

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACION DE
SUELOS Y AGUA



EFFECTO DE MALLKI Y ROCA FOSFÓRICA EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS
DEL SUELO Y CRECIMIENTO INICIAL DE PINO ROJO (PINUS TECUNUMANII),
CHANCHAMAYO, JUNÍN.

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

NOÉ ALDO HERRERA CASTILLON

Tingo María – Perú

2023



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°061-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 05 de julio de 2023, a horas 11:00 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“EFECTO DE MALLKI Y ROCA FOSFÓRICA EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO Y CRECIMIENTO INICIAL DE PINO ROJO (*Pinus tecunumanii*), CHANCHAMAYO, JUNÍN.”

Presentado por el Bachiller: **NOE ALDO, HERRERA CASTILLON**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENO”**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 31 de julio de 2023

Ing. M.Sc. JOSÉ DOLORES LÉVANO CRISÓSTOMO
PRESIDENTE

Dr. LADISLAO RUIZ RENGIFO
MIEMBRO



Dr. ROBERTO OBREGON PEÑA
MIEMBRO

Ing. M. Sc. DAVID QUISPE JANAMPA
ASESOR



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 233- 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
Efecto de mallki y roca fosfórica en las propiedades químicas del suelo y crecimiento inicial de pino rojo (<i>Pinus tecunumanii</i>), Chanchamayo, Junín.	NOE ALDO HERRERA CASTILLON	14 % Catorce

Tingo María, 17 de agosto de 2023


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION
Dr. Tomas Menacho Malqui
DIRECTOR
C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA



Título	: Efecto de mallki y roca fosfórica en las propiedades químicas del suelo y crecimiento inicial de pino rojo (<i>Pinus tecunumanii</i>), Chanchamayo, Junín.
Programa de investigación	: Ciencias Básicas
Línea de investigación	: Física y química de suelos
Eje temático	: Indicadores de calidad de suelo
Autor	: Noé Aldo Herrera Castillon
Asesores	: Ing. M. Sc. David P. Quispe Janampa Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez
Lugar de ejecución	: Perene - Chanchamayo
Duración de trabajo	: 08 meses
Financiamiento	: S/. 2 600,4
FEDU	: No
Propio	: Sí
Otros	: No

Tingo María – Perú

2023

DEDICATORIA

A Dios, por ser quien guía mis pasos en cada etapa mi vida tanto en lo personal y profesional.

A mis queridos padres Clodoaldo Herrera Media y Felicita Castillon Chávez, por darme la vida y apoyarme en los momentos más difíciles en mi vida personal y en la universidad, sin ellos no lo hubiera logrado.

AGRADECIMIENTO

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

A los asesores de mi tesis, Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez y M. Cs. David Quispe Janampa quienes aportaron con sus conocimientos y experiencias para el desarrollo de la investigación.

Al M. Sc. Jose Levano Crisostomo presidente de jurados, quien apporto con las observaciones en su momento que fueron pertinentes para un buen desarrollo de la tesis.

Al M. Sc. Roberto Obregon Peña y Dr Ladislao Ruiz Rengifo, miembros de jurados de tesis, por sus valiosos aportes en el proyecto de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. <i>Pinus tecunumanii</i> “Pino rojo”.....	3
2.1.1. Distribución geográfica y ecológica.....	3
2.1.2. Concepto de suelo.....	3
2.1.3. Calidad de suelo.....	4
2.1.4. Indicadores de calidad de suelo.....	5
2.1.5. Indicadores químicos.....	5
2.1.6. Fertilización en las especies forestales.....	10
2.1.7. Mallki.....	10
2.1.8. Roca fosfórica.....	11
2.2. Estado de arte.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Lugar de ejecución.....	17
3.1.1. Ubicación política.....	17
3.1.2. Ubicación geográfica.....	17
3.1.3. Hidrografía y relieve.....	17
3.1.4. Zona de vida y precipitación.....	18
3.2. Materiales y equipos.....	18
3.2.1. Materiales vegetativo.....	18
3.2.2. Insumos.....	18
3.2.3. Equipos	19
3.2.4. Materiales y herramientas.....	19
3.3. Metodología.....	19
3.3.1. Efecto de la fertilización en el crecimiento de <i>Pinus tecunumanii</i>	19
3.3.1.1. Análisis preliminar químico del suelo.....	19
3.3.1.2. Instalación y delimitación.....	19
3.3.1.3. Obtención de plántones y apertura de hoyos.....	20

3.3.1.4. Fertilización con mallki y roca fosfórica.....	20
3.3.1.5. Mantenimiento de la plantación	20
3.3.1.6. Variables a evaluar	21
3.3.1.7. Efecto de la fertilización en las propiedades químicas del suelo	21
3.3.1.8. Corrección de la altura (cm) y diámetro (mm) de <i>Pinus</i> <i>tecunumanii</i>	22
3.4. Diseño de investigación.....	23
3.4.1. Nivel de estudio.....	23
3.4.2. Tratamientos	23
3.4.3. Diseño del experimento.....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1. Incremento en altura y diámetro.....	26
4.1.1. Altura.....	26
4.1.2. Diámetro	29
4.2. Correlación entre altura (cm) y diámetro (mm).....	31
4.3. Propiedades químicas.....	34
V. CONCLUSIÓN	36
VI. PROPUESTAS A FUTURO	37
VII. REFERENCIAS	38
ANEXOS.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Relación entre tipos de coloide y CIC	9
2. Especificaciones físicas, químicas y extractos húmicos del abono orgánico	
Mallki mejorador de Suelos.....	11
3. Composición del abono orgánico Mallki mejorador de Suelos.....	11
4. Composición del abono orgánico Mallki mejorador de Suelos.....	18
5. Composición química de la roca fosfórica	18
6. Parámetros químicos del suelo y método para su determinación	22
7. Interpretación del Coeficiente de Correlación.....	22
8. Tratamientos considerados en <i>Pinus tecunumanii</i>	23
9. Esquema del ANVA para el DBCA	24
10. Análisis de varianza del incremento en altura (cm) por efecto de Mallki.....	26
11. Prueba de Duncan del incremento en altura (cm) en dosis de Mallki	27
12. Análisis de varianza del incremento en diámetro (mm) por efecto de mallki.....	29
13. Prueba de Duncan del incremento en diámetro (mm) en dosis de mallki	30
14. Correlación de Pearson entre la altura (cm) y diámetro (mm) por efecto de los tratamientos	32
15. Propiedades químicas del suelo de <i>Pinnus tecunumani</i> por efecto de Mallki.....	34
16. Valores promedio de incrementos en altura (cm) a los 3 meses de evaluación	47
17. Valores promedios de incremento en altura (cm) a los 6 meses de evaluación	47
18. Valores promedios de incremento en altura (cm) a los 9 meses de evaluación	47
19. Valores promedios de incremento en diámetro (mm) a los 3 meses de evaluación	48
20. Valores promedios de incremento en diámetro (mm) a los 6 meses de evaluación.....	48
21. Valores promedios de incremento en diámetro (mm) a los 9 meses de evaluación.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación del área de investigación	17
2. Esquema de la distribución de los tratamientos en la parcela experimental	25
3. Comparación de medias del incremento en altura por efecto de mallki.....	27
4. Comparación de medias del incremento en diámetro por efecto de Mallki	30
5. Relación entre la altura y diámetro en los tratamientos en estudio	32
6. Delimitación de la parcela	49
7. Apertura de hoyos.....	49
8. Plantones seleccionados de <i>P. tecunumani</i>	50
10. Extracción de muestras de suelos para su análisis en laboratorio	51
11. Medición de la altura de <i>P. tecunumani</i>	51
12. Medición del diámetro de <i>P. tecunumani</i>	52

RESUMEN

El *P. tecunumanii* tiene un amplio rango altitudinal, desde 440 hasta 2 800 m.s.n.m, se distribuye en lugares de suelos prudentemente fértiles y hondos, levemente ácidos a neutros, se realizó esta investigación para conocer el efecto del mallki y la roca fosfórica en el *P. tecunumanii*, y ver en que tratamiento tiene mejor reacción en la mejora de su desarrollo y crecimiento. Donde el objetivo del estudio fue evaluar el efecto del abono orgánico mallki y roca fosfórica en las propiedades químicas del suelo y crecimiento inicial de *Pinus tecunumanii*, en Chanchamayo, Junín, donde los tratamientos fueron T₀ (testigo), T₁ (750 g de Mallki + 100 g de roca fosfórica), T₂ (1 000 g + 100 g roca fosfórica) y T₃ (1 250 g + 100 g de roca fosfórica), donde los resultados obtenidos indican que el efecto de mallki y roca fosfórica en el crecimiento de pino rojo (*Pinus tecunumanii*) tuvo un incremento en la altura a los 9 meses con 84,72 cm con el T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g), en el caso de la variable diámetro a los 9 meses con 8,03 cm con el T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g) con respecto a las propiedades químicas del suelo a los 9 meses de pH (6,50), MO (4,18 %), N (0,21%), P (65,46 ppm) y K (347,80 ppm) con el tratamiento T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g) y la correlación entre las variables biométricas de la planta fue superior y significativo en el T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g) con R₂ de 0,97. Se concluyó que las dosis de mallky influyó significativamente en las propiedades químicas del suelo y crecimiento de *Pinus tecunumanii*.

Palabras Clave: Mallqui, roca fosfórica, diámetro, altura, *Pinus tecunumanii*

ABSTRACT

P. tecunumanii has a wide altitudinal range, from 440 to 2 800 meters above sea level, it is distributed in places with prudently fertile and deep soils, slightly acidic to neutral. This research was carried out to find out the effect of mallki and phosphoric rock on *P. tecunumanii*, and see in which treatment it has the best reaction in improving its development and growth. Where the objective of the study was to evaluate the effect of mallki organic fertilizer and phosphoric rock on the chemical properties of the soil and initial growth of *Pinus tecunumanii*, in Chanchamayo, Junín, where the treatments were T₀ (control), T₁ (750 g of Mallki + 100 g phosphate rock), T₂ (1 000 g + 100 g phosphate rock) and T₃ (1 250 g + 100 g phosphate rock), where the results obtained indicate that the effect of mallki and phosphoric rock on the growth of red pine (*Pinus tecunumanii*) had an increase in height at 9 months with 84,72 cm with T₃ (Phosphoric rock 100 g + Mallki 1 250 g), in the case of the variable diameter at 9 months with 8,03 cm with T₃ (Phosphoric rock 100 g + Mallki 1 250 g) with respect to the chemical properties of the soil at 9 months of pH (6,50), MO (4,18%), N (0,21%), P (65,46 ppm) and K (347,80 ppm) with treatment T₃ (Phosphoric rock 100 g + Mallki 1 250 g) and the The correlation between the biometric variables of the plant was higher and significant in T₃ (Phosphoric rock 100 g + Mallki 1 250 g) with R₂ of 0,97. It is concluded that the doses of mallky significantly influenced the chemical properties of the soil and growth of *Pinus tecunumanii*.

Keywords: Mallqui, phosphate rock, diameter, height, *Pinus tecunumanii*.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el crecimiento de especies forestales y la calidad del suelo es un factor limitante, donde esta preocupación radica en su totalidad por la calidad o fertilidad de suelo que no es recién esto abarca desde tiempos remotos viéndose afectado en el desarrollo de las especies forestales. Por ende, las propiedades químicas, física y biológicas son indicadores o procesos de la calidad del suelo que ocurren en él, por ende, actualmente se está tomando decisiones concernientes a la recuperación o mejora de los suelos degradados originado por la agricultura migratoria o ganadería, y una forma de recuperar o mejorar estos ecosistemas es a través de la forestación, la reforestación y la aplicación de fertilizantes orgánicos.

En la Selva Central, especialmente en la Zona de La Merced - Chanchamayo, se está empezando a reforestar, mediante algunos programas nacionales y privados, con el propósito de incentivar y promocionar la reforestación con especies exóticas maderables como el *Pinus tecunumanii*, y otras con un desarrollo favorable en la zona y de rápido crecimiento en comparación con las especies nativas, y a su vez los árboles sean plantados con los nutrientes necesarios para un óptimo crecimiento especialmente en zonas como La Merced que tienen suelos medianamente ácidos, franco arcilloso, en donde el crecimiento de árboles es lento por problemas nutricionales y malas propiedades químicas del suelo. Las propiedades del suelo mejoradas por la adición de fertilización orgánica incluyen el aumento de la materia orgánica, bajo este contexto se plantea como problema de investigación: ¿Cuál será el efecto del mallki y la roca fosfórica en las propiedades químicas del suelo y en el crecimiento inicial de pino rojo "*Pinus tecunumanii*", Chanchamayo, Junín?, a ello se plantea como hipótesis siguiente: El efecto del mallki y la roca fosfórica tendrá un impacto relevante en las propiedades químicas del suelo y en el crecimiento inicial de pino rojo "*Pinus tecunumanii*", Chanchamayo, Junín.

La incorporación de fertilización orgánica en el suelo induce en la planta mayor desarrollo radicular y crecimiento. Entonces siendo el establecimiento en campo definitivo el proceso más crítico de la supervivencia del árbol, se justificaría aplicar nutrientes orgánicos y así los suelos mejorarían las propiedades químicas y un mejor crecimiento de la especie. Con los resultados obtenidos se dio a conocer el comportamiento de la fertilidad del suelo a través de aporte de macro y micronutrientes de los efectos de proporcionados del mallki y la roca fosfórica lo cual se observó en el desarrollo de la planta.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de mallki y roca fosfórica en las propiedades químicas del suelo y crecimiento de pino rojo “*Pinus tecnunumanii*”, Chanchamayo, Junín.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de mallki y roca fosfórica en el crecimiento de altura y diámetro de pino rojo (*Pinus tecnunumanii*), Chanchamayo, Junín.
- Correlacionar el grado de asociación entre el incremento en altura (cm) y diámetro (mm) por efecto de la aplicación de mallki y roca fosfórica.
- Determinar el efecto de mallki y roca fosfórica en las propiedades químicas del suelo de pino rojo “*Pinus tecnunumanii*”, Chanchamayo, Junín.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. *Pinus tecunumanii* “Pino rojo”

2.1.1. Distribución geográfica y ecológica

Mendez (2017) menciona que el *Pinus tecunumanii* se distribuye en las montañas centrales de Guatemala, así como en áreas montañosas en el estado de Oaxaca y Chiapas en el sur de México, el norte de El Salvador, el sureste de Honduras y el noreste de Nicaragua. La especie se encuentra en un amplio rango altitudinal, que va desde los 440 m.s.n.m. hasta los 2800 m.s.n.m., y se desarrolla en climas con temperaturas que oscilan entre los 12 y 22 °C con una humedad relativa aproximada del 80 %. A menudo, se ubica en valles con fertilidad o al pie del cañón, estos de manera que forman masas o asociaciones con las siguientes especies: *Liquidambar styraciflua*, *Pinus pseudostrobus* Lindl, *Pinus ayacahute* Ehreb, *Pinus oocarpa* Schiede (Dovorak *et al.*, 2000), por otro lado, en presencia de terrenos con alta pendiente suelen asociarse con *Pinus maximinoi* Moore y en terrenos con menor pendiente con *Pinus caribaea* (Terán, 2018).

Dovorak *et al.* (2000) mencionan que se encontraron una limitación en cuanto al lugar de habidad, encontrándose en montañas con lluvias de 1 800 a 2 400 mm/año, además presenta una temperatura media anual de 14°C y, además, una humedad relativa de ≥ 80 %. También, FAO (2005) afirma que también se les puede encontrar habitando en ambientes con precipitación de 790 a 2 200 mm, de esta forma se comprueba que dicha especie puede desarrollarse en estas áreas donde la precipitación anual es alta, como de la misma forma en ambientes secos con bajas precipitaciones.

Dovorak *et al.* (2000) menciona que esta especie puede desarrollarse en una diversidad de terrenos, con características diferentes, entre texturas arcillosas hasta de origen volcánico, además con un pH de 4,5 a 5,5 en resultados se tiene que existe la presencia de rodales con buenos crecimientos en los suelos con mayor fertilidad y con buen drenaje; por otro lado, también existen algunos fenotipos que se desarrollan en diversos tipos de suelos.

2.1.2. Concepto de suelo

Buol *et al.* (1981) menciona que entre los conceptos para el termino suelo se encuentran en variación a lo largo de los años, entre estas definiciones se encuentra que etiológicamente, dicha palabra deriva del latín SOLUM, la cual se define como terreno o piso.

También, se define al suelo como un cuerpo de origen natural con materia mineral y orgánica que va cambiando influenciada por el clima y los organismos. Del mismo modo, se define como la proporción de materia, que se presenta en el planeta, va extendiendo a la parte inferior, incluyendo los diversos elementos de nutrición para la planta.

2.1.3. Calidad de suelo

Singer y Ewing (2000) menciona que la definición se presenta en diferente enfoque para el estudio, donde se hace una referencia con dicho termino donde se considera la multifunción que presenta, además, lo importante que es para la vida humana y de otros seres vivientes, entre otros recursos naturales.

Doran y Zeiss (2000) afirma que para su empleo debe de tenerse en consideración una limitación del medio ambiente, además del empleo de unidad de tierra, con el fin generar una sostenibilidad en la producción vegetal y animal, del mismo modo, con el objetivo de mejorar la calidad del aire y agua.

Astier *et al.* (2002) menciona que el suelo contempla 3 principios de importancia: I) Producción del suelo, que hace referencia a generar una producción para el ecosistema o cultivo agrícola, de manera que no merme de sus características, biológicas, físicas y químicas. II) Calidad medio ambiental, es definida como la propiedad del suelo para disminuir la contaminación ambiental y por ende, los patógenos, y III) la salud, donde se define como la propiedad del suelo para generar nutrientes para las personas y los animales, además de diversos organismos vivientes.

Karlen *et al.* (1997), Doran y Zeiss (2000) mencionan que algunas definiciones por el Comité para la Salud del Suelo de la Soil Science Society of America “como la característica de un suelo para desarrollarse en los estándares de un ecosistema, además de dar sostenibilidad en la producción de plantas y animales, se encarga de conservar la buena calidad del aire, y la sostenibilidad de la salud humana”. Schjonning *et al.* (2004) afirma que algunas definiciones de autores anteriores presentan una importancia en mostrar al suelo como un productor agrícola y como un ente productivo de alimentos, además de reducir los efectos que no son positivos con el ambiente y también, a construir con la mejora en la calidad de vida humana.

Page *et al.* (2013) afirma que, dentro de la definición de la calidad del suelo, se da en la definición del dinamismo que tiene el suelo, además de verse influenciado por las propiedades según se dé su cambio en el uso, desarrollándose en un lugar y momento determinado, se puede dar en casos como lo forestal o de agricultura, estos pueden generar información que posteriormente permitirá una evaluación de prácticas al manejo.

2.1.4. Indicadores de calidad de suelo

Para (Astier *et al.*, 2002; Taylor, 2010) mencionan que se define como un instrumento que facilita el conocimiento y la verificación de propiedades, transcurso y características de dicho recurso, para un siguiente proceso para monitorear, planificar, y valorar. Doran y Parkin (1994) y Arzuaga *et al.*, (2005) afirma que es importante dar a conocer los siguientes ítems: susceptibilidad a los cambios por diversas prácticas, que a lo largo son de fácil medición, además de interpretación y accesibilidad sencilla para los empleadores.

Para evaluar la calidad del suelo se debe tener en cuenta algunas características con el fin de poder enlazar la información con cada indicador, de tal forma, que pueda permitir una vista de lo que está sucediendo en el suelo y cómo funciona la relación entre cada variable, además con esto se puede dar una explicación con sus propiedades.

2.1.5. Indicadores químicos

USDA (2009) menciona que se tiene en cuenta el pH y está incluido en los parámetros, al igual que la salinidad, las concentraciones de MO, P, N, CIC y BI o las necesarias para crecer y desarrollarse las plantas. La química del suelo perjudica los enlaces suelo-planta, el agua en su calidad, la capacidad de amortiguar, la disposición de alimentos para los seres vivos, y la movilización de elementos que contaminan; los indicadores químicos son los siguientes:

- **pH del suelo**

USDA (2011), por otro lado, da una definición como el rango de presencia en la acidez o alcalinidad, generando un efecto negativo que perjudica las propiedades y comportamiento físicos, químicos y biológicos, también incluye a los procedimientos para desarrollar los nutrientes, la productividad de gran parte de los cultivos. Del mismo modo, entre los elementos que inician y lo que se encuentran fuera afectan el pH son los siguientes: Condición climática, material de inicio, las propiedades de la vegetación, la materia orgánica y

su composición, además cabe recalcar que, hay presencia de algunos suelos que muestran una textura gruesa, estos suelen elevar su grado de acidez muy rápido, por otro lado, existen suelos de tipo arcilla que suelen tardar un periodo debido a que concentran un inferior rango de materia orgánica, el humus puede ocasionar también una erosión (Llorente, 2002).

USDA (2011) menciona que el pH influye en la disposición y la movilización de los nutrientes, un pH menor a 5 para los suelos con acidez a deficiencia de calcio, manganeso, nitrógeno y otros elementos, por otro lado, para el nitrógeno en suelo altamente ácido, ocurre una inhibición de la nitrificación y el procedimiento de fijar, del mismo modo, el elemento aluminio y el manganeso se encuentran en mayor proporción y suelen ser perjudiciales para la planta, que posteriormente provoca una acidez en el suelo.

El suelo se ve influenciado de forma directa por el pH dentro del proceso químico, en la disposición de nutrientes, en los procedimientos biológicos y la ejecución de microbios, se tiene como un pH normal a los valores de 3,5 a 9, de forma que no suele llegar a extremos de 0 a 1 debido a que esto sería una solución coloidal.

En tal sentido, para la disposición de los nutrientes en la planta, con un pH con rango de alcalinidad la disposición de sus elementos es N, K, Ca, P, Mg y S, sin embargo, cuando se encuentra un pH con acidez la disposición de los elementos son los siguientes: Zn, Mn, Fe, B y Cu.

- **Formas del nitrógeno**

Sánchez (2007) y Perdomo (1998) menciona que el elemento N es de vital importancia para vivir, es llamado un macronutriente en el grupo del P y K, los cuales van a formar parte de biomoléculas de seres vivos.

El nitrógeno es un elemento indispensable para la vida, conocido como un macronutriente junto con el fósforo (P) y potasio (K), forman parte de las principales biomoléculas de todos los seres vivos, su presencia influye sobre la fertilidad del suelo al proporcionar las condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Sánchez, 2007 y Perdomo, 1998). Existen dos vitales reservas de elementos en el nitrógeno, las cuales son: I) Atmosfera (N_2) con un 78 %; II) Materia orgánica con 98 % (Perdomo, 1998).

Por lo tanto, se entiende que, aunque este elemento está presente en la mayor parte, la proporción de N puede darse de forma mínima, esto se da por el dinamismo y el ciclo de carbono (INE, 2006 y Siebe *et al.*, 2006), más aún, este procedimiento está interviniendo las plantas y animales, en procesos de fijación simbiótica o asimbiótica del elemento nitrógeno (Siebe *et al.*, 2006).

Perdomo *et al.* (1998) menciona que los que influenciaron en la cantidad y la disposición del nitrógeno, son el clima, la temperatura y la humedad, además influyen en el proceso de organismo, por las temperaturas inferiores esta actividad es inferior, no como cuando la temperatura asciende tiene una descomposición de materia orgánica autónoma.

Por otro lado, se tiene presente que el elemento nitrógeno cuenta con mayor presencia en suelos que se desarrollan con presencia de cobertura de árboles forestales, debido a que, la proporción de materia orgánica que deja estos bosques al momento de su descomposición del suelo, sin embargo, otros cultivos como los pastos hacen una penetración en el suelo que termina en la descomposición de su interior, también se puede tener en cuenta otros factores que se influyen con los aspectos topográficos (en términos de pendiente, tipos de suelos entre otros aspectos importantes).

- **MO (Materia orgánica)**

USDA y NRCS (2009) la definen como una porción que se componen con la descomposición de elementos de la naturaleza, lo importante radica en sus propiedades que impactan el suelo con sus características químicas y físicas de su composición, y más importante aún el impacto que tiene las prácticas que se manejan para conservar el suelo.

Se tiene de conocimiento que dentro de la función de la materia orgánica está: el que proporciona un nutriente con carbono y da energía para que los organismos pueden realizar sus procesos (USDA, 1996), de la misma forma, se realiza una reducción en la erosión, además aporta al desarrollo de los cultivos mejorando la capacidad en la que el suelo almacena y transmite el agua y aire, dando existencia a los elementos nitrógeno y fosforo, y otros más que son vitales para el desarrollo de los seres vivos (Rueda y González, 1998). En tal sentido, se busca la conservación de los nutrientes, aumentando su propiedad de intercambiar cationes, de esta forma se puede mantener el suelo con una característica poco compactada y a la vez con

un rango bajo en la densidad aparente, le da una característica más fría al suelo, con una fácil trabajabilidad, también se disminuyen los procesos que perjudican como los usados por los controladores químicos (Julca *et al.*, 2006), al igual que, la presencia de metales pesados y otros agentes que contaminan el suelo, pueden contribuir en la capacidad de amortiguar el pH, aumenta el labrado en los horizontes, disminuye la generación de costras, incrementa la rapidez de las aguas de infiltración, disminuye la escorrentía y da facilidad de las raíces para ser penetradas en el suelo (Cuevas, 2006).

USDA y NRCS (2009) mencionan que la función de la materia orgánica es desde las biológicas, físicas y químicas, además se incluyen los factores que reducen sus características los cuales son los siguientes: la reducción de producir biomasa, el sustituir la cobertura vegetal, el quemar la vegetación o los residuos de cosecha, las irregularidades de las características climáticas, como pueden ser la precipitación y la temperatura que influyen en la en la generación de nutrientes de la plantas, los cuales penetran al suelo, dando como resultado un almacenamiento de materia orgánica en la superficie del suelo, además algunas características topográficas, en las que tienen que ver la elevación, pendiente y su densidad de distribución debido a las diversas temperaturas y a las características de vegetación, además los residuos de producción orgánica con una reducida relación en carbono y nitrógeno pueden ocasionar la descomposición veloz y la reducción del almacenamiento de materia orgánica.

- **Propiedad de intercambiar cationes**

El intercambio de cationes es una propiedad que permite la adición de los cationes totales a ser intercambiados donde un suelo puede adsorberlo, se da en la expresión de mol que presenta una carga positiva por una unidad de la masa. Se tiene como unidad de medida dentro del SI (Sistema Internacional) los centimoles con presencia de carga + por kg del suelo, no obstante, actualmente se usa aun ($m_{eq}/100\text{ g}$).

Se cuantifica la capacidad de retención de cationes en el suelo. Se puede ver la capacidad de retener el nutriente del suelo, también pueden intervenir las cargas de los que componen fundamentalmente las arcillas y la M.O, la cual puede atraer cationes. Además, esta cuantificación puede verse influenciada por la textura del suelo, o por la cantidad de materia orgánica, donde se puede dar por conclusión que cuando la arcilla incrementa junto con el contenido de materia orgánica, las características de intercambiar son superior en el suelo (Porta *et al.*, 1993; Siebe *et al.*, 2006).

Tabla 1. Relación entre tipos de coloide y CIC

Tipo de coloide (arcillas y humus)	CIC meq/100g
1.1. Caolonita	3 – 15
Haloisita	5 – 10
2.1. Montmorillonita	80 – 120
Vermiculita	100 – 150
Ilita	20 – 50
2.2. Clorita	10 – 40
Humus	100 – 300
Sesquióxidos	< 3

Fuente: (Porta *et al.*, 1993; Siebe *et al.*, 2006).

- **Bases intercambiables**

Dentro de la cantidad de catión que se relacionan en los procedimientos de meteorización y la lixiviación de origen, también se encuentra presente la arcilla y la materia orgánica (Porta *et al.*, 1993), además, los coloides tienen una carga (arcilla, materia orgánica, óxidos e hidróxidos de Fe y Al), por ello atraen y retenciones, como: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , H^+ , Al^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} .

- **Fósforo soluble**

Se tiene al elemento fósforo, con la definición de un macronutriente que es de vital importancia para las plantas y los seres vivos en general, este elemento en relación con el nitrógeno y el potasio resulta ser un nutriente que se limita, debido a que su composición la integra los ácidos nucleicos y los fosfolípidos, su disposición va a depender de diversos factores: contenido en el suelo, propiedades físicas, propiedades químicas, donde se permite emplear el fósforo con el fin de cruzar zonas de superior concentración para las raíces, y del mismo modo, puede extraer el fósforo. Por tal sentido, en el aspecto de variables como el pH se crea una influencia en lo soluble del fósforo, dando como resultado su disponibilidad (Aguilar *et al.*, 1987), por otro lado, se tiene que la materia orgánica es una pieza fundamental en los nutrientes, cabe recalcar cuando los ácidos orgánicos están a favor para asimilar el fósforo, además la humedad es participante del incremento en la solución de iones, también, la cantidad en la que se disuelve el fosfato es vital para la solución en las plantas (Rojas, 2006), por último, la existencia de los componentes alófanos, provienen de las cenizas, y se consideran que almacenan en el suelo fósforo y da como final la pérdida

2.1.6. Fertilización en las especies forestales

Wadsworth (2000) afirma que al aplicar los fertilización en una plantación forestal se da en menor cantidad en el continente americano, lo contrario de otros continentes, del mismo modo, se verifico que estos fertilizantes adquieren las características de incrementar y dar mejoría para la adaptación en varios especímenes, del modo que también su vulnerable actitud ante los patógenos externos.

2.1.7. Mallki

Se denomina un componente que mejora la calidad del suelo, contando con calidad de 100 % de natural, no presenta impurezas la cuales reducen su consumo de agua y genera microorganismos que benefician el suelo, además este es mejor debido a su contenido de materia orgánica en su composición, lo que es de importancia debido a que produce un efecto de incremento a la fertilidad, del modo que, esta acción se produce por degradar los microbios que se encuentran presentes en la materia orgánica, mediante un procedimiento bajo control. Existe una ventaja para el empleo de Mallki debido a que se conoce porque es un abono orgánico que contiene gran contenido de materia orgánica y que se encuentra estable, inocuo y su empleo ocasiona una reducción en los riesgos y problemas con la contaminación de patógenos exteriores, plagas y enfermedades (Mallki, 2015).

Dentro de los fertilizantes orgánicos se encuentra el guano de isla que logra que las plantas puedan obtener un 12 % de nitrógeno, un 11 % de fosforo y 2 % de potasio. Dicho producto logra el mejoramiento en la textura y la estructura y la composición del suelo, además logra absorber el contenido de materia orgánica y los microorganismos que se encuentran presentes, lo que da como resulta unas plantas fuertes, resistentes y vigorosas, también acelera el proceso de vegetación de las plantas, aumenta la producción en los cultivo, reduce el deterioro del suelo, además los un fertilizante que se encuentra libre de agentes contaminantes (PROABONOS, 2008).

Tabla 2. Especificaciones físicas, químicas y extractos húmicos del abono orgánico Mallki mejorador de Suelos

Especificaciones Físicas	Especificaciones Químicas	Extractos húmicos
Apariencia : Gránulos finos de 0,3 – 0,6 mm	pH en agua : 7,7 – 8,9	Ácidos Fúlvicos: 2,0 – 10,0 %
Color : Marrón Oscuro	Humedad : 18 – 21	Ácidos Húmicos: 2,0 – 8,0 %
Olor : Característico a materia orgánica	Conductividad eléctrica : 9,0 - 12,5 dS/m	
	Relación C/N : 11 – 15	
	Materia Orgánica : 25 % - 45 %	

Fuente: Mallki (2017)

A. Aplicación

Para la actividad de la siembra, la aplicación se da del siguiente modo: se toma una cantidad del producto y se colocó en un hoyo en el momento del trasplante de la planta. Existe otro método para la planta cuando se encuentra en producción, aquí se tiene que cuando existe una inclinación en la pendiente se debe colocar en media luna, y de modo que cuando la pendiente no es inclinada se debe colocar en proyección de la copa de la planta.

Tabla 3. Composición del abono orgánico Mallki mejorador de Suelos

Etapa fenológica	Dosis
Siembra Frutales: En hoyo	3 – 5 Kg/planta - (1.5 – 4.0 TM/Ha)
Siembra Frutales: En banda	20 – 60 TM/Ha (Dependiendo de tipo de suelo y cultivo)
Producción Frutales	3 - 40 Kg/planta (Dependiendo de la edad y densidad del cultivo)
Cultivos anuales	3 -8 TM/Ha
Hortalizas	2 – 5 TM/Ha

Fuente: Mallki (2017)

2.1.8. Roca fosfórica

Se le da una definición de un resultado que se origina en la actividad minera, la cual cuenta con un alto rango de cc. de fosfatados que después es procesado por un método metalúrgico, del mismo modo, se tiene que el componente fosfatado de vital

importancia, debido que sirven de almacenamiento para el compuesto de roca fosfórica que contienen minerales y elementos de impurezas, conocidos generalmente como ganga (Cantera, 2008).

FAO (2007) menciona que es un almacenamiento que funciona como materia prima, fuente de fósforo, con el fin de fertilizante de fosforo. Se da también por los tipos de apatitas (fosfato tricálcico) y se presenta de 15-35 % P_2O_5 . La calidad de Rf esta en dependiente de su edad, dimensión de partícula, nivel de sustitución en la estructura del cristal y lo soluble de los ácidos, del mismo modo, las rocas de tipo reactivas se emplean de forma directa para fertilización en el fósforo de los suelos ácidos.

Finck (1985) y Rodriguez (1982) afirman que la roca fosfórica se usa para la fertilización de la eficiencia de las propiedades del suelo, estas propiedades son la materia orgánica, la disposición de fosfatos nativos, contenido de hierro y aluminio, las condiciones de clima como la humedad, temperatura, entre otros. Del mismo modo, existen propiedades inherentes de la roca fosfórica en las cuales se encuentran: cantidad de fosfatos, solubilidad, disolución, dosis, entre otros.

2.2. Estado de arte

Cantú y Yáñez (2018) evaluaron la cantidad de C y N en el suelo, mediante la metodología: se colectó 4 muestras, en diferentes medidas de profundidad, además se evaluó la cantidad de C orgánico que se encontró presente en el suelo, y N total, y se procedió a la estimación de C/N. Para los resultados se obtuvo un contenido de carbono orgánico en el suelo y nitrógeno total de 0-5 cm fue de 1,4-0,16 % en lo agrícola y 2,4-0,27 % para plantación, 3,41-0,33 % para pastizal y 4,1-0,43 de un matorral, para el caso de 5-30 cm se tiene una merma en los resultados. En cuanto a C/N se obtuvo 8,7 a 10,4 cm, para las dos medidas de profundidad, donde se entiende que existió una positiva humificación de MO.

Mayta (2019) realizó las características físicas y químicas del suelo, donde se empleó la siguiente metodología: realizó una comparación de la tierra (Plantas de pino y pastura), posteriormente se colectó cinco muestras por cada nivel de profundidad. Para los resultados, se presentaron efectos negativos en la densidad aparente, N, K y MO, por otro lado, pH y P no tuvo efectos negativos. En tal sentido, se determinó que para plantaciones de pino

causa un perjuicio en las características físicas y químicas, afectando la producción del terreno en un periodo largo.

Llanos (2006) investigó la fertilización con materia orgánica e inorgánica en la especie *Pinus tecunumanii*, evaluando diferentes sistemas de nutrición en su abono en la ciudad Oxapampa, para esto se evaluaron 4 tratamientos; para los resultados se obtuvo lo siguiente: en sobrevivencia un 100 % hasta los seis meses para los 4 tratamientos, en altura 76,59 cm con el tratamiento 2 (CBI- completo- dosis foliar y al suelo), en diámetro 0,83 cm con el tratamiento 3 (CBI modificado), en la nutrición del suelo: para la acidez y saturación de aluminio redujo entre 55% y 65% con los tratamientos 2, 3 y 4 (fertilización no convencional), en M.O. 9,23% con el tratamiento 3 (CBI modificado), en fósforo 53,23 ppm con el tratamiento 1 (control), en potasio 316,75 ppm con el tratamiento 4 (CBI modificado, fertilizantes sólidos), en CIC 26,32 con el tratamiento 2 (CBI- completo- dosis foliar y al suelo), saturación de bases 34,44 % con el tratamiento 4 (CBI modificado, fertilizantes sólidos) y la saturación de Al^{3+} 50,04 % con el tratamiento 1 (control), con una correlación de 0,95 entre las variables.

Herrera (2003) investigó sobre el uso de fertilizantes en *Pinus radiata*, donde determinó su desarrollo (altura y diámetro), en la metodología se realizó la selección del área a realizar la investigación y se procedió a la aplicación de los diferentes tratamientos, para los resultados se obtuvo a los 40 meses en la última evaluación fue de un promedio en el diámetro de 132,81 mm con el tratamiento (Abono completo NPK), mientras que para la variable altura se obtuvo 592,18 cm con el tratamiento (Fosfato diamónico NPK), en cuanto a la correlación se encontraron altamente significativos, en tal sentido, se presentó un grado superior de asociación entre las variables estudiadas, se tiene a la correlación superior con el tratamiento (Abono completo NPK) con 0,94.

Martínez (2016) realizó un estudio en el desarrollo del *Pinus greggi* por tratamiento orgánicos en México, se estableció una parcela donde se realizó la subdivisión de subparcelas con cuatro tratamientos y dosis: Tratamiento 1 (estiércol), tratamiento 2 (humus y agua), tratamiento 3 (fertilizante 17-17-17) y tratamiento 4 (testigo), donde los resultados en desarrollo de altura se obtuvo un 6,92 cm con el tratamiento 4 (testigo), en cuanto al diámetro se obtuvo un 8,67 cm con el tratamiento 2 (Humus y agua).

Luque (2019) en su investigación sobre el efecto de abonos orgánicos y sustratos en la especie *Pinus tecunumanii*, en la metodología se usaron diferentes tipos de abonos (Guano de isla, gallinaza y mallki) en dosis de 2 g por planta, encontrándose que a los 9,5 días de almacenado germinaron un 74,75 %, mientras que la germinación total de las semillas se dio a los 14 días posteriores a la siembra, asimismo se evidenció que los abonos orgánicos mallki, guano de isla y la gallinaza obtuvieron una longitud aérea, radicular y una producción de biomasa de 17.45, 18.18 y 17.44 cm respectivamente, el autor concluyo que el vivero Agrokumi presentó mejores resultados a comparación de un vivero forestal y también se desarrollaron mejor en altitudes altas.

Grandez (2022) investigó sobre abono de roca fosfórica en el desarrollo de especies forestales en Pucallpa, con el fin de evaluar las variables de altura y diámetro (12 meses), se realizó la siguiente metodología donde se evaluaron las especies *Vitex cymosa* Bertero ex Sprengel (cormiñon), *Manilkara bidentata* (A. DC) (quinilla) y *Copaifera paupera* (Herzog) Dwyer (copaiba) con los siguientes fertilizantes: Yaramila Complex, Fertibagra y roca fosfórica en diferente dosis; para los resultados con respecto a la altura, se obtuvo en la especie *Vitex cymosa* bajo el fertilizante roca fosfórica logró 168 cm, para la especie *Manilkara bidentata* bajo el fertilizante roca fosfórica logró 76 cm y para la especie *Copaifera paupera* bajo el fertilizante fertibraga logró 44 cm; por otro lado, para la variable diámetro se obtuvo en la especie *Vitex cymosa* bajo el fertilizante roca fosfórica logró 33 mm, para la especie *Manilkara bidentata* bajo el fertilizante roca fosfórica logró 18 mm y para la especie *Copaifera paupera* bajo el fertilizante fertibraga logró 12 mm.

García (2015) en su estudio sobre fertilización con bocashi y roca fosfórica en la especie *Calycophyllum spruceanum*, determinando el desarrollo en las variables de diámetro y altura en diferentes dosis; en los resultados se obtuvo un diámetro de 1,51 cm con el tratamiento de Bocashi (20) y Roca fosfórica (150) y una altura de 1,43 m con el tratamiento de Bocashi (20) y Rosa fosfórica (100).

Ramos (2019) en su investigación con fertilización con yaramila integrador y roca fosfórica en diferentes dosis en la especie *Cedrela odorata*, con la finalidad de evaluar las variables de diámetro y altura de la especie, y su correlación; en la metodología se realizó la última evaluación a los 9 meses donde se estudiaron la variable diámetro y altura, teniendo como resultados entre los cuatro tratamientos (T₀, T₁, T₂ y T₃) un rango de diámetro entre 3,32

a 5,54 cm y una altura que va desde 1,93 a 2,72 m. El autor concluyó que el T₂ (Roca Fosfórica 100 g + YaraMila Integrador 200 g) alcanzó el mayor diámetro y altura respecto a los demás tratamientos, asimismo se encontró una correlación perfectamente positiva en los tratamientos evaluados con un correlación de Pearson de 75 %.

Vilchez (2019) realizó un trabajo de investigación en fertilizantes con la especie *Calycophyllum spruceanum*, determinó las variables (altura y diámetro) con respecto a la fertilización en estudio, para la metodología se utilizaron: roca fosfórica y guano de isla en diferentes dosis, un previo muestreo de suelo, para una posterior evaluación de las variables; para los resultados con respecto a la variable altura se obtuvo 373,84 cm y a la variable diámetro presentó 5,54 cm con el tratamiento de guano de isla (800 g) + roca fosfórica (100 g) para ambos casos, siendo dicho tratamiento el que desarrollo mejores resultados en la investigación.

Palomino (2011) llevo a cabo una investigación en la especie *Tectona grandis* por influencia de fertilización con roca fosfórica y guano de isla, evaluó las variables morfométricas de la especie, se emplearon diferentes dosis en los distintos componentes (roca fosfórica y guano de isla); para los resultados en el incremento de la altura y diámetro con el tratamiento con guano de isla (300 g) + roca fosfórica (100 g) se obtuvo 2,24 m y 5,4 cm, respectivamente.

Centeno (2012) en su estudio sobre fertilizantes en el desarrollo de la especie *Guazuma crinita* y *Calycophyllum spruceanum*, evaluó sus características morfométricas, en la metodología se emplearon los siguientes abonos orgánicos : 50 g, 100g, y 150 g. de guano de isla; para los resultados a los 6 meses de evaluación en la especie *Guazuma crinita* en la altura se obtuvo 153,12 cm y en diámetro se presentó un 31,47 mm con el tratamiento de guano de isla (100 g) para ambos, por otro lado, para la especie *Calycophyllum spruceanum* en la altura se obtuvo 120,50 cm y en el diámetro se presentó un 22,72 mm con el tratamiento de guano de isla (150 g).

Torres (2013) en su investigación de abono orgánico en la especie *Colubrina glandulosa*, evaluó el desarrollo en cuanto a la altura y el diámetro de la planta con los diferentes abonos en dosificación distinta, para la metodología se emplearon los siguientes abonos: tierra agrícola + aserrín + bokashi; en los resultados a los 9 meses obtuvo en la altura un 129,35 cm y en el diámetro 11,31 mm con el tratamiento de tierra agrícola (2) + aserrín (1) + bokashi (1), para ambos casos.

Vásquez (2020) en su estudio de sobre fertilización para la especie *Tectona grandis* en San Martín, evaluaron las características biométricas de la planta y las propiedades del suelo, en la metodología se emplearon diferentes dosis de abonos, en los resultados a los 6 meses con respecto al diámetro del tallo se obtuvo un 28,74 mm y en la altura un 113,64 cm con abono de guano de isla (187,58 g) + gallinaza (148,28 g) + roca fosfórica (40,72 g) para ambos casos, además el mismo tratamiento obtuvo, en el nivel pH 5,69, en la materia orgánica un 1,94 %, nitrógeno un 0,09 %, fósforo un 33,73 ppm, potasio un 144 ppm, calcio un 3,75 Cmol/kg, magnesio un 0,82 Cmol/kg con abono de guano de isla (187,58 g) + gallinaza (148,28 g) + roca fosfórica (40,72 g).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política

El trabajo de investigación se realizó en el Valle Ubiriki, ubicado en el distrito de Perene, Provincia Chanchamayo, Región Junín.

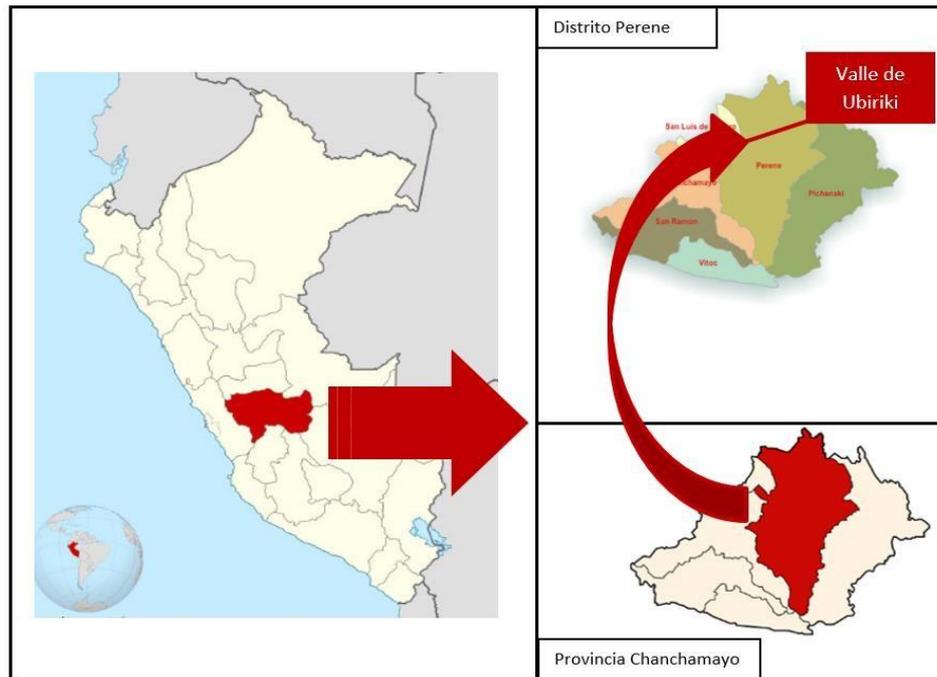


Figura 1. Ubicación del área de investigación

3.1.2. Ubicación geográfica

El valle de Ubiriki se ubica en el distrito de Perené, llamada “Ciudad de las Tres Mesetas”, se encuentra en la parte central oriental del departamento de Junín, Provincia de Chanchamayo a 25 km de la ciudad de La Merced, a unos 30 minutos de viaje en la carretera asfaltada de Selva Central.

3.1.3. Hidrografía y relieve

Hidrográficamente se ubica dentro de la vertiente amazónica de la cadena oriental de la cordillera central de los andes peruanos, en la cuenca del río Perené. La altitud más baja se encuentra a 509 m.s.n.m. en el Centro Poblado Rural Shankivironi y la más alta en el Centro Poblado Rural de Villa Vista a 1,668 m.s.n.m.; el valle de Ubiriki se encuentra a 987 m.s.n.m.

3.1.4. Zona de vida y precipitación

Según Holdridge (1971) el distrito de perene exactamente el valle de Ubiriki, presenta una zona de vida caracterizada por el Bosque Húmedo – Premontano Tropical (bh-PT). Esta zona predomina en las terrazas medias y altas de los ríos Ene, Perene y Tambo. Su régimen de precipitación se encuentra entre 1 500 a 2 500 mm de lluvia total anual.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales vegetativo

Plantones de *Pinus tecunumanii*

3.2.2. Insumos

Mallki, mejorador de suelos en dosis de: 3 000, 4 000 y 5 000 g, donde su composición se observó en la Tabla 4.

Tabla 4. Composición del abono orgánico Mallki mejorador de Suelos

Macro Nutriente			Micro Nutriente		
Nitrógeno	(N)	1.2 – 2.5 %	Manganeso	(Mn)	500 - 650 ppm
Fósforo	(P ₂ O ₅)	1.0 – 2.0 %	Boro	(B)	70 - 100 ppm
Potasio	(K ₂ O ₅)	2.1 - 3.5 %	Zinc	(Zn)	400 - 600 ppm
Calcio	(CaO)	3.0 - 3.5 %	Cobre	(Cu)	65 - 90 ppm
Magnesio	(MgO)	0.8 - 1.2 %	Hierro	(Fe)	3500 - 8500 ppm

Fuente: PROABONOS (2008)

La roca fosfórica en 100 g a una concentración de 200 ppm, la composición se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5. Composición química de la roca fosfórica

Composición	Porcentaje
Fósforo total (P ₂ O ₅)	30,2 %
Calcio total (CaO)	40,5 %
Silicio total (SiO ₂)	15,6 %
Humedad	2,50 %

Fuente: IFDC, (1985)

3.2.3. Equipos

Balanza de 5 kg, cámara fotográfica con 7,2 megapíxeles, receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global) marca Garmin 62s, la desbrozadora o motoguadaña, laptop Hp, una brújula y vernier digital.

3.2.4. Materiales y herramientas

Se empleó formatos de evaluación, libreta de campo, wincha de 50 y 5 m, jalón, machete, pala recta, recipientes graduados según la dosis, plumones, pintura y letreros.

3.3. Metodología

3.3.1. Efecto de la fertilización en el crecimiento de *Pinus tecunumanii*

3.3.1.1. Análisis preliminar químico del suelo

MINAM (2014) para determinar el tipo de suelo mediante el análisis respectivo en primer lugar, se realizó un muestreo en toda el área que consistió en realizar un recorrido en zig-zag tomando en cada punto una muestra simple (submuestra). Posteriormente se mezcló con las muestras de los puntos sucesivos a cada profundidad, formando una muestra compuesta, la cual se llevó para su análisis respectivo al Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Facultad de Agronomía obteniendo un pH de 5,78 medianamente ácido según Scheffer y Schachtschabel y moderadamente ácido según la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Asimismo, se obtuvo una interpretación de carbonato de calcio alto, materia orgánica medio, nitrógeno total medio, fósforo disponible bajo y potasio disponible bajo (véase Anexo 3).

3.3.1.2. Instalación y delimitación

El área donde se instaló los plántones de *Pinus tecunumanii*, cuenta con una superficie de 2 500 m². donde existe vegetación arbórea y arbustiva, en la cual se realizó una limpieza del área para eliminar la vegetación existente, posterior se comenzó con el demarcado respectivo, considerando un distanciamiento de cuatro metros entre planta y planta (4 m x 4 m), para ello se usó de una cinta métrica de 50 m que nos facilitará ubicar el punto donde se establecieron los plántones de *Pinus tecunumanii* y para reconocer el distanciamiento entre plantas se colocó un jalón de aproximadamente 1 m de altura.

Cabe mencionar que cada bloque estuvo compuesto por dos hileras o líneas, donde el distanciamiento entre bloques fue cada cinco metros, para evitar el efecto rebote al aplicar la dosis respectiva, asimismo se demarco los tratamientos de forma al azar, para lo cual se utilizó estacas con sus respectivos códigos.

3.3.1.3. Obtención de plántones y apertura de hoyos

Los plántones de *Pinus tecunumanii* se obtuvieron por medio de compra directa, lo cual tuvieron aproximadamente dos meses de edad, donde se seleccionó los plántones más uniformes y que no tengan daños o plagas, ausencia de enfermedades, buen vigor, etc. Una vez delimitados y distribuir los tratamientos, se procedió a realizar los hoyos en cada punto, teniendo en consideración los distanciamientos entre plantas y entre bloques, donde los hoyos tuvieron las dimensiones de 20 x 20 x 30 cm (Luna *et al.*, 2012).

3.3.1.4. Fertilización con mallki y roca fosfórica

Una vez instalados los plántones, se procedió a aplicar la fertilización con el abono orgánico Mallki con sus respectivos tratamientos alrededor de las plantas de *Pinus tecunumanii* “pino rojo” se realizó pequeñas zanjillas en forma de círculo aproximadamente a 20 cm de radio teniendo en consideración el tallo de la planta, para luego cubrirlo con hojarasca o restos que quedan después de la limpieza, con la finalidad de que el nitrógeno no se volatilice por efecto de los rayos solares.

Asimismo, se aplicó una sola dosis de roca fosfórica de 100 g para cada planta indistintamente cual sea el tratamiento, para de esta manera reducir el pH del suelo y aumentar el intercambio de capacidad catiónico (CIC) (Gómez-Romero *et al.*, 2013).

3.3.1.5. Mantenimiento de la plantación

Con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con los plántones instaladas, se eliminó las malezas usando machete o desbrozadora en toda el área y también se fumigo haciendo uso de tifón en forma líquida en dosis de 40 cc por mochila de 20 L por periodos de cada 30 días. Dicha actividad se realizó durante la etapa que dure la investigación para evitar la proliferación de insectos (Alfaro, 2000).

3.3.1.6. Variables a evaluar

Para ver el efecto de la fertilización en el crecimiento, teniendo en cuenta el incremento de las plantas de *Pinus tecunumanii* (Prieto *et al.*, 2009), donde las evaluaciones fueron cada 3 meses, teniendo un total de 4 evaluaciones, las variables serán:

- **Altura de la planta**

La evaluación de la altura (cm) en plantas de *Pinus tecunumanii* por efecto de la fertilización, se realizó desde la base de la planta hasta el ápice superior.

- **Diámetro basal del fuste**

Con respecto a la variable del diámetro (mm) de las plantas, se evaluó a una altura de 10 cm sobre la superficie del suelo, previo se realizó la marcación en forma circular el lugar donde se ejecutó las cuatro evaluaciones, lo cual se empleó un vernier digital.

3.3.1.7. Efecto de la fertilización en las propiedades químicas del suelo

Terán (2018) recomendó observar la deficiencia del suelo y poder plantear los tratamientos se realizó un análisis del suelo del área a instalar (Anexo 4).

Posteriormente cada de 3 meses de haber instalado y fertilizado según los tratamientos, se desarrolló los diferentes análisis químicos, se realizó mediante el muestreo de suelo de cada tratamiento y repetición (unidad experimental), para lo cual se obtuvo una muestra de 1 kg por tratamiento lo cual fueron secados, para posterior a esto fueron llevadas a al Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Facultad de Agronomía perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Asimismo, para determinar los parámetros químicos se tuvo en cuenta el siguiente método:

Tabla 6. Parámetros químicos del suelo y método para su determinación

Parámetros químicos	Método empleado
pH (1:1)	Potenciómetro, relación suelo agua 1:1
Materia orgánica (%)	Walkley y Black
Nitrógeno (%)	% M.O X 0.05
Fosforo disponible (ppm)	Olsen modificado
Potasio disponible (ppm)	Desplazamiento con acetato de Amonio 1N pH: 7.0
Cationes cambiabiles (Ca ⁺² , Mg ⁺² , Na ⁺ , K ⁺), para suelos con pH>5.5	Reemplazamiento con acetato de amonio 1N Ph:7.0 (cuantificado por EAA)
Cationes cambiabiles (Ca ⁺² , Mg ⁺² , Na ⁺ , K ⁺), para suelos con pH <5.5	Reemplazamiento con cloruro de potasio 1N: cuantificado el Ca ⁺² , Mg ⁺² por EAA y método de Yuan para Al ⁺³ , H ⁺
CIC	Suma de cationes (Ca ⁺² , Mg ⁺² , Na ⁺ , k ⁺
CiCe	Suma de cationes (Ca ⁺² , k ⁺ , Mg ⁺² , Al ⁺³ ,H ⁺

Fuente: Baird *et al.*, (2017)**3.3.1.8. Corrección de la altura (cm) y diámetro (mm) de *Pinus tecunumanii***

Se realizó a través de una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón, donde las variables estuvieron conformadas por los incrementos de variables de altura (cm) y diámetro (mm).

Tabla 7. Interpretación del Coeficiente de Correlación

Valor del coeficiente de correlación	Dirección y Fuerza de la Correlación
-1	Correlación perfectamente negativa
-0.8	Correlación fuertemente negativa
-0.5	Correlación moderadamente negativa
-0.2	Correlación débilmente negativa
0.00	Correlación nula
0.2	Correlación débilmente positiva
0.5	Correlación moderadamente positiva
0.8	Correlación fuertemente positiva
1	Correlación perfectamente positiva

Fuente: Zou *et al.*, 2003

Con respecto al p-valor, si este valor es menor que el 0,05, el coeficiente será significativo con un nivel de confianza al 95 %; sin embargo, si es menor a 0,01, el coeficiente pertenece ser significativo al nivel de 0,01 (99 % de confianza de que la correlación sea verdadera y 1 % de probabilidad de error).

3.4. Diseño de investigación

La investigación fue un estudio experimental por que se manipulo la variable independiente (fertilización) y existe la equivalencia de los grupos para ver su efecto sobre la variable dependiente como el crecimiento de *Pinus tecunumanii* y propiedades químicas del suelo, de acuerdo con Hernández *et al.* (2014), el diseño de la investigación corresponderá al tipo experimental aplicada, a los ya que busca solucionar problemas prácticos.

3.4.1. Nivel de estudio

La investigación presentó un carácter experimental de tipo pura o básica, de alcance explicativa (Hernández *et al.*, 2014).

3.4.2. Tratamientos

Los tratamientos fueron considerados teniendo 6 plantones por unidad experimental, obteniéndose 5 unidades experimentales por cada tratamiento habiendo una total de 120 plantas de *Pinus tecunumanii*.

Tabla 8. Tratamientos considerados en *Pinus tecunumanii*

Código	Roca Fosfórica (g)	Nº de aplicaciones	Dosis Mallki (g)	Nº de aplicaciones	Total/planta (g)	Unidad experimental	Plantas
T ₀	0	1	0	4	0	5	30
T ₁	100	1	750	4	3000	5	30
T ₂	100	1	1000	4	4000	5	30
T ₃	100	1	1250	4	5000	5	30

3.4.3. Diseño del experimento

El experimento estuvo distribuido bajo el diseño en bloque completo al azar con cinco tratamientos (incluido el testigo) y en cada unidad experimental estaba

compuesto por seis plantas de *Pinus tecunumanii* “pino rojo”. El análisis de datos se analizó mediante el análisis de la varianza (ANVA).

La variable respuesta estuvo expresada por la ecuación de la forma:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta u observación

μ = Efecto de la media

B_j = Efecto de los bloques

T_j = Efecto de los tratamientos

E_{ij} = Error experimental (factores no considerados en la evaluación).

El esquema del ANVA estuvo expresado por lo siguiente:

Tabla 9. Esquema del ANVA para el DBCA

FV	GL	SC	CM	F _C
Bloque	$b - 1 = 9$	SC_b	CM_b	CM_b/CM_{ee}
Tratamientos	$(t - 1) = 4$	SC_{trat}	CM_{trat}	CM_{trat}/CM_{ee}
Error experimental	$(b - 1)(t - 1) = 36$	SC_{ee}	C_{mee}	
Total	$t*b - 1 = 49$	SC_{total}		

Nota. “b”: número de bloques, “t”: es el número de tratamientos.

Figura 2. Esquema de la distribución de los tratamientos en la parcela experimental

T ₂	T ₃	T ₁	T ₀	Bloque I
T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	Bloque II
T ₃	T ₂	T ₀	T ₁	Bloque III
T ₁	T ₀	T ₃	T ₂	Bloque IV
T ₃	T ₁	T ₂	T ₀	Bloque V

El análisis se realizó mediante un ANVA y en caso de registrar diferencias estadísticas significativas, se realizó la comparación de medias mediante la prueba Duncan, ambos con una confiabilidad del 95 %.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Incremento en altura y diámetro

4.1.1. Altura

En la siguiente Tabla 10, se evaluaron los efectos del incremento en altura, se observó en el análisis de varianza, que para el caso de los 3 meses la fuente de variación tratamientos tiene un p-valor (0,1654) lo que significa que no existe diferencias estadísticas significativas, por otro lado, se tiene a la fuente de variación bloque con un p-valor (0,7103) lo que significa que no existen diferencias estadísticas significativas, del mismo modo, a los 6 meses para la fuente de variación tratamiento y bloque no se encontraron diferencias estadísticas significativas con un valor de (0,112 y 0,2751) respectivamente, por último, a los 9 meses se presenta un p-valor de (0,2776 y 0,4710) donde se puede concluir que no existió diferencias estadísticas significativas, y que para ambos los tratamientos son similares.

Tabla 10. Análisis de varianza del incremento en altura (cm) por efecto de Mallki

FV	GL	A los 3 meses		A los 6 meses		A los 9 meses	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Tratamiento	3	20,26	0,1654 ^{ns}	139,68	0,112 ^{ns}	242,44	0,2776 ^{ns}
Bloque	4	5,41	0,7103 ^{ns}	82,48	0,2751 ^{ns}	158,26	0,4710 ^{ns}
Error	12	10,05		56,56		167,33	
Total	19						

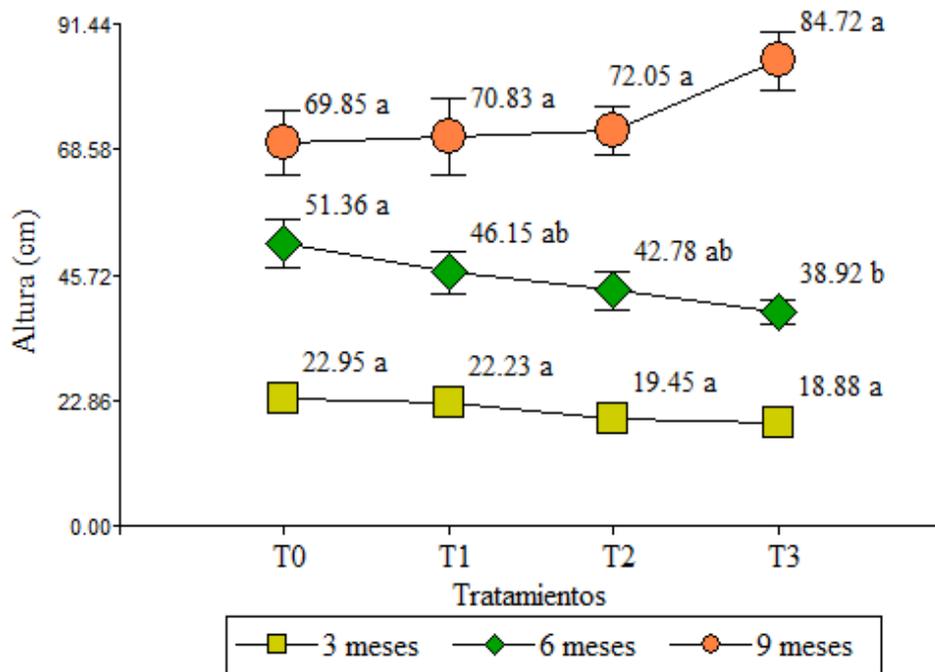
Nota. ns: No Significativa, *: Significativa

Para la Tabla 11 se observó mediante la prueba de comparación de Duncan, que para el caso de los 3 meses no existe diferencias estadísticas, sin embargo, el T₀ (Testigo) es numéricamente superior a los demás con un incremento en la altura de 22,95 cm; por otro lado, para los 6 meses se observó que existe diferencias donde T₀ (Testigo) es numéricamente superior con un valor de 51,36 cm, finalmente, a los 9 meses no presentó diferencias estadísticas, no obstante, el T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g) es numéricamente superior con un incremento de la altura de 84,72 cm.

Tabla 11. Prueba de Duncan del incremento en altura (cm) en dosis de Mallki

Tratamientos	A los 3 meses		A los 6 meses		A los 9 meses	
	Medias	Sig	Medias	Sig	Medias	Sig
T ₀	22,95	a	51,36	a	69,85	a
T ₁	22,23	a	46,15	ab	70,83	a
T ₂	19,45	a	42,78	ab	72,05	a
T ₃	18,88	a	38,92	b	84,72	a

Nota. a, b: Significativo

Figura 3. Comparación de medias del incremento en altura por efecto de mallki

En la Figura 3, se presentó en los tiempos de 3 meses y 6 meses el tratamiento T₀ (Testigo) resultó ser superior numéricamente con valores de (22,95 cm, 51,36 cm y 69,85 cm, respectivamente, por otro lado, para el caso de los 9 meses el tratamiento T₃ (Roca fosfórica 100 g. + Mallki 1250 g.) con 84,72 cm resultó ser numéricamente superior con respecto a los demás.

En tal sentido, en estudios con la especie *P.* se obtuvo los siguientes resultados, Llanos (2006) en su investigación sobre la especie *P. tecunumanii*, para los resultados se obtuvo lo siguiente: en altura 76,59 cm con el tratamiento 2 (CBI- completo- dosis

foliar y al suelo). Herrera (2003) en su investigación sobre la especie *P. radiata*, para los resultados se obtuvo a los 40 meses en la última evaluación fue de un promedio para la variable altura total se obtuvo 592,18 cm con el tratamiento (Fosfato diamónico NPK).

Grandez (2022) en su investigación en especies forestales para los resultados con respecto a la altura, se obtuvo en la especie *Vitex cymosa* bajo el fertilizante roca fosfórica logró 168 cm, para la especie *Manilkara bidentata* bajo el fertilizante roca fosfórica logró 76 cm y para la especie *Copaifera paupera* bajo el fertilizante fertibraga logró 44 cm. García (2015) en su estudio en la especie *Calycophyllum spruceanum*, en los resultados se obtuvo una altura de 1,43 m con el tratamiento de Bocashi (20) y Rosa fosfórica (100). De igual manera, Vilchez (2019) con la especie *Calycophyllum spruceanum*, para los resultados con respecto a la variable altura total se obtuvo 373,84 cm con el tratamiento de guano de isla (800 g) + roca fosfórica (100 g). Asimismo, Centeno (2012) en su estudio de la especie *Guazuma crinita* y *Calycophyllum spruceanum*, para los resultados a los 6 meses de evaluación en la especie *Guazuma crinita* en la altura se obtuvo 153,12 cm con el tratamiento de guano de isla (100 g) para ambos, por otro lado, para la especie *Calycophyllum spruceanum* en la altura se obtuvo 120,50 cm con el tratamiento de guano de isla (150 g). De igual manera Torres (2013) en la especie *Colubrina glandulosa*; en los resultados a los 9 meses se obtuvo en la altura un 129,35 cm con el tratamiento de tierra agrícola (2) + aserrín (1) + bokashi (1). Vásquez (2020) en su estudio para la especie *Tectona grandis* en San Martín, en los resultados a los 6 meses con una altura de 113,64 cm con abono de guano de isla (187,58 g) + gallinaza (148,28 g) + roca fosfórica (40,72 g).

La diferencia en cuanto a la altura en el desarrollo de la planta se da posiblemente debido a la diferencia de especies, y a la necesidad de nutrientes que tiene en particular el tipo de especie, además ser influenciada por el clima y las características del sitio, manejo silvicultural, por otro lado, cabe recalcar que estos abonos orgánicos producen un favorable incremento en los nutrientes en el suelo, dando una mejor retención de agua y un mejor intercambio de nutrientes, además, los abonos orgánicos cuentan con una riqueza en nutrientes entre los elementos de nitrógeno, fósforo, potasio entre otros elementos.

4.1.2. Diámetro

Se observó en la Tabla 12 la evaluación de los efectos de los tratamientos de la variable diámetro que se encontraron influenciados por el efecto de Mallki, a los 3 meses se tuvieron los tratamientos un p-valor (0,0265) lo que significó que existió diferencias estadísticas significativas y al menos un tratamiento es diferente al otro, por otro lado, se observó entre bloques un p-valor (0,5069) el cual es superior al 5 % lo que significó que no existió diferencias estadísticas significativas, y que todos los tratamientos tienen efecto similar; por otro lado, a los 6 meses para la fuente de variación tratamiento se obtuvo un 0,1042 que significó que no presentó diferencias estadísticas significativas, para el caso de bloque se pudo observar un 0,0115 que significó que se encontraron diferencias estadísticas significativas; por último, para los 9 meses en el caso de la fuente de variación tratamiento y bloque se obtuvo un p-valor de (0,3465 y 0,1375) donde el valor es superior al 5 %, lo que significó que no existió diferencias estadísticas significativas.

Tabla 12. Análisis de varianza del incremento en diámetro (mm) por efecto de mallki

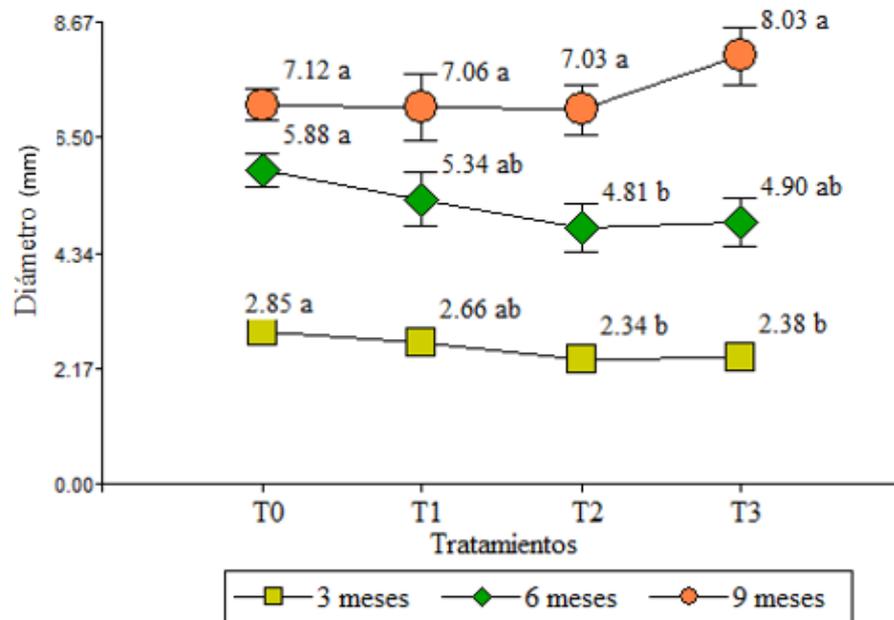
FV	GL	A los 3 meses		A los 6 meses		A los 9 meses	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Tratamiento	3	0,29	0,0265*	1,2	0,1042 ^{ns}	1,16	0,3465 ^{ns}
Bloque	4	0,06	0,5069 ^{ns}	2,44	0,0115*	2,04	0,1375 ^{ns}
Error	12	0,07		0,47		0,95	
Total	19						

Nota. *: Significativo; ns: no significativo

Se observó en la Tabla 13 en la comparación de medias mediante la prueba de Duncan, para el caso de 3 meses existió diferencias estadísticas significativas donde el T₀ (Testigo) es numéricamente superior con 2,82 mm con respecto a los demás, por otro lado, para los 6 meses, de la misma forma se obtuvo diferencias estadísticas significativas donde resultó superior numéricamente el T₀ (Testigo) con un incremento en el diámetro de 5,88 mm, por último, a los 9 meses, el T₃ (Roca fosfórica 100 g. + Mallki 1250 g.) fue superior con un incremento en el diámetro de 8,03 mm con respecto a los demás.

Tabla 13. Prueba de Duncan del incremento en diámetro (mm) en dosis de mallki

Tratamientos	A los 3 meses		A los 6 meses		A los 9 meses	
	Medias	Sig	Medias	Sig	Medias	Sig
T ₀	2,85	a	5,88	a	7,12	a
T ₁	2,66	ab	5,34	ab	7,06	a
T ₂	2,34	b	4,81	b	7,03	a
T ₃	2,38	b	4,9	ab	8,03	a

Figura 4. Comparación de medias del incremento en diámetro por efecto de Mallki

En la Figura 4 se observó que en los 3 meses y 6 meses el T₀ (Testigo) resultó ser superior con respecto a los demás con valores de (2,85 mm y 5,88 mm) respectivamente, por otro lado, para los 9 meses el T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g) resultó ser superior numéricamente con un valor de 8,03 mm con respecto a los demás.

Con respecto a lo anterior, se realizaron estudios en la especie *Pinus*, donde Martínez (2016) realizó un estudio en el desarrollo del *P. greggi*, donde los resultados en desarrollo en cuanto al diámetro se obtuvo un 8,67 cm con el tratamiento 2 (Humus y agua). Llanos (2006) en su investigación sobre la especie *P. tecunumanii*, para los resultados obtuvo lo siguiente: en diámetro 0,83 cm en el tratamiento 3 (CBI modificado).

Para Grandez (2022) en su investigación en el desarrollo de especies forestales en Pucallpa, para los resultados con respecto a la variable diámetro se obtuvo en la especie *Vitex cymosa* bajo el fertilizante roca fosfórica logró 33 mm, para la especie *Manilkara bidentata* bajo el fertilizante roca fosfórica logró 18 mm y para la especie *Copaifera paupera* bajo el fertilizante fertibraga logró 12 mm. De igual manera, García (2015) en su estudio en la especie *Calycophyllum spruceanum*, en los resultados se obtuvo un diámetro de 1,51 cm con el tratamiento de Bocashi (20 g) y Roca fosfórica (150 g) y una altura de 1,43 m con el tratamiento de Bocashi (20 g) y Rosa fosfórica (100 g). Además, Ramos (2019) en su estudio en la especie *Cedrela odorata*, se realizó la última evaluación a los 9 meses, en los resultados con respecto a la variable diámetro se obtuvo 5,54 cm con el tratamiento roca fosfórica 100 g + yaramila 200 g. Asimismo, Vilchez (2019) con la especie *Calycophyllum spruceanum*, para los resultados con respecto a la variable diámetro presento 5,54 cm con el tratamiento de guano de isla (800 g) + roca fosfórica (100 g). Centeno (2012) en su estudio de la especie *Guazuma crinita* y *Calycophyllum spruceanum*, para los resultados a los 6 meses de evaluación en la especie *Guazuma crinita* en la altura se obtuvo 153,12 cm y en diámetro se presentó un 31,47 mm con el tratamiento de guano de isla (100 g) para ambos, por otro lado, para la especie *Calycophyllum spruceanum* en la altura se obtuvo 120,50 cm y en el diámetro se presentó un 22,72 mm con el tratamiento de guano de isla (150 g). Torres (2013) en su investigación en la especie *Colubrina glandulosa*, en los resultados a los 9 meses se obtuvo en el diámetro 11,31 mm con el tratamiento de tierra agrícola (2) + aserrín (1) + bokashi (1).

Con respecto a lo anterior, cabe mencionar que las variaciones en cuanto a resultad en el diámetro depende de cada especie, como también de la necesidad de cada planta, y la edad, debido a que en los primeros años la planta exige más nutrientes, además de actuar en relación con las condiciones edafoclimáticas del entorno, no obstante, los abonos orgánicos incrementan el intercambio de cationes, aumentando la retención de la humedad y por ende, se facilita el drenaje del suelo.

4.2. Correlación entre altura (cm) y diámetro (mm)

Se observó en la Tabla 14, para la variable correlación entre altura y diámetro, se observó un T₀ (Testigo) un p-valor (0,1391) lo que significó que no existió diferencias estadísticas significativas, en el T₁ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 750 g) se registró un p-valor (0,0001) donde se demostró que existió diferencias estadísticas altamente significativas, por otro lado, para el T₂ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 000 g) se obtuvo un p-valor (0,0116) lo

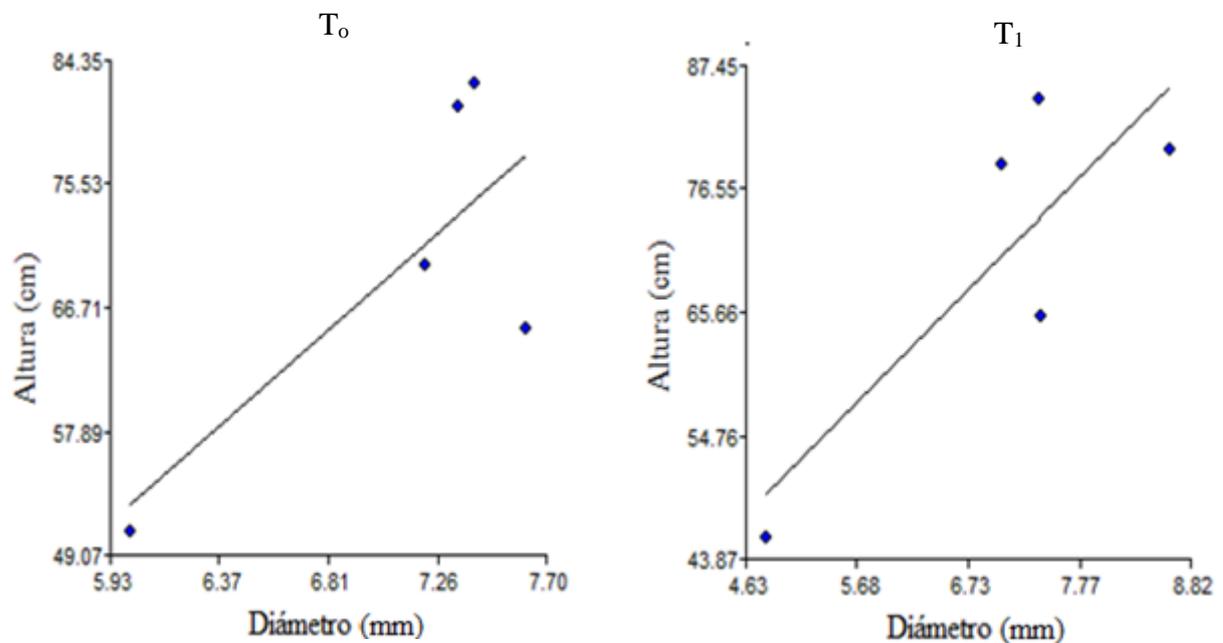
que significa que existe diferencias estadísticas significativas, y finalmente para el caso de, T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g) se obtuvo un p-valor (0,0053) lo que significó que existió diferencias estadísticas altamente significativas.

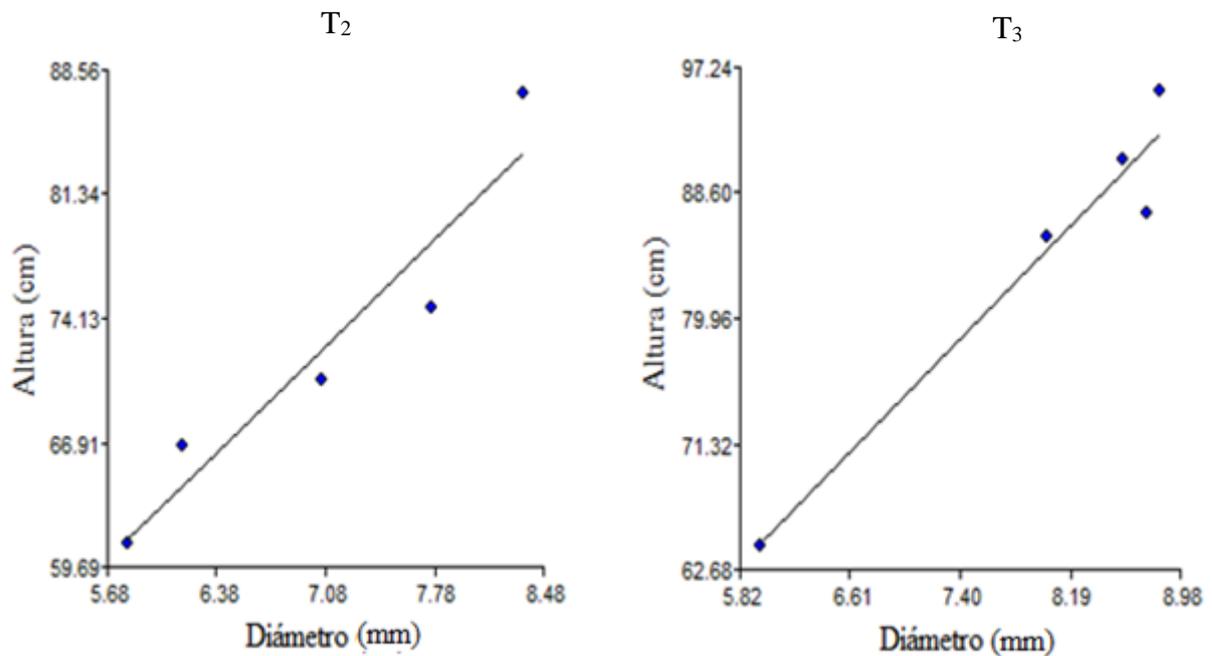
Tabla 14. Correlación de Pearson entre la altura (cm) y diámetro (mm) por efecto de los tratamientos

Tratamiento	Variable	N	Pearson	p-valor
T ₀	Altura	5	0,76	0,1391 ^{ns}
	Diámetro	5		
T ₁	Altura	5	0,84	0,0001 ^{**}
	Diámetro	5		
T ₂	Altura	5	0,95	0,0116 [*]
	Diámetro	5		
T ₃	Altura	5	0,97	0,0053 ^{**}
	Diámetro	5		

Nota: ns, No significativa; *, Significativa; **, Muy Significativa

Figura 5. Relación entre la altura y diámetro en los tratamientos en estudio





En la Figura 5 se observó la relación entre las variables de estudio (altura y diámetro), donde para el T₀ (Testigo) se registró una correlación de 0,76 que indicó que existió una buena asociación entre las dos variables en estudio, en el caso del de los T₁ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 750 g), T₂ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 000 g) y T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g) se tiene un valor de 0,84, 0,95 y 0,97 lo que indica que existió una alta relación entre las dos variables.

Llanos (2006) en su investigación sobre la fertilización con materia orgánica e inorgánica en la especie *P. tecunumanii*, con el fin de evaluar diferentes sistemas de nutrición en su abono en la ciudad Oxapampa, para esto se evaluaron 4 tratamientos; para los resultados se obtuvo lo siguiente: una correlación de 0.95 entre las variables, además. Herrera (2003) en su investigación sobre el uso de fertilizantes en *P. radiata*, con el fin de determinar su desarrollo (altura y diámetro), para los resultados se obtuvo a los 40 meses en la última evaluación, en cuanto a la correlación se encontraron altamente significativos, en tal sentido, se tiene la correlación superior con el tratamiento (Abono completo NPK) con 0.94, del mismo modo. Ramos (2019) en su investigación con la especie *Cedrela odorata*, realizó la última evaluación a los 9 meses, en los resultados con respecto a la correlación entre las variables de altura y diámetro, el tratamiento testigo obtuvo un valor de 1,00.

En tal sentido, la correlación entre las dos variables posiblemente se vio la influencia del tipo de especie, clima, suelo y densidad donde se encuentra, debido a que esto pudo ocasionar una diferencia en el proceso de desarrollo en cuanto a las variables biométricas (diámetro y altura), cabe recalcar que en el caso de la investigación realizada y los estudios revisados, se pudo observar que existió correlación positiva en cuanto a las dos variables, con coeficiente de relación de bueno a alto.

4.3. Propiedades químicas

En la Tabla 15, se observó para el caso de 3 meses que se registró que el T₃ (Roca fosfórica 100 g + Malki 1 250 g) con valores superiores con respecto a las propiedades químicas del suelo, donde obtuvieron un pH (6,76), MO (4,99 %), N (0,25 %), P (24,40 ppm) y K (613,47 ppm), por otro lado, para los 6 meses se registraron de la misma forma el T₃ obtuvo resultados superiores pH (6,95), MO (5,50 %), N (0,27 %), P (52,60 ppm) y K (195,12 ppm), finalmente para los 9 meses, el T₃ se observó como el mejor tratamiento con los siguientes valores pH (6,50), MO (4,18 %), N (0,21 %), P (65,46 ppm) y K (347,80 ppm).

Tabla 15. Propiedades químicas del suelo de *Pinnus tecunumani* por efecto de Malki

Tiempo	Tratamiento		pH	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
	Código	Proporción					
3 meses	T ₀	Testigo	4,86	3,94	0,2	6,52	67,46
	T ₁	Malki (750 g)	6,2	3,91	0,2	13,48	588,87
	T ₂	Malki (1000 g)	6,59	3,63	0,18	18,08	578,09
	T ₃	Malki (1250 g)	6,76	4,99	0,25	24,4	613,47
6 meses	T ₀	Testigo	4,97	3,91	0,2	5,43	63,42
	T ₁	Malki (750 g)	6,08	3,79	0,19	21,08	108,56
	T ₂	Malki (1000 g)	6,41	5,25	0,26	37,91	134,48
	T ₃	Malki (1250 g)	6,95	5,5	0,27	52,6	195,12
9 meses	T ₀	Testigo	5,28	2	0,1	7,87	286,27
	T ₁	Malki (750 g)	5,69	4,05	0,2	33,86	336,85
	T ₂	Malki (1000 g)	6,19	3,15	0,16	33,23	498,73
	T ₃	Malki (1250 g)	6,5	4,18	0,21	65,46	347,8

Llanos (2006) en su investigación sobre la fertilización con materia orgánica e inorgánica en la especie *Pinus tecunumanii*, evaluó diferentes sistemas de nutrición en su abono en la ciudad Oxapampa, evaluó 4 tratamientos; para los resultados se obtuvo lo siguiente: para la acidez y saturación de aluminio redujo entre 55 % y 65 % con los tratamientos 2, 3 y 4 (fertilización no convencional), en M.O. se obtuvo un 9,23 % con el tratamiento 3 (CBI modificado), en fósforo 53,23 ppm con el tratamiento 1 (control), en potasio 316,75 ppm con el tratamiento 4 (CBI modificado, fertilizantes sólidos), en CIC se obtuvo un 26,32 Cmol/kg con el tratamiento 2 (CBI- completo- dosis foliar y al suelo), saturación de bases 34,44 % con el tratamiento 4 (CBI modificado, fertilizantes sólidos) y la saturación de Al^{3+} 50,04% con el tratamiento 1(control), por otro lado en otra especie forestal. Vásquez (2020) en su estudio de sobre fertilización para la especie *Tectona grandis* en San Martín, con el objetivo de evaluar las características biométricas de la planta y las propiedades del suelo, en la metodología se emplearon diferentes dosis de abonos, en los resultados a los 6 meses con respecto al nivel pH 5,69, en la materia orgánica un 1,94 %, nitrógeno un 0,09 %, fósforo un 33,73 ppm, potasio un 144 ppm, calcio un 3,75 Cmol/kg, manganeso un 0,82 Cmol/kg con abono de guano de isla (187,58 g) + gallinaza (148,28 g) + roca fosfórica (40,72 g).

Con respecto a los autores mencionados y con la investigación realizada, existió una variación en cuanto a los valores de las propiedades químicas del suelo, esto debido posiblemente al tipo y condición en que se encontró el suelo, a la especie que se encontró habitando y a la composición de nutrientes que tiene cada tipo de abono orgánico, puesto que algunos cuentan con más concentración de ciertos elementos, cabe recalcar que los abonos orgánicos permitieron incrementar la capacidad de retener agua y también generó un incremento en la disposición de nutrientes para las plantas.

V. CONCLUSIÓN

- Se determinó el efecto de mallki y roca fosfórica en el crecimiento de pino rojo (*Pinus tecunumanii*) con un incremento en la altura a los 9 meses con 84,72 cm con el T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g), en el caso de la variable diámetro a los 9 meses con 8,03 cm con el T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g).
- Se determinó el efecto de mallki y roca fosfórica en las propiedades químicas del suelo de *Pinus tecunumanii* a los 9 meses de pH (6,50) , MO (4,18 %), N (0,21 %), P (65,46 ppm) y K (347,80 ppm) con el tratamiento T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g).
- Se determinó la correlación del grado de asociación de las propiedades químicas del suelo y el crecimiento en altura y diámetro de 0,97 lo que indica que existió una alta relación entre las variables, dicho valor se obtuvo con el T₃ (Roca fosfórica 100 g + Mallki 1 250 g).

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- Se recomienda hacer investigaciones de los efectos en los abonos del mallki y la roca fosfórica respecto a la altura y el diámetro del *Pinus tecunumanii* en un periodo de 2 años de estudio, afín de poder posteriormente recomendar a los agricultores cómo pueden tener parcelas agrícolas de buena calidad.
- Se recomienda hacer mayor investigación en los horizontes del suelo y su efecto de los abonos mallki y la roca fosfórica en las propiedades químicas del suelo.
- Se recomienda la mezcla de la roca fosfórica y el mallki en una proporción de 1:12.5, para obtener mejores resultados en la asociación de las propiedades químicas del suelo, la altura y el diámetro en el *Pinus tecunumanii*.

VII. REFERENCIAS

- Acuña, O. (2003). El uso de biofertilizantes en la agricultura. Taller de Abonos Orgánicos.
- Aguilar, A., J.D. Etchevers, J.Z. Castellanos, C. (1987). Análisis químico para evaluar la fertilidad del suelo. Sociedad mexicana de la ciencia del suelo.
- Alfaro, M. R. (2000). Evaluación inicial del efecto de tres intensidades de raleo y tres de poda en el crecimiento de una plantación de *Pinus caribaea morelet* Var. *Hondurensis*, *livinston*, *izabal*. *Tikalía*, 18(4), 51-106.
<https://core.ac.uk/download/pdf/35291357.pdf>
- Arzuaga, S. A., C. Fernández, C., Dalurzo, C. y Vázquez, S. (2005). Fósforo total, fósforo orgánico y fosfatasa ácida, en entisoles, alfisoles y vertisoles de Corrientes con diferentes usos agrícolas. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*.
- Astier, M., Maass, M., Moreno, A., Etchevers J. (2002). Derivación de Indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, 36(5), 605- 620.
- Baird, R., Eaton. A. y Rice, E. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association.
- Buol, S.W., Southard, R., Graham, C., Mc Daniel, A. (1981). *Soil genesis and classification*. Low a State University Press.
- Cantera, E. M. (2008). Selección de la mejor alternativa para la industrialización de la roca fosfórica en el Dpto. del Huila. Huila: secretaria de agricultura y minería.
- Cantú, I., & Yáñez, M. I. (2018). Efecto del cambio de uso de suelo en el contenido del carbono orgánico y nitrógeno del suelo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(45), 122-151.

- Centeno, J. (2012). Dosis de fertilización en el crecimiento inicial de bolaina (*Guazuma crinita* Mart.) y capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F.) en Juan Guerra, Región San Martín. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la selva]. Repositorio Institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/539/T.FRS-136.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cuevas, J. (2006). Efecto de la materia orgánica y el manejo sobre la hidrofobicidad de suelos volcánicos. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición. Vegetal.* 6 (2):13-27
- Doran, J. W. y Parkin, T.B. (1994). Defining and assessing soil quality. In: *Defining and Assessing Soil Quality for sustainable Environment.* Soil Science society of America, Inc. Special Publication. Number 35. Madison, Wconsin, USA
- Doran, J. W. y Zeiss, M. R. (2000). Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology.* 15: 3 -11.
- Dovorak, W. S., Hodge, E. A. Gutiérrez, L. F. Osorio, F. S. Malana, T.K. Stanger. (2000). *Pinus tecunumanii.* In: *Conservation and Testing of Tropical and Subtropical Forest Species by the CAMCORE Cooperative.* College of Natural Resources.
- FAO. 2007. Organization de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la alimentación. http://www.fao.org/ag/agl/agll/ipns/index_es.jsp?term=e045&letter=M
- Finck, A. (1985). *Fertilizantes y Fertilizacion.* Reverie. S.A.
- García, K. (2015). Efecto de tres niveles de bocashi y roca fosfórica en un sistema silvopastoril, con capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) y pasto negro (*Brachiaria humidicola*) en la zona de Aucayacu. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1088/TS_KGR_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Gómez-Romero, M., De la Barrera, E., Villegas, J. y Lindig-Cisneros, R. (2013). Fertilización y asociación con especies pioneras herbáceas en el crecimiento de *Pinus pseudostrabus*. *Phyton*, 82(1), 135-143.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572013000100019&lng=es&tlng=es.
- Grandez, D. (2022). Efecto de la aplicación de roca fosfórica y dos fertilizantes en el crecimiento inicial de tres especies forestales en un suelo degradado de Pucallpa- Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional UNU.
http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5298/B4_2022_UNU_FORESTA_L_2022_T_DANIEL-GRANDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M.P. (2014). Metodología de la investigación. 6 ed. México, McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A. deC.V.
- Herrera, J. (2003). Efecto de la fertilización en las plantaciones de pino *Pinus radiata* (D. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del norte]. Repositorio institucional UTN.
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/801/2/03%20FOR%20121%20TESIS.pdf>
- International Fertilizer Development Center [IFDC]. (1985). Characterization of Phosphate Rock from the media Luna Deposit, Huila, Colombia. Alabama, USA.
- Julca, A., L. Meneses., Florián, R. Blas, S.Bello, A (2006). La Materia Orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. IDESIA (Chile).24 (1): 49-6
- Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F. y G.E. Schuma. (1997). Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. Soil Science Society of America J. 61: 4-10.

- Llanos, S. (2006). Efecto de los fertilizantes orgánicos e inorgánicos y enraizadores en el establecimiento de *Pinus tecunumanii* (Schw) en Oxapampa. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Molina]. Repositorio institucional UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1676/F04.L66-T.pdf?sequence=1>
- Llorente M. (2002). Formaciones Superficiales. Resumen del Manual de Edafología – P. H. Douchafour,
- Luna, T., Landis, T. D. y Dumroese, R. K. (2012). Contenedores: Aspectos técnicos, biológicos y económicos. En producción de plantas en viveros forestales (Ed.), Consejo federal de inversiones (pp. 79-85). Libro.
- Luque, E. (2019). Efecto de sustratos y abonos orgánicos en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus tecunumanii* Eguiluz & J. P. Perry “Pino rojo” en condiciones de laboratorio y viveros. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1624/TS_EGLQ_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mallki. (2015). Abono mejorador de suelos 100 % natural. Surquillo. https://mallki.pe/wp-content/uploads/AFHoja_20x28.pdf
- Mallki. (2017). Ficha técnica de producto: mallki mejorador de suelos. <https://mallki.pe/upload/productos/archivos/ficha%20tecnica%20mallki%20mejorador%20de%20suelos-20180123.pdf>
- Martínez, A. (2016). Crecimiento y sobrevivencia en una plantación de *Pinus greggii* Engelm. Sujeta a tratamientos de nutrición orgánica y química en Saltillo, Coahuila. [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio institucional UAAAN. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8126/64121%20MARTINEZ%20MARTINEZ%2C%20ANAI%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

- Mayta, P. V. (2019). Evaluación del efecto de la plantación forestal de Pino (*Pinus radiata*) sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo en la comunidad Huerta Huaraya – Puno, 2018 [Tesis Pregrado, Universidad Peruana Unión] Repositorio institucional <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1688>
- Mendez, J. A. (2017). Producción de plántones de *Pinus tecunumanii* Eguluz & J.P. Perry Y *Pinus caribaea* Morelet, en 4 pisos altitudinales-Satipo [Tesis pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3994>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. 2014. Guía para Muestreo de Suelos. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12104/07_guia-para-el-muestreo-de-suelos-final.pdf?v=1530548695
- Page, D.S., Abbott, A. M. y Rice, T.M. (2013). Protocolo para la Evaluación de Disturbios en Suelos Forestales. Volumen II: Métodos Complementarios, Estadística y Recolección de Datos. USDA
- Palomino, F. (2011). Comportamiento de teca (*Tectona grandis* L.f.) bajo efecto del guano de las islas y roca fosfórica en el centro de investigación y producción Tulumayo, Huánuco. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/570/T.FRS-171.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perdomo, C. H., O. N. Casanova y V. Ciganda. (16 al 20 de noviembre de 1998). 4º Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea. Relevamiento de Contaminación de aguas con NO₃- en distintas zonas del Uruguay. ALHSUD, Montevideo – Uruguay.
- Porta, M., Lopez, C., Roquero, O. (1993). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa.

- Prieto, R., García R., Mejía B., Huchín A. S. y Aguilar V. (2009). Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA.
- PROABONOS. (2008) Características del guano. . [En línea]: Agrojunin, (<http://www.agrojunin.gob.pe/opds/proabonos/caracteristicas.php>., documentos, 2 Ene. 2018).
- Ramos, H. (2019). Influencia de yaramila integrador y roca fosfórica en el crecimiento inicial de cedro (*Cedro odorata* L.) en campo definitivo. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1656/TS_REHW_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodriguez, F. (1982). Fertilizantes, Nutricion Vegetal. A.G.T. Edit. S.A. Mexico
- Rojas, W. C. (2006). Interpretación de la disponibilidad de Fósforo en los suelos de Chile. Centro Regional de Investigación INIA La Plata. Conferencia Manejo de los Recursos Naturales en el Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados de La Araucania, Temuco, 17-19 Ene 2006.
- Rueda, M.J. y Paz, A. (1998). Influencia del contenido en materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo. 23: 101-119.
- Sánchez, J. (2007). Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas: Conceptos Básicos parte I: fertilidad del suelo. Disponible en: www.agronegociosperu.org/.../. Consultada 06 abril de 2013
- Schjonning, P., Elmholt, S. y Christensen, B. T. (2004). Soil quality management- Concepts and Terms.
- Siebe, C., H. Reinhold y K. Stahr. (2006). *Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

Singer, M.J. y Ewing, S. (2000). Soil Quality. En Handbook of Soil Science. Chapter 11: 271-298

Soil Survey U.S. National Cooperative. (1994). Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys.

Taylor, M. (2010). A review of soil quality indicators and five key issues after 12 yr soil quality monitoring in the Waikato region. Soil Use and Management. 26: 212–224.

Terán, A. 2018. Efecto de dos fertilizantes de liberación controlada sobre el crecimiento de *Pinus tecunumanii* en la etapa de vivero – Oxapampa [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Agraria de la Molina]. Obtenido de <https://docplayer.es/112749865-Universidad-nacional-agraria-la-molina.html>

Torres, J. (2013). Efecto del abono orgánico tipo bokashi en el crecimiento de la *Shaina* (*Colubrina glandulosa* Perkinis) en etapa de vivero y campo definitivo en Tulumayo. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/589/T.FRS-191.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

USDA - Natural Resources Conservation Service y NRCS (United States Department of Agriculture). (2009). Instituto de Calidad del Suelo: Manejo de la materia orgánica del suelo, la clave para la calidad del aire y el agua.

USDA - Natural Resources Conservation Service. (2011). Soil Quality Indicators: Soil pH.

Vásquez, M. (2020). Efecto de enmiendas cálcicas, inorgánicas y orgánicas en el crecimiento del cultivo de teca (*Tectona grandis* L.f) en condiciones de campo en la región San Martín. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1872/TS_MMVG_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vilchez, N. (2019). Efecto de la fertilización en el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. en plantación, en el Centro de Investigación Y Producción Tulumayo-Leoncio Prado. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5094/T010_45799893_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Wadsworth, F. (2000). Producción forestal para América Tropical; Manual de agricultura. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA); Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE); Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO).

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de datos experimentales

Tabla 16. Valores promedio de incrementos en altura (cm) a los 3 meses de evaluación

Tratamientos	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
T ₀	22,92	27,67	23,17	22,33	18,67
T ₁	20,92	17,67	22,75	27,83	22,00
T ₂	21,50	20,50	22,42	15,75	17,08
T ₃	18,25	19,25	21,42	16,33	19,17

Tabla 17. Valores promedios de incremento en altura (cm) a los 6 meses de evaluación

Tratamientos	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
T ₀	53,42	52,00	64,33	50,00	37,17
T ₁	44,58	36,4	48,42	59,50	41,83
T ₂	37,00	45,33	55,25	39,75	36,58
T ₃	32,25	40,60	38,75	37,67	45,33

Tabla 18. Valores promedios de incremento en altura (cm) a los 9 meses de evaluación

Tratamientos	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
T ₀	82,75	69,67	81,00	65,17	50,67
T ₁	84,42	45,80	79,92	78,67	65,33
T ₂	61,00	66,67	87,25	70,58	74,75
T ₃	64,25	85,6	87,25	90,83	95,67

Tabla 19. Valores promedios de incremento en diámetro (mm) a los 3 meses de evaluación

Tratamientos	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
T ₀	3,15	2,93	2,74	2,71	2,74
T ₁	2,41	2,55	2,41	2,95	2,96
T ₂	2,26	2,49	2,49	1,95	2,51
T ₃	2,21	2,57	2,59	1,94	2,60

Tabla 20. Valores promedios de incremento en diámetro (mm) a los 6 meses de evaluación

Tratamientos	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
T ₀	5,27	6,4	6,18	6,55	5,00
T ₁	4,13	4,1	6,60	5,96	5,92
T ₂	3,29	4,78	5,91	4,57	5,50
T ₃	3,74	4,03	5,84	4,94	5,95

Tabla 21. Valores promedios de incremento en diámetro (mm) a los 9 meses de evaluación

Tratamientos	BLOQUES				
	I	II	III	IV	V
T ₀	7,41	7,21	7,34	7,62	6,01
T ₁	7,39	4,82	8,63	7,05	7,41
T ₂	5,81	6,16	8,35	7,06	7,76
T ₃	5,96	8,02	8,75	8,57	8,84

Anexo 2. Panel Fotográfico

Figura 2. Delimitación de la parcela



Figura 3. Apertura de hoyos



Figura 4. Plantones seleccionados de *P. tecunumani*



Figura 5. Aplicación de abono orgánico Mallki



Figura 6. Extracción de muestras de suelos para su análisis en laboratorio



Figura 7. Medición de la altura de *P. tecunumani*



Figura 8. Medición del diámetro de *P. tecnunumani*



Anexo 3. Análisis del suelo 1ra evaluación (31/08/2021) del área de investigación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: HERRERA CASTILLON NOE ALDO

N°	CODIGO DEL LABORATORIO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	NOMBRE DE LA PARCELA	AREA (Has)	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
														LATITUD	LONGITUD	
1	S0001	JUNIN	CHANCHAMAYO	PERENE	SAN CARLOS	-	-	-	PINO	-	-	-	-	-	-	-

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%					
	CODIGO DEL LABORATORIO	REFERENCIA	Arena	Arcilla	Limo	Textura							disponible		Ca	Mg	K	Na					Al	H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%								ppm	ppm													
1	S0001	To	40	22	38	Franco	4.86	3.94	0.20	6.52	67.46	5.47	3.93	0.41	0.16	0.07	0.86	0.04	5.47	84	16	16					

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO No. 001-0643983
TINGO MARIA, 02 DE ENERO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Hugo Alfredo Huamani Yupanqui

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Anexo 3. Análisis del suelo 1ra evaluación (31/08/2021) del área de investigación (continuación...)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - CELULAR 944407531

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

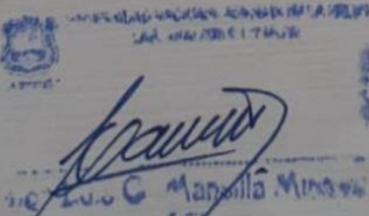
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: HERRERA CASTILLON NOE ALDO											PROCEDENCIA: ANEXO SAN CARLOS - PERENE - CHANCHAMAYO - JUNIN																			
N°	DATOS		ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%									
	CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	Arena	Arcilla	Limo							Textura	1:1	%	%	ppm	ppm					Ca	Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
		TRATAMIENTO	%	%	%																									
1	S0923	T 1	31	26	43	Franco	6.20	3.91	0.20	13.48	586.87	17.43	13.85	1.96	1.15	0.47	--	--	--	100	0	0								
2	S0924	T 2	47	22	31	Franco	6.59	3.63	0.18	18.08	578.09	19.13	14.78	2.29	1.41	0.65	--	--	--	100	0	0								
3	S0925	T 3	53	16	31	Franco Arenoso	6.76	4.99	0.25	24.40	613.47	19.81	14.99	2.43	1.63	0.76	--	--	--	100	0	0								

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 RECIBO No. 001-0636774
 TINGO MARIA, 12 DE OCTUBRE 2021




Anexo 4. Análisis del suelo 2da evaluación (30/11/2021) del área de investigación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología
analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: HERRERA CASTILLON NOE ALDO

N°	CODIGO DEL LABORATORIO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	NOMBRE DE LA PARCELA	AREA (Has)	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)
														LATITUD	LONGITUD	
1	S0161	JUNIN	CHANCHAMAYO	PERENE	SAN CARLOS	--	--	--	PINO	--	--	--	--	--	--	--

N°	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%					
	CODIGO DEL LABORATORIO	REFERENCIA	Arena	Arcilla	Limo	Textura							disponible		Ca	Mg	K	Na					Al	H	Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
			%	%	%								1:1	%													
1	S0161	To	43	19	38	Franco	4.97	3.91	0.20	5.43	63.42	5.30	3.63	0.39	0.14	0.07	1.00	0.08	5.30	80	20	19					
2	S0162	T1	43	22	35	Franco	6.08	3.79	0.19	21.08	108.56	9.12	7.63	1.02	0.39	0.09	0.00	0.00	9.12	100	0	0					
3	S0163	T2	43	20	37	Franco	6.41	5.25	0.26	37.91	134.48	10.13	8.46	1.14	0.41	0.12	0.00	0.00	10.13	100	0	0					
4	S0164	T3	47	21	32	Franco	6.95	5.50	0.27	52.60	195.12	11.41	9.42	1.28	0.56	0.14	0.00	0.00	11.41	100	0	0					

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO No. 001-0643983
TINGO MARÍA, 01 DE MARZO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

[Firma]

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Anexo 5. Análisis del suelo 3ra evaluación (28/02/2022) del área de investigación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

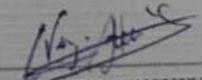
SOLICITANTE:		HERRERA CASTILLON NOE ALDO															
N°	CODIGO DEL LAB.	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	PARCELA O FUNDO	AREA	CULTIVO ANTERIOR	CULTIVO ACTUAL	RENDIMIENTO (kg/ha)	PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm)	DENSIDAD DE SIEMBRA	EDAD DEL CULTIVO (AÑOS)	COORDENADAS		ALTITUD (m.s.n.m.)	
														LATITUD	LONGITUD		
1	S0728	JUNIN	CHANCHAMAYO	PERENE	SAN CARLOS	--	--	--	PINO	--	--	--	--	--	--	--	--
2	S0729	JUNIN	CHANCHAMAYO	PERENE	SAN CARLOS	--	--	--	PINO	--	--	--	--	--	--	--	--
3	S0730	JUNIN	CHANCHAMAYO	PERENE	SAN CARLOS	--	--	--	PINO	--	--	--	--	--	--	--	--
4	S0731	JUNIN	CHANCHAMAYO	PERENE	SAN CARLOS	--	--	--	PINO	--	--	--	--	--	--	--	--

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%			
	CODIGO DEL LAB.	REP	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
1	S0728	TESTIGO	41	29	30	Franco Arcilloso	5.28	2.00	0.10	7.87	286.27	4.22	2.30	0.44	0.36	0.22	0.81	0.09	4.22	79	21	19			
2	S0729	T1	37	31	32	Franco Arcilloso	5.69	4.05	0.20	33.86	336.85	6.73	4.69	1.40	0.44	0.19	0.00	0.00	6.73	100	0	0			
3	S0730	T2	57	21	22	Franco Arcilloso Arenoso	6.19	3.15	0.16	33.23	498.73	7.65	5.39	1.56	0.56	0.14	0.00	0.00	7.65	100	0	0			
4	S0731	T3	45	29	26	Franco Arcilloso	6.50	4.18	0.21	65.46	347.80	8.00	5.60	1.90	0.33	0.17	0.00	0.00	8.00	100	0	0			

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
RECIBO No. 001-0649620
TINGO MARIA, 19 DE MAYO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

