles de Na ⁺²	44

Figura 14	Cationes cambiabales de $Al^{+3}H^{+}$	44
Figura 15	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	46
Figura 16	Conductividad eléctrica (C.E)	48
Figura 17	Saturación de bases (%)	50

RESUMEN

El estudio se realizó en el “Centro de Investigación y enseñanza Forestal Puerto Almendra (CIEFOR), de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), está ubicado en la margen derecha del río Nanay a 22 km en dirección Sur Oeste de la ciudad de Iquitos, (3° 49' 40" LS y 73° 22'30" LO), a una altitud aproximada de 122 msnm, pertenece al “Distrito de San Juan Bautista”, “Provincia de Maynas”, “Región Loreto” (UNAP, 2019, p.1).

El objetivo fue caracterizar el suelo de plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” de diferentes edades. La importancia de investigar los niveles críticos del suelo radica en que estos resultados nos posibilitan hacer las recomendaciones de medidas correctivas para mejorar la calidad del suelo.

Por ello se ha determinado el estado actual de las propiedades físicas y químicas del suelo, los cuales son similares a los de un bosque natural, el pH es extremadamente ácido, la textura es franco arenosa, el contenido de materia orgánica es muy bajo en los primeros años de la plantación y va mejorando con los años, a partir de los 43 años de edad son similares a los de un bosque natural, esto ocurre de igual manera para la materia orgánica y el nitrógeno, y respecto al aluminio se encuentra muy elevado llegando a niveles de toxicidad.

Las plantaciones homogéneas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke, no mejoran las condiciones iniciales del suelo, pero tampoco la degradan, se ha podido demostrar que pasado los 15 años de edad las características iniciales del suelo empiezan a regenerarse y se recomponen con similares características del suelo del bosque natural.

Palabras Claves: Caracterización, Plantaciones, Bosque, Suelos, Nutrientes.

ABSTRACT

The study was carried out at the "Puerto Almendra Forestry Research and Education Center (CIEFOR), of the National University of the Peruvian Amazon (UNAP), located on the right bank of the Nanay River, 22 km south-west of the city. from Iquitos, (3° 49' 40" LS and 73° 22' 30" LO), at an approximate altitude of 122 masl, belongs to the "District of San Juan Bautista", "Province of Maynas", "Loreto Region" (UNAP, 2019, p.1).

The objective was to characterize the soil of *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke "tornillo" plantations of different ages. The importance of investigating critical soil levels is that these results enable us to make recommendations for corrective measures to improve soil quality.

For this reason, the current state of the physical and chemical properties of the soil has been determined, which are similar to those of a natural forest, the pH is extremely acidic, the texture is sandy loam, the organic matter content is very low in the first years of the plantation and improves over the years, after 43 years of age they are similar to those of a natural forest, this occurs in the same way for Organic matter and Nitrogen and with respect to the Aluminum is very high reaching levels of toxicity.

The homogeneous plantations of *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke, do not improve the initial soil conditions, but they do not degrade it either. It has been possible to demonstrate that after 15 years of age the initial characteristics of the soil begin to regenerate and are recomposed with similar characteristics of the natural forest floor.

Keywords: Characterization, Plantations, Forest, Soils, Nutrients.

INTRODUCCIÓN

Según la FAO (2020), el 45% de bosques corresponden al trópico, de los cuales América del sur es la que cuenta con mayores áreas protegidas con un 31%. Lo que está originando la disminución de áreas para el aprovechamiento forestal, con su consecuente criminalización del sector al aplicar leyes más estrictas, surgen como alternativas el uso de madera de bosques manejados y plantaciones forestales, pero que hasta la fecha no han sido del todo atractivas, urge encontrar mejores rendimientos y disminución de turnos tecnológicos, necesitamos que se infunda un cambio transformador en la manera en que producimos.

Una manera de mejorar el aprovechamiento sostenible es mediante el manejo de la fertilidad del suelo en plantaciones forestales del trópico, es una práctica muy poco frecuente, porque se desconoce las características del suelo, pero es de suma importancia para asegurar la calidad de la madera de plantaciones y contribuir a conservar la mayor cantidad de área boscosa del mundo al disminuir la presión sobre los bosques.

En este sentido para comprender la fertilidad del suelo de las plantaciones es necesario conocer las características del suelo en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” de diferentes edades, Puerto Almendra, Loreto-Perú, 2022.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Si queremos que una plantación forestal sea exitosa con altos rendimientos y con turnos de aprovechamiento más corto, tenemos que tomar atención a la fertilidad del suelo y los requerimientos nutricionales de la planta, puesto que “si un elemento falta o es deficiente, puede ocasionar que el crecimiento de la planta sea anormal y por lo consiguiente produzca un bajo rendimiento” (Solorzano, 1998, p.51).

Para que una plantación con fines forestales sea exitosa debe ser manejada de manera oportuna y apropiada desde la germinación hasta la cosecha de la madera; (Rojas, 2015, p.81).

Manejar la fertilidad del suelo es una práctica que casi no se aplica en el sector forestal tropical y este componente es de gran importancia para alcanzar mejores rendimientos y disminución en los turnos de aprovechamiento, la fertilidad del suelo, implica aspectos químicos, físicas y biológicas de los suelos estas propiedades varían según el clima y según el manejo que se dé (Arias, 2007) Mencionado por (Rojas, 2015, p.81).

Es preciso tener conocimiento que las plantaciones forestales pueden causar disminución en la fertilidad del suelo, (Osorio, 2008) y (Rojas, 2015, p.81).

Los requerimientos nutricionales de los árboles maderables son nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), y azufre (S), y micronutrientes el hierro (Fe), cobre (Cu), cloro (Cl), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), níquel (Ni) y molibdeno (Mo), los cuales son absorbidos por la planta en medio líquido (agua). Además, el carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O)

son tomados del aire vía fotosíntesis y del agua del suelo (Alvarado, 2007), Mencionado por (Rojas, 2015, p.81).

Rojas (2015, p.81) estudió *Eucalyptus globulus*, necesita suelos preferiblemente franco arenosos o arcillosos, profundos y bien drenados y un valor de pH de 5,0-7,0 para su correcto desarrollo, siendo el fósforo el determinante de crecimiento de la especie, recomienda nitrógeno y fosfato en fracciones de 100 kg ha⁻¹ antes de los 9 meses después de la siembra con adición de 50 kg ha⁻¹ K. Las deficiencias también deben corregirse agregando los nutrientes que faltan al suelo.

Los indicadores más importantes de la fertilidad del suelo son: el (pH), materia, carbonatos (CO₃Ca), orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE), fósforo (P), potasio (K), nitrógeno (N), y capacidad de intercambio catiónico (CIC). Juárez (2018, p. 138).

Juárez (2018, p. 138) encontró en suelos de banano cultivados en el Valle del Río Chira que el CaCO₃ varía de 0 a 15,5; la conductividad eléctrica de 0,15 a 2,87 dS/m, el pH es neutro a moderadamente alcalino; 6,80 a 8,25; la materia orgánica y el nitrógeno son muy bajos, el potasio y el fósforo son medios, la CIC varía de baja a alta, las clases texturales son franco arcillosos (46,6 %), francos (26 %) y franco arenosos (17,5 %), y densidad aparente son 1,29- 1,48 g/cm³.

Rodríguez (2016, p.103), en suelos desérticos de pampas de La Joya – Arequipa reportó, presencia de metales ecotóxicos de plomo (6,00 a 9,00 mg/Kg), arsénico (12,04 a 18,73 mg/Kg), bario (101,88 a 175,09 mg/Kg), cadmio (0,60 a 0,90 mg/Kg), cromo (16,16 a 22,08 mg/Kg) y aluminio (11034,57 a 15371,02 mg/Kg)

los cuales no superan los ECAS a excepción del cromo y aluminio. Son suelos de tipo francos, con una MO (1,18 a 1,21 %), CIC de (9,12 a 16,80 meq/100g), fosfatos (0,59 a 0,81 mg/Kg), cloruros (1137,50 a 1143,20 mg/Kg), nitratos (0,40 a 0,70 mg/Kg), sulfatos (391,20 a 447,12 mg/Kg), pH (6,46 a 6,90), CE (24,5 a 25,3 mS/cm) y salinidad (14,8 a 15,3).

Cabalceta y Molina (2006, p.14), estudiaron los niveles críticos de Ca, Mg, K, P, S, Cu, Zn y Mn en Inceptisoles, Ultisoles, Andisoles y Vertisoles de Costa Rica.

1.2. Bases teóricas

Determinar el nivel crítico de un elemento es muy importante para evaluar su disponibilidad para las plantas. Un nivel crítico se define como la concentración de un elemento por encima de la cual hay poca probabilidad de un aumento notable en la producción debido al uso del elemento, mientras que los valores más bajos probablemente corresponden a una producción deficiente, (Cabalceta y Molina, 2006, p.14).

La cantidad de nutrientes relacionados con la parte aérea del bosque depende, entre otras cosas de la composición florística, de la edad y la región bioclimática donde se desarrolla. La biomasa acumulada y la cantidad total de nutrientes en el bosque crecen con la edad del bosque hasta la madurez, Alvarado y Raigoza (2012, p. 416).

Conocer el estado nutricional de un bosque o plantación forestal requiere de un inventario, con el cual, además de la fertilidad del ecosistema, es posible comprender todas las condiciones que pueden cambiar el mecanismo normal de ingesta de alimentos del árbol, Alvarado y Raigoza (2012, p. 416).

El análisis del suelo se refiere a determinar la cantidad de nutrientes minerales presentes en el suelo, que los árboles pueden usar para satisfacer sus necesidades fisiológicas, resultados de este tipo de análisis y su relación con las variables de crecimiento de los árboles pueden utilizarse para determinar los niveles críticos y de toxicidad para cada elemento y especie, Alvarado y Raigoza (2012, p. 416).

Análisis de suelos

Una prueba de suelo de rutina es una guía que describe la disponibilidad de nutrientes y el potencial de absorción de nutrientes. (Espinoza, *et al.* 2014, p. 1).

El análisis del suelo es un método químico utilizado para evaluar la capacidad del suelo para producir nutrientes. El análisis solo mide la cantidad de nutrientes potencialmente disponibles para la planta y es solo un diagnóstico del suelo (Sierra *et al.*, 2017, p.2).

Textura

La textura es una de las propiedades físicas más importantes del suelo, es una expresión cualitativa y cuantitativa del tamaño de las partículas minerales que componen el suelo, cualitativa porque advierte sobre el comportamiento del suelo según su naturaleza y tamaño de componentes minerales, cuantitativo porque muestra la proporción relativa (%) de las partículas de arena, limo y/o Arcilla, (Juárez, 2018, p. 61).

La textura afecta la porosidad, la aireación, la retención y movilidad del agua, la escorrentía superficial y la infiltración, el drenaje y la permeabilidad, el desarrollo y la estabilidad de la estructura agregada, la susceptibilidad a la erosión, la

fertilidad del suelo y el contenido de materia orgánica. También puede afectar prácticas agronómicas como el cultivo, la fertilización y la adaptación de las plantas en el suelo en cuestión, (Juárez, 2018, p. 61).

pH del suelo

El pH define la acidez o alcalinidad de los suelos, refleja la concentración del hidrogeno (H^+) en el suelo, (Sierra *et al*, 2017, p.4).

El pH del suelo es la determinación química más importante, refleja muchas condiciones en el suelo, afecta la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes, está relacionado con la actividad microbiana, afecta directamente la diversidad y población de microorganismos del suelo. (Juárez, 2018, p.40).

Los suelos neutros tienen un pH de 6,6-7,4, los extremadamente ácidos tienen $pH < 4,5$ y altamente alcalinos tienen un $pH > 8,5$ se espera que en suelos neutros haya un equilibrio entre H^+ y OH^- , mientras que los suelos ácidos hay mayor número de iones de H^+ y en suelos alcalinos hay un mayor número de iones de OH^- (Sierra *et al*, 2017, p.4).

Debido a la escasez de cationes básicos tales como calcio, magnesio, potasio y sodio los suelos son ácidos, también el material de origen o los procesos pedogenéticos favorecen la pérdida de cationes, (Catani y Gallo, citados por Da Silva, 2006).

La formación de acidez es un proceso que ocurre cuando los cationes básicos adsorbidos en el complejo coloidal son repelidos por los iones H. Así, cuanto menor es la capacidad de intercambio catiónico de los cationes básicos, más ácido es el suelo. (Califra, 2012, p.23-24).

La mayoría de los nutrientes suelen estar adecuadamente disponibles a un pH neutro de 7 (Sierra *et al*, 2017, p.4).

Conductividad eléctrica (CE)

Es un parámetro que sirve para clasificar a un suelo si es o no es salino, mide la concentración de sales presentes en el suelo. (Juárez, 2018, p.37).

Capacidad de intercambio catiónico

Es definida como la suma de cargas negativas que un suelo posee a un pH específico, y que son capaces de retener iones de signo positivo (cationes), se expresa en centimoles de carga por kilogramo de suelo seco a estufa (cmol c kg⁻¹) (Califra, 2012, p. 14).

Materia orgánica (M.O.)

Está constituida por aquellas sustancias de origen animal o vegetal que se acumulan en el suelo o se incorporan a él, influye en las propiedades químicas del suelo, además la descomposición de la materia orgánica tiene una reacción ácida, lo cual puede modificar el pH del suelo (Juárez, 2018, p.37).

La composición elemental de la MOS en promedio tiene 50 % de carbono 40 % de oxígeno y 3 % de nitrógeno, con pequeñas cantidades de fósforo, potasio, calcio, magnesio y otros elementos como micronutrientes. (Lao, 2017, p. 4).

Saturación de Bases

La proporción de posiciones de intercambio ocupadas o neutralizadas por cationes alcalino térreos como calcio (Ca⁺²) y magnesio (Mg⁺²) y alcalinos potasio (K⁺) y sodio (Na⁺), considerados globalmente como “bases” intercambiables, en algunos suelos pueden encontrarse iones de aluminio (Al⁺³)

y en menor medida hidrógeno (H^+). Cuando el número de iones Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , y Na^+ disminuye y aumenta el número de iones H^+ y Al^{+3} , disminuye el pH. (Califra, 2012, p. 14).

Nitrógeno (N)

El nitrógeno es uno de los principales macro elementos primarios necesarios para los cultivos, ya que cumple un rol importante en el crecimiento y desarrollo de los mismos. (Juárez, 2018, p.37).

Fósforo (P)

El fósforo es un macro-elemento esencial para el crecimiento de las plantas, participa en los procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la síntesis y degradación de los carbohidratos, por lo general la cantidad del fósforo disponible en el suelo es muy baja en comparación con la demanda del cultivo, (Juárez, 2018, p.52).

El fósforo del suelo puede ser orgánico e inorgánico. (Juárez, 2018, p.52).

Potasio (K)

Uno de los macronutrientes esenciales más importantes es el potasio, cumple funciones vitales en la fisiología vegetal y por lo tanto su deficiencia origina importantes mermas en el rendimiento. (Juárez, 2018, p.52).

Actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, las deficiencias de potasio no solo pueden determinar pérdidas de rendimiento, sino también pueden afectar la calidad de los productos cosechados. (Juárez, 2018, p.52).

Calcio

Los suelos en regiones húmedas pueden presentar un pH ácido en la capa arable, debido a la remoción de Ca y otros cationes por excesivo lavaje, el contenido de calcio depende principalmente del material parental, contenido de arcilla, materia orgánica, así como del grado de meteorización y lixiviación. (Lao, 2017, p. 16).

Magnesio

El magnesio en el suelo proviene de la meteorización de rocas (Azabache, 2003). Su contenido varía desde 1 g/kg en suelos arenosos de regiones húmedas a 40 g/kg en suelos de textura fina de zonas áridas, formados de material parental alto en Mg. A su vez, el Mg^{2+} cambiante normalmente varía entre 4 a 20 % de la capacidad de intercambio catiónico (Lao, 2017, p. 17).

Aluminio

El aluminio en exceso reduce la disponibilidad de otros nutrientes en el suelo y en altas concentraciones llegan a causar daño a las plantas por toxicidad, provocan la infertilidad de los suelos (Vitorello, 2005; Lafitte, 2001). Mencionado por (Toledo 2016, p.26).

En general, es deseable que en los suelos agrícolas los elementos sodio y aluminio estén en menor cantidad que los nutrientes calcio, magnesio y potasio (Toledo 2016, p.26).

1.3. Definición de términos básicos

Árboles: tienen un fuste y una copa bien diferenciada, son plantas leñosas perennes (Lindorf *et al.* 1991, p. 9).

Bosque: área cubierta de árboles al natural o en plantaciones, (Malleux, 1982, p. 386).

Suelo: es un ente natural vivo, dinámico, tridimensional, sobre el cual crecen y se desarrollan la mayoría de las plantas (Sánchez, 2019, p.1).

Plantaciones: formaciones forestales sembradas. (Lindorf *et al.* 1991, p. 9).

Perfil del suelo: un corte transversal del terreno hasta alcanzar el material parental o la roca y está compuesto por horizontes. (INATEC, 2016; p.6).

Textura del suelo: proporción de arena, limo y arcillas; y esto determina los tipos de suelos. (INATEC, 2016; p.9).

Propiedades físicas del suelo: son parámetros medibles como la densidad, porosidad, textura, estructura, temperatura. (INATEC, 2016; p.7).

Propiedades químicas de los suelos: son propiedades con el pH, CE, CIC, Nutrientes, MO, Saturación de Bases, etc. (INATEC, 2016; p.14).

Capacidad de intercambio catiónico: capacidad que tiene un suelo agrícola de retener y aportar los nutrientes de carga positiva llamada cationes (INATEC, 2016; p.15).

CAPITULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

Hipótesis general:

Hi: Los niveles críticos de las características del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo”, está influenciada por la edad de la plantación, en Puerto Almendra Loreto-Perú, 2022.

Hipótesis específicas:

Hi1: Hipótesis Nula

Las características del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo”, no presentan mejores niveles críticos a mayor edad, Puerto Almendra Loreto-Perú, 2022.

Hi2: Hipótesis Alternativa:

Las características del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo”, presentan mejores niveles críticos a mayor edad, Puerto Almendra Loreto-Perú, 2022.

2.2. Variables y su Operacionalización

La variable independiente (X) es el suelo de las plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “Tornillo” de diferentes edades del CIEFOR y la variable dependiente (Y) son los niveles críticos de las características del suelo.

Tabla N° 01. Operacionalización de Variables

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza.	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
V. Independiente (X)					
Suelo de las plantaciones de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke “tornillo” de diferentes edades Del CIEFOR	Medio en el cual se desarrollan los árboles de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke “tornillo” de diferentes edades Del CIEFOR Puerto Almendra Loreto-Perú, 2022.	Cualitativo con enfoque cuantitativo	Tipo de suelo	Nominal	Formato Anexo 01
V. Dependiente (Y)					
Niveles críticos de las características del suelo	Nivel de disponibilidad del elemento en el suelo	Cualitativo con enfoque cuantitativo	Alto, medio, bajo	Nominal	Lista de datos en sus unidades correspondientes Lista de datos en %

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño

La investigación es nivel básico, tipo descriptivo, el diseño metodológico es cualitativo, con enfoque cuantitativo; consiste en tomar muestras de suelos de las plantaciones en estudio de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” de diferentes edades en el CIEFOR Puerto Almendra, Loreto- Perú 2022, para caracterizarlas y determinar sus niveles críticos.

Se realizó en las plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” de diferentes edades, instaladas en el CIEFOR Puerto Almendra de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP), ubicado a la margen derecha del río Nanay a 22 Km de distancia en dirección Sur-Oeste desde la ciudad de Iquitos; geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas en (3° 49' 40" LS y 73° 22'30" LO), a una altitud aproximada de 122 msnm, pertenece al Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Región Loreto (UNAP, 2019, p.1), (ver Anexo 02).

Las muestras de suelo, fueron remitidas al Laboratorio de Análisis de Aguas, suelos y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima-Perú. Para realizar los análisis físicos químico de caracterización de suelos.

3.2 Diseño muestral

Población

Conformada por el suelo de las plantaciones de diferentes edades de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” que existen en el CIEFOR Puerto Almendra de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Muestra

Se realizó 5 calicatas por plantación de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” de diferentes edades para realizar la caracterización físico química de los suelos.

Para calcular el tamaño de muestra se utilizó la siguiente ecuación propuesta por Mendoza y Espinoza, (2017, p.24):

$$N = 0.1X + 4$$

Donde: N = Número de muestras

X = Superficie en hectáreas

Tabla N° 02. Características de la plantación de *Cedrelinga cateniformis* Ducke.

Plantación	Edad	Descripción	Distanciamiento (m)	Numero de Muestras
64	15 años	Responsable de siembra de la Plantación Dr. Abrahan Cabudivo Moena y Perito Forestal Javier Saavedra Llerena Octubre 2007, 3.5 ha, referencia, frente al antiguo vivero carretera a Nina Rumi.	5 x 5	N= 0.1X + 4 4.4
17 Grupo 2	36 años	Responsable de instalación Ing. Jomber Chota Inuma, Año de inicio 1986, 0.18 ha. Referencia, Paralelo al campus de aulas de FCF.	3 x 3	4.0
34	43 años	Responsable de instalación Fidel Bazán Blas. Año de	5 x 5	4.0

		Inicio 1979, 0.2448 Ha. Plantación realizada durante las prácticas curriculares a diferentes distanciamientos con la especie "tornillo". Referencia Carretera hacia Nina Rumi, frente a la comunidad de Puerto Almendra.	4 x 4 3 x 3	
20	52 años	Responsable de instalación: Juan Aliaga y Charles Jordan. Inicio 1970. Área: 0.12 Ha. (100*12).	3 x 3	4.0
Bosque natural	No definido	Arboretum "El Huayo", Área de conservación insitu. Responsable Dr. Heiter Valderrama Freyre. Parcela 04. Área 1.20 Ha.		4.1

Fuente: Informantes claves.

3.3 Procedimiento de recolección de datos

Se procedió a la ubicación in situ de cada una de las parcelas a ser consideradas en el estudio, luego se seleccionó los sitios de muestreo completamente al azar teniendo en consideración el área de cada una de las parcelas, se confeccionaron 5 calicatas de 1m de profundidad, para mayor precisión por parcela cada calicata estuvo georreferenciada, se extrajo muestras de 1 kg por estrato O_i por lo general son los primeros 10 cm del suelo, se colectó 1 kg por estrato, el estrato A_1 siendo la medida restante de la calicata, la muestra para análisis físico químico fue compuesta que representa al total de la parcela estudiada, tiene la ventaja de que permite un muestreo mayor sin aumentar el número de análisis. (Ver tabla N° 03).

Tabla N° 03. Coordenadas de las calicatas por parcela

N° Parcela	Edad	Área	Repetición	Coordenadas	
64	15 años	3,5 ha	01	18 M 680115	9575997
			02	18 M 680119	9575946
			03	18 M 680083	9575888
			04	18 M 680103	9575863
			05	18 M 680081	9575813
17 Grupo 2	36 años	0,18 ha	01	18 M 680463	9576645
			02	18 M 680464	9576634
			03	18 M 680461	9576630
			04	18 M 680448	9576625
			05	18 M 680439	9576624
34	43 años	0,24 ha	01	18 M 680131	9576043
			02	18 M 680130	9576054
			03	18 M 680130	9576084
			04	18 M 680123	9576092
			05	18 M 680125	9576076
20	52 años	0,12 ha	01	18 M 680516	9576539
			02	18 M 680531	9576568
			03	18 M 680560	9576611
			04	18 M 680552	9576630
			05	18 M 680558	9576663
Bosque natural	No definido	1,2 ha	01	18 M 680623	9576177
			02	18 M 680664	9576194
			03	18 M 680671	9576203
			04	18 M 680670	9576234
			05	18 M 680622	9576181

El reporte de los análisis fue de caracterización completa, es decir se consideró las propiedades físicas y químicas, tales como:

La densidad, se realizó por el método del cilindro consistió en introducir un cilindro biselado de volumen conocido en el suelo, enrasando el suelo con los bordes, secar la muestra en estufa a 105° C hasta peso constante y obtener su

valor de la siguiente manera: $DAP (g\ cm^{-3}) = \text{peso suelo seco (g)} \times 100 / \text{volumen del cilindro (cm}^{-3}\text{)}$.

El análisis de textura, por el método del hidrómetro, se cuantificó el % Arena, limo y arcilla, estos valores sirvieron para conocer la clase textural del suelo, además del cálculo de los coeficientes hídricos, para ello se tuvo en cuenta los siguientes factores: propuesto por UNALM (2019, p. 91).

$$\% H.E. = 0.23 (\% \text{ Arena}) + 0.25 (\% \text{ Limo}) + 0.61 (\% \text{ arcilla})$$

$$\% CC = 0.774 \times HE + 4.40 \quad * \text{ Sólo para casos de arena – arena fina Fco. Arenosos}$$

$$\% CC = 0.862 \times HE + 2.62 \quad * \text{ Sólo para casos de suelos arcillosos – Fco. Arcillosos}$$

$$PM = CC / 1.84$$

$$AD = CC - PM$$

El análisis de capacidad de intercambio Catiónico (CIC), por el método de saturación del complejo arcillo-Húmico con acetato de amonio y posterior destilación del nitrógeno por Kjeldahl, propuesto por UNALM (2019, p. 91).

El análisis de cationes cambiables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+), por el método de reemplazo de los cationes absorbidos con acetato de amonio y posterior cuantificación de los cationes por espectrofotometría de absorción atómica, propuesto por UNALM (2019, p. 91).

El análisis de pH, por el método del potenciómetro, mide el grado de acidez o alcalinidad cuantificado a través de la actividad de los iones de hidrógeno, propuesto por UNALM (2019, p. 91).

El análisis de conductividad eléctrica (CE), por lectura con un conductímetro, la medida se realizó en un extracto acuoso en la relación 1:1, propuesto por UNALM (2019, p. 91).

El análisis de materia orgánica (MO), por el método de walkley y Black, por oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio, propuesto por UNALM (2019, p. 91).

El análisis de nitrógeno total, se ha calculado a partir del porcentaje de materia orgánica, propuesto por UNALM (2019, p. 91).

El análisis de fósforo, por el método de Olsen Modificado con extracto NaHCO_3 0,3N pH 8,5; propuesto por UNALM (2019, p. 91).

Análisis de potasio, por el método del acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$) N. pH 7,0; propuesto por UNALM (2019, p. 91).

Análisis de calcio, por el método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.

El análisis de capacidad de intercambio catiónico (CIC), por el método de saturación con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COOCH}_4$) N: pH 7,0; propuesto por UNALM (2019, p. 91).

El análisis de cationes cambiables, de Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , por el método de reemplazamiento con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COOCH}_4$)N: pH 7.0, cuantificado por fotometría de llama y/o absorción atómica, propuesto por UNALM (2019, p. 91).

El análisis de concentración de Al^{+3} H^{++} , por el método de Yuan, extracción con KCL, N; propuesto por UNALM (2019, p. 91).

El análisis de Saturación de bases (%), se da en porcentaje. Se refiere al porcentaje de cationes respecto al valor de la CIC total es:

$$S\% = \frac{(Ca + Mg + Na + K)}{CIC\ Total} \times 100$$

Para la interpretación de los resultados se utilizó la siguiente tabla:

Tabla N° 04. Niveles críticos de potencial de hidrógeno (pH)

N° 1	pH (1: 2,5 en agua)	Nivel
	< 4,4	Extremadamente ácido
	4,5 – 5,0	Muy Fuertemente ácido
	5,1 – 5,5	Fuertemente ácido
	5,6 – 6,0	Moderadamente ácido
	6,1 -6,5	Ligeramente ácido
	6,6 – 7,3	Neutro
	7,4 -7,8	Ligeramente alcalino
	7,9 – 8,4	Moderadamente alcalino
	8,5 – 9,0	Fuertemente alcalino
	> 9,0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: UNALM (2019, p. 91).

Tabla N° 05. Niveles críticos de conductividad eléctrica (C.E.)

N° 2	CE (ms/cm a 25°C)	Nivel	Diagnostico
	< 2	Muy ligeramente salino	Sin problemas de salinidad
	2 - 4	Ligeramente salino	Puede afectar a cultivos sensibles
	4 - 8	Moderadamente salino	Afecta a casi todos los cultivos
	> 8	Fuertemente salino	Solo se pueden cultivar especies tolerantes

Fuente: UNALM (2019, p. 91).

Tabla N° 06. Niveles críticos de materia orgánica (MO)

N° 3	MO %	Nivel	Diagnóstico del suelo
	< 2,0	Bajo	Mineralizada, baja aptitud para regadío
	2 - 4	Medio	Mineral-Orgánico
	> 4	Alto	Orgánico, buenas aptitudes generales

Fuente: UNALM (2019, p. 91).

Tabla N° 07. Niveles de críticos del nitrógeno

N° 4	Nitrógeno	Nivel
	0 - 0,1	Bajo
	0,1 - 0,2	Medio
	> 0,2	Alto

Fuente: INIA (<https://youtu.be/VxiUUEm7Q>)

Tabla N° 08. Niveles críticos de fósforo

N° 5	Fósforo (ppm)	Nivel	Tipo de fertilización recomendada
	Menos de 7	Bajo	Reserva + restitución
	7 - 14	Medio	Reserva (suave) + restitución
	Más de 14	Alto	Restitución

Fuente: UNALM (2019, p. 91).

Tabla N° 09. Niveles críticos del potasio

N° 6	Potasio (ppm)	Nivel	Tipo de fertilización recomendada
	0 – 50	Muy bajo	Reserva + restitución
	50 – 100	Bajo	Reserva + restitución
	100 – 150	Normal	Reserva (suave) + restitución
	150 – 200	Alto	Restitución
	> 200	Muy alto	Restitución

Fuente: UNALM (2019, p. 91).

Tabla N° 10. Niveles de textura

N° 7	Textura	Nivel
	Gruesa	Arena, Arena fina
	Moderadamente Gruesa	Franco arenoso
	Media	Franco, franco Limoso, Limo
	Fina	Franco arcillo arenoso, franco Arcillo- Limoso, Franco Arcilloso
	Muy Fina	Arcilla Arenosa, Arcilla Limosa, Arcilla

Fuente: UNALM (2019, p. 91).

Tabla N° 11. Niveles de capacidad de intercambio catiónico (CIC)

N° 8	CIC	Nivel
	Muy bajo	< 6,0
	Bajo	6,0-12,0
	Medio	12,0-25,0
	Alto	25,0-40,0
	Muy Alto	> 40,0

Fuente: UNALM (2019, p. 91).

Tabla N° 12. Niveles de cationes cambiables de calcio (Ca) y Magnesio (Mg)

N° 9	Cationes cambiables en meq/100 g	Nivel	Cationes cambiables en meq/100 g
	Ca		Mg
	< 2,0	Muy bajo	< 0,3
	2,0-5,0	Bajo	0,3-1,0
	5,0-10,0	Medio	1,0-3,0
	10,0-20,0	Alto	2,0-8,0
	> 20,0	Muy Alto	> 2,0

Fuente: UNALM (2019, p. 91).

Tabla N° 13. Niveles de cationes cambiables de potasio (K) y sodio (Na)

N° 10	Cationes cambiables en meq/100 g	Nivel	Cationes cambiables en meq/100 g
	K		Na
	< 0,2	Muy bajo	< 0,1
	0,2-0,3	Bajo	0,1-0,3
	0,3-0,6	Medio	0,2-0,7
	0,6-1,2	Alto	0,7-2,0
	> 1,2	Muy Alto	> 2,0

Fuente: UNALM (2019, p. 91).

Tabla N° 14. Niveles de cationes saturación de bases

N° 11	Saturación de bases (%)	Nivel
	< 35	Baja
	35-80	Media
	> 80	Alta

Fuente: UNALM, 2019, p. 91-92

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Con la finalidad de conocer el comportamiento estadístico de las características físico químicas del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo”, está influenciada por la edad de la plantación, se efectuó una prueba de normalidad para saber si los datos son paramétricos o no paramétricos, (ver anexo N° 04), efectivamente comprobamos que nuestros datos son paramétrico, por lo que correspondió efectuar una prueba de correlación de Pearson , para determinar la asociación entre las variables de estudio y su calificación respectiva, se ha utilizado el software IBM SPSS Statistics 25 y Excel.

3.5. Aspectos éticos

Esta investigación se realizó respetando los cuatro principios éticos básicos: la autonomía, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia. Como se trata de una investigación experimental los resultados son confiables y replicables para su verificación. Así también se ha respetado los derechos de autor en cada párrafo.

CAPITULO IV: RESULTADOS

Resultados descriptivos

4.1.- Caracterización física del suelo de plantaciones de *Cedrelinga cateniformis*

Ducke “tornillo” de diferentes edades, Puerto Almendra Loreto-Perú, 2022.

a) Densidad y Porosidad

FAO, (2023, p.1), la densidad se refiere al peso por volumen del suelo. En la tabla N° 15 y figura 01, se muestra la densidad aparente del suelo analizado, la cual varía con la proporción de elementos constituyentes del suelo.

Tabla N° 15. Densidad de suelos

Edad	Estrato	Densidad Aparente (g/cm ³)	Nivel crítico
15 años	Oi	0,972	Muy bajo
	A1	1,252	Medio
36 años	Oi	0,672	Muy bajo
	A1	1,381	Medio
43 años	Oi	1,026	Bajo
	A1	1,205	Medio
52 años	Oi	0,791	Muy Bajo
	A1	1,285	Medio

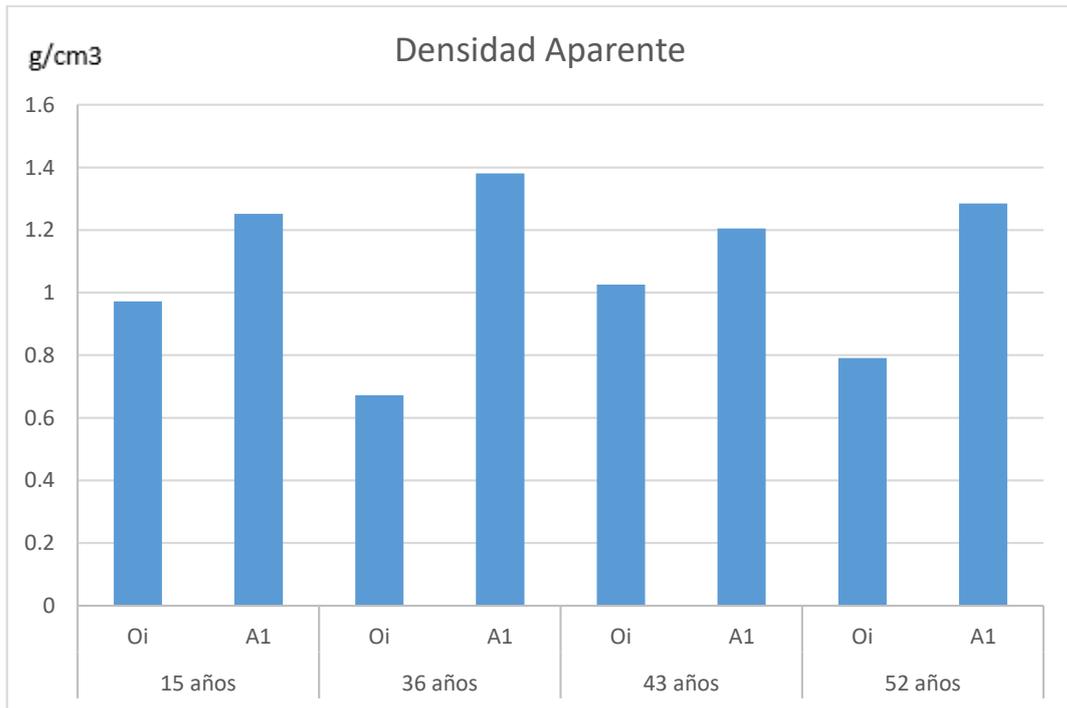


Figura N° 01. Densidad de suelos (g/cm³)

b) Textura

En la Tabla N° 16 y figura 02, se aprecia la clase textural del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* Ducke de diferentes edades, se caracterizan por presentar una clase textural de Franco Arcillo Arenoso y Franco Arenoso.

Tabla N° 16. Textura del suelo

Edad	Estrato	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla(%)	Clase Textural
15 años	Oi	72	13	15	Fr.A.
	A1	58	15	27	Fr. Ar.A.
36 años	Oi	78	9	13	Fr.A.
	A1	62	11	27	Fr.Ar.A
43 años	Oi	78	7	15	Fr.A.
	A1	66	15	19	Fr.A.
52 años	Oi	68	15	17	Fr.A.
	A1	58	15	27	Fr.Ar.A.
Bosque	Oi	68	28	4	Fr.A.
	A1	66	28	6	Fr.A.

Fr. Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso

Fr.A.= Franco arenoso

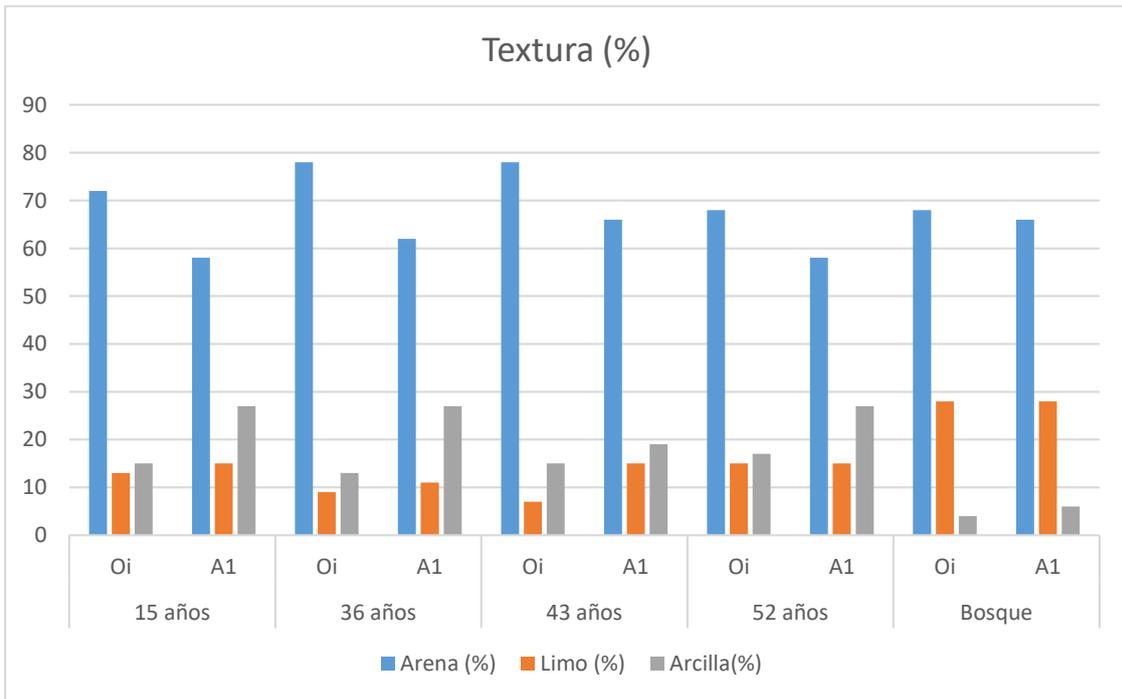


Figura N° 02. Textura de suelos

c) Coeficientes hídricos

Los Coeficientes Hídricos del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* Ducke de diferentes edades, están relacionados con la textura, a partir de los datos de textura se pueden encontrar la Humedad equivalente (HE), Capacidad de campo (CC), Punto marchitez (PM) y Agua disponible (AD), tal como se muestra en la Tabla N° 17 y la figura N° 03.

Tabla N° 17. Coeficientes hídricos

Edad	Estrato	Coeficientes hídricos			
		Humedad equivalente (HE) %	Capacidad de campo (CC) %	Punto marchitez (PM) %	Agua disponible (AD) %
15 años	Oi	28,96	26,82	14,57	12,24
	A1	33,56	31,55	17,15	14,40
36 años	Oi	28,12	26,16	14,22	11,94
	A1	33,48	31,48	17,11	14,37
43 años	Oi	28,84	26,72	14,52	12,20
	A1	30,52	28,02	15,23	12,79
52 años	Oi	29,76	27,43	14,91	12,52
	A1	33,56	31,55	17,15	14,40
Bosque	Oi	25,08	23,81	12,94	10,87
	A1	25,84	24,40	13,26	11,14

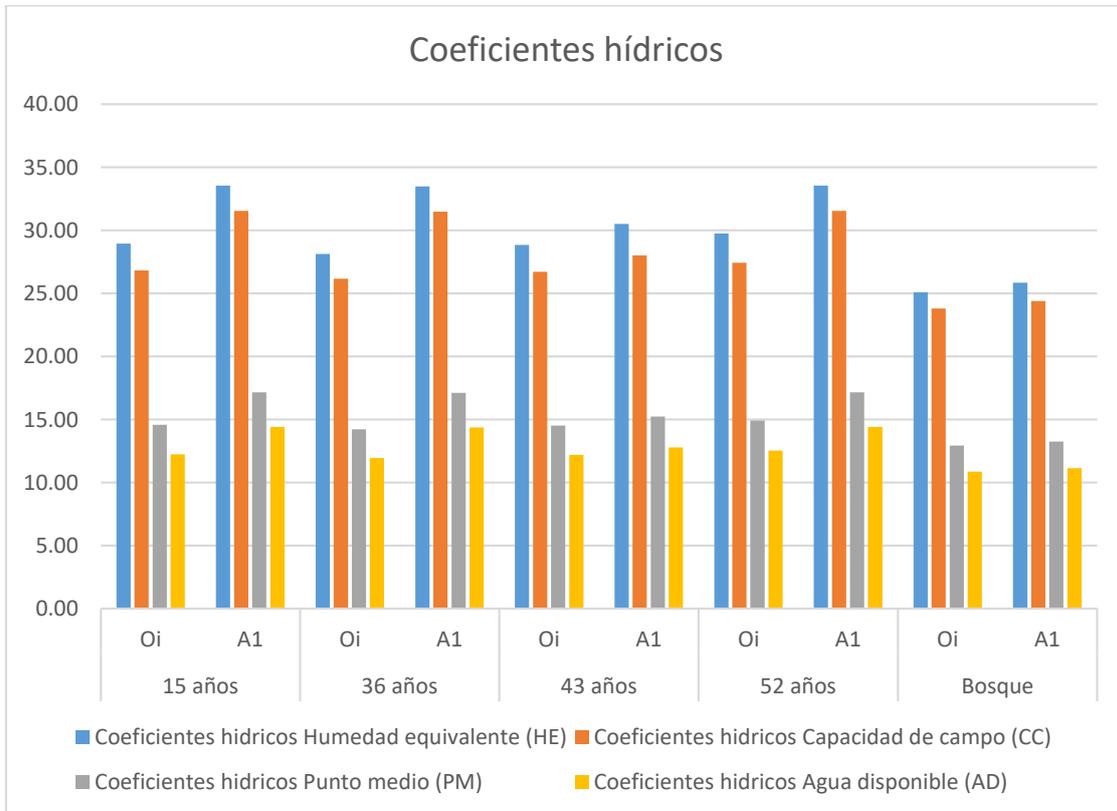


Figura N° 03. Coeficientes hídricos

4.2.- Caracterización química del suelo de plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” de diferentes edades, Puerto Almendra Loreto-Perú, 2022.

a) Potencial de Hidrogeno (pH)

El pH del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* Ducke de diferentes edades, es una de las determinaciones químicas más importantes, en la tabla N° 18 y figura N° 04, se aprecia que se encuentra entre los rangos de 3,51 a 4,35 clasificándose como extremadamente ácidos.

Tabla N° 18. pH de las muestras de suelo.

Edad	Estrato	pH	Nivel crítico
15 años	Oi	3,64	Extremadamente ácido
	A1	4,32	Extremadamente ácido
36 años	Oi	3,68	Extremadamente ácido
	A1	4,41	Extremadamente ácido
43 años	Oi	3,51	Extremadamente ácido
	A1	4,02	Extremadamente ácido
52 años	Oi	3,55	Extremadamente ácido
	A1	4,35	Extremadamente ácido
Bosque	Oi	3,82	Extremadamente ácido
	A1	4,08	Extremadamente ácido

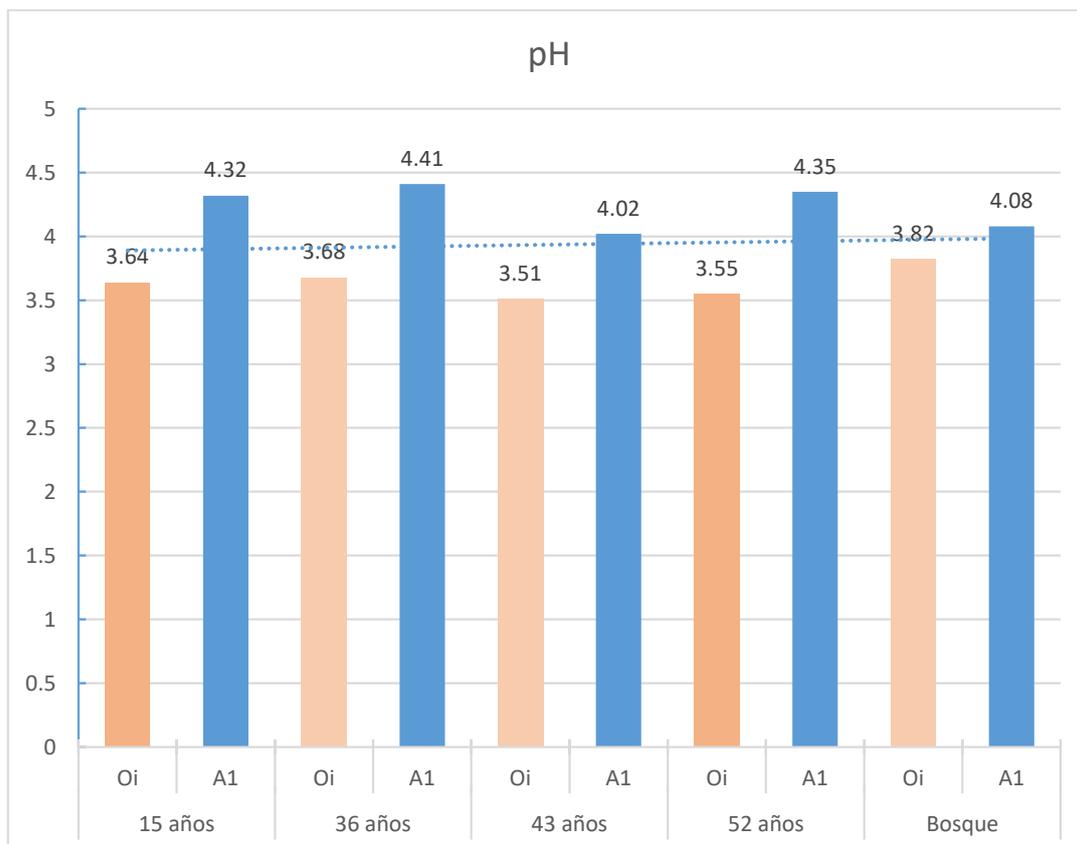


Figura N° 04. pH de las muestras de suelo

b) Materia Orgánica (M.O.)

En la tabla N° 19 y figura N° 05, se muestra el contenido de materia orgánica (MO) del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* Ducke de diferentes edades, los valores encontrados para el estudio se encuentran dentro del rango deseable para M.O, en el estrato Oi y disminuye para el estrato A1.

Tabla N° 19. Clasificación de la materia orgánica (M.O.)

Edad	Estrato	MO (%)	Nivel crítico
15 años	Oi	3,31	Medio
	A1	0,77	Bajo
36 años	Oi	2,82	Medio
	A1	0,55	Bajo
43 años	Oi	4,98	Alto
	A1	1,77	Bajo
52 años	Oi	5,01	Alto
	A1	0,88	Bajo
Bosque	Oi	4,33	Alto
	A1	2,1	Medio

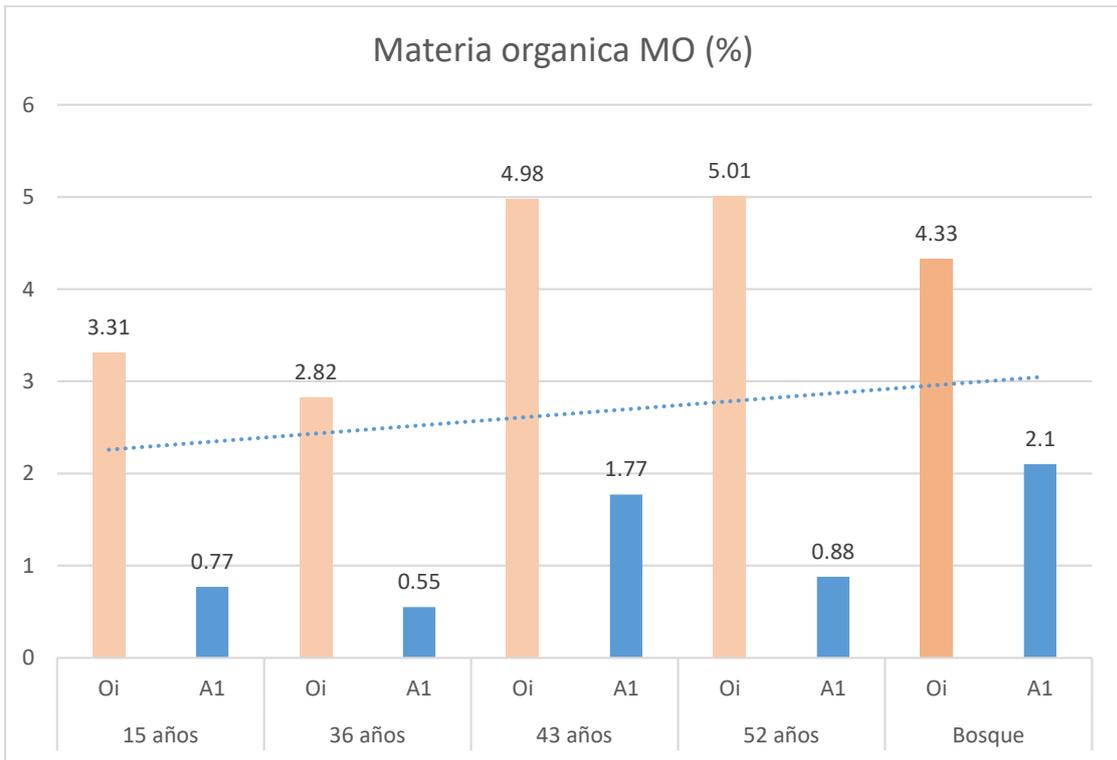


Figura N° 05. Materia orgánica de las muestras de suelo

c) Nutrientes

Nitrógeno (N)

El nitrógeno del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* Ducke de diferentes edades, es un macroelemento esencial para el crecimiento de las plantas, en la tabla N° 20 y figura N° 06, se muestra el contenido de nitrógeno (N) varía en un rango de 14,3 a 130,26 Kg/ha, son niveles Medio a alto en el estrato Oi y Bajo en el estrato A1 a excepción del bosque original calificado como medio.

Tabla N° 20. Clasificación del nitrógeno (N) de las muestras de suelo

Edad	Estrato	Nitrógeno (kg/ha)	Nitrógeno (%)	Nivel crítico
15 años	Oi	86,06	0,17	Medio
	A1	20,02	0,04	Bajo
36 años	Oi	73,32	0,14	Medio
	A1	14,3	0,03	Bajo
43 años	Oi	129,48	0,25	Alto
	A1	46,02	0,09	Bajo
52 años	Oi	130,26	0,25	Alto
	A1	22,88	0,04	Bajo
Bosque	Oi	112,58	0,22	Alto
	A1	54,6	0,11	Medio

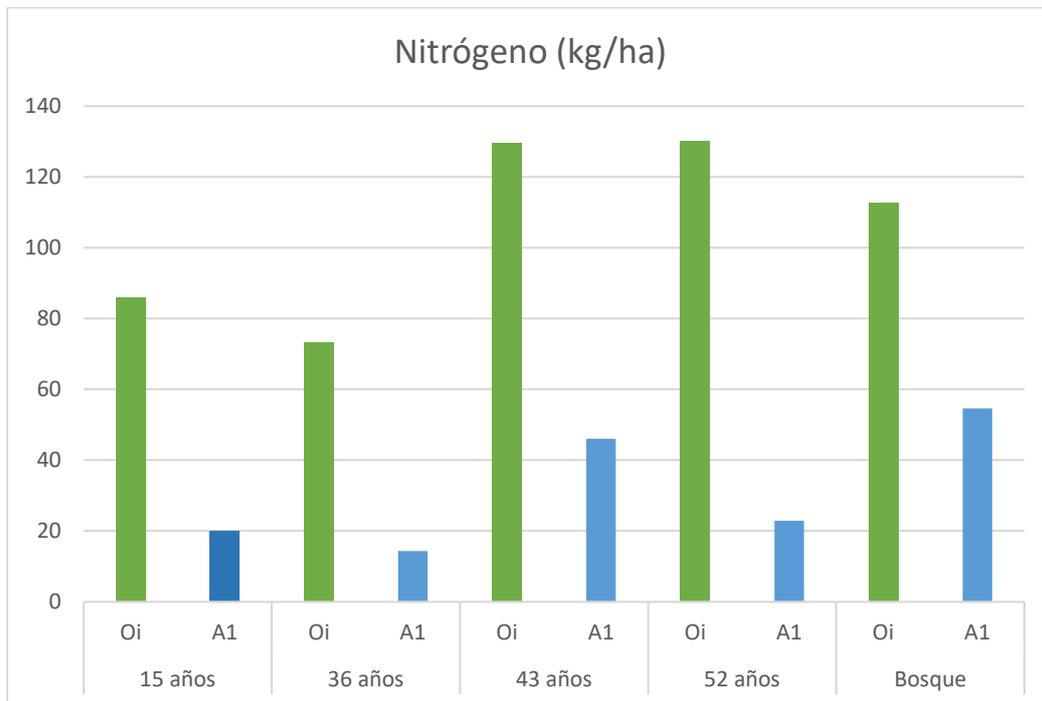


Figura N° 06. Nitrógeno (N) de las muestras de suelo

Fósforo (P)

El fósforo del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* Ducke, de diferentes edades, “es un macroelemento esencial para el crecimiento de las plantas” (Juárez, 2018, p. 52).

En la tabla N° 21 y figura N° 07, se muestra el contenido de fósforo (P) varían en un rango de 0,9 a 4,7 ppm, son suelos con niveles bajos.

Tabla N° 21. Clasificación del fósforo (P) de las muestras de suelo

Edad	Estrato	P ppm	Nivel crítico
15 años	Oi	4,7	Bajo
	A1	3,2	Bajo
36 años	Oi	3,9	Bajo
	A1	0,9	Bajo
43 años	Oi	3,9	Bajo
	A1	2,5	Bajo
52 años	Oi	3,9	Bajo
	A1	0,9	Bajo
Bosque	Oi	2,5	Bajo
	A1	3	Bajo

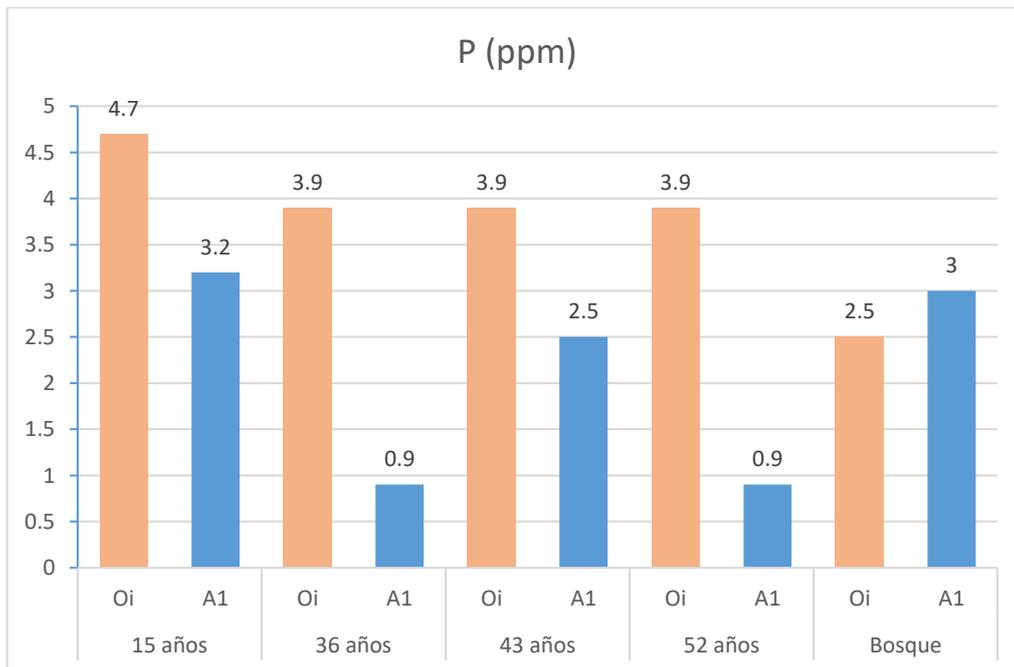


Figura N° 07. Fósforo (P) de las muestras de suelo

d) Potasio (K)

El potasio es uno de los macronutrientes esenciales más importantes (Juárez, 2018, p. 52).

En la tabla N° 22 y figura N° 08, se muestra el contenido de potasio del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* Ducke de diferentes edades, varía en un rango de 18 a 68 ppm. Presentan un nivel muy bajo a bajo.

Tabla N° 22. Clasificación del potasio (K) de las muestras de suelo

Edad	Estrato	K ppm	Nivel crítico
15 años	Oi	60	Bajo
	A1	39	Muy bajo
36 años	Oi	45	Muy bajo
	A1	32	Muy bajo
43 años	Oi	64	Bajo
	A1	40	Muy bajo
52 años	Oi	68	Bajo
	A1	33	Muy Bajo
Bosque	Oi	51	Bajo
	A1	18	Muy Bajo

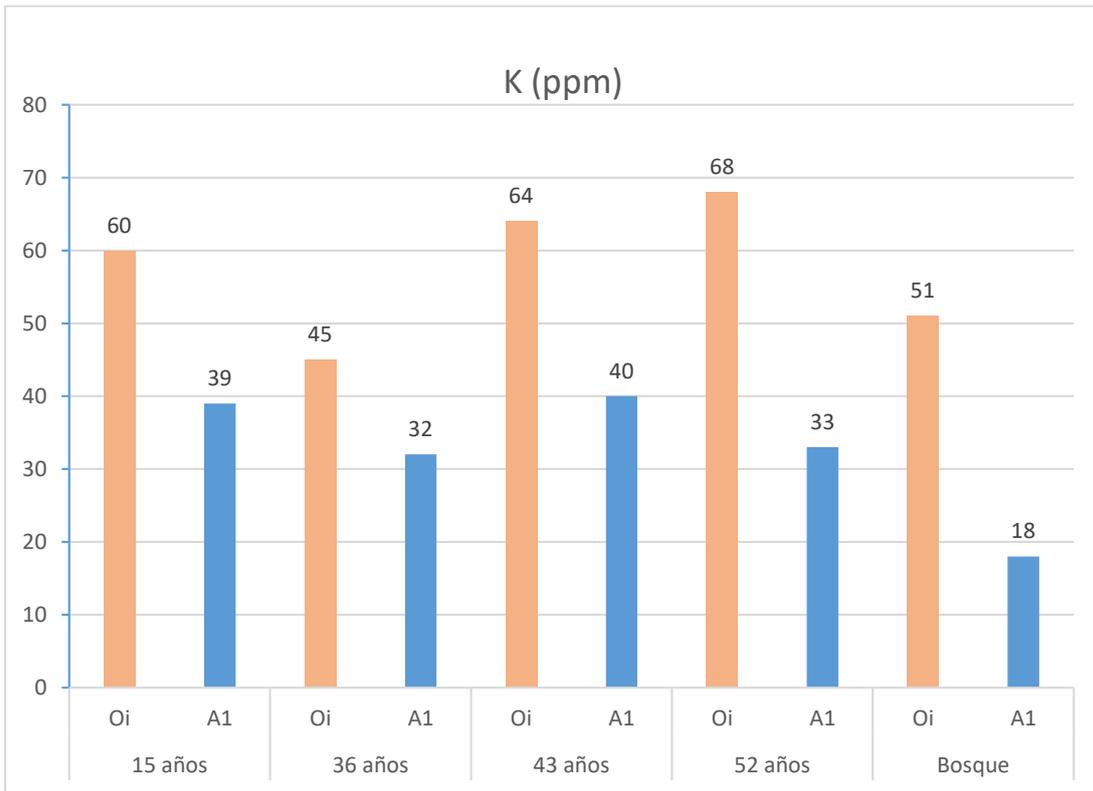


Figura N° 08. Potasio (K) de las muestras de suelo.

e) Cationes cambiables

En la Tabla N° 23 y figura N° 09 a la figura N° 14, se muestra los Cationes cambiables de Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ y $Al^{+3} H^+$ del suelo de las plantaciones de *Cedrelinga Cateniformis* Ducke, de diferentes edades, encontrándose niveles críticos de muy bajo para Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^+ , y bajo en Na^+ y muy alto para $Al^{+3} + H^+$.

Tabla N° 23. Clasificación de los cationes cambiables de las muestras de suelo

Edad	Estrato	Cationes cambiables (meq/100gr.)					
		Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^+	Na^+	$Al^{+3} + H^+$	
15 años	Oi	0,61	0,27	0,16	0,14	2,1	
	A1	0,42	0,2	0,12	0,14	2,1	
36 años	Oi	0,48	0,25	0,14	0,12	2,1	
	A1	0,57	0,23	0,12	0,13	1,85	
43 años	Oi	0,49	0,27	0,19	0,14	2,4	
	A1	0,48	0,25	0,13	0,11	2	
52 años	Oi	0,46	0,27	0,17	0,1	3,1	
	A1	0,54	0,23	0,13	0,15	2,2	
Bosque	Oi	0,45	0,24	0,1	0,12	4,2	
	A1	0,43	0,19	0,04	0,2	2,4	

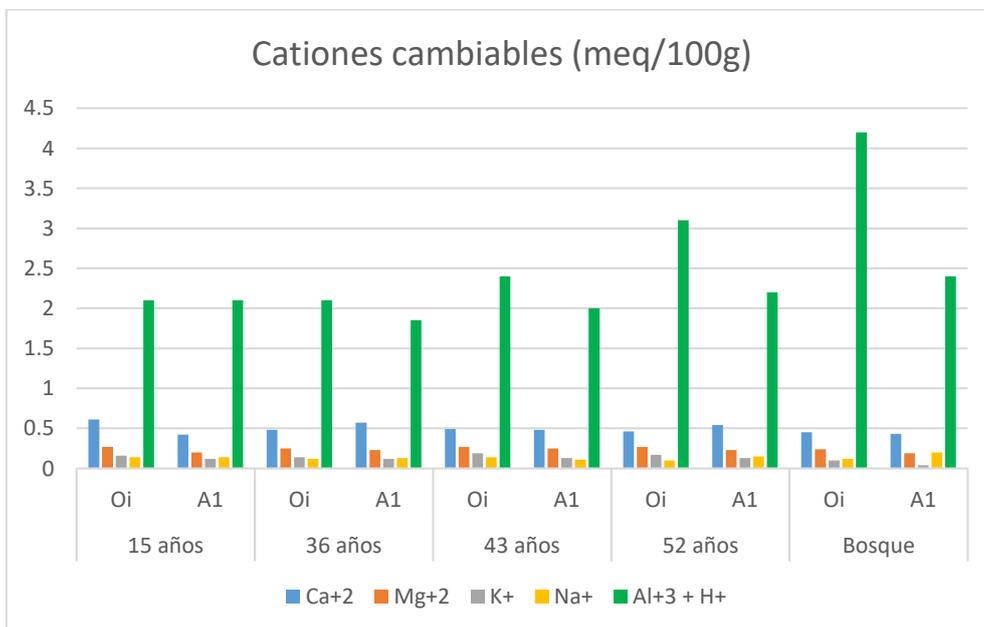


Figura N° 09. Cationes cambiabiles del suelo

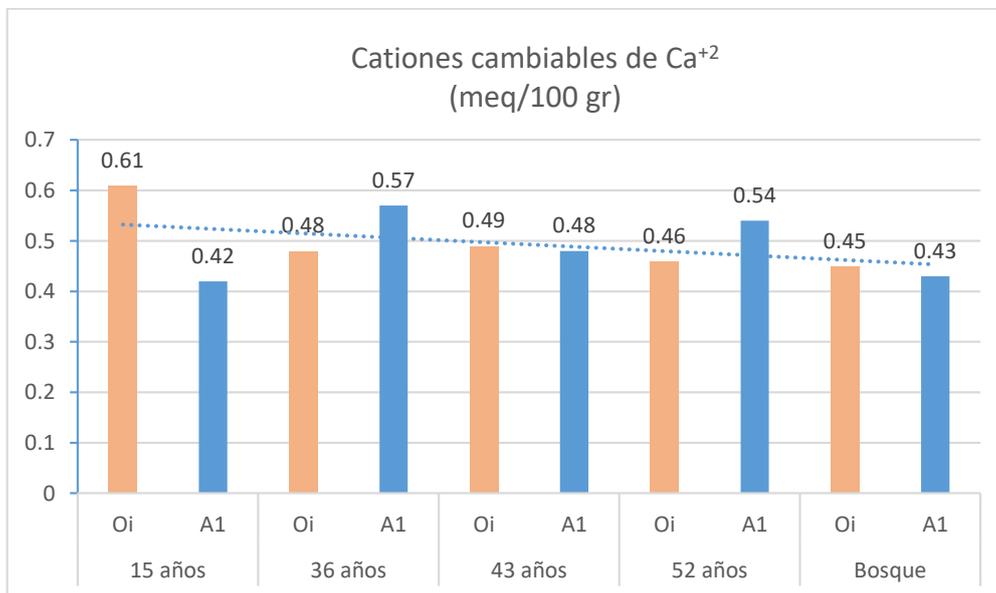


Figura N° 10. Cationes cambiabiles de Ca⁺²

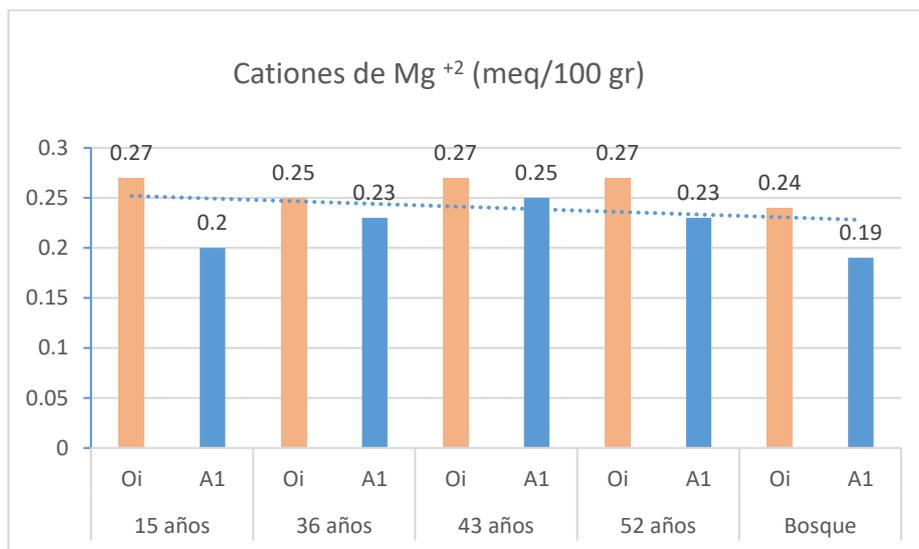


Figura N° 11. Cationes cambiabiles de Mg⁺²

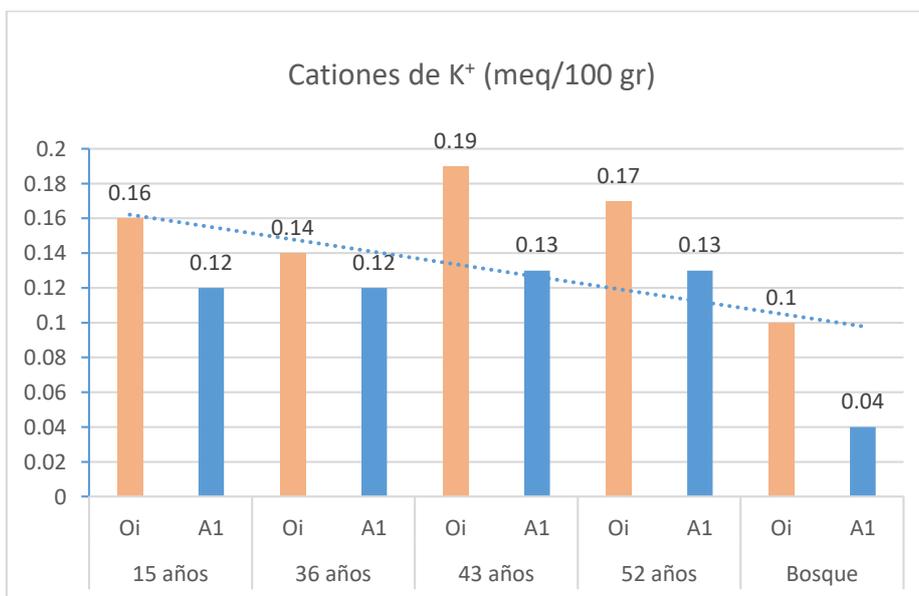


Figura N° 12. Cationes cambiabiles de K

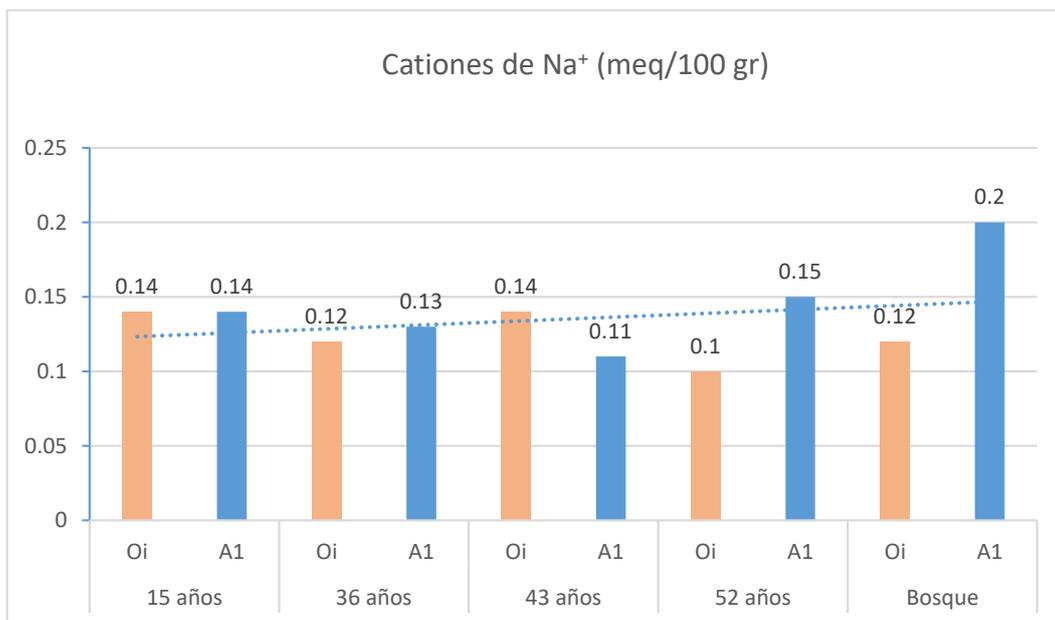


Figura N° 13. Cationes cambiabiles de Na⁺²

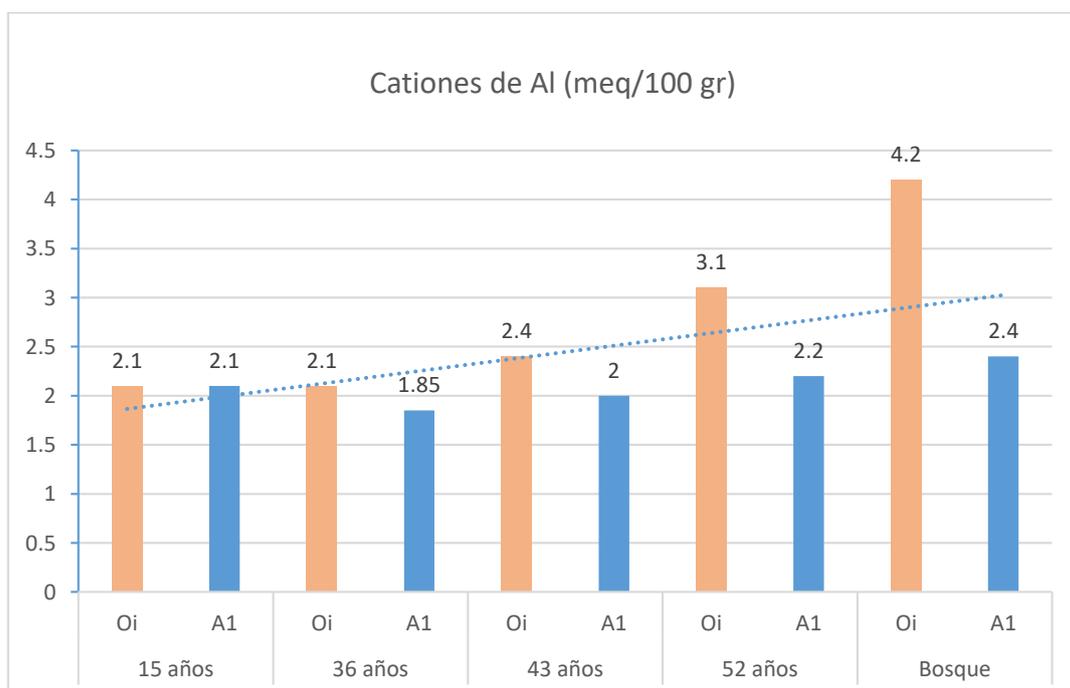


Figura N° 14. Cationes cambiabiles de Al ⁺³ H⁺

e) Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

La CIC es una medida de la cantidad de cationes que pueden ser absorbidos o retenidos por los coloides del suelo. (Juárez, 2018, p. 72).

En la tabla 24 y figura N° 15, se muestra la capacidad de intercambio catiónico, presentan niveles de CIC bajo en las plantaciones y medio en bosque en el estrato Oi, varían desde 7,52 a 13,28 meq/100 gr. de suelo.

Tabla N° 24. Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Edad	Estrato	CIC (meq/100 gr.)	Nivel crítico
15 años	Oi	9,12	Bajo
	A1	8,8	Bajo
36 años	Oi	8	Bajo
	A1	7,52	Bajo
43 años	Oi	11,2	Bajo
	A1	8,32	Bajo
52 años	Oi	10,4	Bajo
	A1	8	Bajo
Bosque	Oi	13,28	Medio
	A1	9,92	Bajo

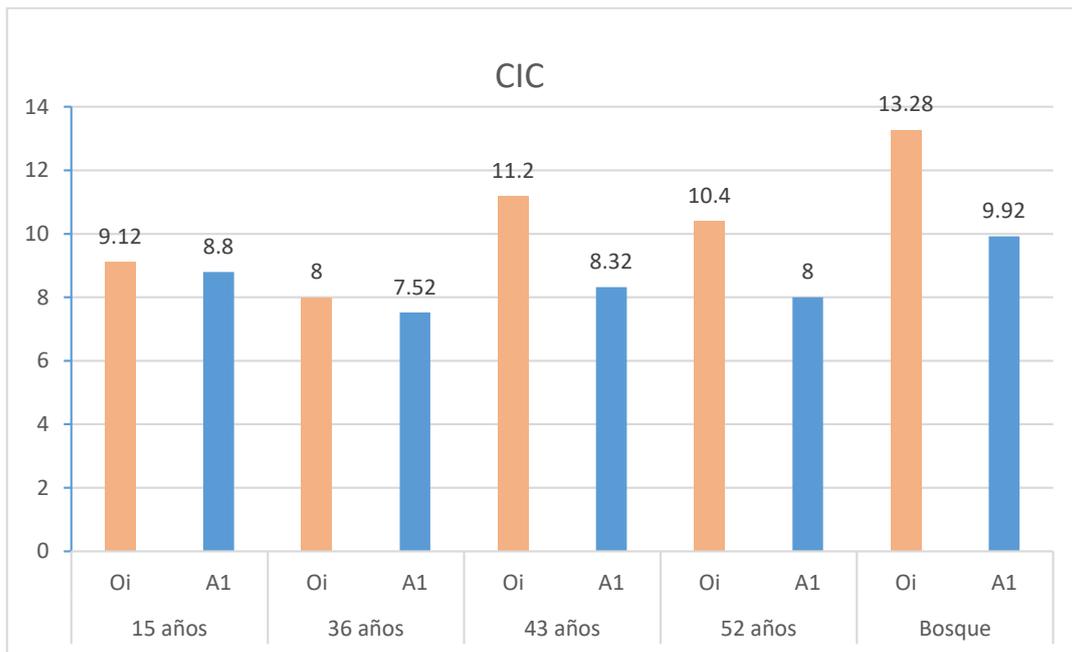


Figura N° 15. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de las muestras de suelo

b) Conductividad eléctrica (CE)

En la tabla N° 25 y figura N° 16. Se muestra la conductividad eléctrica, varía entre 0,11 a 0,33 dS/m, valores que los califican como suelos no salinos para todo el estudio.

Tabla N° 25. Clasificación de la conductividad eléctrica (C.E.)

Edad	Estrato	C.E. (dS/m)	Nivel crítico
15 años	Oi	0,22	No salino
	A1	0,06	No salino
36 años	Oi	0,21	No salino
	A1	0,07	No salino
43 años	Oi	0,33	No salino
	A1	0,15	No salino
52 años	Oi	0,24	No salino
	A1	0,08	No salino
Bosque	Oi	0,27	No salino
	A1	0,11	No salino

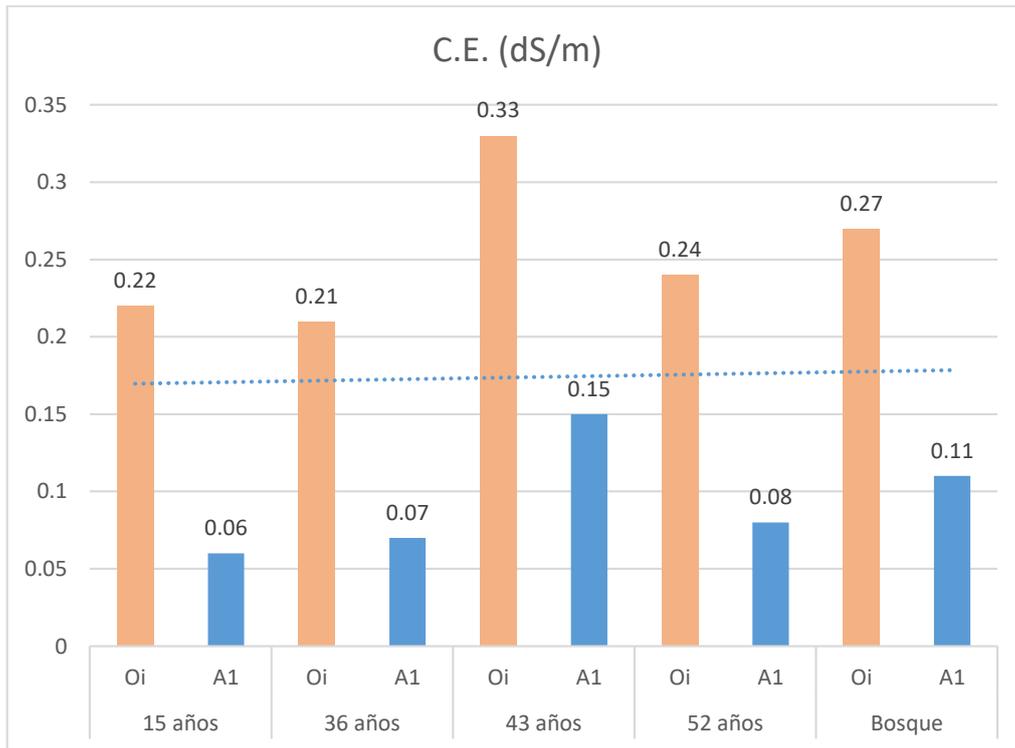


Figura N° 16. Conductividad eléctrica de las muestras de suelo

Saturación de bases (%)

En la tabla N° 26 y figura N° 17, se muestra la saturación de Bases (%), es Bajo para todas las muestras analizadas.

Tabla N° 26. Niveles críticos de saturación de bases (%)

Edad	Estrato	Suma de cationes	Suma de Bases	% Sat de Bases	Nivel crítico
15 años	Oi	3,28	1,18	13	Bajo
	A1	2,98	0,88	10	Bajo
36 años	Oi	3,1	1,00	12	Bajo
	A1	2,9	1,05	14	Bajo
43 años	Oi	3,49	1,09	10	Bajo
	A1	2,97	0,97	12	Bajo
52 años	Oi	4,1	1,00	10	Bajo
	A1	3,25	1,05	13	Bajo
Bosque	Oi	5,1	0,9	7	Bajo
	A1	3,26	0,86	9	Bajo

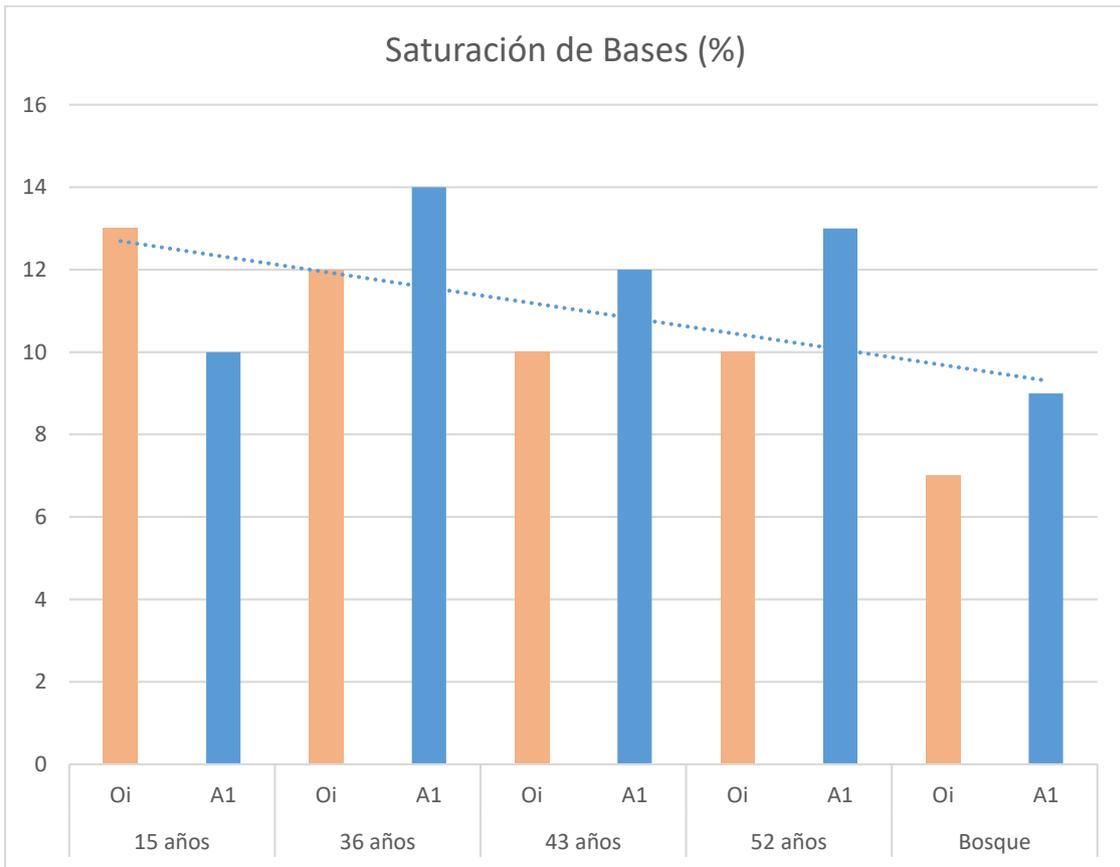


Figura N° 17. Saturación de bases (%)

Tabla N° 27. Análisis estadístico de contraste Correlacion de Pearson del análisis de caracterización de suelos de las plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” en el CIEFOR Puerto Almendra (ver anexo).

Correlación de Pearson

	pH	MO%	densidad	N	P	K	Ca++	Mg+	K++	Na	Al++	CIC	CE	Σ cationes	Σ bases	S. de bases	edad
pH	1	-.930**	.850**	-.929**	-.818**	-.812**	0,028	-.757*	-0,550	0,333	-0,369	-0,521	-.928**	0,434	-0,336	0,312	-0,025
MO %	-.930**	1	-.745*	1,000**	.653*	.809**	-0,151	.676*	0,462	-0,316	0,629	.759*	.952**	.684*	0,192	-0,530	0,256
densidad	.850**	-.745*	1	-.741*	-.773*	-0,682	0,198	-0,635	-0,577	0,473	-0,540	-0,401	-.710*	0,561	-0,140	0,369	-0,084
nitrógeno	-.929**	1,000**	-.741*	1	.659*	.803**	-0,151	.667*	0,446	-0,304	0,632	.767**	.951**	.686*	0,185	-0,538	0,263
fosforo	-.818**	.653*	-.773*	.659*	1	0,628	-0,130	0,440	0,387	-0,101	0,085	0,302	0,622	0,117	0,188	-0,270	-0,236
potasio	-.812**	.809**	-0,682	.803**	0,628	1	0,150	.869**	.840**	-.636*	0,356	0,443	.808**	0,445	0,505	-0,143	-0,298
Ca++	0,028	-0,151	0,198	-0,151	-0,130	0,150	1	0,445	0,382	-0,081	-0,398	-0,409	-0,031	0,284	.883**	.782**	-0,460
Mg+	-.757*	.676*	-0,635	.667*	0,440	.869**	0,445	1	.855**	-.669*	0,136	0,180	.752*	0,250	.729*	0,200	-0,316
K++	-0,550	0,462	-0,577	0,446	0,387	.840**	0,382	.855**	1	-.633*	-0,112	-0,019	0,540	0,010	.726*	0,311	-.637*
Na	0,333	-0,316	0,473	-0,304	-0,101	-.636*	-0,081	-.669*	-.633*	1	-0,230	-0,042	-0,358	0,273	-0,225	-0,112	0,343
Al++	-0,369	0,629	-0,540	0,632	0,085	0,356	-0,398	0,136	-0,112	-0,230	1	.891**	0,529	.990**	-0,350	-.798**	.673*
CIC	-0,521	.759*	-0,401	.767**	0,302	0,443	-0,409	0,180	-0,019	-0,042	.891**	1	.696*	.891**	-0,254	-.873**	0,611
CE	-.928**	.952**	-.710*	.951**	0,622	.808**	-0,031	.752*	0,540	-0,358	0,529	.696*	1	0,597	0,311	-0,418	0,158
Σ cationes	-0,434	.684*	-0,561	.686*	0,117	0,445	-0,284	0,250	-0,010	-0,273	.990**	.891**	0,597	1	-0,217	-.734*	0,618
Σ bases	-0,336	0,192	-0,140	0,185	0,188	0,505	.883**	.729*	.726*	-0,225	-0,350	-0,254	0,311	0,217	1	.662*	-0,565
S. de bases	0,312	-0,530	0,369	-0,538	-0,270	-0,143	.782**	0,200	0,311	-0,112	-.798**	-.873**	-0,418	-.734*	.662*	1	-.674*
edad	-0,025	0,256	-0,084	0,263	-0,236	-0,298	-0,460	-0,316	-.637*	0,343	.673*	0,611	0,158	0,618	-0,565	-.674*	1

** Correlation at 0.01(2-tailed):...

* Correlation at 0.05(2-tailed):...

CAPITULO V: DISCUSIÓN

Las plantaciones homogéneas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke, no mejoran las condiciones iniciales del suelo, pero tampoco la degradan, se ha podido demostrar que pasado los 15 años de edad las características iniciales del suelo empiezan a regenerarse y se recomponen con similares características del suelo del bosque natural. Concordante con lo que manifiesta la FAO 2002, donde indica que las plantaciones forestales usando apropiadamente especies de árboles y arbustos pueden jugar un importante rol en la rehabilitación de ecosistemas tropicales, restaurando elementos del ecosistema original. (FAO, 2002, p. 8).

Haciendo un análisis exhaustivo de cada una de sus propiedades, se ha determinado que los suelos son extremadamente ácidos tanto para el horizonte orgánico (Oi) y el estrato mineral (A1), fluctúan desde los 3,51 pH hasta 4,4 pH; esto es indicador que existen deficiencias nutricionales, ya que existe una relación directamente proporcional entre el pH y la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Además al igual que para cualquier otro tipo de plantas, los requerimientos nutricionales de los árboles maderables son los mismos, unos en cantidades grandes, llamados macronutrientes, tales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), Calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), y otros se requieren en cantidades pequeñas por lo que se conocen como micronutrientes o elementos traza, entre ellos el hierro (Fe), cobre (Cu), cloro (Cl), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), níquel (Ni) y molibdeno (Mo), los cuales son absorbidos por la planta en medio líquido (agua). Además, el carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O)

son tomados del aire vía fotosíntesis y del agua del suelo (Alvarado, 2007), Mencionado por Rojas (2015, p.81).

Para el caso de las plantaciones en estudio respecto al % de Materia Orgánica solo a partir de los 43 años de edad los valores son similares a los de un bosque natural alto en el estrato orgánico y bajo en el estrato mineral (A1), respecto al fósforo y el potasio los valores son similares con valores de bajo y muy bajo, los cationes cambiables como calcio, magnesio, potasio y sodio con valores de muy bajo y bajo, similares a lo de la plantación y alta concentración de aluminio en el suelos, la capacidad de intercambio catiónico es muy bajo por ello debido a las precipitaciones intensas en el trópico se podrían perder por lixiviación los nutrientes. Ante esta situación tenemos dos alternativas, la primera es una fertilización permanente para reponer las deficiencias nutricionales y la segunda es utilizar solo especies tolerantes a este tipo de condiciones, pese a que las plantaciones en estudio jamás han sido manejadas con fertilización y escaso tratamiento silvicultural han crecido en diámetro y altura que superar a los de un bosque natural, podríamos obtener mejores resultados con un manejo adecuado. Por otro lado, el reciclaje de nutrientes en un bosque natural es mucho más diverso en su composición por ende los valores son ligeramente mayores en comparación con las plantaciones homogéneas de tornillo, por ello se piensa que esta especie podría tener mejores resultados en asociación con otros individuos plantados en un diseño agroforestal que ayuden y aporten mayor cantidad de nutriente.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

La caracterización de las propiedades físicas y químicas del suelo de plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo”, nos reportan que son similares a los de un bosque natural, la textura es franco arenosa, el pH es extremadamente ácido, el contenido de materia orgánica es muy bajo en los primeros años de la plantación y va mejorando con los años, a partir de los 43 años de edad son similares a los de un bosque natural, esto ocurre de igual manera para la materia orgánica y el nitrógeno, y respecto al Aluminio se encuentra muy elevado llegando a niveles de toxicidad.

Las plantaciones homogéneas de *Cedrelinga cateniformis* Ducke, no mejoran las condiciones iniciales del suelo, pero tampoco la degradan, se ha podido demostrar que pasado los 15 años de edad las características iniciales del suelo empiezan a regenerarse y se recomponen con similares características del suelo del bosque natural.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

Utilizar la especie *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” en plantaciones, ya que queda demostrado que pasado los 15 años de edad las características iniciales del suelo empiezan a regenerarse y se recomponen con similares características del suelo del bosque natural.

Las plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” CIEFOR Puerto Almendra, tienen deficiencias nutricionales que necesitan ser corregidas ya sea con adiciones permanentes o tratamientos silviculturales para potencializar y mejorar los rendimientos y disminución de turnos de aprovechamiento.

Seguir haciendo evaluaciones de este tipo en las demás plantaciones demostrativas que tiene el CIEFOR Puerto Almendra.

CAPITULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alifra A. (2012), Alternativas predictiva de la saturación en bases en suelos ácidos, Universidad de la República Oriental de Uruguay. Facultad de Agronomía. Montevideo – Uruguay. 94 Pág.
- Alvarado A, y Raigosa J. (2012), Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales, Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Primera Edición 416 Pág. Costa Rica.
- Alvites V. 2004. Metodología de la investigación científica. Universidad Católica. Lima- Perú. 200 pág.
- Baluart J. y Álvarez J. (2015), Modelamiento del crecimiento de tornillo *Cedrelinga catenaeformis* Ducke en plantaciones en Jenaro Herrera, Departamento de Loreto, Perú, En: Folia Amazónica, Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. VOL. 24 (1) 2015: 21 – 32.
- Beiguelman B. 1994. Curso práctico de bioestadística. 3era. Edición. Sociedad Brasileira de genética. Brasil.
- Cabudivo E.; (2012). Evaluación de las propiedades físico – mecánicas de la madera de plantaciones de Simarouba amara (Aubl) y *Cedrelinga cateniformis* (Ducke), de diferentes edades, Iquitos- Perú. Tesis pre – grado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. 74 Pág. Perú.
- Espinoza L., Slaton N., Mozaffari M, (2014), Como interpretar los resultados de los análisis de suelos. FSA2118SP. División de Agricultura. Universidad de Arkansas System.

FAO 2002, Las Plantaciones forestales. Catalizadoras de la conservación en América Latina. 8 pág.

FAO - Organización de las naciones unidas para la alimentación y la Agricultura (2023). Propiedades físicas del suelo. Disponible en:

<https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades->

[fisicas/es/#:~:text=Densidad%20del%20Suelo&text=Se%20refiere%20al%20peso%20por,est%C3%A1%20alrededor%20de%202%2C65.](https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/#:~:text=Densidad%20del%20Suelo&text=Se%20refiere%20al%20peso%20por,est%C3%A1%20alrededor%20de%202%2C65.)

IIAP (2009), Evaluación económica de plantaciones de tornillo, *Cedrelinga catenaeformis*, en el departamento de Loreto, Avances Económicos N° 10. 40 pp. Perú.*

INATEC (2016). Manual del protagonista. Prácticas de conservación de suelos y agua. Nicaragua. 122 Pág.

INIA (2023), Interpretación de resultados de análisis de suelos y recomendaciones de fertilización, disponible en:

<https://youtu.be/VxiUUEm7Q>

Juárez V. 2018. Correlación entre variables físicas y químicas para la determinación del nivel de fertilidad de suelos cultivados con banano en el Valle del Chira - Piura. Tesis Título. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. 138 Pág.

Lindorf H., L. de Parisca y P. Rodríguez. 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Malleux, J. 1982. Inventario forestal en bosques tropicales. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 414 pág.

Mendoza R. y Espinoza A., 2017, Guía de muestreo de suelos, Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services (CRS), Programa de Agricultura, Suelo y Agua (ASA) Managua, Nicaragua Pág. 56.

Rojas R. 2015. Fertilidad de suelos en plantaciones forestales del trópico colombiano, Universidad Nacional de Colombia. Tesis Magister en Ciencias, Geomorfología y Suelos, 81 Pág. Colombia.

Sánchez J. (2019) Fertilidad del Suelo y Nutrición Mineral de Plantas. Conceptos Básicos. FERTITEC S.A. 18 Pág.

SERFOR (2015), Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para reducirla, Documento de trabajo, p.p. 42. Perú.

Sierra A., Sánchez T., Simone E., Treadwell D., (2017). Departamento de Ciencias Hortícolas, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida (UF/IFAS Extensión). 14 p.

Toledo M. (2016) Manejo de suelos ácidos de las zonas altas de Honduras, Conceptos y Métodos. 156 p. Honduras.

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3108/BVE17069071e.pdf>
;jsessionid=CB00C19B5EE73987B9597C19B24410EB?sequence=1

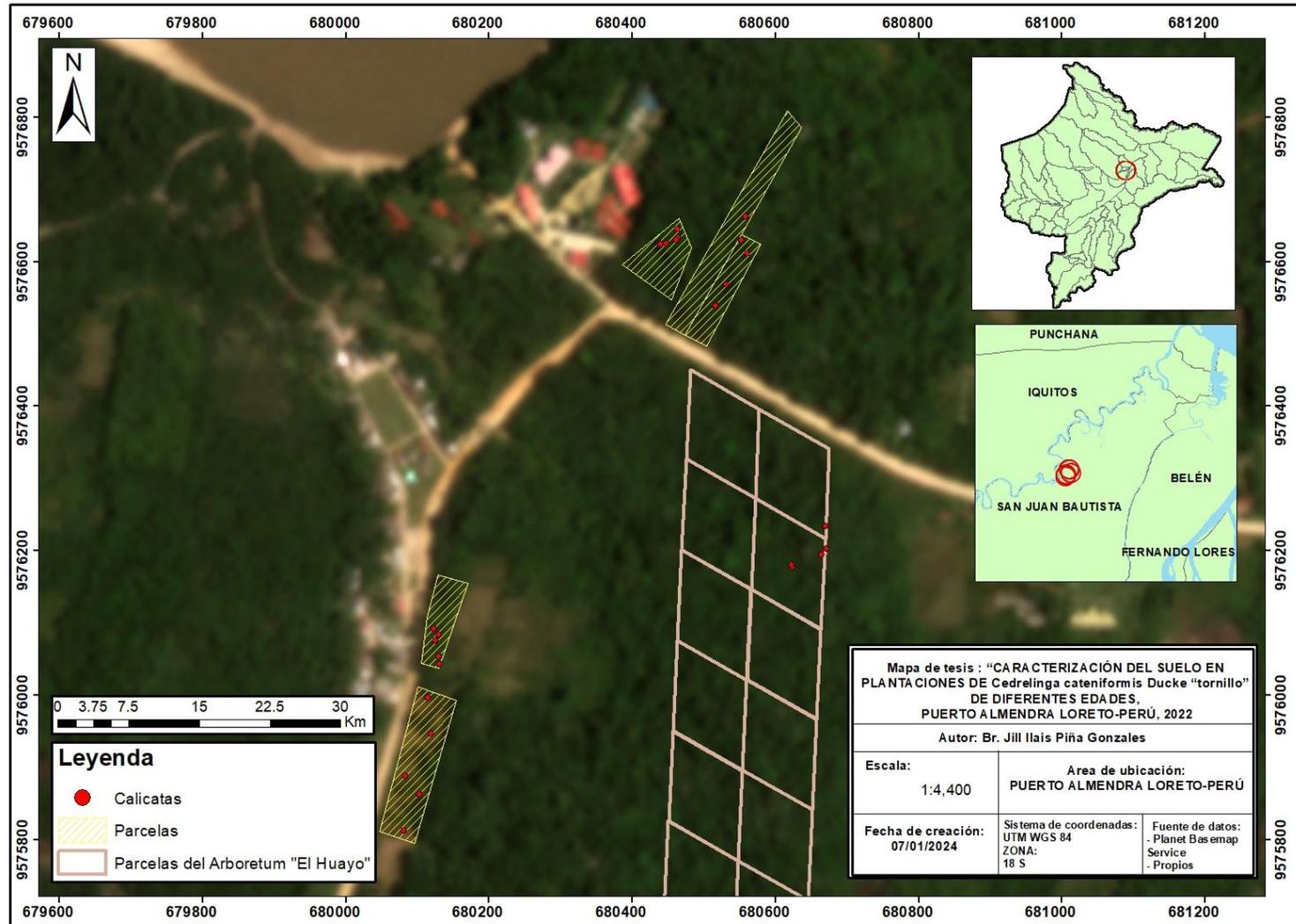
UNAP 2019. Página Web de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, <https://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/forestales/ciefor.htm>

ANEXOS

Anexo 01. Matriz de consistencia

Título de la Investigación	Pregunta de Investigación	Objetivo de la Investigación	Hipótesis	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento	Instrumento de recolección
<p>“Caracterización del suelo en plantaciones de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke “tornillo” de Diferentes edades, Puerto Almendra Loreto-Perú, 2022”</p>	<p>¿Qué valores presentan los indicadores físico químicos del suelo para su caracterización en plantaciones de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke “tornillo” de diferentes edades, Puerto Almendra Loreto-Perú, 2022?</p>	<p>Objetivo General - Determinar características físico químicas del suelo en plantaciones de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke “tornillo” de diferentes edades, Puerto Almendra Loreto-Perú,2022.</p> <p>Objetivos específicos - Caracterizar físicamente el suelo (densidad, textura y coeficientes hídricos) en plantaciones de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke “tornillo” de diferentes edades, Puerto Almendra Loreto-Perú,2022. - Caracterizar químicamente el suelo (pH, materia orgánica, nutrientes, cationes cambiabiles, capacidad de intercambio catiónico, % de saturación de bases) en plantaciones de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke “tornillo” de diferentes edades, Puerto Almendra Loreto-Perú,2022.</p>	<p>Hipótesis general. El suelo de las plantaciones de <i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke “tornillo” presentan mejores características físico químicas a mayor edad, Puerto Almendra Loreto-Perú,2022.</p>	<p>Investigación es cualitativa con enfoque cuantitativo y de nivel básico.</p>	<p>Para la evaluación la unidad de análisis son 5 calicatas por parcela de las plantaciones de <i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke “tornillo” de diferentes edades Puerto Almendra Loreto- Perú 2022</p> <p>Los datos obtenidos del análisis de las características del suelo serán comparados con los niveles críticos estandarizados por el Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina.</p>	<p>Para el registro de la toma de datos de variables del estudio se utilizarán el formato de evaluación del anexo 3.</p>

Anexo 02. Mapa de ubicación de la zona de estudio



Anexo 03. Instrumentos de recolección de Datos

Número de Muestra		Ph (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
4727	15 AÑOS Oi	3,64	0,22	0	3,31	4,7	60	72	13	15	Fr.A.	9,12	0,61	0,27	0,16	0,14	2,1	3,28	1,18	13
4726	15 años A1	4,32	0,06	0	0,77	3,2	39	58	15	27	Fr.Ar.A.	8,8	0,42	0,2	0,12	0,14	2,1	2,98	0,88	10
4721	36 AÑOS Oi	3,68	0,21	0	2,82	3,9	45	78	9	13	Fr.A.	8	0,48	0,25	0,14	0,12	2,1	3,1	1	12
4720	36 AÑOS A1	4,41	0,07	0	0,55	0,9	32	62	11	27	Fr.Ar.A.	7,52	0,57	0,23	0,12	0,13	1,85	2,9	1,05	14
4725	43 AÑOS Oi	3,51	0,33	0	4,98	3,9	64	78	7	15	Fr.A.	11,2	0,49	0,27	0,19	0,14	2,4	3,49	1,09	10
4724	43 AÑOS A1	4,02	0,15	0	1,77	2,5	40	66	15	19	Fr.A.	8,32	0,48	0,25	0,13	0,11	2	2,97	0,97	12
4723	52 AÑOS Oi	3,55	0,24	0	5,01	3,9	68	68	15	17	Fr.A.	10,4	0,46	0,27	0,17	0,1	3,1	4,1	1	10
4722	52 AÑOS A1	4,35	0,08	0	0,88	0,9	33	58	15	27	Fr.Ar.A.	8	0,54	0,23	0,13	0,15	2,2	3,25	1,05	13
1690	P-04-Oi	3,82	0,27	0	4,33	2,5	51	68	28	4	Fr.A.	13,28	0,45	0,24	0,10	0,12	4,20	5,10	0,90	7
1688	P-04-A1	4,08	0,11	0	2,10	3,0	18	66	28	6	Fr.A.	9,92	0,43	0,19	0,04	0,20	2,40	3,26	0,86	9

*Los resultados del nitrógeno han sido calculados a partir de la materia orgánica.

Anexo 04. Estadística complementaria (Prueba de Normalidad)

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Significance
pH	,847	8	,089
Densidad	,939	8	,605
Nitrógeno	,880	8	,189
Fosforo	,865	8	,135
Materia orgánica	,880	8	,189
Potasio	,881	8	,194
Calcio cationes	,951	8	,725
Magnesio cationes	,876	8	,174
Potasio cationes	,890	8	,234
Sodio cationes	,919	8	,425
Aluminio	,783	8	,019
CIC	,899	8	,282
CE	,921	8	,438
suma_de_cationes	,841	8	,077
suma_de_bases	,975	8	,935
saturacion_de_bases	,867	8	,140

- H_0 : La variable sigue un comportamiento normal
- H_1 : La Variable no sigue un comportamiento normal
- Nos quedamos con Shapiro-Wilk que tenemos menos de 30 a 50 datos
- Decisión:
- Si $SIG < 0,05$ Se rechaza $H_0 \rightarrow$ por tanto los datos no siguen una distribución normal
- Si $SIG > 0,05$ No se rechaza $H_0 \rightarrow$ por tanto los datos siguen una distribución normal

-----→

- Si es $0,000 < 0,05$ entonces se rechaza la $H_0 \rightarrow$ por tanto los datos no siguen una distribución normal
- Si es $0,089 > 0,05$ entonces no se rechaza $H_0 \rightarrow$ por tanto los datos siguen una distribución normal

- Nos quedamos con la hipótesis nula:
 - H_0 : La Variable sigue un comportamiento normal
 - Por lo tanto vamos a emplear las pruebas paramétricas
- Solo la variable aluminio es no paramétrico.*

Las pruebas Paramétricas que se pueden aplicar son:

- T de Student – muestras independientes
- T de Student – muestras pareadas
- Correlación de Pearson
- ANOVA

Anexo 05. Galería fotográfica del trabajo de investigación.



Figura N° 01. Calicatas



Figura N° 02. Colecta de muestras



Figura N° 03. Pesaje de muestras



Figura N° 04. Ensayos de textura



Figura N° 05. Cationes cambiabiles



Figura N° 06. Suelo con Ácido



Figura N° 07. Prueba para CaO_3



Figura N° 08. Lectura E. Atómica