

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DEL AMBIENTE



TESIS

**“FERTILIZACIÓN DE *Ladenbergia oblongifolia* L., EN CAMPO
DEFINITIVO, ÁREA DE CONSERVACIÓN DE LA UNCP – PAMPA
HERMOSA – SATIPO”**

PRESENTADA POR LOS BACHILLERES:

IVAN ALIAGA MAMANI

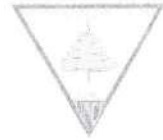
JENNY ROSARIO FERNANDEZ MATAMOROS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO(A) FORESTAL Y AMBIENTAL

HUANCAYO – PERÚ

2024



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional del Centro del Perú – Huancayo en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, a los diecinueve días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 10:00 am., reunidos los miembros del jurado examinador integrado por los Ingenieros: M.Sc. Wilfredo Ramírez Salas, Dr. Mauro Rodríguez Cerrón y el Dr. Hernán Baltazar Castañeda; presidido por el Dr. Ricardo Menacho Limaymanta y actuando como secretario el M.Sc. José Luis Claros Cuadrado, según Resolución No. 165-2024-D-FCFA/UNCP, de fecha diez de diciembre de dos mil veinticuatro. A continuación, el presidente del jurado examinador invitó al asesor M.Sc. Wilfredo Ramírez Salas para presentar la tesis, posteriormente se invitó al Bachiller en Ciencias Forestales y del Ambiente IVAN ALIAGA MAMANI, a sustentar su Tesis titulada “FERTILIZACIÓN DE *Ladenbergia oblongifolia* L., EN CAMPO DEFINITIVO, ÁREA DE CONSERVACIÓN DE LA UNCP – PAMPA HERMOSA - SATIPO”. Luego de la exposición oral, resumida y leída las conclusiones y recomendaciones, el presidente del jurado invitó a los miembros del jurado examinador a formular las preguntas que fueran necesarias, a las que contestó el sustentante; concluido el acto de sustentación, se invitó al sustentante y público en general a abandonar el auditorio, a fin de que los miembros del jurado examinador, emitan su voto individual, secreto y obligatorio, siendo el resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD, CON MENCIÓN DE EXCELENCIA**. Finalmente se reinicia el acto de sustentación, siendo las 11:45 a.m. se levanta el acto académico y firman los miembros del jurado examinador, presidente y secretario en señal de conformidad.


M.Sc. Wilfredo Ramírez Salas
Jurado


Dr. Mauro Rodríguez Cerrón
Jurado


Dr. Hernán Baltazar Castañeda
Jurado


Dr. Ricardo Menacho Limaymanta
Presidente


M.Sc. José Luis Claros Cuadrado
Secretario



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional del Centro del Perú - Huancayo en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, a los diecinueve días del mes de diciembre del año dos mil veinticuatro, siendo las 10:00 am., reunidos los miembros del jurado examinador integrado por los Ingenieros: M.Sc. Wilfredo Ramírez Salas, Dr. Mauro Rodríguez Cerrón y el Dr. Hernán Baltazar Castañeda; presidido por el Dr. Ricardo Menacho Limaymanta y actuando como secretario el M.Sc. José Luis Claros Cuadrado, según Resolución No. 166-2024-D-FCFA/UNCP, de fecha diez de diciembre de dos mil veinticuatro. A continuación, el presidente del jurado examinador invitó al asesor M.Sc. Wilfredo Ramírez Salas para presentar la tesis, posteriormente se invitó a la Bachiller en Ciencias Forestales y del Ambiente **JENNY ROSARIO FERNANDEZ MATAMOROS**, a sustentar su Tesis titulada **“FERTILIZACIÓN DE *Ladenbergia oblongifolia* L., EN CAMPO DEFINITIVO, ÁREA DE CONSERVACIÓN DE LA UNCP - PAMPA HERMOSA - SATIPO”**. Luego de la exposición oral, resumida y leída las conclusiones y recomendaciones, el presidente del jurado invitó a los miembros del jurado examinador a formular las preguntas que fueran necesarias, a las que contestó la sustentante; concluido el acto de sustentación, se invitó a la sustentante y público en general a abandonar el auditorio, a fin de que los miembros del jurado examinador, emitan su voto individual, secreto y obligatorio, siendo el resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD, CON MENCIÓN DE EXCELENCIA**. Finalmente se reinicia el acto de sustentación, siendo las 11:45 a.m. se levanta el acto académico y firman los miembros del jurado examinador, presidente y secretario en señal de conformidad.


M.Sc. Wilfredo Ramírez Salas
Jurado


Dr. Mauro Rodríguez Cerrón
Jurado


Dr. Hernán Baltazar Castañeda
Jurado


Dr. Ricardo Menacho Limaymanta
Presidente


M.Sc. José Luis Claros Cuadrado
Secretario



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DEL AMBIENTE



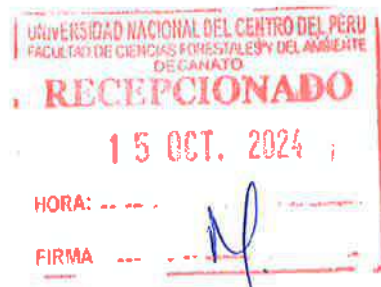
INFORME N° 35 - 2024 - WSR/FCFA – UNCP

A : Dr. Julio C. Álvarez Orellana
Decano de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente

DE : Wilfredo Ramírez Salas
Docente asesor

ASUNTO : Originalidad de plan de tesis


Fecha : 03 de octubre del 2024.



Es grato dirigirme a Usted a fin de saludarle cordialmente y a la vez informarle sobre la originalidad del plan de tesis “**FERTILIZACIÓN DE *Ladenbergia oblongifolia* L., EN CAMPO DEFINITIVO, ÁREA DE CONSERVACIÓN DE LA UNCP – PAMPA HERMOSA – SATIPO**” ejecutado por los bachilleres **ALIAGA MAMANI IVAN, FERNANDEZ MATAMOROS JENNY ROSARIO**; quienes tienen un índice de similitud de 17 % y se encuentra dentro el rango permitido según el código de Ética de investigación de la UNCP. Se adjunta registro de originalidad.

Es cuanto informo a usted para los fines que estime conveniente.

Atentamente.


M. Sc. Wilfredo Ramírez Salas
Asesor

Cc.: Interesado.
Archivo




Dr. Ronald Héctor Revolo Acevedo
Director del IEL-FCFA

FERTILIZACIÓN DE *Ladenbergia oblongifolia* L., EN CAMPO DEFINITIVO, ÁREA DE CONSERVACIÓN DE LA UNCP

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	4%
2	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	issuu.com Fuente de Internet	1%
6	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	1%
7	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	1%
8	docplayer.es Fuente de Internet	1%

9	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	1 %
10	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
11	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.uteq.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	www.agr.una.py Fuente de Internet	<1 %
14	fondoeditorial.unat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	www.miteco.gob.es Fuente de Internet	<1 %
19	doczz.com.br Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

ASESOR:

M. Sc. WILFREDO RAMIREZ SALAS

CIP N° 53524

CON CARIÑO Y GRATITUD

A mis padres (Francisco y Teresa) y hermanos (Elizabeth, Francisco, Nayo y Ever) por todo el soporte y orientación en mi formación profesional, por haberme apoyado de manera incondicional, ustedes están ahí para motivarme constantemente para lograr mis objetivos.

IVAN

A mis padres (Sixto y Margarita) quienes de manera incondicional me han apoyado, acompañado y guiado en este largo camino. Asimismo, a mis hermanas (Rossy y Ruth) por la confianza y motivación constante para cumplir cada uno de mis objetivos.

JENNY

AGRADECIMIENTO

- Al Mg. Sc. Wilfredo Ramírez Salas, por su ayuda con este estudio de investigación, incluida su guía, apoyo incondicional y consejos.
- A los miembros de jurado: Dr. Mauro Rodríguez Cerrón, Dr. Emilio Osorio Berrocal y en especial al Dr. Hernán Baltazar Castañeda por su tiempo y por las observaciones realizadas con el fin de culminar la presente investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	5
1.3. Objetivos	6
1.4. Justificación	7
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de investigación	8
2.2. Bases teóricas	16
2.3. Bases conceptuales	21
2.4. Hipótesis de investigación	27
2.5. Operacionalización de las variables	28
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Lugar de estudio	29
3.2. Tipo y nivel de investigación	32
3.3. Método de investigación	33
3.4. Diseño de investigación	33

3.5. Población y muestra.....	36
3.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos	37
3.7. Procedimiento metodológico de colecta de datos	37
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	42
CAPITULO V. DISCUSIONES.....	56
CONCLUSIONES	60.
RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles críticos de nutrientes en el suelo.....	20
Tabla 2. Clasificación taxonómica de <i>L. oblongifolia</i>	25
Tabla 3. Operacionalización de las variables de investigación.....	28
Tabla 4. Cuadro de tratamientos por cobertura y bloques	35
Tabla 5. Operacionalización de las variables de investigación.....	42
Tabla 6. Análisis de varianza para el crecimiento en altura según dosis de roca fosfórica	43

Tabla 7. Comparaciones múltiples de alturas promedio según dosis de roca fosfórica	44
Tabla 8. Promedio de crecimiento en altura según tipo de cobertura vegetal	44
Tabla 9. Análisis de varianza para el crecimiento en altura según tipo de cobertura vegetal	45
Tabla 10. Comparaciones múltiples de altura promedio según tipo de cobertura vegetal	46
Tabla 11. Promedio de crecimiento en diámetro según dosis de roca fosfórica.....	47
Tabla 12. Análisis de varianza para el crecimiento en diámetro según dosis de roca fosfórica.....	48
Tabla 13. Comparaciones múltiples de diámetros promedio según tipo de cobertura vegetal	48
Tabla 14. Promedio de crecimiento en diámetro según tipo de cobertura vegetal	49
Tabla 15. Análisis de la varianza del crecimiento en diámetro según tipo de cobertura vegetal	50
Tabla 16. Comparaciones múltiples de diámetros promedio según tipo de cobertura vegetal	50
Tabla 17. Análisis de la varianza de la altura según interacción de roca fosfórica y tipo de cobertura vegetal	52
Tabla 18. Análisis de la varianza del diámetro según interacción de roca fosfórica y tipo de cobertura vegetal	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto principal sobre el crecimiento en altura	46
Figura 2. Efecto principal sobre el crecimiento en diámetro	51
Figura 3. Efecto interacción sobre el crecimiento en altura.....	53
Figura 4. Efecto interacción sobre el crecimiento en diámetro	55
Figura 5. Mapa de localización.....	68
Figura 6. Mapa de cobertura vegetal.....	69
Figura 7. Mapa sin cobertura vegetal.....	70
Figura 8. Recepción de la donación de las plántulas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> L	72
Figura 9. Selección de las plántulas	73
Figura 10. Plántula de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> L.....	74
Figura 11. Traslado de las plántulas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> L del Vivero Tecnificado SERFOR.	75
Figura 12. Traslado de las plántulas al campo definitivo (área de conservación UNCP – Pampa Hermosa)	76
Figura 13. Limpieza de las áreas donde se realizó la plantación	77
Figura 14. Elaboración de la codificación	78
Figura 15. Instalación de los códigos en la zona sin cobertura boscosa	79
Figura 16. Instalación de los códigos en la zona cobertura boscosa.....	80

Figura 17. Mantenimiento de las plántulas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> L.....	81
Figura 18. Instalación de las plántulas de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> L. en campo definitivo	82
Figura 19. Plántula instalado y fertilizado con roca fosfórica	83
Figura 20. Medición de la altura de la planta.....	84
Figura 21. Medición del diámetro de tallo de la planta	85
Figura 22. Toma de medidas en la zona sin cobertura boscosa	86
Figura 23. Toma de medidas en la zona cobertura boscosa.....	87
Figura 24. Muestreo del suelo bajo cobertura de la plantación	88

RESUMEN

La investigación evaluó la aplicación de roca fosfórica como base de fertilizante orgánico en el crecimiento de *Ladenbergia oblongifolia* en campo definitivo, en el área de conservación de la UNCP en Pampa Hermosa, provincia de Satipo. El diseño experimental utilizado fue un arreglo factorial con bloques completos al azar (DFBCA), considerando como factores a cuatro dosis de roca fosfórica y dos tipos de cobertura vegetal (con cobertura vegetal y sin cobertura vegetal). Las plántulas de *L. oblongifolia* provinieron del Proyecto Especial para el Desarrollo del Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (PROVRAEM). Los resultados mostraron que el mayor promedio de crecimiento en altura fue de 16.68 ± 20.52 cm con una dosis de 50 g de roca fosfórica, mientras que en áreas con cobertura vegetal fue de 26.97 ± 19.25 cm. En cuanto al crecimiento en diámetro, se observó un mayor promedio de 3.275 ± 2.72 cm en plántulas no fertilizadas con roca fosfórica, y 4.091 ± 2.46 cm en áreas con cobertura vegetal. Se concluye que la influencia de la dosis de 50 g de roca fosfórica como fertilizante resultó mejor en cuanto al crecimiento en altura; mientras que en diámetro de *L. oblongifolia* en campo definitivo fue muy baja asociada a la dosis de 0 g, lo cual puede atribuirse a la baja reactividad de la roca fosfórica para ser asimilada como fósforo orgánico por las plántulas. Esto podría deberse a la alta disponibilidad de fósforo en formas solubles en el suelo ácido y al corto periodo de crecimiento observado en el área de conservación de Pampa Hermosa – Satipo, lo que no permitió una mayor respuesta a la aplicación de roca fosfórica.

Palabras clave: *Ladenbergia oblongifolia* L., roca fosfórica, calidad de la plántula, crecimiento en altura y diámetro

ABSTRACT

The research evaluated the application of rock phosphate as a base of organic fertilizer on the growth of *Ladenbergia oblongifolia* in definitive field, in the conservation area of the UNCP in Pampa Hermosa, province of Satipo. The experimental design used was a factorial arrangement with randomized complete blocks (DFBCA), considering as factors four doses of rock phosphate and two types of vegetation cover (with vegetation cover and without vegetation cover). The *L. oblongifolia* seedlings came from the Special Project for the Development of the Apurimac, Ene and Mantaro River Valley (PROVRAEM). The results showed that the highest average height growth was 16.68 ± 20.52 cm with a dose of 50 g of rock phosphate, while in areas with vegetation cover it was 26.97 ± 19.25 cm. In terms of diameter growth, a higher average of 3.275 ± 2.72 cm was observed in seedlings not fertilized with rock phosphate, and 4.091 ± 2.46 cm in areas with vegetation cover. It is concluded that the influence of the 50 g dose of rock phosphate as fertilizer was better in terms of height growth, while in diameter of *L. oblongifolia* in final field was very low associated with the dose of 0 g, which can be attributed to the low reactivity of rock phosphate to be assimilated as organic phosphorus by the seedlings. This could be due to the high availability of phosphorus in soluble forms in the acid soil and the short growing season observed in the Pampa Hermosa - Satipo conservation area, which did not allow a greater response to the application of rock phosphate.

Keywords: *Ladenbergia oblongifolia* L., phosphate rock, seedling quality, growth in height and diameter

INTRODUCCIÓN

La pérdida de bosques es un problema mundial ambiental que en la actualidad genera importantes desafíos sociales debido a una inadecuada planificación; así como también la tala indiscriminada de árboles que afecta tanto a la diversidad de especies, y perjudica la salubridad de los ríos y mares (Cortés Cortés, 2022). Partiendo de ello, los bosques cubren el 30% de la superficie terrestre, albergan el 80% de la biodiversidad del planeta, actúan como sumideros de dióxido de carbono y liberan oxígeno a la atmósfera, proporcionando la infraestructura orgánica para muchas formas de vida diferentes y siendo una fuente de ingresos para aproximadamente el 25% de la población humana (FAO & PNUMA, 2020).

Es por eso que es necesario encontrar alternativas sostenibles para abastecer la demanda de madera. Según el documento de trabajo el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, menciona que “las plantaciones forestales se erigen como motores económicos y generadores de empleo en algunas comunidades locales. La gestión adecuada de estas áreas cultivadas no solo impulsa la producción sostenible, sino que también proporciona oportunidades de empleo a pequeños productores” (CEPLAN, 2023).

En este contexto, la investigación sobre el crecimiento rápido de especies forestales se ha tomado énfasis relevante y de gran interés en la industria forestal por lo que la especie

Ladenbergia oblongifolia L. es una de ellas, ya que se caracteriza por su capacidad de regeneración y su fácil crecimiento en climas cálidos y húmedos, siendo una especie de gran importancia en la industria de la madera y medicina; teniendo una explotación desmedida pero aún es posible ubicar algunos individuos en bosques de neblina del país (López Medina et al., 2020).

Sin embargo, en la región del Perú, esta especie es poco conocida y se han realizado pocos estudios sobre su crecimiento y desarrollo. Es por eso que esta investigación tuvo en consideración la ausencia de investigaciones acerca de los efectos de la fertilización con roca fosfórica en el crecimiento de las plántulas en campo definitivo, especialmente en suelos donde existe algún déficit de nutrientes. Según Fenster y León (1979) en los suelos ácidos y pobres de la zona tropical de América Latina, el fósforo total oscila entre 200 y 600 ppm, pero el fósforo disponible oscila entre 1 y 5 ppm, por lo que se considera el mayor elemento limitante para la producción maderable (citado por Romero et al. 2003).

En tal sentido, la investigación buscó conocer hallazgos de la influencia de fertilización de roca fosfórica en plantas de *Ladenbergia oblongifolia* L. en suelos que presenten algún tipo de déficit de nutrientes, y se encuentren influenciados por la presencia o ausencia de cobertura vegetal en Pampa Hermosa – Satipo. Así mismo, dicho conocimiento contribuirá en la adaptación y crecimiento de *Ladenbergia oblongifolia* L. en zonas tropicales para la sostenibilidad y puede ayudar a la conservación de los bosques naturales en Pampa Hermosa – Satipo.

CAPITULO I

PLANTAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1.Descripción del problema

Por lo general, es importante tener en cuenta al fósforo como un elemento básico en el desarrollo de todo tipo de plantas, puesto que se relaciona directamente con el metabolismo vegetal, y como constituyente de compuestos orgánicos en la síntesis de proteínas, lípidos o carbohidratos; además de que se presenta entre 200 y 600 ppm en áreas poco fértiles o suelos ácidos, lo cual invita a pensar que es uno de los elementos que poca o ninguna disponibilidad posee en los suelos aptos para producción (Romero et al., 2003). Por un lado, a nivel de América del Sur, la especie *Ladenbergia oblongifolia* L. tiene una notable importancia dentro de la conservación de la biodiversidad, producción de madera y en la medicina tradicional; así también esta especie se encuentra principalmente en regiones montañosas y su supervivencia se ha visto amenazada debido a la deforestación y la degradación del suelo (López Medina et al., 2020).

De esta forma pues, la fertilización de las plantas forestales es de mucha importancia, ya que tiene como principal finalidad, mejorar en la producción de mayores cantidades de plántulas de especies vegetales. Sin embargo, su impacto en especies específicas como *Ladenbergia*

oblongifolia L. no han sido debidamente documentadas; razón por la que se continuaba a careciendo de información precisa al respecto y sus efectos al ser sometidas a diferentes dosis de rocas fosfórica. Cabe mencionar, que la roca fosfórica es una fuente de fósforo que se utiliza como fertilizante en la producción de plantas, pero su efecto en el crecimiento de especies nativas del Perú ha sido escasamente evaluado; de los cuales sobresalen resultados positivos en especies tales como *Schizolobium amazonicum*, *Leucaena leucocephala* e *Inga edulis*, resaltantes en suelos degradados (Gálvez Córdova, 2022).

Por todo lo mencionado, en este estudio se hace mucho énfasis la importancia de incrementar la información sobre el efecto de roca fosfórica como fertilizante de *L. oblongifolia* plantada en áreas con y sin cobertura boscosa, evaluando el crecimiento en altura y diámetro, así como su estado fitosanitario. De esta forma, se establecieron las dosis adecuadas de fertilización para obtener plántulas de alta calidad, en relación con los factores que influyeron en su desarrollo, consideraciones las cuales nos sirven para establecer medidas efectivas en su crecimiento y posterior aprovechamiento sostenible.

1.2. Formulación del problema

Problema general:

- ¿Cuál es influencia de la roca fosfórica en el crecimiento de las plántulas de *L. oblongifolia* establecidas en áreas boscosas y no boscosas del área de conservación de la UNCP en Pampa Hermosa – Satipo?

Problemas específicos:

- ¿Cuánto es la influencia de la roca fosfórica en el crecimiento en altura de las plántulas de *L. oblongifolia* establecidas en áreas boscosas y no boscosas del área de conservación de la UNCP en Pampa Hermosa – Satipo?
- ¿Cuánto es la influencia de la roca fosfórica en el crecimiento en diámetro de las plántulas de *L. oblongifolia* establecidas en áreas boscosas y no boscosas del área de conservación de la UNCP en Pampa Hermosa – Satipo?
- ¿Cuál el efecto simultáneo de las dosis de roca fosfórica y el tipo de cobertura vegetal sobre el crecimiento en altura y diámetro de *L. oblongifolia* en campo definitivo del Área de conservación de la UNCP - Pampa Hermosa – Satipo?

1.3.Objetivos

Objetivo general:

- Evaluar la influencia de la roca fosfórica sobre el crecimiento de las plántulas de *Ladenbergia oblongifolia* L. establecidas en áreas boscosas y no boscosas del área de conservación de la UNCP en Pampa Hermosa – Satipo.

Objetivos específicos:

- Explicar la influencia de la roca fosfórica en el crecimiento en altura de las plántulas de *L. oblongifolia* establecidas en áreas boscosas y no boscosas del área de conservación de la UNCP en Pampa Hermosa – Satipo.
- Explicar la influencia de la roca fosfórica en el crecimiento en diámetro de las plántulas de *L. oblongifolia* establecidas en áreas boscosas y no boscosas del área de conservación de la UNCP en Pampa Hermosa – Satipo.
- Explicar el efecto simultáneo de las dosis de roca fosfórica y el tipo de cobertura vegetal sobre el crecimiento en altura y diámetro de *L. oblongifolia* en campo definitivo del Área de conservación de la UNCP - Pampa Hermosa – Satipo

1.4. Justificación

La fertilización de plántulas de *L. oblongifolia* con roca fosfórica es de suma importancia, dado que esta especie es vital en propuestas de reforestación y producción de madera en zonas de selva. Ya que, se obtendrán plántulas de mejor estado fitosanitario, mejores alturas y diámetros, sin la necesidad de recurrir a fertilizantes químicos y contaminantes del suelo; lo que aumenta significativamente el éxito de la reforestación y la producción de madera, considerable en una gestión forestal adecuada y reduciendo los impactos ambientales que afectan el panorama actual del cambio climático.

Así también, se evidencia la capacidad de la especie en su supervivencia bajo condiciones poco favorables. Lo cual, pone en evidencia la plasticidad fenotípica de *L. oblongifolia*; convirtiéndose en una opción rentable al momento de intentar recuperar áreas degradadas. Permitiéndole ser una especie clave tanto ecológica como socialmente para la generación de proyectos grandes y por ende también generar puestos de trabajo para los pobladores.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. A nivel Internacional

Cruz (2014), evaluó el efecto de diferentes niveles de fertilización en plantaciones de *Tectona grandis* con 2 años edad. Para ello evaluó la altura, diámetro; salud, forma de la planta; área basal y volumen aplicando distintas dosis de Nitrógeno, potasio y fosforo; mediante un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial y tres repeticiones. Entre su resultado mencionó que el análisis ANDEVA mostró diferencias significativas, a partir de los 12 meses de evaluación, con el tratamiento uno (T1=15-15-15 y Tecaplex) y el tres (T3) en combinación con CaCO₃; siendo aquellos que presentaron mayores alturas y diámetros, similar al área basal y volumen. Por otro lado, indico que la forma de los árboles tuvo tallos rectos y se encontraron con mayor frecuencia en el tratamiento uno (T1=15-15-15 y Tecaplex) y dos (T2) en combinación con cal; dependiendo del manejo independientemente del nivel de fertilizante utilizado. Concluyendo, que las condiciones del lugar tuvieron un efecto significativo en el desarrollo normal de Teca, influenciado principalmente en la absorción de nutrientes.

Franco Betancourt (2014), evaluó el efecto de la fertilización fosforada en individuos de *Eucalyptus grandis* bajo diferentes dosis y frecuencias de aplicación en la meseta del Cauca, Colombia. Por ello empleó un diseño en bloques completamente al azar con arreglo factorial (dosis y frecuencias de aplicación) y analizó las diferencias significativas, observó el efecto de la fertilización, dosis y tiempos de aplicación para el desarrollo normal de las plántulas. Entre sus resultados, indicó que a los seis meses el producto granufo resultó mejor para el crecimiento de árboles (dosis de 40 kg.ha) cada 15 días posterior a la siembra. Así mismo, estimó que los mejores diámetros encontrados se asociaron a los tratamientos 15-40-GRA (con un DCR de 34.9 mm y una Ht de 2.4 m) y el 30-40 GRA (con un DCR de 34 mm y una Ht de 2.3 m) entre 15 a 30 días promedio. Concluyendo que las mejores frecuencias de aplicación se dieron en la segunda quincena; en donde la selección de insumos, optimización y forma de aplicación en plantaciones forestales de eucalipto, son necesarios para un óptimo rendimiento.

López (2016), evaluó el efecto de la fertilización orgánica y química en el desarrollo de plántulas de *Tectona grandis* en una finca del cantón Mocache de la provincia de Los Ríos, Quevedo, Ecuador. Para ello empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2 x 4) y la prueba de ANOVA para verificar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos empleados; midiendo variables de crecimiento como diámetro y altura. Entre sus resultados más importantes mencionó que el fertilizante químico Menorel con dosis de 10g o cm³ permitió obtener mejores promedios en cuanto a su crecimiento en altura y longitud de raíz; sin embargo, las interacciones entre dosis y fertilizantes no fueron significativas. Concluyó finalmente que el mayor costo por tratamiento y por planta fue para el fertilizante Miros (10

cm³); mientras que el menor costo fue para el testigo dentro de la evaluación y recomendó que se realicen más investigaciones en plántulas de otras especies forestales, mediante el uso de fertilizantes Menorel para la fertilización en comparación a plántulas de Teca.

Guéablé et al. (2024), recuperaron de manera segura, sostenible la integridad ecológica y la salud ambiental utilizando individuos de *Pistacia atlántica*, *Schinus molle* y *Eucalyptus globulus* dentro del área minera fosfato en Marruecos. Para ello, establecieron un diseño experimental en bloques completamente al azar (DBCA) con seis repeticiones y tres tratamientos (65 % de PG, un 30 % de PS y un 5 % de SS); evaluaron el crecimiento en diámetro, altura, absorción de distintos nutrientes y la dinámica de los metales pesados, sobre los tejidos vegetales de las tres especies arbóreas, durante un periodo de dos años. Entre sus resultados, mencionaron que *S. molle* y *E. globulus* mostraron un diámetro y altura promedio más altos que los de *P. atlantica*. Por un lado, tanto *P. atlantica* como *S. molle* presentaron concentraciones más elevadas de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en comparación con *E. globulus*; mientras que las concentraciones tóxicas fueron mayores en hojas de las tres especies evaluadas. Finalmente, concluyeron que los parámetros de crecimiento de los árboles estuvieron estrechamente vinculados con la disponibilidad de nutrientes en el suelo y recomendando que estos podrían representar un nuevo enfoque en la rehabilitación a gran escala de cierres mineros.

Lambert et al. (2020), evaluaron el efecto de fertilizantes minerales tales como abonos con nitrabor, dolomita, fosfato natural y KCl o mezcla de NPK/urea en *Theobroma cacao* en la estación de investigación del Cacao de Marte en Tarengge, Sulawesi del sur, Indonesia. Para ello emplearon un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con 20 tratamientos a lo

largo de un periodo de cuatro años; en donde utilizaron plántulas de seis meses de edad bajo sombra de *Gliricidia sepium*. Estos tratamientos fueron complementados con o sin sal gema "micronutriente", abono orgánico y microorganismos beneficiosos o su medio de cultivo, una mezcla de quitina y aminoácidos. Entre sus resultados hallaron que las tasas medias marginales de incremento del diámetro del tallo y de floración fueron más altas en los tratamientos que utilizaron un abono personalizado en comparación con aquellos que emplearon NPK/urea. Así mismo, la tasa media de crecimiento fue particularmente elevada y aumentó con la aplicación de abono orgánico y establecieron una correlación significativa entre el crecimiento y la disponibilidad de fósforo. Además, indicaron que la adición de micronutrientes estimuló la floración, y las tasas de crecimiento de los árboles tratados con NPK/urea también se vieron beneficiadas por estos micronutrientes. Concluyeron, que el uso de fertilizantes orgánicos en combinación con formulaciones modificadas a base de nitratos brinda una mejora en el establecimiento, crecimiento y las propiedades del suelo en el que encontraron al cacao, y la recomendaron como una opción eficiente al uso de fertilizantes tradicionales usados por los agricultores.

Bassaco et al. (2018), evaluaron la respuesta de *Eucalyptus urograndis* a nutrientes como Nitrógeno, fósforo y potasio en oxisoles arenosos, luego de ciclos de cosecha de *Pinus taeda*, ubicado en dos regiones del estado de Paraná en Brasil. Por ello, realizaron un experimento en donde examinaron cinco dosis separadas de N y P (0, 13, 26, 52 y 105 kg ha⁻¹) y K (0, 29, 58, 116 y 232 kg ha⁻¹), previamente prepararon el sitio aplicando roca fosfórica (26,2 kg ha⁻¹ de P) mediante subsolado en la hilera; con ello evaluaron calcularon la máxima eficiencia técnica, midiendo la altura, el diámetro a la altura del pecho (DAP) a intervalos regulares desde los 3

hasta los 36 meses después de la plantación, y registraron el volumen a los 36 meses. Entre sus resultados más destacados, detallaron que no hubo influencia significativa sobre los parámetros de crecimiento, lo cual sugiere que las demandas de N fueron cubiertas mediante la mineralización de la materia orgánica y la hojarasca; además, indicaron que el fósforo mejoró el crecimiento hasta el mes 18, observándose ganancias máximas en los meses 9 y 6 para Jaguaríaíva y Ventania, respectivamente (56% y 59% del DAP con la dosis de P de 105 kg ha⁻¹). Por otro lado, registraron una mejora en el crecimiento únicamente después del mes 24; em donde la tasa máxima alcanzó con 166 kg ha⁻¹ de K, logrando un volumen de 163 m³ ha⁻¹ en el sitio de Jaguaríaíva a los 36 meses. Concluyeron finalmente que *E. urograndis* cultivado en el sur de Brasil, podría beneficiarse de la fertilización con fósforo y potasio; sin embargo, no encontraron respuestas significativas en cuanto al fertilizante de nitrógeno.

2.1.2. A nivel nacional

Ramos Espinoza (2019), determinó la influencia del YaraMila integrador y Roca fosfórica en el crecimiento de *Cedrela odorata* L. en campo definitivo dentro del distrito José Crespo y Castillo, Región Huánuco. Por ello, planteó un diseño en bloques completamente al azar; en donde examinó cuatro tratamientos de dosis de roca fosfórica acompañada de diferentes dosis de YaraMila. Entre sus mejores resultados, destacó que con el segundo tratamiento (100 g de Roca Fosfórica + 200 g de YaraMila integrador) las especies de cedro alcanzaron 5.54 cm de diámetro y 2.72 m de altura en 11 meses; así mismo, determinó que existe una correlación positiva considerable entre los tratamientos y las variables de crecimiento ya mencionadas. Concluyó finalmente que el segundo tratamiento obtuvo los mejores incrementos, explicado por

la mejor y óptima asimilación de la especie, ya que al ser un fertilizante artificial pudo también existir la pérdida indirecta por la humedad del suelo.

Caycedo Davila (2012), evaluó diferentes concentraciones de roca fosfórica y dolomita en el crecimiento inicial de *Dipteryx micrantha* en el centro poblado de Neshua, Distrito de Irazola, Coronel portillo, Región Ucayali. Para ello optó por plantear un diseño en bloques completamente al azar, cuyos tratamientos fueron: TI= testigo, T2=400 gr de dolomita, T3=500 gr de roca fosfórica, T4=600 gr e roca fosfórica, T5=400 gr de dolomita, T6=500 gr de dolomita y T7=600 gr de dolomita; y tuvieron como variables de respuesta a la altura, diámetro y el número de hojas. Entre sus principales resultados, señaló que el tratamiento T7 y T6 mostraron diferencias significativas en referencia al resto; obteniendo mejores respuestas en cuanto a la altura, diámetro y número de hojas por planta; destacando al primer tratamiento encima de los dos mencionados. Por último, concluyó que la dolomita tiene la capacidad de mejorar los suelos ácidos y guarda una relación directa con la cantidad de abonamiento y los parámetros diamétricos y en altura de Shihuahuaco; sugiriendo además que se deberían replicar estudios similares considerando las zonas y otras especies forestales.

Vilchez Hualparuca (2019), determinó el efecto de la fertilización y época de aplicación en el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. en plantación, dentro del centro de investigación y producción Tulumayo-Leoncio Prado. Para ello, utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 5 repeticiones; empleando la aplicación de diferentes dosis de guano de islas y roca fosfórica. Entre sus resultados más relevantes, destacó que la altura y el diámetro promedio de las plantas aumentaron más durante

la estación lluviosa que durante la estación seca. La altura de los árboles y el diámetro total se vieron afectados de manera más significativa en las plantas tratadas con 800 g de guano de isla y 100 g de roca fosfórica. Por último, concluyó que en comparación con otros tratamientos, incluido el grupo de control, el fertilizante terminó por afectar significativamente al crecimiento de las plántulas; además recomendó la fertilización en plantaciones con especies de alto valor comercial para aprovechamiento, con un plan de manejo adecuado o con fines de investigación.

Benavides Sánchez (2021), evaluó el efecto de fertilizantes químicos (roca fosfórica y fosfato di amónico) y orgánicos (champiñonaza) en el crecimiento inicial de un sistema agroforestal con *Alnus nepalensis* D. Don y *Coffea arabica* L. en el sector San Antonio, parroquia de Apuela, cantón Cotacachi, Ecuador. Para ello empleó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), con dos tratamientos utilizando 60g/planta de roca fosfórica (AQ) y 500 g/planta de champiñonaza (AO) para *A. nepalensis*; mientras que usó cinco tratamientos de 40g/planta de roca fosfórica (CQD₁), 55g/planta de fosfato di amónico (CQD₂), 1000 y 2000 g/planta de roca fosfórica (COD₁, COD₂) y un testigo para *C. arabica*. Dentro del estudio evaluó variables como la altura de total, altura de copa, supervivencia, diámetros basales, estado fitosanitario y morfología durante un año. En donde encontró que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, por lo que no hubo influencia directa de los fertilizantes; mas señaló que si existieron variaciones notables en cuanto al crecimiento en altura, dadas las condiciones ambientales favorables del sitio. Concluyendo finalmente que el establecimiento de sistemas agroforestales podrían ser una opción económica viable para el productor agrícola.

Dias et al. (2014), evaluaron las diferencias entre el efecto de la roca fosfórica (RP) y el fosfato soluble (SP) en la suministración de fósforo en individuos de *Eucalyptus benthamii* y *Eucalyptus dunnii* durante sus primeras etapas de crecimiento en Otacílio Costa, SC, Brasil. Para ello, usaron un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo en parcelas divididas y tres repeticiones; justamente en las parcelas principales utilizaron como principales tratamientos a la RP (0 o 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando Bayovar como fuente de RP), mientras que en las subparcelas se probaron diferentes dosis de SP (0, 75, 150 y 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ utilizando superfosfato triple). Posteriormente, tomaron medidas del diámetro en el cuello de la raíz y la altura del árbol 340 días después de aplicar las fuentes de P. Entre sus principales resultados, determinaron que la fertilización con fósforo mejoró significativamente el crecimiento en diámetro y altura tanto de *E. benthamii* como de *E. dunnii* en el primer año de cultivo. *E. benthamii* mostró una mayor respuesta al fósforo, permitiendo el reemplazo parcial del fosfato soluble con una fuente de menor solubilidad como el RP. Por el contrario, indicaron que *E. dunnii* no mostró ninguna respuesta al fosfato de roca, sugiriendo que la fertilización debería basarse únicamente en fosfatos solubles para esta especie. Concluyendo que *E. benthamii* presentó una mayor demanda de fertilización con fosfato y permitió reducir la cantidad de fosfato soluble utilizando fuentes menos solubles; además indicó la necesidad de aplicar fertilización con fosfato soluble, dado que *E. dunnii* no mostró mejoras con la aplicación de fosfato natural.

Thomas Angulo (2018), determinó el efecto de las diferentes dosis de roca fosfórica, dolomita y una combinación de ambas al crecimiento inicial de *Moringa Oleífera* en suelos degradados, en parcelas encontradas junto al vivero forestal de la Universidad Nacional de

Ucayali, Pucallpa. Para ello, planteó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial, mediante parcelas de 30 x 36 y observó diferencias significativas en factores como altura y diámetro, evaluando 120 plántulas de moringa sometidas a diferentes clases de tratamientos roca fosfórica, dolomita y la mezcla de ambas, asociadas a cuatro niveles de dosis (50 g, 100 g, 150 g y 0 g por planta) durante un periodo de 12 meses. Entre sus resultados, mencionó que existió un efecto significativo en la altura y diámetro de las plantas en los 11 y 12 (150 g y 100 g/planta) con la mezcla de enmiendas. Sin embargo, no encontró diferencias significativas en el número de hojas en ningún tratamiento. En cuanto a la supervivencia de las plantas, señaló que no se existieron diferencias significativas con las proporciones ni sus dosis, y la calidad de las plantas fue calificada como regular en un 71%. Finalmente, concluyó que los mejores resultados, tanto de altura como de diámetro en individuos de *M. oleífera* bajo condiciones adversas, es recomendable la aplicación de dosis de roca fosfórica con dolomita (100 y 150 gr/planta); en conjunto con una adecuada nivelación y zanjas de drenaje luego del arado de la parcela, permitiendo la supervivencia de las plantas de moringa.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Influencia de la roca fosfórica sobre el desarrollo de plantas

Es bien sabido que la roca fosfórica se ha utilizado ampliamente debido a su bajo costo; sin embargo, presenta desventajas como su baja solubilidad y poca eficiencia agronómica, siendo válido abordar esta limitación, por el número creciente de personas interesadas en utilizar

microorganismos del suelo que puedan disolverla y mejorar su efectividad como fertilizante que aporte fósforo (Osorno Bedoya & Osorio Vega, 2017).

Por ejemplo, en especies leguminosas el fósforo juega un papel sumamente crucial, ya que es esencial para la formación, crecimiento y funcionamiento de los nódulos que fijan el nitrógeno; esto se debe a que la enzima nitrogenasa requiere una alta cantidad de ATP para su actividad (Al-Niemi et al., 1998 citado por Gálvez Córdova, 2022). Así mismo, la escasez de fósforo en una planta se traduce en un menor crecimiento de la parte aérea, ya que su cantidad afecta la regulación del nitrógeno, lo que modera tanto el crecimiento como la actividad de los nódulos correspondientes (Divito & Sadras, 2014).

Gómez Gómez & González Lutz (2018), sugiere que las especies con semillas pequeñas responden mejor a la aplicación de fertilizantes fosforados en comparación con aquellas más grandes; no obstante, esta respuesta puede variar según las condiciones climáticas y del suelo del área de siembra. Así mismo, dicha absorción de fósforo por las plantas también depende de un suministro adecuado de humedad en el suelo, debido a la movilidad relativamente baja del fósforo en el mismo (Goh y Hardter, 2003).

2.2.2. Factores en la absorción de fósforo en las plantas

Los restos orgánicos de origen vegetal y animal, así como la biomasa microbiana en descomposición, contienen compuestos de fósforo orgánico que pueden ser descompuestos y mineralizados a través de la acción de enzimas como las fosfomono-, fosfodi- y fosfotri-

esterasas, provenientes de microorganismos y plantas; justamente este proceso es denominado mineralización bioquímica, ocurre de forma extracelular (Tapia y García, 2013 mencionado por Gálvez Córdova, 2022). A raíz de esta mineralización, se liberan iones de fosfato en el suelo, lo que hace que la disponibilidad de fósforo en suelos intemperizados dependa en gran medida de este proceso; por ello, existe una relación directa con la actividad microbiana que genera las enzimas necesarias para llevar a cabo dicha mineralización (Gálvez Córdova, 2022).

Fernández (2007), señaló que una característica clave en la disponibilidad de fósforo para las plantas es que las raíces pueden modificar la concentración de iones en su entorno inmediato y que ello se debía a varios factores, tales como:

1. La absorción de agua e iones influye en el flujo de masas y la difusión de iones.
2. Las raíces liberan exudados radiculares, que son sustancias orgánicas con un alto contenido de ácidos quelantes, facilitando el intercambio con el fósforo superficial y promoviendo su disolución para que las plantas lo absorban.
3. La liberación de iones H^+ , OH^- y HCO_3^- ayuda a mantener el equilibrio de aniones y cationes adsorbidos, lo que puede alterar el pH del suelo.
4. La actividad microbiana en la rizosfera también contribuye a la disponibilidad de nutrientes.

Por otro lado, es importante el conocer que los fosfatos solubles son esenciales para la absorción por parte de las plantas, lo que mejora su crecimiento y productividad. El uso de fosfato disponible en el suelo puede reducir la dependencia de fertilizantes químicos, que a

menudo se fijan como insolubles por iones de Al, Ca o Fe, aumentando así los costos de producción (Beltrán Pineda, 2014). Además, es sabido que el fósforo disponible es crucial para el crecimiento, representando más del 0,2% de la biomasa de las plantas. Las plantas obtienen fosfato en forma inorgánica a través de la solución del suelo, siendo necesario un pH de 6.5 para maximizar la disponibilidad de ion ortofosfato y minimizar la precipitación de fosfatos de calcio y aluminio (Sylvia et al., 1995; Beltrán Pineda, 2014).

Cabe mencionar, que el fósforo en el suelo es limitado, tanto en su forma móvil como concentrada, en comparación con otros nutrientes; el coeficiente de difusión del fosfato en el suelo varía entre 0.3 y 3.3×10^{-13} m²/s, mientras que su concentración en la solución del suelo es de 0.02 ppm. Por lo tanto, es necesario aplicar altas dosis de fertilizantes que contengan fósforo para satisfacer las elevadas demandas de las plantas. Sin embargo, un exceso en la aplicación puede provocar pérdidas de fósforo a través de la escorrentía superficial, lo que puede acelerar el proceso de eutrofización en cuerpos de agua (Beltrán Pineda, 2014).

2.2.3. Nutrientes minerales esenciales en las plantas.

Los nutrientes minerales particularmente más esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y su disponibilidad en el suelo que pueden afectar significativamente la productividad de los cultivos. Se pueden clasificar en macronutrientes y micronutrientes según la cantidad requerida por las plantas; el primero incluye al nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, mientras que el segundo incluye al hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, boro, cloro y níquel (Marschner, 2012).

Tabla 1. Niveles Críticos de nutrientes en el suelo

Nivel	Proporción de nutrientes en el suelo					
	N %	P ppm	K ₂ O k/ha	M.O. %	CIC Meq/g	Calcáreo Total %
Muy bajo					<5	
Bajo	<0.1	0-6	0-300	<2	5-10	<1
Medio	0.1-0.2	7-14	300-600	2-4	10-15	1-5
Alto	>0.2	>14	>600	>4	15-20	5-10
Muy alto					>20	>15

Fuente: Zavala, 2002

2.2.4. Fertilización en especies forestales

La fertilización en especies forestales se realiza para suministrar nutrientes esenciales que pueden ser limitantes en el suelo. Los nutrientes más comunes que se aplican son nitrógeno, fósforo, potasio y calcio. La elección de los nutrientes y la cantidad a aplicar dependerá de las características del suelo, el clima y la especie de árbol. Es importante realizar un análisis del suelo para determinar las necesidades nutricionales de la plantación. La fertilización puede tener efectos positivos en el crecimiento y la salud de los árboles, así como en la calidad de la madera producida. Sin embargo, una aplicación excesiva de fertilizantes puede tener efectos negativos en el suelo y el medio ambiente. Es importante tener en cuenta que la fertilización no es una solución única para mejorar la salud y el crecimiento de los árboles. Otras prácticas silvícolas

como la poda, el control de plagas y enfermedades, y la selección adecuada de especies también son importantes para el éxito de la plantación (Arana Peralta & García Hevía, 2018).

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Fertilización

La fertilización es un proceso mediante el cual se añaden nutrientes a un suelo con el fin de mejorar la productividad de los cultivos. Los nutrientes más importantes para la fertilización son el nitrógeno, fósforo y potasio, aunque también se utilizan otros nutrientes como el calcio, magnesio, azufre y micronutrientes. La fertilización puede ser realizada de manera orgánica o inorgánica, dependiendo de los recursos disponibles y las necesidades del cultivo (Brady y Weil, 2016).

2.3.2. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son aquellos que se derivan de materiales orgánicos, como residuos de plantas, animales, compost, entre otros. Estos abonos son utilizados para mejorar la fertilidad del suelo, aumentar la retención de agua y nutrientes, y promover el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los abonos orgánicos también son una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente que los fertilizantes químicos (Reed, 2017).

2.3.3. Abonamiento

A. Roca fosfórica

La roca fosfórica es una fuente de fósforo que se utiliza en la agricultura para mejorar la calidad del suelo y aumentar la producción de cultivos. Es una alternativa más sostenible que los fertilizantes químicos, ya que es una fuente natural de fósforo que se encuentra en la tierra (Sánchez Da Costa, 2008).

2.3.4. Crecimiento de plantas

Jones, H. (2013) indica que el crecimiento de las plantas es un proceso complejo que está regulado por múltiples factores, tanto internos como externos. En donde se sabe que:

El crecimiento de las plantas es un proceso continuo que se produce en varias etapas: germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y senescencia.

El crecimiento de las plantas está influenciado por factores internos, como la genética y el metabolismo, y factores externos, como la luz, el agua, los nutrientes, la temperatura y el viento.

Las plantas crecen a través de la división celular y la elongación celular. La división celular es el proceso mediante el cual las células se dividen para formar nuevas células, mientras que la elongación celular es el proceso mediante el cual las células se estiran y se alargan.

El crecimiento de las plantas también está influenciado por hormonas vegetales, como la auxina, la giberelina y la citocinina, que regulan el desarrollo y el crecimiento de las células.

El crecimiento de las plantas puede medirse mediante el análisis de la biomasa, la longitud y el diámetro de los tallos y las hojas, y la tasa de fotosíntesis.

2.3.5. Plantaciones forestales

FAO (2011), indica que las plantaciones forestales son una forma de manejo forestal que consiste en el establecimiento de árboles en un área determinada con el objetivo de producir madera y otros productos forestales. A continuación, se presentan algunos alcances:

Las plantaciones forestales pueden ser de especies nativas o exóticas y se establecen en diferentes tipos de suelos y climas.

Las plantaciones forestales pueden contribuir a la conservación de la biodiversidad, la protección del suelo y el agua, la mitigación del cambio climático y la generación de empleo y desarrollo económico.

La selección adecuada de la especie y la densidad de plantación son fundamentales para el éxito de una plantación forestal.

Las plantaciones forestales requieren un manejo adecuado, que incluye la fertilización, el control de malezas y plagas, la poda y la tala selectiva.

La calidad de la madera producida en una plantación forestal puede variar según la especie, la edad, la densidad de plantación y el manejo.

2.3.6. *Ladenbergia oblongifolia* L.

Las quininas son nativas de los Andes y son árboles o arbustos de corteza amarga. Prefieren terrenos escarpados y necesitan las condiciones climáticas y topográficas adecuadas. Según Serrano Tamay (2013), requieren suelos sueltos, ricos en materia orgánica, con mucha humedad la mayor parte del año y que no sean soportados por vientos fuertes para crecer. Estas especies de *Ladenbergia* se encuentran en áreas conocidas como "Ceja de Selva" o "Ceja de montaña", que se caracterizan por un clima cálido y húmedo, copiosas cantidades de precipitación constante y presencia de nubes durante todo el año. Según Eras Guamán et al. (2019), los suelos con material calcáreo o calizo son más fértiles y tienen un pH más alto, con tonalidades que van del rojo al marrón. Estos suelos son de profundidad media a muy profunda, con una textura media a pesada y un alto contenido de arcilla.

2.3.6.1. Descripción botánica

En la planta están presentes hojas simples, opuestas, recusadas, de forma elíptico-ovalada, que varían en tamaño de 7 a 18 cm de ancho y de 8 a 27 cm de largo. La corteza exterior es de color marrón oscuro y se desprende en pequeñas placas irregulares. Las flores tienen cinco lóbulos valvados y corolas gamopétalas con pétalos que pueden ser blancos, rosados o rojos. Se disponen en panículas terminales de 20 a 25 cm de largo. Las semillas tienen forma de huso, redondeadas y tienen un ala membranosa. Miden 7-10 mm de largo y 2-3 mm de ancho y son livianos para su tamaño. Los frutos son cápsulas de color marrón oscuro, de forma elipsoide y dehiscentes. marca (Serrano Tamay, 2013).

2.3.6.2. Taxonomía

Tabla 2. Clasificación taxonómica de *L. oblongifolia*

Reino	Plantae
Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Super orden	Asteranae Takht.
Orden	Gentianales Juss. ex Bercht. & J. Presl
Familia	Rubiaceae Juss.
Género	Ladenbergia Klotzsch
Especie	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Humb. ex Mutis) L. Andersson

Fuente: (Tropicos.org Missouri Botanical Garden, 2018)

2.3.7. Nutrición de plantas:

Las plantas requieren una serie de elementos esenciales para poder desarrollarse y crecer adecuadamente. Estos elementos son una mezcla de elementos orgánicos e inorgánicos, como cloro, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno, oxígeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Para que las plantas sean productivas, estas sustancias deben estar presentes en el suelo. Sin estos componentes, las plantas no podrían llevar a cabo procesos metabólicos fundamentales como la fotosíntesis, la síntesis de proteínas y la formación de tejidos vegetales (Azcón-Bieto & Talón, 2013).

2.3.8. Fertilizante orgánico:

Son sustancias que se crean de forma natural, con nula o poca intervención humana (Gob.Mx, 2019); estos pueden estar compuestos de minerales, plantas, animales o una combinación de los tres.

2.3.9. Fertilización:

La fertilización ayuda a mantener la productividad para cosechas posteriores al aumentar la producción en la cosecha y compensar la producción de nutrientes del sistema (Montoya-García et al., 2017). Esto promueve la sostenibilidad.

2.3.10. Área de conservación

Alude a las áreas que se utilizan para salvaguardar y conservar la gran variedad de formas de vida, incluidas diversas especies, ecosistemas y procesos naturales, que se pueden encontrar en el mundo. Juntas, estas regiones ofrecen importantes ventajas a la humanidad (Actualidad Ambiental, s. f.).

2.3.11. Calidad de la plántula:

El término “calidad de la planta” se refiere a las características morfológicas y fisiológicas ideales que deben tener las plantas para sobrevivir y prosperar con éxito en las condiciones ambientales y ecológicas particulares del área donde serán implantadas (De Sariñana-Navarrete et al., 2021).

2.4. Hipótesis de investigación

Hipótesis general:

- La fertilización con roca fosfórica influye sobre las plántulas de *L. oblongifolia* establecidas en áreas boscosas y no boscosas del área de conservación de la UNCP en Pampa Hermosa – Satipo. Puesto que el fósforo influye sobre el crecimiento radicular, la fotosíntesis y al desarrollo tisular de la especie.

Hipótesis específicas:

- El crecimiento en altura de las plántulas de *L. oblongifolia* establecidas en áreas boscosas y no boscosas del área de conservación; alcanza un crecimiento en altura mucho más óptimo al del testigo anualmente, independientemente a la existencia de cobertura vegetal aledaña.
- El crecimiento en diámetro de las plántulas de *L. oblongifolia* establecidas en áreas boscosas y no boscosas del área de conservación; logra tener un crecimiento en diámetro mucho mejor al del testigo anualmente, independientemente a la existencia de cobertura vegetal aledaña.
- El efecto de la interacción influye en el crecimiento de las plántulas de *L. oblongifolia* establecidas en áreas boscosas y no boscosas del área dentro del área de conservación de la UNCP en Pampa Hermosa – Satipo

2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 3. Operacionalización de las variables de la investigación

Variable	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Fuente
Independiente: Roca fosfórica	Dosis de roca fosfórica	T0 = 0 gr (testigo) T1 = 50 gr T2 = 75 gr T3 = 100 gr	g	Parcelas Instaladas en el Área de conservación de la UNCP en Pampa Hermosa – Satipo
Factor B: Cobertura vegetal	Tipos de cobertura vegetal	Sin cobertura Con cobertura		Parcelas de evaluación dentro del área de conservación
Dependiente: Crecimiento	Crecimiento en altura Crecimiento en diámetro	Altura Diámetro	cm cm	Plántula de <i>Ladenbergia oblongifolia</i> L.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de estudio

La investigación sobre la fertilización de *L. oblongifolia* se realizó en Pampa Hermosa de la provincia de Satipo, en el área de conservación de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP).

3.1.1. Ubicación política

Región : Junín
Provincia : Satipo
Distrito : Pampa Hermosa

3.1.2. Ubicación geográfica

Latitud sur : 11°26'42.57"S
Longitud oeste : 74°49'41.85"O
Altitud : 1500 m s. n. m.

3.1.3. Clima

El lugar de estudio, presenta un clima semiseco como cálidos con escasez de agua en algunas zonas, así con humedad predominante y semicálido con ausencia moderada de lluvias en invierno (julio-agosto). Dependiendo de la ubicación y la estación, la precipitación anual varía de 1500 mm a 3000 mm. La temperatura puede descender a medida que aumenta la altitud y varía entre 20°C y 28°C (Municipalidad Distrital de Pampa Hermosa, 2008).

3.1.4. Hidrografía

La hidrografía del área de estudio está compuesta por una serie de cuerpos de agua entre ríos y quebradas donde el principal es el Río Pampa Hermosa, perteneciente a la cuenca del Perene (Instituto Geográfico Nacional, 2022).

3.1.5. Fisiografía y suelos

La región tiene una fisiografía diversa y una amplia gama de paisajes, entre ellos: montañas, laderas con diversos grados de inclinación, cerros, valles, terrazas y playas, entre otros. En consonancia con la variabilidad fisiográfica, los suelos han sido heterogéneos. Entisol, Inceptisol y Ultisol son las tres órdenes de suelo y, a nivel de subgrupo, 37 series tienen poca o nada de suelo (Zonificación Ecológica Económica Junín, 2015).

3.1.6. Zonas de vida

Según la ONERN (1976), existen dos zonas de vida en el área de estudio: el Bosque Húmedo Premontano Tropical (bh-PT) y el Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT).

Terrazas altas y medianas, montañas escarpadas y muy escarpadas, una precipitación anual que fluctúa entre 1 500 y 2 000 mm y una temperatura media de 21°C son algunas de las características del bh-PT, que se ubica entre los 500 y los 2 000 msnm. Por otro lado, el bh-MBT es una región montañosa con nubosidad frecuente y fuertes pendientes. Con una temperatura media de 15°C y precipitaciones que oscilan entre los 1800 y los 3000 mm, este tipo de bosque se puede encontrar en altitudes de entre 2000 y 3000 metros.

3.1.7. Flora y fauna

La presencia de numerosas cadenas montañosas, incluyendo las cordilleras oriental y subandina y la llanura amazónica, hace que la zona en cuestión albergue una gran variedad de especies de flora y fauna. Se han identificado tanto importantes comunidades faunísticas como un número importante de especies autóctonas de la zona. Algunas especies representativas se enumeran en la siguiente tabla, que incluye información sobre las 1.383 especies de plantas y 243 especies de animales estimadas de la región (SERFOR, 2021).

3.1.8. Materiales y equipos

Materiales de estudio:

- Plántulas de *L. oblongifolia* de aproximadamente de 4 meses de edad.
- Roca fosfórica en polvo, de marca Fosbayobar, con CU 818136.

Materiales y equipos de campo:

- Botas
- Lápiz técnico 2B
- Libreta de campo

- Etiquetas
- Wincha
- Vernier digital - Stanley
- Cámara digital
- Gps garmin 64x

Materiales y equipos de gabinete:

- Material y útiles de escritorio
- Bibliografía de consulta
- Laptop Core I5
- Software Minitab v19.0, Excel y Word.

3.2. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación es aplicado puesto que constituye un puente entre el conocimiento teórico par y las necesidades prácticas del mundo real, transformando el conocimiento científico en soluciones útiles y efectivas a fin de dar respuesta a una interrogante de investigación (Bunge, 2018). Por ello, se utilizó conocimiento abstracto para evaluar el proceso de fertilización con roca fosfórica y su efecto en la altura, diámetro y estado fitosanitario de *L. oblongifolia*.

3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación es experimental, probabilístico y de corte longitudinal, puesto que la toma de datos realizada se dio en múltiples puntos en el tiempo para observar cambios y tendencias a lo largo del periodo de evaluación (Hernández Sampieri et al., 2014). En ese sentido, la estimación de las variables empezó en el mes de febrero del año 2022 y terminó el mes de febrero del año 2023.

3.4. Diseño experimental

Se considero un diseño factorial en bloques completos al azar (DBFCA), puesto que se estudiaron múltiples factores, acompañado de bloques y aleatorización de los tratamientos para lograr la reducción del error experimental (Montgomery, 2004).

- **Modelo matemático**

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

μ = Efecto de la media general

α_i = Factor A

β_j = Factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Interacción A x B

γ_k = Bloques

$$\left. \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \end{array} \right\}$$

ϵ_{ijk} = Error

- **Hipótesis estadística:**

- ❖ Factor A

Ho: $\alpha = 0$, para todo i, contra,

Ha: $\alpha_i \neq 0$, para algún i;

Ho: $u_1 = \dots = u_a$, contra

Ha: por lo menos $u_i \neq u_{i'}$ para $i \neq i'$

- ❖ Factor B

Ho: $\beta_j = 0$, para todo j, contra

Ha: $\beta_j \neq 0$, para algún j;

Ho: $u_1 = \dots = u_b$, contra

Ha: por lo menos $u_{.j} \neq u_{.j'}$ para $j \neq j'$;

- ❖ Interacción AB

Ho: $(\alpha\beta)_{ij} = 0$, para todo i y j, contra

Ha: $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$, para algún i y j,

Ho: $u_{ij} - u_{i.} - u_{.j} + u = 0$, contra

Ha: $u_{ij} - u_{i.} - u_{.j} + u \neq 0$ para

algún i y j

- **Factores:**

Factor A: Cobertura vegetal

a1 = Con cobertura

a2 = Sin cobertura

Factor B: Dosis de roca fosfórica

b1 = 0 g

b2 = 50 g

b3 = 75 g

b4 = 100 g

- **Croquis experimental:**

Tabla 4. Cuadro de tratamientos por cobertura y bloques.

Cobertura vegetal	Dosis de roca fosfórica	Bloques		
		I	II	III
Con cobertura (a1)	b1: 0g	T ₁ : a1b1I	T ₂ : a1b1II	T ₃ : a1b1III
	b2: 50g	T ₄ : a1b2I	T ₅ : a1b2II	T ₆ : a1b2III
	b3: 75g	T ₂₇ : a1b3I	T ₈ : a1b3II	T ₉ : a1b3III
	b4: 100g	T ₁₀ : a1b4I	T ₁₁ : a1b4II	T ₁₂ : a1b4III
Sin cobertura (a2)	b1: 0g	T ₁₃ : a2b1I	T ₁₄ : a2b1II	T ₁₅ : a2b1III
	b2: 50g	T ₁₆ : a2b2I	T ₁₇ : a2b2II	T ₁₈ : a2b2III
	b3: 75g	T ₁₉ : a2b3I	T ₂₀ : a2b3II	T ₂₁ : a2b3III
	b4: 100g	T ₂₂ : a2b4I	T ₂₃ : a2b4II	T ₂₄ : a2b4III

Fuente: Elaboración propia

- **Características del experimento:**

- N° de bloques	: 03
- N° cobertura vegetal	: 02
- N° dosis de roca fosfórica	: 04
- Número de unidades experimentales	: 24
- Número de plantas por unidad experimental	: 16
- Número total de plantas	: 384

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población:

La población estuvo constituida por el total de plántulas de *L. oblongifolia* proveniente del Proyecto Especial para el Desarrollo del Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro (PROVRAEM) producidas en el Vivero Tecnificado SERFOR, ubicado en la carretera marginal Pangoa-Cubantia Km. 4.5, propiedad del Ingeniero Miguel Cerrón.

3.5.2. Muestra:

La muestra estuvo conformada por 384 plantas seleccionadas, vigorosas, que fueron instaladas en 24 parcelas integrada por 16 plántulas de *L. oblongifolia* para cada parcela instalada dentro del área de conservación de la UNCP en Satipo, en donde se tuvo:

Error experimental:

Se obtuvo un error de muestreo de ± 337.5 , siendo aceptable para un intervalo de confianza del 95%; siendo una muestra representativa en contraste a la población total. Cabe señalar que para esta determinación aleatoria se emplearon las siguientes modelos.

- **Suma de cuadrados total (SST):**

$$SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c (Y_{ijk} - \bar{Y})^2$$

Donde \bar{Y} es la media general de todas las observaciones

- **Suma de cuadrados de bloques (SSB):**

$$SSB = \sum_{k=1}^c \frac{1}{ab} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{ij.k} - \bar{Y})^2$$

Donde $\bar{Y}_{ij.k}$ es la media de las observaciones para el i -ésimo nivel del factor A y j -ésimo nivel del factor B en el k -ésimo bloque.

- **Suma de cuadrados de tratamientos (SSTr):**

$$SSTr = \frac{1}{c} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (\bar{Y}_{ij} - \bar{Y})^2$$

- **Suma de cuadrados del error (SSE):**

$$SSE = SST - SSB - SSTr$$

- **Error medio cuadrático (MSE):**

$$MSE = \frac{SSE}{dfE}$$

Donde los grados de libertad del error experimental (dfE) se calcularon como $N - a \times b \times c$

3.6. Técnicas e instrumentos de recopilación de datos

3.6.1. Técnica

La técnica fue la observación directa. Se utilizo fichas de observación anotando los registros de la medición realizada del crecimiento en diámetro y altura de las plantas instaladas de *L. oblongifolia*. Para lo cual se utilizaron los instrumentos de medición respectivos.

3.6.2. Instrumento

Para la toma de datos en campo se emplearon cintas métricas, wincha y vernier. Estos instrumentos permitieron registrar el crecimiento en altura y diámetro de *L. oblongifolia* para conocer la variación mostrada del diámetro y la altura en el crecimiento de las plantas de *L. oblongifolia*, como respuesta de la influencia de la fertilización de la roca fosfórica sobre la plántula.

3.7. Procedimiento metodológico de colecta de datos

3.7.1. Fase de pre campo

Se realizó el recorrido en el área de conservación de la UNCP Satipo, para ubicar y seleccionar las parcelas para realizar la plantación de la especie *L. oblongifolia*; donde se eligió para el área boscosa un área que presentó las mejores condiciones de: fácil acceso, pendiente favorable para la plantación, con sombra puesto que ya se encuentran árboles plantados en el terreno, sin pedregosidad, con mucho material orgánico (hojarascas) y para la para el área no boscosa se escogió el área que presentó las mejores condiciones de: fácil acceso, pendiente favorable, con cierta pedregosidad, con mucha iluminación.

3.7.2. Fase de Campo

- **Limpieza de las áreas a instalar:**

Se realizó una limpieza del lugar de plantación, esto consistió en eliminación de la maleza en el área plantar de todas las parcelas del ensayo.

- **Características del área con cobertura vegetal y sin cobertura:**

El área con cobertura vegetal se localizó en la margen derecha del río Pampa Hermosa y de la carretera hacia Satipo, caracterizando vegetación de bosque secundario con especies arbustivas y árboles dominantes, con un terreno cuyo relieve es ligeramente accidentado y de acceso fácil. Por otra parte, el área sin cobertura vegetal se localizó en la margen derecha del río pampa hermosa y ambos lados de la carretera hacia Satipo, cuya vegetación es escasa debido al deslizamiento de tierras observado; predomina especies arbustivas y gramíneas, con aspecto físico pedregoso y levemente accidentado.

- **Obtención de las plántulas:**

Las 384 plántulas de *L. oblongifolia* fueron traídas desde el distrito de Pangoa y recibidas como material biológico de ensayo producidas en el Programa Proyecto Especial para el Desarrollo del Valle de los Ríos Apurímac (PROVRAEM), Ene y Mantaro están plantas fueron trasladadas a las parcelas establecidas en el Área de Conservación de la UNCP, donde posteriormente fueron establecidas y evaluadas.

- **Muestreo de suelos:**

Para conocer las propiedades físicas y química de suelos del lugar de plantación se realizaron dos muestreos: uno en la época baja precipitación y otro en época alta de pluviosidad. Se recolectaron de manera aleatoria cinco muestras de suelo de 1 kg (Cruz, 2014).

- **Instalación de las plantas en cada área correspondiente:**

Las plantas de *L. oblongifolia*, se instalaron estableciendo en las áreas con cobertura boscosa y sin cobertura boscosa. Considerando los criterios técnicos silviculturales de una plantación de calidad (Mariscal et al., 2000).

• **Aplicación de los tratamientos:**

Para establecer las plántulas se realizaron hoyos de 20 cm de profundidad por 20 cm de diámetro, se utilizó un recipiente medidor para aplicar las diferentes dosis de fertilizante para cada tratamiento, con ello se realizó una mezcla homogénea de la roca fosfórica con la tierra retirada del hoyo, para cubrir las raíces de las plantas, los tratamientos fueron aplicados en días soleados con la finalidad de asegurar la retención de nutrientes y finalmente cada planta fue regada y cubierta con restos vegetales.

• **Medición del diámetro y altura:**

Se realizaron mediciones del crecimiento en diámetro y altura de las plantas establecidas de *L. oblongifolia* para observar el efecto de la roca fosfórica en el crecimiento.

Altura total de la planta:

Se utilizó una wincha de 5 metros, para medir la altura de las plantas de *L. oblongifolia* desde en nivel del suelo hasta el ápice. Los registros se realizaron de febrero del año 2022 hasta febrero del año 2023, realizando 8 mediciones en este periodo.

Diámetro basal:

El diámetro de los tallos de las plantas se midió con un vernier digital calibrado; todas las lecturas se tomaron uniformemente a nivel del tallo a ras de la superficie del suelo.

3.7.3. Fase de gabinete:

Se elaboró una base de datos en hoja Excel para ordenar los datos colectados de las mediciones de altura y diámetro anotadas en las fichas de campo, utilizando un ordenador.

3.8. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

Con la base de datos elaborada, se ingresaron a la hoja de trabajo del software Minitab v19. Se diseñó el experimento con el DOE, y luego se procesaron y analizaron los resultados con la prueba estadística F, empleando un diseño de experimental con Arreglo factorial Diseño en Bloque Completo al Azar (DFBCA) (Dos factores y tres bloques), análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$). Por último, se analizaron la validación estadística de las hipótesis de investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Influencia de la roca fosfórica sobre el crecimiento en *L. oblongifolia* según el tipo de cobertura vegetal en campo definitivo.

4.1.1. Crecimiento en altura de *L. oblongifolia* según dosis de roca fosfórica

Tabla 5. Promedio de crecimiento en altura de *L. oblongifolia* (cm) según dosis de roca fosfórica.

Dosis	N	Media \pm DE	IC de 95%
0 g	96	14.96 \pm 18.29	(11.29; 18.62)
50 g	96	16.68 \pm 20.52	(13.02; 20.34)
75 g	96	15.51 \pm 18.88	(11.85; 19.17)
100 g	96	12.61 \pm 14.83	(8.95; 16.27)

La tabla 5 muestra los valores promedios de crecimiento en altura para cada una de las dosis de roca fosfórica, en donde se observa que la media más alta corresponde al tratamiento de 50 g, con una media de 16.68 ± 20.52 cm; mientras que el tratamiento con 100 g posee un valor menor promedio de 12.61 ± 14.83 cm.

Tabla 6. Análisis de varianza del crecimiento en altura de *L. oblongifolia* según dosis de roca fosfórica

Fuente	GL	SC	Sec. Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bloque	2	1375	1.08%	1375.4	687.7	3.74	0.025
Cobertura	1	55617	43.66%	13411.9	13411.9	72.94	0.000
Dosis	3	842	0.66%	1592.9	531.0	2.89	0.036
Cobertura*Dosis	3	788	0.62%	788.1	262.7	1.43	0.234
Error	374	68772	53.98%	68771.9	183.9		
Falta de ajuste	14	6700	5.26%	6699.9	478.6	2.78	0.001
Error puro	360	62072	48.72%	62072.0	172.4		
Total	383	127395	100.00%				

$r^2 = 44.72\%$; Test Kolmogorov Smirnov (n > 50) (p < 0.05). Test Levene para dosis (p > 0.05)

En la tabla 6, según el ANOVA del crecimiento en altura de *L. oblongifolia* según dosis de roca fosfórica muestra que hay influencia (p < 0.05), afirmando que existe diferencia estadística significativa entre las dosis de fertilización aplicada, con relación al efecto de fertilización con roca fosfórica en el crecimiento en altura de la especie.

Tabla 7. Prueba de Tukey de comparaciones múltiples de crecimiento promedio en altura de *L. oblongifolia* según dosis de roca fosfórica.

Dosis	N	Media	Agrupación
50 g	96	16.6781	A
75 g	96	15.5110	A
0 g	96	14.9552	A
100 g	96	12.6104	A

En la tabla 7, se observa según el test Tukey de comparaciones múltiple, que el promedio del crecimiento en altura de *L. oblongifolia*, según las dosis de roca fosfóricas, no muestra una mejor respuesta de crecimiento, por lo que no existe diferencias estadísticas entre todas las dosis, no obstante, la dosis de 50 gramos tuvo mejores valores promedio.

4.1.2. Crecimiento en altura de *L. oblongifolia* según el tipo de cobertura vegetal

Tabla 8. Promedio de crecimiento en altura de *L. oblongifolia* según tipo de cobertura vegetal

Cobertura vegetal	N	Media \pm DE	IC de 95%
Con cobertura	192	26.97 \pm 19.25	(25.03; 28.92)
Sin cobertura	192	2.90 \pm 2.26	(0.959; 4.849)

La tabla 8 muestra los valores promedios de crecimiento en altura para cada uno de los tipos de cobertura, en donde se observa un mayor crecimiento en altura en las plantas de *L. oblongifolia* en área con cobertura vegetal con un valor de 26.97 ± 19.25 cm; mientras que en la zona de plantaciones con ausencia de cobertura vegetal presenta un valor promedio menor de 2.904 ± 2.26 cm.

Tabla 9. Análisis de varianza para el crecimiento en altura *L. oblongifolia* según tipo de cobertura vegetal.

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bloque	2	1375	1.08%	1375.4	687.7	3.74	0.025
Cobertura	1	55617	43.66%	13411.9	13411.9	72.94	0.000
Dosis	3	842	0.66%	1592.9	531.0	2.89	0.036
Cobertura*Dosis	3	788	0.62%	788.1	262.7	1.43	0.234
Error	374	68772	53.98%	68771.9	183.9		
Falta de ajuste	14	6700	5.26%	6699.9	478.6	2.78	0.001
Error puro	360	62072	48.72%	62072.0	172.4		
Total	383	127395	100.00%				

En la tabla 9, se observa el análisis de varianza para el crecimiento en altura de *L. oblongifolia* según tipo de cobertura vegetal, donde se muestra diferencia estadística significativa entre los valores promedios de crecimiento en altura ($p < 0.00$).

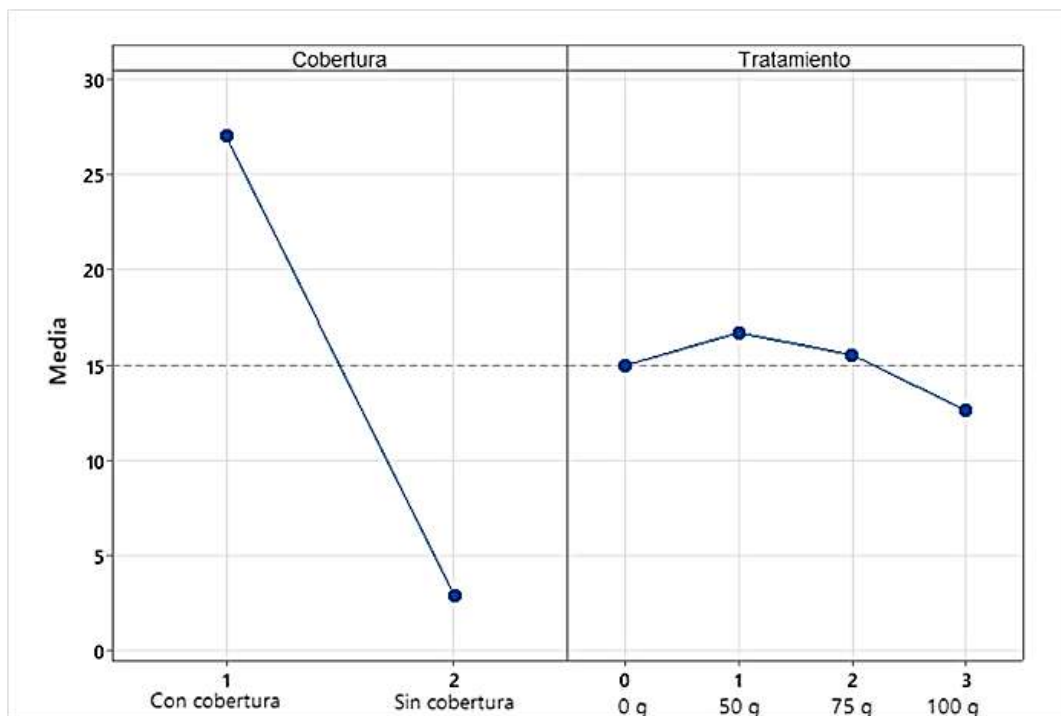
Tabla 10. Prueba Tukey de comparaciones múltiples crecimiento en altura de *L. oblongifolia* según tipo de cobertura vegetal

Cobertura Vegetal	N	Media	Agrupación
Con cobertura	192	26.9735	A
Sin cobertura	192	2.9039	B

Según el test de Tukey, en la tabla 10 se observa que plantas establecidas en zona con cobertura vegetal muestran un mayor crecimiento en altura ($p < 0.000$).

4.1.3. Efectos principales de dosis de roca fosfórica y tipos de cobertura vegetal sobre el crecimiento en altura de *L. oblongifolia*.

Figura 1. Efecto principal sobre el crecimiento en altura



En la figura 1, se observa el efecto principal de la cobertura vegetal en el crecimiento en altura de *L. oblongifolia* ($p < 0.000$). Por otro lado, no se observa el efecto en el crecimiento en altura de la especie según dosis de fertilización con roca fosfórica ($p > 0.05$).

4.1.4. Crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia* según tipo de dosis de roca fosfórica

Tabla 11. Promedio de crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia* según dosis de roca fosfórica.

Dosis	N	Media \pm DE	IC de 95%
0 g	96	3.275 \pm 2.72	(2.836; 3.713)
50 g	96	2.962 \pm 2.05	(2.523; 3.400)
75 g	96	3.225 \pm 2.23	(2.787; 3.664)
100 g	96	2.528 \pm 1.58	(2.089; 2.966)

Test Kolmogorov Smirnov $p < 0.05$

La tabla 11, muestra los valores promedios de crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia* según dosis de fertilización con roca fosfórica, en donde se observa que las medias más altas son 3.275 \pm 2.72 cm y 3.225 \pm 2.23 cm correspondientes a los tratamientos con 0 g y 75 g respectivamente; mientras que el tratamiento 100 g posee un menor valor promedio de 2.528 \pm 1.582 cm.

Tabla 12. Promedio de crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia* según tipo de cobertura vegetal

Cobertura vegetal	N	Media ± DE	IC de 95%
Con cobertura	192	4.091 ± 2.46	(3.820; 4.361)
Sin cobertura	192	1.9041 ± 1.10	(1.6336; 2.1747)

En la tabla 12, se observa que *L. oblongifolia*, tuvo un mayor crecimiento en diámetro en plantas establecidas en áreas con cobertura vegetal, siendo la media promedio más alta de 4.091 ± 2.46 cm. A la vez que, las plantaciones realizadas bajo cobertura vegetal, revelan un valor promedio menor en área sin cobertura, siendo el crecimiento en diámetro de 1.90 ± 1.10 cm.

Tabla 13. Análisis de varianza de crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia* según dosis de roca fosfórica.

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bloque	2	69.65	69.65	34.827	10.24	0.000
Cobertura	1	458.96	182.23	182.229	53.57	0.000
Dosis	3	33.69	40.34	13.446	3.95	0.009
Cobertura*Dosis	3	13.24	13.24	4.413	1.30	0.275
Error	374	1272.24	1272.24	3.402		
Falta de ajuste	14	88.40	88.40	6.315	1.92	0.023
Error puro	360	1183.84	1183.84	3.288		
Total	383	1847.79				

$r^2 = 29.49\%$. Test Kolmogorov Smirnov ($n > 50$) ($p < 0.05$). Test Levene para tratamiento ($p > 0.05$)

En la tabla 13, según el análisis de varianza de crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia* según dosis de roca fosfórica se observa que hay influencia de la fertilización con roca fosfórica,

siendo al menos una de las dosis y se evidencia una mejor respuesta en aquellas plántulas establecidas en zonas con cobertura vegetal (p valor = 0.009)

Tabla 14. Prueba de Tukey de comparaciones múltiples de crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia* según tipo de dosis fosfórica.

Dosis	N	Media	Agrupación	
0 g	96	3.27489	A	
75 g	96	3.22536	A	
50 g	96	2.96167	A	B
100 g	96	2.52767	B	

En la tabla 14, se observa que según la prueba de Tukey de comparaciones múltiples del crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia*, la dosis de roca fosfórica de 0 g, fue la que mostró una mejor respuesta ($p < 0.05$), y con valores similares a las dosis de 50g y 75g.

Tabla 15. Análisis de la varianza del crecimiento de *L. oblongifolia* en diámetro según tipo de cobertura vegetal

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bloque	2	69.65	69.65	34.827	10.24	0.000
Cobertura	1	458.96	182.23	182.229	53.57	0.000
Dosis	3	33.69	40.34	13.446	3.95	0.009
Cobertura*Dosis	3	13.24	13.24	4.413	1.30	0.275
Error	374	1272.24	1272.24	3.402		
Falta de ajuste	14	88.40	88.40	6.315	1.92	0.023
Error puro	360	1183.84	1183.84	3.288		
Total	383	1847.79				

$r^2 = 44.72\%$; Test Kolmogorov Smirnov ($n > 50$) ($p < 0.05$). Test Levene para tratamiento ($p > 0.05$)

En la tabla 15, de análisis de la varianza del crecimiento de *L. oblongifolia* en diámetro según tipo de cobertura vegetal, se observa que hay influencia de la fertilización de roca fosfórica ($p = 0.000$).

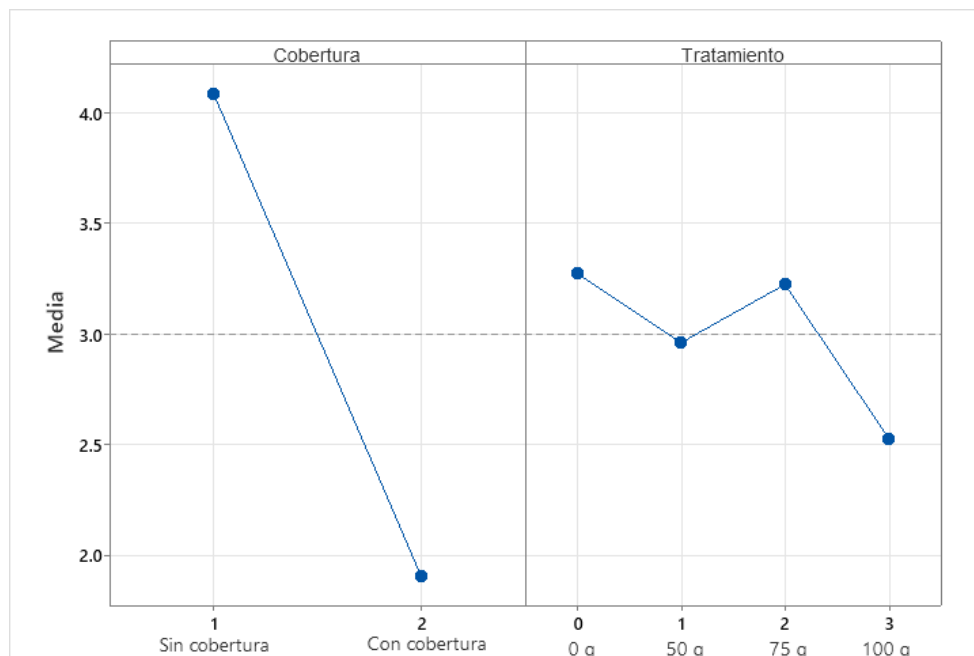
Tabla 16. Prueba de Tukey de comparaciones múltiples de crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia* promedio según tipo de cobertura vegetal

Cobertura vegetal	N	Media	Agrupación
Con cobertura	192	4.09066	A
Sin cobertura	192	1.90414	B

En la tabla 16, con la prueba Tukey de comparaciones múltiples, se observa que el mayor crecimiento en diámetro se obtiene cuando *L. oblongifolia* es plantada en áreas con cobertura vegetal ($p < 0.000$).

4.1.6. Efectos principales de dosis de roca fosfórica y tipos de cobertura vegetal sobre el crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia*.

Figura 2. Efecto principal sobre el crecimiento en diámetro



En la figura 2, se observa el efecto principal de la cobertura vegetal en el crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia* ($p < 0.000$). Por otro lado, no se observa el efecto en el crecimiento en altura de la especie en cuestión, según dosis de fertilización con roca fosfórica ($p > 0.05$).

4.2. Influencia en el crecimiento de *L. oblongifolia* según la interacción de dosis de roca fosfórica y cobertura vegetal en campo definitivo

Tabla 17. Análisis de la varianza del crecimiento en altura de *L. oblongifolia* debido a la interacción de roca fosfórica y tipo de cobertura vegetal.

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bloque	2	1375	1.08%	1375.4	687.7	3.74	0.025
Cobertura	1	55617	43.66%	13411.9	13411.9	72.94	0.000
Dosis	3	842	0.66%	1592.9	531.0	2.89	0.036
Cobertura*Dosis	3	788	0.62%	788.1	262.7	1.43	0.234
Error	374	68772	53.98%	68771.9	183.9		
Falta de ajuste	14	6700	5.26%	6699.9	478.6	2.78	0.001
Error puro	360	62072	48.72%	62072.0	172.4		
Total	383	127395	100.00%				

$r^2 = 44.72\%$; Test Kolmogorov Smirnov ($n > 50$) ($p < 0.05$). Test Levene para tratamiento ($p > 0.05$)

Según la tabla 17, se observa que no hay influencia del crecimiento en altura de *L. oblongifolia*, debido a la dosis de roca fosfórica y el tipo de cobertura vegetal ($p = 0.234$).

4.2.2. Influencia del crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia*, por interacción de dosis de roca fosfórica y cobertura vegetal

Tabla 18. Análisis de la varianza del crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia* según interacción de roca fosfórica y tipo de cobertura vegetal

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Bloque	2	69.65	69.65	34.827	10.24	0.000
Cobertura	1	458.96	182.23	182.229	53.57	0.000
Dosis	3	33.69	40.34	13.446	3.95	0.009
Cobertura*Dosis	3	13.24	13.24	4.413	1.30	0.275
Error	374	1272.24	1272.24	3.402		
Falta de ajuste	14	88.40	88.40	6.315	1.92	0.023
Error puro	360	1183.84	1183.84	3.288		
Total	383	1847.79				

$r^2 = 29.49\%$. Test Kolmogorov Smirnov ($n > 50$) ($p < 0.05$). Test Levene para tratamiento ($p > 0.05$)

Por otro lado, la tabla 18 muestra el análisis de varianza, en donde se observa que no hay influencia en el crecimiento en diámetro de *L. oblongifolia*, dados el efecto combinado de los tipos de cobertura y las dosis de roca fosfórica ($p = 0.275$).

CAPITULO V

DISCUSIONES

5.1. Influencia de la roca fosfórica sobre el crecimiento en *L. oblongifolia* según el tipo de cobertura vegetal en campo definitivo.

El crecimiento promedio en altura de *L. oblongifolia*, según las dosis de roca fosfórica fueron 14.96 cm, 16.68 cm, 15.51 cm y 12.61 cm, asociando el mayor valor promedio a la dosis de 50 g y la menor a la de 100 g. De igual forma, las mejores alturas obtenidas luego de la aplicación de fertilizantes que incluían al fósforo como componente principal, resultaron eficientes en la especie *Tectona grandis* en Nicaragua (Cruz, 2014). Ello podría ser explicado, ya que la añadidura del mismo mejora la disponibilidad de fósforo en conjunto con otros elementos liberados naturalmente en el suelo y un efecto conjunto en el crecimiento de plántulas de cacao con fines posibles de agricultura o aprovechamiento forestal (Lambert et al., 2020).

Por un lado, el crecimiento promedio en diámetro de *L. oblongifolia*, según las dosis de roca fosfórica fueron 3.275 cm, 2.962 cm, 3.225 cm y 2.528 cm, vinculando los mayores valores promedio a la dosis de 0 g y 50 g respectivamente, siendo el menor de todos el correspondiente a 100 g. Así mismo, Ramos Espinoza (2019), encontró valores promedio poco más superiores,

pero cercanos al de la especie en cuestión con 5.54 cm de diámetro; haciendo alusión que dichas cantidades fueron el resultado de una mejor y óptima asimilación de roca fosfórica por parte de *Cedrella odorata* en la región de Huánuco. Del mismo modo, Cruz (2014) halló diámetros con cifras muy altas de aproximadamente 18 cm de diámetro para *Tectona grandis* cuya fertilización comprendía dosis de fósforo sumada a CaCO_3 .

Bajo estas premisas, Vilchez Hualparuca (2019), sugiere la fertilización de especies de alto valor maderable como *Calycophyllum spruceanum* u otras relevantes para un mejor manejo forestal, mediante el uso combinado de roca fosfórica y guano de isla en temporadas húmedas, cuya importancia se podría basar en el hecho de cubrir las necesidades industriales en áreas indispensables dentro de la ciudad de Tingo María. Incluso, es recomendable también cuando la roca fosfórica es complementada con otros compuestos; como el caso de la dolomita, ya que justamente Thomas Angulo (2018) obtuvo resultados muy valiosos al usar ambos compuestos, además de darle un tratamiento previo que consistía en una adecuada nivelación con zanjas de drenaje en individuos de *Moringa oleifera*.

Por otra parte, el crecimiento promedio en altura de la especie, según tipos de cobertura vegetal fueron 26.97 cm y 2.904 cm para cada condición, relacionando los mayores valores promedio a aquellas condiciones en donde existía cobertura vegetal; en tanto, las de menor valor a aquellas que no presentaban vegetación asociada o sotobosque. De la misma forma, Cruz (2014) indicó que un desarrollo apropiado de las plántulas de Teca se debió en gran parte a que las condiciones climáticas del área fueron propicias y marcaron un efecto significativo; lo cual posiblemente haya ocurrido con *L. oblongifolia*. A su vez, se cree que el crecimiento de esta

especie se encuentren muy vinculadas a la disposición de nutrientes que pudiesen existir en el suelo; dado que, este factor posiblemente permitió por ejemplo a individuos de *Schinus molle* y *Eucalyptus globulus* alcanzar promedios muy elevados en cuanto a las alturas (Guéablé et al., 2024).

Por último, el crecimiento promedio en diámetro de *L. oblongifolia*, según tipos de cobertura vegetal fueron de 4.091 cm y 1.9041 cm, asociándose reiterativamente los mayores valores promedio a las referidas condiciones de presencia de cobertura vegetal; mientras que las de menor valor, lo fue bajo condiciones en donde no existía vegetación asociada o sotobosque. Así también Franco Betancourt (2014), explicó que los altos valores en diámetro pudieron deberse, a la selección de insumos, optimización y la forma de aplicación de roca fosfórica que puedan tener sobre las especies forestales como el eucalipto.

De forma similar, Dias et al. (2014) proponía que *Eucalyptus benthamii* presentaba una mejora muy significativa en sus diámetros alcanzados tras la aplicación de roca fosfórica, lo que de hecho, le permitió sustituirlas con dosis cada vez menores, en áreas que no requirieron necesariamente una vegetación copiosa. Lo cual coincide con *L. oblongifolia*, ya que las mejores cifras siguieron dosis relativamente intermedias de roca fosfórica en condiciones de presencia de vegetación moderada dentro del área de estudio.

5.2.2. Influencia en el crecimiento de *L. oblongifolia* según la interacción de dosis de roca fosfórica y cobertura vegetal en campo definitivo

Los resultados señalaron además que no existió diferencia significativa en las interacciones entre los factores de cobertura y las dosis de roca fosfórica para *L. oblongifolia*. Caso similar, también la exhibió López (2016), en su evaluación de niveles de fertilización orgánica en el desarrollo de *Tectona grandis*. Así mismo, Benavides Sánchez (2021) encontró que no hubo influencia directa de los fertilizantes a base de roca fosfórica y fosfato di amónico, aun así el crecimiento en la altura persistió, sugiriendo como segunda opción, el uso de las mismas en sistemas agroforestales.

No obstante, Caycedo Davila (2012), también hizo referencia a este hecho, atribuyendo a ello al uso de dosis mayores de roca fosfórica, como perjudiciales para el suelo, siempre en cuando no sea usado con otro componente, tales como las cenizas; por consiguiente bajo este contexto *L. oblongifolia* también pudo haber sufrido un exceso de fosfatos solubles o nitrógeno. Ya que, tal vez existió la ausencia del mismo, y las pocas evidentes diferencias de solubilidad en el suelo al momento de su crecimiento, tal como ocurre con *Eucaliptus dunnii* (Dias et al., 2014).

A su vez, *L. oblongifolia* posiblemente no haya recibido una suficiente demanda de nutrientes, ya que estas no serían las ideales para la especie. Lo cual se podría explicar con la presencia excesiva del nitrógeno o la mineralización de la materia orgánica, la hojarasca y/o presencia de otros nutrientes que logran modificar el suelo (Bassaco et al., 2018). Ello como producto de la cobertura vegetal encontrada a lo largo de las parcelas evaluadas, influyendo pues

en los parámetros de crecimiento de *L. oblongifolia*. Dicho de otra manera, es posible lograr buenos resultados en cuanto al crecimiento en altura y diámetro siempre en cuando exista un complemento adecuado a la roca fosfórica, ya sea encontrándose bajo condiciones favorables o desfavorables (Thomas Angulo, 2018).

Por otra parte, el uso de la roca fosfórica como nutriente en suelos tropicales ha sido ampliamente estudiada en suelos tropicales desde estudios de aplicación directa, acción de microorganismos para la disponibilidad, aplicación de acidulantes para favorecer la biodisponibilidad de fosfato orgánico en diversos tipos de suelos (Fenster & Leon Sarmiento, 1978).

Bueno, para la disponibilidad del fósforo en suelos tropicales uno de los problemas es la acidez presentada del suelo del Área de Conservación Pampa Hermosa – Satipo con valores de pH de 5.1 a 6.0, y una disponibilidad muy baja de fósforo orgánico de 1.5 ppm a 2.60 ppm (Intagri, 2021; Jantamenchai et al., 2022; Tiessen, 2005; Sale & Mokwunye, 1993). Sin embargo, la aplicación directa al suelo de roca fosfórica (RF), representa una alternativa que ha tomado importancia por su costo más bajo y ha sido utilizada como fertilizante fosfatado por varias décadas, no sólo por su valor agronómico como fuente de fósforo; sino también como fuente de calcio para el cultivo (Morillo et al., 2007).

No obstante, la probable baja solubilidad de la RF en el experimento por las condiciones ambientales realizado no contribuye en una buena solubilización y la disponibilidad del P para *L. oblongifolia*. Este hallazgo concuerda con lo planteado por Sale & Mokwunye (1993), quienes

señalaron que en suelo tropical donde hay plantación de árboles la demanda requerida con pH ácido es de media a baja donde hay cobertura vegetal, área donde se establecieron las plántulas evaluadas en el estudio, debido probablemente a la reactividad baja de RF durante el periodo de crecimiento de *L. oblongifolia*.

En este sentido al haber observado un mayor crecimiento en altura y diámetro en dosis bajas de RF, ha sido probablemente debido a una mejor asimilación del fosforo orgánico presente en forma natural dentro de la zona de estudio.

CONCLUSIONES

- La aplicación de dosis de 50 g de roca fosfórica mostró los mejores resultados en el crecimiento en altura de las plántulas de *L. oblongifolia*. Esta dosis favoreció el desarrollo de las plántulas, especialmente en áreas boscosas, donde la descomposición de la roca fosfórica pudo haber sido más eficiente, promoviendo un mayor crecimiento en altura en el Área de Conservación Pampa Hermosa – Satipo
- La aplicación de dosis de 0 g de roca fosfórica mostró los mejores resultados en cuanto al crecimiento en diámetro de las plántulas de *L. oblongifolia*, lo que sugiere que el fósforo no fue un factor limitante para esta variable en el estudio, posiblemente debido a las condiciones de suelo ácido y la disponibilidad de fósforo y/o la baja reactividad de roca fosfórica.
- No se observó una interacción significativa entre las dosis de roca fosfórica y el tipo de cobertura vegetal en cuanto al crecimiento en altura o diámetro de *L. oblongifolia*. Esto indica que, aunque la roca fosfórica tenga un impacto en el crecimiento en altura, y sugiere que existe un efecto independiente de las dos variables evaluadas en el estudio.

RECOMENDACIONES

1. Seguir con los estudios de crecimiento en altura y de diámetro de *Ladenbergia oblongifolia* L., aplicando otros fertilizantes con diferentes tratamientos en zonas sin cobertura boscosa.
2. Estudiar el efecto de los factores externos como la humedad, radiación solar y Ph del suelo en el estado fitosanitario para la instalación de las plántulas de *Ladenbergia oblongifolia* L. en las zonas sin cobertura boscosa.
3. Evaluar la calidad de la plántula de *Ladenbergia oblongifolia* L., aplicando roca fosfórica en época de lluvia y época seca, asimismo asociándolo con otras especies forestales.
4. Seguir estudiando el efecto de la aplicación de roca fosfórica en otras especies forestales de interés maderable, con diferentes tratamientos en zonas con cobertura boscosa y no boscosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arana Peralta, D. E., & García Hevía, S. (2018). Evaluación de tres dosis de fertilizante quelatado en tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Centrosur*, *1*(1), 12–23. <http://centrosuragraria.com/index.php/revista>
- Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2013). Fundamentos de Fisiología Vegetal. In *Revista de Ciência Elementar* (Vol. 3, Issue 4). <https://doi.org/10.24927/rce2015.204>
- Bassaco, M. V. M., Motta, A. C. V., Pauletti, V., Prior, S. A., Nisgoski, S., & Ferreira, C. F. (2018). Nitrogen, phosphorus, and potassium requirements for *Eucalyptus urograndis* plantations in southern Brazil. *New Forests*, *49*(5), 681–697. <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9658-0>
- Beltrán Pineda, M. E. (2014). La solubilización de fosfatos como estrategia microbiana para promover el crecimiento vegetal. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, *15*(1), 101–113. https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num1_art:401
- Benavides Sánchez, W. D. (2021). Efecto de dos tipos de fertilizantes en el crecimiento inicial de un sistema agroforestal con *Alnus nepalensis* D. Don y *Coffea arabica* L. en el sector San Antonio, Parroquia de Apuela Zona de Intag. *Universidad Técnica Del Norte*, 1–95.
- Bunge, M. (2018). *La ciencia: su método y su filosofía* (Vol. 1, Issue 1).
- Caycedo Davila, E. (2012). Efecto de la aplicación de roca fosfórica y dolomita en el crecimiento

- inicial de la especie shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) en Neshura - Irazola - Región Ucayali. In *Universidad Nacional de Ucayali*.
<http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3296/000001326T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CEPLAN. (2023). *El sector forestal en el Perú: Propuestas estratégicas para fortalecer su desarrollo*.
- Cortés Cortés, L. (2022). Forestación, deforestación y medio ambiente. *Publicación Semestral*, 10(19), 1–4. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/issue/archive>
- Cruz, G. E. (2014). Fertilización inicial en plantaciones comerciales de teca (*Tectona grandis* Linn F), Siuna, RAAN. In *Universidad Nacional Agraria*.
- De Sariñana-Navarrete, M. L. Á., Hernández- Montiel, L. G., Sánchez-Chavez, E., Reyes-Perez, J. J., Murillo-Amador, B., Reyes-González, A., & Preciado-Rangel, P. (2021). Foliar fertilization of sodium selenite and its effects on yield and nutraceutical quality in grapevine. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 38(4), 806–824.
[https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n4.04](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n4.04)
- Dias, L. P. R., Gatiboni, L. C., Ernani, P. R., Miquelluti, D. J., Chaves, D. M., & Brunetto, G. (2014). Substituição parcial de fosfato solúvel por natural na implantação de *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii* no planalto sul catarinense. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 38(2), 516–523. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000200016>
- Divito, G. A., & Sadras, V. O. (2014). How do phosphorus, potassium and sulphur affect plant growth and biological nitrogen fixation in crop and pasture legumes? A meta-analysis. *Field Crops Research*, 156, 161–171. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.11.004>
- Eras Guamán, V. H., Minchala Patiñoa, J. E., Moreno Serrano, J. A., Yaguana Arévalo, M.,

- Sinche Freire, M. G., & Valarezo Ortega, C. O. (2019). *Estructura, composición florística y fisiología reproductiva de Cinchona officinalis L. en la provincia de Loja* (pp. 1–144).
- FAO. (2011). Situación de los bosques del mundo. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación*, 193. <http://www.fao.org/3/i2000s/i2000s.pdf>
- FAO, & PNUMA. (2020). El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. In *El estado de los bosques del mundo 2020*. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- Fenster, W. E., & Leon Sarmiento, L. A. (1978). Utilization of phosphate rock in tropical soils of Latin America. *International Fertilizer Development Center (CIAT)*, 1–51.
- Fernández, M. T. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. *Instituto Cubano de Investigaciones de Los Derivados de La Caña de Azúcar (ICIDCA)*, 41(2), 51–57. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223114970009>
- Franco Betancourt, V. M. (2014). Dosis y frecuencias de fertilización fosforada en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus grandis* en un andisol colombiano. In *Programa de Ingeniería Agroforestal Palmira Valle del Cauca*.
- Gálvez Córdova, M. J. (2022). Efecto de la roca fosfórica sobre algunos parámetros biométricos de los plántones de cuatro especies forestales producidos utilizando como sustrato un suelo degradado. *Facultad De Recursos Naturales Renovables*, 1–86. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1507>
- Gob.Mx. (2019). ¿Qué es y para qué sirve el fertilizante? *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*, 1–5. <https://www.mms-mexico.com/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-rectificado>
- Gómez Gómez, R., & González Lutz, M. I. (2018). Respuesta de cinco leguminosas de cobertura a la fertilización fosfórica. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 293–303.

<https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.27582>

Guéablé, Y. K. D., Jemo, M., Soulaïmani, A., Hafidi, M., El Gharous, M., & El Mejahed, K. (2024). Sustainable strategy for rehabilitating phosphate mining sites and valorisation of phosphate industry by-products and sludge using pistachio tree (*Pistacia atlantica*), false pepper (*Schinus molle*), and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) trees. *Science of the Total Environment*, 937(173485), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173485>

Hernández Sampieri, R., Collado, C. F., & Baptisa Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación*.

Intagri, S. C. (2021). Diseño agronómico del sistema de riego por goteo.

Jantamenchai, M., Sukitprapanon, T. S., Tulaphitak, D., Mekboonsonglarp, W., & Vityakon, P. (2022). Organic phosphorus forms in a tropical sandy soil after application of organic residues of different quality. *Geoderma*, 405, 115462.

Lambert, S., Bin Purung, H., Syawaluddin, & McMahon, P. (2020). Growth and flowering of young cocoa plants is promoted by organic and nitrate-based fertiliser amendments. *Experimental Agriculture*, 56(6), 794–814. <https://doi.org/10.1017/S0014479720000320>

López Medina, S. E., Mostacero León, J., Costilla-Sánchez, N. I., Gil Rivero, A. E., De La Cruz-Castillo, A. J., & Villena Zapata, L. (2020). Cuantificación de alcaloides de *Ladenbergia oblongifolia* (Humb. ex Mutis) L. Andersso “Árbol de la Quina.” *Rebiol*, 40(2), 170–176. <https://doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.02.05>

López, R. (2016). Efectos de los niveles de fertilización orgánica y química en el desarrollo de plántulas de teca (*Tectona grandis* L.f.), en el cantón Mocache, año 2016. In López Bustamante, Jairo Rolando.

Mariscal, E., Martínez, R., & Tacano, K. (2000). Manual de plantaciones forestales. In

Conservación de los bosques - CEMARE.

Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de Experimentos.*

Montoya-García, C. O., Volke-Haller, V., Trinidad-Santos, A., Villanueva-Verduzco, C., &

Sánchez-Escudero, J. (2017). Respuesta de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) a la fertilización con NPK. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(3), 325–332.

<https://doi.org/10.35196/rfm.2017.3.325-332>

Morillo, A., Sequera, O., & Ramírez, R. (2007). Roca fosfórica acidulada como fuente de fósforo en un suelo ácido con o sin encalado. *Bioagro*, 19(3), 161-168.

Osorno Bedoya, L., & Osorio Vega, N. W. (2017). Evaluación de factores que afectan la bioacidulación de roca fosfórica bajo condiciones in vitro. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 19(1), 53–62. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v19n1.65968>

Ramos Espinoza, H. W. (2019). Influencia de yaramila integrador y roca fosfórica en el crecimiento inicial de cedro (*Cedrela odorata* L.) en campo definitivo. In *Universidad Agraria de la Selva*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1507>

Romero, C., Alfonzo, S., Medina, R., & Flores, R. (2003). Evaluación inicial de la fertilización con roca fosfórica en tres especies del género *Brachiaria*. *Zootecnia Tropical*, 1–12.

Sale, P. W. G., & Mokwunye, A. U. (1993). Use of phosphate rocks in the tropics. *Fertilizer Research*, 35, 33–45. <https://doi.org/10.1007/BF00750218>

Sánchez Da Costa, M. T. (2008). *Fraccionamiento de fósforo en un suelo ácido de sabana incubado con emulsión asfáltica*. Universidad Central de Venezuela.

Serrano Tamay, F. J. (2013). *Identificación molecular de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) asociados a Cinchona pubescens (Rubiaceae): una especie invasora en la isla Santa Cruz (Galápagos)*. Universidad Técnica Particular de Loja.

Thomas Angulo, H. (2018). Efecto de la aplicación de la dosis de roca fosfórica ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$.

OH), dolomita (CO_3) $_2$. Ca. Mg y la mezcla de ambos en el crecimiento inicial de la moringa (*Moringa oleífera* Lam) en suelo degradado de la UNU-Pucallpa-Perú.

Universidad Nacional de Uca, 1–22.

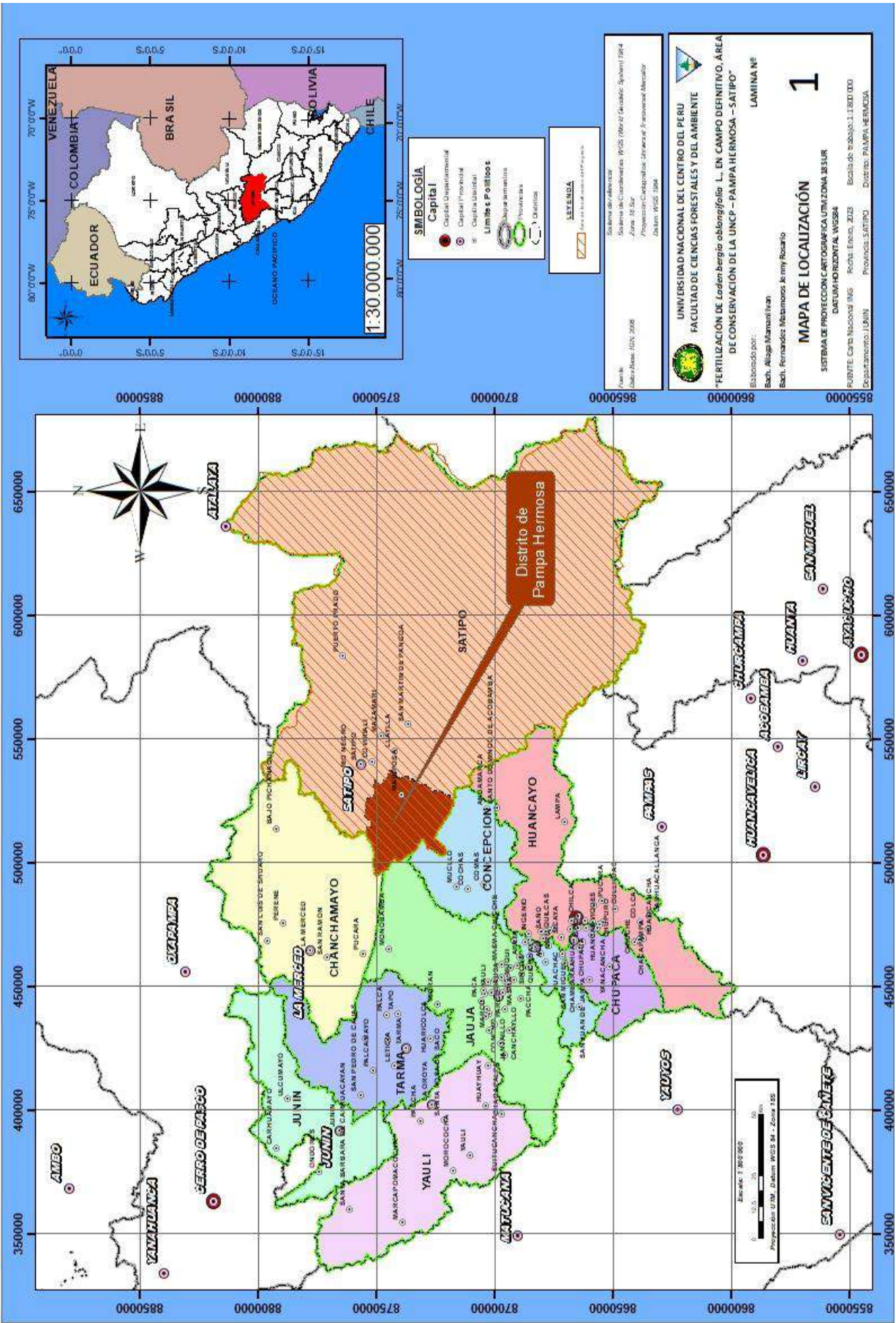
Tiessen, H. (2005). Phosphorus dynamics in tropical soils. *Phosphorus: Agriculture and the Environment*, 46, 253–262. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr46.c8>

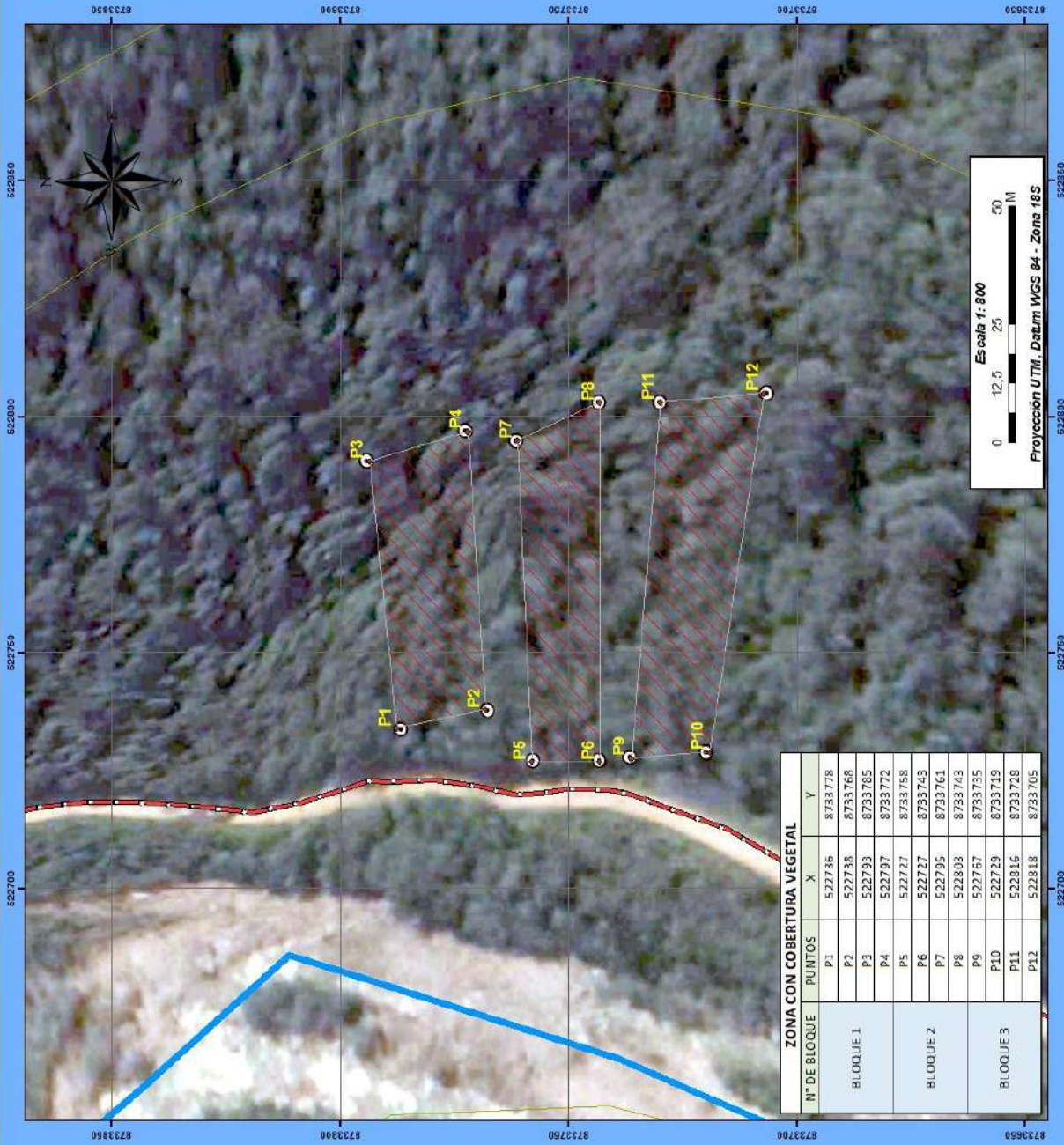
Vilchez Hualparuca, N. (2019). Efecto de la fertilización en el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. en plantación, en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo – Leoncio Prado. In *Universidad Nacional del Centro del Perú*.

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5094/T010_45799893_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO 01: MAPAS





ZONA CON COBERTURA VEGETAL		
N° DE BLOQUE	PUNTOS	X Y
BLOQUE 1	P1	522736 8733778
	P2	522738 8733768
	P3	522793 8733785
	P4	522797 8733772
BLOQUE 2	P5	522727 8733758
	P6	522727 8733743
	P7	522795 8733761
	P8	522803 8733743
BLOQUE 3	P9	522767 8733755
	P10	522729 8733719
	P11	522816 8733728
	P12	522818 8733705

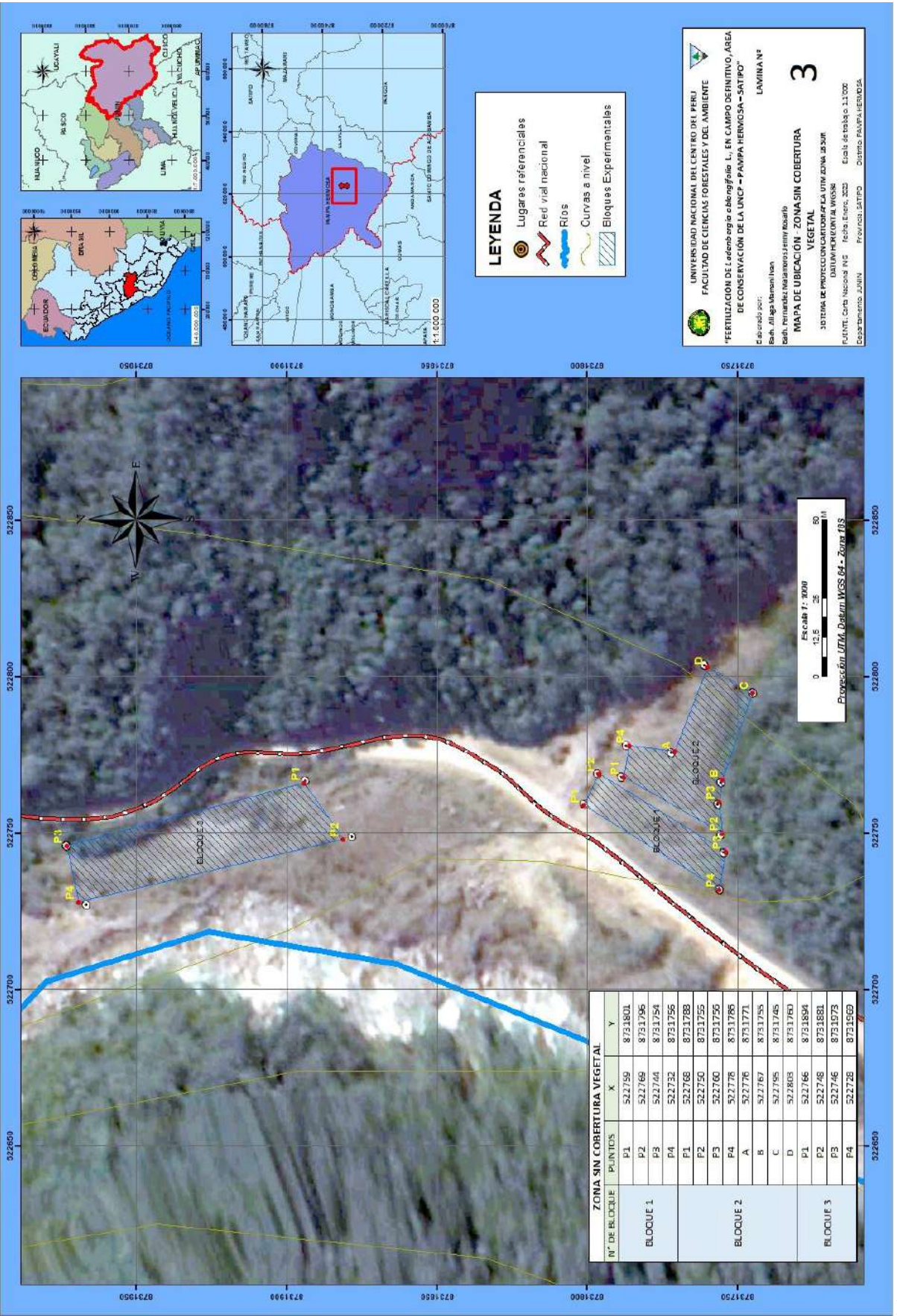
LEYENDA

- Lugares referenciales
- Vértice
- Red vial nacional
- Ríos
- Bloques Experimentales
- Curvas a nivel

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU
 FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DEL AMBIENTE
 "FERTILIZACIÓN DE *Ladinoesia oblongifolia* L. EN CAMPO DEFINITIVO, ÁREA DE CONSERVACIÓN DE LA UINCP – PAMPA HERMOSA – SATIPO"
 Elaborado por:
 Srta. Altagracia Irujo
 Sr. Fernando Matamoros Jiray Bocas
 MAPA DE UBICACIÓN - ZONA CON COBERTURA VEGETAL
 SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRAFICA UTM ZONA 18 SUR
 DAU LUM HORIZONTAL MGS 84
 FUENTE: Carta Nacional INS
 Fecha: Enero, 2023
 Escala de trabajo: 1:1.000.000
 DISTRITO: PAMPA HERMOSA
 PROVINCIA: SATIPO

2

LAMINA N°



LEYENDA

- Lugares referenciales
- Red vial nacional
- Ríos
- Curvas a nivel
- Bloques Experimentales

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU
 FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DEL AMBIENTE
 "FERTILIZACIÓN DE L. sebodeseg o calangiflor L. EN CAMPO DEFINITIVO, AREA DE CONSERVACION DE LA UNCF - PAMPA HERMOSA - SATIPO"
 Elaborado por:
 Bakh, Allaga Altamirano Ivan
 Bakh, Permalak, Mestanzano Jermi Rosario
MAPA DE UBICACION - ZONA SIN COBERTURA VEGETAL
 SISTEMA DE PROYECCION: UTM ZONA 18S SUR
 DATUM: PARAMETRICAL WGS84
 FUENTE: Cora Nacional INE Fecha: Enero, 2023 Escala: 4x4x100 1:1.000
 CEST: BOMBAS JUNIN Provincia: SATIPO Distrito: PAMPA HERMOSA
LAMINA N° 3

ZONA SIN COBERTURA VEGETAL

N° DE BLOQUE	PUNTOS	X	Y
BLOQUE 1	P1	522759	8731801
	P2	522769	8731796
	P3	522764	8731754
	P4	522752	8731756
BLOQUE 2	P1	522768	8731788
	P2	522750	8731755
	P3	522760	8731756
	P4	522778	8731786
BLOQUE 3	A	522776	8731771
	B	522767	8731755
	C	522795	8731745
	D	522803	8731760
BLOQUE 3	P1	522766	8731894
	P2	522748	8731881
	P3	522746	8731873
	P4	522728	8731869

ANEXO 02: PANEL FOTOGRAFICO



Figura 8. Recepción de la donación de las plántulas de *Ladenbergia oblongifolia* L



Figura 9. Selección de las plántulas.



Figura 10. Plántula de *Ladenbergia oblongifolia* L



Figura 11. Traslado de las plántulas de *Ladenbergia oblongifolia* L, del Vivero Tecnificado SERFOR.



Figura 12. Traslado de las plántulas al campo definitivo (área de conservación UNCP – Pampa Hermosa)



Figura 13. Limpieza de las áreas donde se realizó la plantación.



Figura 14. Elaboración de la codificación.



Figura 15. Instalación de los códigos en la zona sin cobertura boscosa.



Figura 16. Instalación de los códigos en la zona cobertura boscosa.



Figura 17. Mantenimiento de las plántulas de *Ladenbergia oblongifolia* L



Figura 18. Instalación de las plántulas de *Ladenbergia oblongifolia* L. en campo definitivo.



Figura 19. Plántula instalado y fertilizado con roca fosfórica.



Figura 20. Medición de la altura de la planta.



Figura 21. Medición del diámetro de tallo de la planta.



Figura 22. Toma de medidas en la zona sin cobertura boscosa.



Figura 23. Toma de medidas en la zona cobertura boscosa.



Figura 24. Muestreo del suelo bajo cobertura de la plantación.

ANEXO 03: CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN BOTANICA.



“Año de la internacionalización de la Salud”

CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA

EDER AUGUSTO CHILQUILLO TORRES, BIÓLOGO Y DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS (UNMSM), REGISTRADO COMO CURADOR DE ESPECÍMENES BOTÁNICOS DEL DEPARTAMENTO DE ETNOBOTÁNICA Y BOTÁNICA ECONOMICA DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL MEDIANTE CARTA N°03/VRIP-MHN/2020.

Certifica:

Que, el Ministerio de Agricultura y Riego del VRAEM, a través del Proyecto Especial de Desarrollo del Valle de los Ríos Apurímac, Ene y Mantaro - PROVRAEM, INIA, SERFOR, AGRORURAL han solicitado la identificación de especímenes botánicos de especies conocidos localmente como "Cascarillas" o "Quinas" como parte de la propuesta del Plan de repoblamiento y conservación de la cascarilla o Quina del VRAEM. Los especímenes en mención **han sido identificados** dentro del género *Ladenbergia*, *Chimarrhis* (Rubiaceae) y *Graffenrieda* (Melastomataceae), como se indica en el cuadro adjunto de acuerdo con el sistema de clasificación propuesta por la APG IV.

Código	Especie	Familia	Zona de Recolección de Muestra
MUA205	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Humb. ex Mutis) L. Andersson	Rubiaceae	Sector San Antonio del Centro Poblado de Puerto Mayo Distrito Pichari
MUA206	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Humb. ex Mutis) L. Andersson	Rubiaceae	Sector Rinconada Central del Centro Poblado de Cahuasana del Distrito de Santa Rosa
MUA207	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Humb. ex Mutis) L. Andersson	Rubiaceae	Sector Rosaspata del Distrito de Anco
MUA208	<i>Chimarrhis hookeri</i> K. Schum.	Rubiaceae	Sector Villa El Salvador, Distrito de Kimbiri
MUA209	<i>Graffenrieda limbata</i> Triana	Melastomataceae	Frente a Campo Ferial Pichari, Distrito de Pichari

Se expide la presente certificación para los fines que estime conveniente.

Lima, 12 de octubre del 2020.

Blgo. Eder Augusto Chilquillo Torres

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Depto. Etnobotánica – Museo de Historia Natural

**ANEXO 04: RESULTADOS DE LABORATORIO DE ANALISIS DE
SUELO.**

INFORME DE ENSAYO

N° 091466-091470-22/SU/SANTA ANA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Fernandez Matamoros Jenny
 Propietario / Productor : Fernandez Matamoros Jenny
 Dirección del cliente : Av. Miguel Grau S/N Saños Grande
 Solicitado por : Fernandez Matamoros Jenny
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 05 muestras
 Producto declarado : Suelo (Suelo Agrícola)
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente
 Procedencia de muestra(s) : Área de conservación de la UNCP-Pampa Hermosa-Satipo-Junin
 Fecha(s) de muestreo : 2022-09-15
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2022-09-19
 Lugar de ensayo : LABSAF Santa Ana
 Fecha(s) de análisis : 2022-09-22
 Cotización del servicio : 234-22-SA
 Fecha de emisión : 2022-10-10

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5		
Código de Laboratorio	SU1466-SA-22	SU1467-SA-22	SU1468-SA-22	SU1469-SA-22	SU1470-SA-22		
Matriz Analizada	Suelo (Suelo Agrícola)	Suelo (Suelo Agrícola)	Suelo (Suelo Agrícola)	Suelo (Suelo Agrícola)	Suelo (Suelo Agrícola)		
Fecha de Muestreo	2022-09-15	2022-09-15	2022-09-15	2022-09-15	2022-09-15		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	ZSCVPHM-1	ZSCVPHM-2	ZSCVPHM-3	ZCCVPHM-1	ZCCVPHM-2		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados				
pH	unid. pH	--	5.9	5.8	6.0	5.1	5.3
Conductividad Eléctrica	mS/m	--	1.6	2.2	1.7	5.8	3.1
Materia Orgánica	%	--	0.4	0.4	0.4	7.0	2.6
Nitrógeno	%	--	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1
Fósforo	ppm	--	1.5	1.7	1.4	5.2	2.1
Potasio	ppm	--	72.0	85.0	69.9	92.5	64.0
Análisis de Textura							
Arena	%	--	71.7	73.5	73.5	75.4	71.4
Limo	%	--	23.9	21.9	24.0	24.0	26.0
Arcilla	%	--	4.5	4.6	2.5	0.6	2.6
Clase Textural	--	--	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Arena Franca	Arena Franca	Franco Arenoso



Firmado digitalmente por:
 TERAN ROJAS Jose Alfonso
 FAU 20131385994 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 19/10/2022 12:39:16-0500