

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

Efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don (Saucecillo) en el bosque de Llangodén, Chota, Cajamarca.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Forestal y Ambiental

AUTORA:

Bach., Rosa Hilda Vásquez Cieza

ASESORA:

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza

COASESOR:

Dr. Jim Jairo Villena Velásquez

CHOTA – PERÚ

2026


Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza
CIP 76468
Docente UNACH
Código: 003-002


M. Sc. JIM J. VILLENA VELÁSQUEZ
DOCENTE – UNACH



“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

CONSTANCIA N° 01-2026- (DMAM)

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD Y USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El que suscribe, en calidad de asesor de tesis, deja constancia que el informe final de tesis titulado: Efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don (Saucecillo) en el bosque de Llangodén, Chota, Cajamarca.

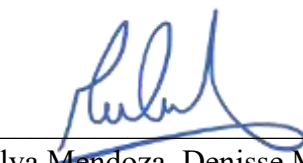
Elaborado por: Rosa Hilda Vásquez Cieza, BACHILLER en Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias, fue sometido a la evaluación mediante el **software de similitud**, considerando el contenido comprendido desde el resumen hasta las referencias bibliográficas.

El resultado obtenido es:

Porcentaje de similitud	Porcentaje de uso de Inteligencia Artificial	Criterio de originalidad
15%	*%	Si cumple
Literal e) del artículo 27 del Reglamento de Grados y Títulos , aprobado mediante Resolución de Comisión Organizadora N.º 770-2025-UNACH .		

Se adjunta el reporte de evaluación de originalidad emitido por el software de similitud.

Chota, 14 de septiembre de 2026


Mtr. Alva Mendoza, Denisse Milagros
Asesor

Informe final de tesis

por Rosa Hilda Vasquez Cieza



Mtr. Alva Mendoza, Denisse Milagros
Asesor

Informe final de tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unach.edu.pe	4%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.unc.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.uan.edu.co	1%
	Fuente de Internet	
4	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
5	www.raco.cat	< 1%
	Fuente de Internet	
6	dspace.esPOCH.edu.ec	< 1%
	Fuente de Internet	
7	repositorio.uncp.edu.pe	< 1%
	Fuente de Internet	
8	revistas.unl.edu.ec	< 1%
	Fuente de Internet	
9	www.researchgate.net	< 1%
	Fuente de Internet	
10	fr.scribd.com	< 1%
	Fuente de Internet	
11	fedorabg.bg.ac.rs	< 1%
	Fuente de Internet	
12	repositorio.unas.edu.pe	< 1%
	Fuente de Internet	
13	rest-dspace.ucuenca.edu.ec	< 1%
	Fuente de Internet	
14	dspace.unl.edu.ec	< 1%
	Fuente de Internet	
15	sedici.unlp.edu.ar	< 1%
	Fuente de Internet	

16	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
17	Submitted to Colegio de Postgraduados Trabajo del estudiante	< 1 %
18	docta.ucm.es Fuente de Internet	< 1 %
19	doku.pub Fuente de Internet	< 1 %
20	revistaalfa.org Fuente de Internet	< 1 %
21	apirepositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
22	etheses.bham.ac.uk Fuente de Internet	< 1 %
23	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
24	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
25	repositorio.unicauca.edu.co:8080 Fuente de Internet	< 1 %
26	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	< 1 %
27	Pio, Jorge Luis Rodríguez. "Análisis, Diagnóstico y Propuesta de Mejora en la Gestión de Inventarios y Almacén en una Empresa Textil", Pontificia Universidad Catolica del Peru – CENTRUM Catolica (Peru), 2022 Publicación	< 1 %
28	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	< 1 %
29	IX Congreso Colombiano De Botanica. "Memorias IX Congreso Colombiano de Botánica", Ciencia en Desarrollo, 2017 Publicación	< 1 %
30	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
31	ruc.udc.es Fuente de Internet	< 1 %

32	docplayer.es Fuente de Internet	< 1 %
33	ojs.unipamplona.edu.co Fuente de Internet	< 1 %
34	unach.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
35	www.scribd.com Fuente de Internet	< 1 %
36	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	< 1 %
37	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
38	"Avanços em Ciências Agrárias: Pesquisas em Educação, Produção e Sustentabilidade", Editora Científica Digital, 2026 Publicación	< 1 %
39	Howe, Sean Pang Eng. "Impact of Climate and Land–Use Change on Tree Distributions in Southeast Asia.", National University of Singapore (Singapore) Publicación	< 1 %
40	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %
41	Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca Trabajo del estudiante	< 1 %
42	purl.org Fuente de Internet	< 1 %
43	repositorio.chapingo.edu.mx Fuente de Internet	< 1 %
44	Shahzad Ali, Tyan Alice Makanda, Muhammad Umair, Jian Ni. "MaxEnt model strategies to studying current and future potential land suitability dynamics of wheat, soybean and rice cultivation under climatic change scenarios in East Asia", PLOS ONE, 2023 Publicación	< 1 %
45	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	< 1 %
46	dialnet.unirioja.es Fuente de Internet	< 1 %
47	repositorio.continental.edu.pe	

	Fuente de Internet	< 1 %
48	www.fao.org Fuente de Internet	< 1 %
49	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
50	ridum.umanizales.edu.co Fuente de Internet	< 1 %
51	N'tambwe Nghonda, Dieu-Donné. "Savoirs Locaux et Restauration du Miombo : Vers Une Compréhension Intégrée des Pressions Anthropiques et Réponses éCologiques dans la Région De Lubumbashi, en République Démocratique du Congo", Universite de Liege (Belgium), 2025 Publicación	< 1 %
52	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	< 1 %
53	empresas.sence.cl Fuente de Internet	< 1 %
54	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
55	"Boreal Forests in the Face of Climate Change", Springer Science and Business Media LLC, 2023 Publicación	< 1 %
56	Submitted to Universidad de Guadalajara Trabajo del estudiante	< 1 %
57	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %
58	www.revistafarmaciahospitalaria.es Fuente de Internet	< 1 %
59	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	< 1 %
60	César Betancur H, Yordan Martínez A, Luis Cruz M. "Physiology of acid-base balance in bovines with diarrhea backgrounds from Monteria, Colombia", Revista MVZ Córdoba, 2015 Publicación	< 1 %
61	Ricardo Martínez-Casas, José Carlos Monárrez-González, Juan Torres-Rojo, Gustavo Perez-Verdin. "Evaluación de la regeneración natural en bosques	< 1 %

templados con cubierta forestal continua en el noroeste de México", Revista Mexicana de Biodiversidad, 2025

Publicación

62	bffrepositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	< 1 %
63	es.unionpedia.org Fuente de Internet	< 1 %
64	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
65	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
66	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
67	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
68	vdocuments.com.br Fuente de Internet	< 1 %
69	worldwidescience.org Fuente de Internet	< 1 %
70	"Qualitative approaches to research on plurilingual education / Enfocaments qualitatius per a la recerca en educació plurilingüe / Enfoques cualitativos para la investigación en educación plurilingüe", Research-Publishing.net, 2017 Publicación	< 1 %
71	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	< 1 %
72	digibug.ugr.es Fuente de Internet	< 1 %
73	ecobiodiversidad.pireca.com Fuente de Internet	< 1 %
74	ra.org Fuente de Internet	< 1 %
75	repo.unlpam.edu.ar Fuente de Internet	< 1 %
76	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
	repositorio.udh.edu.pe	

77	Fuente de Internet	< 1 %
78	repositorio.uleam.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %
79	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
80	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	< 1 %
81	www.wribrasil.org.br Fuente de Internet	< 1 %
82	Danna I. FLORES, Ricardo ZÁRATE, Linder F. MOZOMBITE, George P. GALLARDO et al. "INFLUENCIA DE LA HOJARASCA EN LA DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE TRES FAMILIAS ANGIOSPERMA DEL VARILLAL, LORETO, PERÚ", Folia Amazónica, 2017 Publicación	< 1 %
83	Juan Pablo Muñoz-Pérez, Sofía Tacle. "Memorias del 3er Simposio de Investigación & Conservación en Galápagos GSC- DPNG", Archivos Académicos USFQ, 2020 Publicación	< 1 %
84	Yerson Paul Semillan Rosales, Mario Enrique Nizama Reyes, Segundo Rafael Atto Coba, Mauro Manuel Vivas Landa et al. "Rol de la inversión pública en transporte y agricultura en el crecimiento económico del Perú: evidencia econométrica", Editora Cientifica Digital, 2026 Publicación	< 1 %
85	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	< 1 %
86	dspace.unach.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %
87	geox.udistrital.edu.co Fuente de Internet	< 1 %
88	news.un.org Fuente de Internet	< 1 %
89	pdffox.com Fuente de Internet	< 1 %
90	prezi.com Fuente de Internet	< 1 %
91	produccionbovina.com Fuente de Internet	< 1 %

92	repositorio.eesppjsco.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
93	www.acponline.org Fuente de Internet	< 1 %
94	www.ayrful.com.ar Fuente de Internet	< 1 %
95	www.coursehero.com Fuente de Internet	< 1 %
96	www.inpofos.org Fuente de Internet	< 1 %
97	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	< 1 %
98	www.scielo.sa.cr Fuente de Internet	< 1 %
99	www.tdx.cat Fuente de Internet	< 1 %
100	www.unl.edu.ec Fuente de Internet	< 1 %

Excluir citas
Excluir bibliografía

Apagado
Activo

Excluir coincidencias

< 10 words



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
VICEPRESIDENCIA ACADÉMICA
Reglamento de Grados y Títulos



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

REG. N° 039-2026-FCA

El jurado evaluador designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N° 037-2026-FCA-UNACH:

Nombres y apellidos	Cargo
Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón	Presidente
Dra. Yuli Anabel Chávez Juanito	Secretario
M. Sc. James Alexander Chamaya Gonzales	Vocal

De la tesis titulada:

Efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *Podocarpus Oleifolius* D. Don (Saucecillo) en el Bosque de Llangodén, Chota, Cajamarca.

Que ha sustentado la Bachiller:

Nombres y apellidos	DNI
Rosa Hilda Vásquez Cieza	77081013

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Forestal y Ambiental

Acuerdan por:

☒	Unanimidad	☐	Mayoría
-------------------------------------	------------	--------------------------	---------

☒	Aprobar	☐	Desaprobar
-------------------------------------	---------	--------------------------	------------

Otorgando la calificación de:

☒	Aprobado
☐	Excelente
☐	Bueno
☒	Regular

☐	Desaprobado
--------------------------	-------------

Colpa Mataru 25. de agosto del 2026

Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón
Presidente

Dra. Yuli Anabel Chávez Juanito
Secretario

M. Sc. James Alexander Chamaya Gonzales
Vocal

Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza
Asesor

Dr. Jim Jairo Villena Velásquez
Consejero

DEDICATORIA

A Dios, fuente de toda sabiduría, por haberme bendecido con vida, salud y la claridad mental necesaria para superar cada desafío.

A mi padre, Leonides Vásquez Barboza, a mi amada madre, Gloria Cieza Carranza, los pilares de mi existencia. Gracias por ser mi refugio; por su amor infinito y por motivarme día a día que impidieron rendirme cuando el camino se tornaba difícil. Este logro es el fruto de su amor y de los valores que sembraron en mí para perseguir mis sueños.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud infinita a Dios, por ser la fortaleza que me permitió concluir con éxito esta investigación.

A mis padres, por su apoyo incondicional, comprensión y fortaleza constante, que han sido fundamentales para mantener mi perseverancia y alcanzar esta meta; gracias por convertirse en mi mayor motivación y sostén en todo momento.

Un especial agradecimiento a mis asesores, el Dr. Jim Jairo Villena Velásquez y la Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza, por su orientación académica, valiosos aportes y constante dedicación durante el desarrollo y perfeccionamiento de esta investigación y a los compañeros que estuvieron presentes en la recopilación de información en campo para que se haga posible este trabajo de investigación.

Asimismo, expreso mi sincero agradecimiento a todas las personas que me brindaron su apoyo durante las jornadas de trabajo de campo. Su colaboración, compromiso y disposición que fueron fundamentales para la recopilación de la información necesaria, haciendo posible el desarrollo y la culminación de esta investigación.

Índice de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2. JUSTIFICACIÓN	19
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
<i>1.3.1. Problema general.....</i>	<i>21</i>
<i>1.3.2 Problemas específicos.....</i>	<i>21</i>
1.4. OBJETIVOS	21
<i>1.4.1. Objetivo general.....</i>	<i>21</i>
<i>1.4.2. Objetivos específicos.....</i>	<i>21</i>
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES	23
2.2. BASES TEÓRICAS	27
<i>2.2.1. Bosque natural.....</i>	<i>27</i>
2.2.2. BOSQUE MONTANO.....	28
2.2.3. ESTRUCTURA DEL BOSQUE	28
<i>2.2.4. Regeneración natural.....</i>	<i>29</i>
<i>2.2.5. Género Podocarpus</i>	<i>29</i>
<i>2.2.6. Podocarpus oleifolius D. Don.....</i>	<i>30</i>

2.2.6.1. Descripción botánica.....	30
2.2.6.2. Taxonomía	31
2.2.6.3. Estado de conservación.....	31
2.2.6.4. Categorías de regeneración natural.....	32
2.2.7. Características edafoclimáticas.....	32
2.2.8. Variables climáticas.....	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	33
2.3.1. Especie	33
2.3.2. Parcela.....	33
2.3.3. Suelo.....	34
2.3.4. Estructura vertical	34
2.3.5. Estructura horizontal	34
2.3.6. Categorías de regeneración natural.....	34
2.3.7. Árbol maduro.....	34
2.3.8. Textura	35
2.3.9. Arena.....	35
2.3.10. Limo	35
2.3.11. Arcilla	35
2.3.12. pH.....	35
2.3.13. Materia orgánica del suelo.....	35
2.3.14. Luminosidad.....	35
2.3.15. Humedad de suelo.....	36
CAPITULO III. METODOLOGÍA	37

3.1. TIPO, DISEÑO, NIVEL Y ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	37
3.1.1. Tipo de la investigación	37
3.1.2. Diseño de la investigación	37
3.1.3. Nivel de la investigación	37
3.1.4 Enfoque de la investigación	37
3.2. UBICACIÓN, POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS	38
3.2.1. Ubicación del área de estudio.	38
3.2.3. Población, muestra y muestreo	39
3.2.3.1. Población.....	39
3.2.3.1. Muestra	39
3.2.3.2. Muestreo	40
3.2.4. Unidad de análisis	40
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
3.3.1. Técnicas de recolección de datos	41
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos	41
3.4. HIPÓTESIS	42
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43
3.6. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	44
3.6.1. Datos de la vegetación.....	44
3.6.2. Evaluación de factores edáficos	45
3.6.3. Análisis de las muestras de suelo en el laboratorio	45
3.6.4. Factores climáticos	46
3.7. PROCESAMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS	47

3.8. MATERIALES Y EQUIPOS.....	48
3.9. ASPECTOS ÉTICOS	49
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	50
4.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS	50
4.1.1. <i>Caracterización de las propiedades fisicoquímica del suelo del Bosque de Llangodén</i>	50
4.1.2. <i>Características climáticas Bosque de Llangodén.</i>	58
4.1.3. <i>Efectos edáficos en la regeneración natural del P. oleifolius</i>	59
4.1.3.1. <i>Influencia de los efectos edáficos en la regeneración natural de P. oleifolius en brinzales</i>	60
4.1.3.2 <i>ACP de las variables edáficas del P. oleifolius en brinzales.</i>	63
4.1.3.3 <i>Influencia de los efectos edáficos en la regeneración natural de P. oleifolius en de latizales</i>	64
4.1.3.4. <i>ACP de las variables edáficas asociadas a la regeneración natural de P. oleifolius en latizales</i>	68
4.1.3.5. <i>Influencia de los efectos edáficos en la regeneración natural de P. oleifolius en fustales.</i>	69
4.1.3.6. <i>ACP de las variables edáficas asociadas a la regeneración natural de P. oleifolius en fustales.</i>	73
4.1.3.7. <i>Influencia de los efectos edáficos en la regeneración natural de P. oleifolius en árboles maduros.</i>	74
4.1.3.8. <i>ACP de las variables edáficas asociadas a la regeneración natural de P. oleifolius en árboles maduros.</i>	78

4.1.4. Efectos climáticos en la regeneración natural del <i>P. oleifolius</i>	79
4.1.4.1. Influencia de las variables climáticas en la regeneración natural de <i>P. oleifolius</i> en brinzales	79
4.1.4.2. ACP de las variables climáticas asociadas a la regeneración natural de <i>P. oleifolius</i> en brinzales	82
4.1.4.3. Influencia de las condiciones climáticas en la regeneración natural de <i>P. oleifolius</i> en latizales	83
4.1.4.4. ACP de las variables climáticas en la regeneración natural de <i>P. oleifolius</i> latizales	86
4.1.4.5. Influencia de las condiciones climáticas en la regeneración natural de <i>P. oleifolius</i> en fustales.....	87
4.1.4.6. ACP de las variables climáticas en la regeneración natural de <i>P. oleifolius</i> en fustales.....	90
4.1.4.-7. Influencia de las condiciones climáticas en la regeneración natural de <i>P. oleifolius</i> en árboles maduros.....	91
4.1.4.8. ACP de las variables climáticas en árboles maduros del <i>P. oleifolius</i> en árboles maduros	95
4.1.5. Distribución vertical y horizontal de la regeneración natural de <i>P. oleifolius</i> D. Don.....	96
4.1.6. Dinámica de reclutamiento de las plantas de <i>P. oleifolius</i> D. Don.....	98
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	101
4.3. DISCUSIONES.....	102
4.3.1. Características físicoquímicas del suelo del Bosque de Llangodén.....	102

4.3.2. Condiciones edáficas en las categorías de regeneración natural	103
4.3.3. Condiciones climáticas en las categorías de regeneración natural	105
4.3.4. Distribución vertical y horizontal de la regeneración natural de <i>P. oleifolius</i> <i>D. Don</i>	106
4.3.5. Dinámica de reclutamiento de las plantas de <i>P. oleifolius</i> <i>D. Don</i>	108
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
5.1. CONCLUSIONES	110
5.2. RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS	112

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Podocarpus oleifolius</i>	31
Tabla 2. Categorías de regeneración natural	32
Tabla 3. Tabla de las 19 variables bioclimáticas.....	33
Tabla 4. Variables e indicadores	43
Tabla 5. Correlación simple de variables morfometrías y propiedades fisicoquímicas.....	58
Tabla 6. Tabla de las 19 variables bioclimáticas del bosque de Llangodén	59
Tabla 7. Correlación simple de variables morfometrías y variables edáficas en brinzales de <i>P. oleifolius</i>	61
Tabla 8. Correlación simple de variables morfometrías y variables edáficas en latizales de <i>P. oleifolius</i>	66
Tabla 9. Correlación simple de variables morfometrías y variables edáficas en fustales de <i>P. oleifolius</i>	71
Tabla 10. Correlación simple de variables morfometrías y variables edáficas en árboles maduros de <i>P. oleifolius</i>	76
Tabla 11. Correlación simple de variables morfometrías y variables climáticas en fustales de <i>P. oleifolius</i>	88
Tabla 12. Correlación simple de variables morfometrías y variables climáticas en árboles maduros de <i>P. oleifolius</i>	93
Tabla 13. Categorías de regeneración natural de <i>P. oleifolius</i> en 1000 m ² por parcela en el bosque de Llangodén.....	99

Índice de figuras

Figura 1.	Mapa de ubicación del Bosque Montano de Llangodén	39
Figura 2.	Distribución de parcelas en el bosque montano de Llangodén	44
Figura 3.	Diseño de submuestras de muestreo de suelo	45
Figura 4.	pH de las parcelas del bosque de Llangodén	51
Figura 5.	Porcentaje de MO del suelo	52
Figura 6.	Contenido de NTK del suelo de las seis parcelas del bosque de Llangodén	53
Figura 7.	Fósforo disponible (P) y potasio disponible (K) del suelo de las seis parcelas del bosque de Llangodén	54
Figura 8.	Textura del suelo de las parcelas evaluadas	55
Figura 9.	DA del suelo de las seis parcelas del bosque de Llangodén	56
Figura 10.	Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente	57
Figura 11.	Correlación de Pearson entre variables edáficas y la regeneración natural de P. oleifolius (brinzal)	62
Figura 12.	ACP de variables edáficas y la regeneración natural de brinzales de P. oleifolius.....	64
Figura 13.	Correlación de Pearson entre variables edáficas y la regeneración de P. oleifolius (latizal).....	67
Figura 14.	ACP de variables edáficas y la regeneración natural de latizales de P. oleifolius.....	69

Figura 15.	Correlación de Pearson entre variables edáficas y la regeneración de P. oleifolius (fustal).....	72
Figura 16.	ACP de variables edáficas y la regeneración natural de fustales de P. oleifolius.....	74
Figura 17.	Correlación de Pearson entre variables edáficas del suelo y la regeneración de P. oleifolius (árbol maduro)	77
Figura 18.	ACP de variables edáficas y la regeneración natural de árboles maduros de P. oleifolius.....	79
Figura 19.	Correlación de Pearson entre variables climáticas y la regeneración de P. oleifolius (brinjal).....	81
Figura 20.	ACP de variables climáticas y la regeneración natural en brinzales de P. oleifolius.....	83
Figura 21.	Correlación de Pearson entre variables climáticas y la regeneración de P. oleifolius (latizal).....	85
Figura 22.	ACP de variables climáticas y la regeneración natural en latizales de P. oleifolius.....	87
Figura 23.	Correlación de Pearson entre factores del clima y la regeneración de P. oleifolius (fustal).....	89
Figura 24.	ACP de variables climáticas y la regeneración en fustales de P. oleifolius..	91
Figura 25.	Correlación de Pearson entre factores del clima y la regeneración de P. oleifolius (árbol maduro)	94

Figura 26.	ACP de variables climáticas y la regeneración en arboles maduros <i>P. oleifolius</i>	96
Figura 27.	Estructura vertical del <i>P. oleifolius</i> en el bosque de Llangodén.....	97
Figura 28.	Estructura horizontal del <i>P. oleifolius</i> en el bosque de Llangodén.....	98
Figura 29.	Distribución de categorías de regeneración en forma de J invertida	100
Figura 30.	Instalación de parcelas de 20 x 50 m	137
Figura 31.	Toma de punto en el centro de la parcela de 20x50m.....	137
Figura 32.	Medición de alturas de brinzales en la parcela 2x2	138
Figura 33.	Medición de CAP de brinzales en una parcela de 2x2m	138
Figura 34.	Medición de altura de latizales en parcela de 10x 10m	139
Figura 35.	Medición de DAP de árboles maduros	139
Figura 36.	Muestreo de suelo	140
Figura 37.	Ejemplar de <i>Podocarpus oleifolius</i>	140
Figura 38.	Grupo de trabajo en campo	141

RESUMEN

El crecimiento de las especies forestales depende directamente, entre otros factores, de la interacción entre el suelo y el clima. Esta investigación se basó en dicha premisa, planteando como objetivo evaluar el efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el bosque de Llangodén, ubicado en Lajas, Chota. La metodología consistió en el establecimiento de seis parcelas de muestreo para evaluar las propiedades del suelo, las variables bioclimáticas y patrones de distribución y regeneración de los árboles. Los resultados indicaron que el bosque de Llangodén ofrece condiciones edafoclimáticas óptimas para *P. oleifolius*, caracterizadas por suelos fuertemente ácidos (pH 3,9–4,4), alto contenido de materia orgánica (MO), densidad aparente moderada y concentración de nutrientes de media a alta. Estas condiciones favorecen el establecimiento de la especie y el clima templado-frío 13 °C, junto con la variación estacional, promueve una regeneración natural exitosa, resultando la presencia de individuos en diferentes estadios de desarrollo, lo que indica una población estable. El reclutamiento continuo de nuevos individuos confirma la resiliencia y persistencia de la especie dentro del ecosistema forestal. En consecuencia, la interacción entre suelo y clima se establece como un factor esencial para el diseño de estrategias futuras orientadas a la conservación y gestión sostenible de los recursos forestales.

Palabras clave: *Podocarpus oleifolius*, regeneración natural, condiciones edafoclimáticas, dinámica poblacional, bosque de Llangodén.

ABSTRACT

Forest species growth is directly dependent on the interaction between soil and climate. The research was predicated on the aforementioned premise, with the objective being to evaluate the effect of edaphoclimatic conditions on the natural regeneration of *Podocarpus oleifolius* in the Llangodén forest, located in Lajas, Chota. The methodology involved the establishment of six sampling plots to evaluate soil properties, climatic variables, and the distribution and regeneration patterns of the trees. The findings indicate that the Llangodén forest provides optimal edaphoclimatic conditions for *Podocarpus oleifolius*, characterized by strongly acidic soils (pH 3,9–4,4), high organic matter content, moderate bulk density, and medium to high nutrient availability. These conditions are conducive to the establishment of the species, and the temperate-cold climate 13°C, together with seasonal variation, promotes successful natural regeneration, resulting in the presence of seedlings, saplings, and mature trees, indicating a stable population. The continuous recruitment of new individuals confirms the resilience and persistence of the species within the forest ecosystem. Consequently, the interaction between soil and climate is established as a key factor in the development of future conservation and forest management strategies.

Keywords: *Podocarpus oleifolius*, natural regeneration, edaphoclimatic conditions, population dynamics, Llangodén forest.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los bosques cumplen un papel fundamental para el equilibrio ecológico del planeta; albergan aproximadamente el 80% de la diversidad el mundo y contribuyen significativamente en la disminución del impacto del calentamiento global al captar cerca del 30% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) originadas por el uso de combustibles fósiles (Toivonen et al., 2023; Braden et al., 2024). Los bosques concentran una alta variedad genética, convirtiéndolos en los ecosistemas más valiosos en el mundo, sumado a la fuente de alimento y refugio que ofrecen para la biodiversidad de fauna que habitan en él; sin embargo, estos ecosistemas se ven amenazados por múltiples factores, principalmente por actividades humanas que alteran su conservación y estabilidad ecológica (Reed & Lidestav, 2023).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018) manifestó que, con el pasar del tiempo se ha perdido más del 40% de los bosques en el mundo a causa de la actividad del hombre y se menciona que la deforestación ha sido una de las actividades antrópicas que más repercusión ha traído para la biodiversidad, y junto al incremento de las temperaturas ha conllevado efectos negativos sobre los bienes y servicios que brinda el bosque (Sharif & Attarchi, 2024). Esta situación ha desencadenado una crisis ambiental producida principalmente por el declive de las especies nativas sumando un desequilibrio en los ecosistemas (Galán, 2023).

Los efectos más graves de las actividades humanas sobre los ecosistemas se presentan en zonas donde las comunidades dependen principalmente del bosque y poseen poca educación ambiental, esta situación ocasiona que la conservación de la biodiversidad sea limitada, generando una

reducción en la densidad y distribución de las especies, así como alteraciones en el equilibrio y funcionamiento de los ecosistemas (Yamashina et al., 2021).

Las alteraciones de la cobertura vegetal generan efectos negativos en los ecosistemas tanto a corto como a largo plazo, por lo que es fundamental monitorear el impacto de las amenazas naturales y humanas sobre las especies afectadas; y a su vez, comprender el potencial de las especies para desarrollarse en diversas condiciones ecológicas es clave para su conservación; pues, ayuda a reconocer los factores que influyen en la regeneración natural de los ecosistemas y facilita el diseño de estrategias para la protección de los bosques (Besi et al., 2023); además, los factores bióticos y abióticos desempeñan una función indispensable en este proceso, debido a la variedad y densidad de diferentes especies de árboles maduros que aseguran la dispersión de las semillas, conjuntamente con acciones de algunos animales que ayudan a incrementar el establecimiento y la abundancia de nuevas plántulas (Mendes et al., 2021).

La regeneración natural desempeña un proceso fundamental en el bosque y es un indicador para conocer la salud de los ecosistemas, es el proceso en el que los árboles viejos y senescentes son reemplazados por árboles jóvenes, desde las etapas iniciales como el establecimiento y crecimiento de nuevas plantas que ayudan a la conservación de los ecosistemas boscosos y su riqueza (Liang & Wei, 2021); además, aporta beneficios económicos de manera directa e indirecta a los habitantes y comunidades locales, al asegurar la disponibilidad de materias primas y favorecer el incremento de la biodiversidad, permite que los recursos pueden ser aprovechados en distintos momentos según las necesidades (Chazdon & Guariguata, 2016).

La familia Podocarpaceae está conformada por especies leñosas altamente valoradas en el mercado por su madera, lo que ha contribuido al incremento de su explotación, y en consecuencia a la deforestación, al encontrarse en los bosques montanos andinos, estas especies se han visto

afectadas por diversas actividades humanas, lo que ha provocado una disminución significativa de árboles maduros y esto se debe principalmente por la agricultura migratoria, que ha llevado a varias especies de esta familia a encontrarse en estado crítico o amenazado (Nina Churqui et al., 2022).

En el departamento de Cajamarca, los bosques vienen siendo afectados por actividades humanas, lo que ha provocado la disminución de diversas familias de especies; un caso evidente ocurre en los bosques dominados por *Podocarpus* sp., donde la deforestación ha ido en aumento, generando una reducción significativa de árboles maduros y limitando la regeneración natural. Por ello, es esencial impulsar la conservación de la diversidad de estos ecosistemas, especialmente a través del fortalecimiento de los mecanismos que favorecen la regeneración y el establecimiento de especies forestales (Chnug & Sabogal, 2021).

La especie *Podocarpus oleifolius* D. Don, comúnmente conocido como “saucecillo” en Cajamarca, es una conífera nativa muy apreciada por sus diferentes usos de su madera; en los bosques donde se distribuye esta especie se evidencia un incremento de la deforestación y colonización, lo que ha contribuido a que estos ecosistemas se encuentren cada vez más amenazados (Vicuña, 2005). En tal sentido, para su conservación y manejo es fundamental comprender su ecología, así como las condiciones de suelo y clima que contribuyen en su distribución, abundancia y la dinámica poblacional de especies vegetales asociadas (Aguirre & Encarnación, 2021).

Los ecosistemas montanos se caracterizan por su compleja estructura y alta diversidad biológica y un alto nivel de endemismo en su flora. En estos bosques pueden encontrarse un elevado número de familias botánicas, entre las que pueden destacar Podocarpaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Chloranthaceae, Clethraceae y Myrsinaceae. Igualmente, la presencia de grupos como orquídeas, bromelias, musgos y helechos que incrementan el nivel riqueza y complejidad florística,

convirtiendo a estos bosques en ecosistemas de gran valor ecológico y biológico (Burga et al., 2021).

En los últimos años, el bosque de Llangodén en Lajas, Chota, ha sido afectado por la deforestación, sobre todo por el incremento de las actividades agrícolas y agropecuarias que han afectado negativamente la cantidad de árboles maduros y juveniles, limitando la regeneración de especies y amenazando la preservación de la biodiversidad.

1.2. Justificación

El crecimiento poblacional de los bosques implica una serie de procedimientos ecológicos interrelacionados que favorecen la recuperación del ecosistema en distintos periodos de tiempo (Alves et al., 2022); sin embargo, un drástico descenso en la cantidad de especies puede afectar negativamente el establecimiento, la distribución y germinación natural de las semillas (Muñoz, 2017), ocasionando que los procesos en la restauración pueda tomar tiempos más prolongados de lo habitual (Toro et al., 2025).

El potencial de regeneración en los bosques varía según el nivel de deterioro forestal (Alves et al., 2022); así mismo, las condiciones edáficas y climáticas del sitio influyen significativamente en el desarrollo de las especies; tienden a regular el suministro de nutrientes, la humedad y entre otros factores ambientales que favorecen la regeneración. En este sentido, estos elementos desempeñan un rol fundamental en los procesos de restauración ecológica de los bosque (Bieluczyk et al., 2025).

Los distintos niveles de degradación en los bosques, originados por las perturbaciones del hombre o por causas naturales, tienden a generar impactos en la dinámica forestal, ocasionando que el proceso en la regeneración de las diferentes especies forestales sea más extenso (Wagner et al., 2018). En este contexto, los bosques que cuentan con condiciones edafoclimáticas favorables

poseen una mayor capacidad de autorregeneración, permitiendo que los procesos de recuperación ocurran con mayor rapidez, este proceso contribuye a mantener la sostenibilidad local, conservar la biodiversidad del bosque y favorecer la resiliencia de los ecosistemas ante futuras perturbaciones (Chazdon & Guariguata, 2016).

En la región de Cajamarca, *P. oleifolius* tiene alta demanda en los mercados locales y nacionales; sin embargo, su limitada capacidad de regeneración natural, junto con las condiciones en las que se desarrolla propios de ecosistemas frágiles y con características topográficas particulares la vuelven vulnerable. Por ello, es necesario promover su cuidado, manejo y conservación; puesto que, desempeña un papel esencial para la preservación de la diversidad en los bosques (Meza, 2012).

Por ello, comprender la dinámica de regeneración natural de *P. oleifolius* y la influencia de los factores edáficos y bioclimáticos constituyen una base científica que ayudará con estrategias de reforestación y restauración ecológica para la provincia de Chota, dado que permite identificar las condiciones ambientales preferenciales para el establecimiento de la especie, con el fin de incrementar la supervivencia en campo de la especie. Asimismo, los resultados servirán como herramienta técnica para que las comunidades campesinas, organizaciones comunales y gobiernos locales planifiquen acciones de manejo sostenible basadas en evidencia científica, incrementando las probabilidades de éxito de las plantaciones. De esta manera, la investigación no solo amplía el conocimiento científico sobre una conífera nativa del Perú, sino que también aporta información útil para la toma de decisiones orientadas al desarrollo sostenible.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el bosque de Llangodén en Lajas, Chota, Cajamarca?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Qué características fisicoquímicas presenta los suelos donde se desarrolla el *Podocarpus oleifolius* D. Don en el Bosque de Llangodén, Chota?
- ¿Qué características edafoclimáticas presenta el bosque de Llangodén sobre la regeneración natural *Podocarpus oleifolius* D. Don?
- ¿Cómo es la distribución vertical y horizontal de la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el bosque de Llangodén?
- ¿Cómo es el reclutamiento de las plantas de *Podocarpus oleifolius* D. Don del bosque de Llangodén?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de las condiciones edafoclimáticas en la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el Bosque de Llangodén, Chota.

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas del suelo de las áreas de regeneración de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el bosque de Llangodén, Chota.
- Caracterizar las condiciones climáticas de las áreas de regeneración de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el bosque de Llangodén, Chota.

- Conocer la distribución vertical y horizontal de la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius*

D. Don en el bosque de Llangodén, Chota.

- Evaluar la dinámica de reclutamiento de las plantas de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el bosque de Llangodén, Chota.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Internacional

Mengistu et al. (2023) plantearon analizar el impacto de la exclusión de áreas en la composición de especies de plantas leñosas, el estado de regeneración, la estructura y la diversidad en el Monte Adama en Etiopia, basado en el método de muestreo sistemático por transeptos donde se estableció 53 parcelas para determinar la abundancia y frecuencia de plántulas. Encontraron que un 67,74% de especies contribuyen en el hábitat de los arbustos, mientras tanto el 19,35% y el 12,90% eran árboles y lianas, que contribuyó con éxito a la restauración de la biodiversidad y enfatizó la conservación de especies para la gestión sostenible y recuperación ecología de la zona.

Okimat et al. (2023) analizaron el efecto de las condiciones ambientales sobre la frecuencia de la regeneración natural de *Khaya anthotheca* en la Reserva Forestal Budongo en Uganda, para ello se crearon 204 parcelas donde se identificaron y se consideraron todos los árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm, y para la regeneración natural, la disponibilidad de luz, la cobertura del sotobosque, el pH del suelo y análisis del área basal forestal. Identificaron que la abundancia y ocurrencia de la regeneración aumenta al incrementar la densidad de congéneres adultos y disminuyeron al aumentar del pH del suelo, lo que sugiere que los factores ambientales impulsan la regeneración exitosa de esta especie.

Liang & Wei (2021) analizaron y compararon un conjunto de factores biológicos y no biológicos para explorar los posibles factores restrictivos que más influyen la regeneración y el desarrollo de las plántulas de *Larix principis-rupprechtii* donde se establecieron 54 parcelas utilizando ecologías estadísticas tradicionales, análisis de redundancia (RDA), modelado de ecuaciones estructurales

(SEM). Observaron una relación negativa entre el índice de regeneración y la estructura del rodal y el índice de regeneración se correlacionó positivamente con el índice de hierbas, concluyendo que los factores influyeron en la regeneración forestal de la especie.

Doroski et al. (2018) plantearon evaluar el reclutamiento de plantas leñosas seis años después de la plantación inicial de árboles jóvenes de tres a cuatro años utilizando tres tratamientos del sitio junto con las condiciones ambientales en Kissena Corridor Park, EE. UU donde se instalaron 54 parcelas para examinar la dinámica del reclutamiento inicial de plántulas y retoños. Obtuvieron que el tratamiento arbusto nodriza con compost y el tratamiento de composición de especies aumentó el desarrollo inicial de plántulas en un 47% y 156% respectivamente, concluyendo que las condiciones del sitio junto con especies de árboles de dosel amplio, pueden ser más efectivas para promover la regeneración de especies forestales lo que resulta en bosques urbanos más autosostenibles.

Fisaha et al. (2013) investigaron la composición, estructura y patrones en la regeneración de las especies leñosas del bosque Wof-Washa de Etiopía para obtener información esencial y formular opciones de manejo viables. Se recolectaron datos de vegetación de 64 cuadrantes de los diferentes transeptos del bosque, registrándose en total 62 especies leñosas de 54 géneros y 40 familias. Reportando que la familia Rosaceae presentó la mayor diversidad con cinco especies, seguida de Anacardiaceae, Euphorbiaceae y Myrcinaceae con densidades de árboles/arbustos, retoños y plántulas fueron 699,1178 y 7618,7 individuos/ha, concluyendo que el bosque está dominado por especies arbóreas y arbustivas de pequeño tamaño lo que es un indicador de una alta regeneración natural y se recomienda enfatizar el tema de la conservación de bosques.

Tulod y Norton (2020) examinaron el potencial de los claros artificiales para facilitar la regeneración natural y el establecimiento de especies leñosas en rodales densos en regeneración

de *Kunzea robusta* que se han desarrollado tras la eliminación de factores degradantes, especialmente la tala y el pastoreo en muchas partes de Nueva Zelanda, se crearon claros artificiales mediante la tala selectiva de árboles del dosel de *K. robusta*. Registrando un aumento significativo en riqueza de especies y densidad de la regeneración leñosa, finalmente se evidenció una tendencia de la regeneración leñosa a crecer más alta en los huecos del dosel, pues acelera la sucesión en comunidades de regeneración densa.

Churqui et al. (2022) detallaron la estructura forestal y la regeneración natural del “pino de monte” *Podocarpus parlatorei* Pilg., evaluaron 81 parcelas para comparar variables estructurales y de regeneración en el complejo forestal de pino boliviano-tucumano en el Departamento de Santa Cruz, Bolivia, donde se analizaron las relaciones y la cobertura arbórea. La regeneración mostró una distribución inversa J con densidades mayores a las previstas para el paisaje en general, las variables de elevación y la cobertura arbórea mostraron una relación que tuvo un impacto positivo en la estructura del bosque, mientras que la regeneración tuvo un impacto negativo indicando que la regeneración natural de la especie no es alta.

Hidalgo (2022), caracterizaron los parámetros poblacionales de tres especies de árboles en el bosque andino dentro del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” Ecuador, se crearon 24 parcelas temporales para medir árboles de las especies *Hedyosmum scabrum*, *Siparuna muricata* y *Clusia aff. Alata*. Identificaron las variables: Densidad poblacional, distribución espacial y estructuras por clases diamétricas, considerando que *S. muricata* tienen buena frecuencia reproductiva y la mayor abundancia de brinzales evidenció una adecuada regeneración para *C. aff. alata* y *H. scabrum*, mientras que los latizales presentaron la mayor representatividad de individuos. La estructura poblacional de estas tres especies permitió concluir que las características poblacionales pueden variar incluso dentro de una misma área geográfica.

Aguirre y Encarnación (2021) analizaron los parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don (Podocarpaceae) en dos bosques remanentes del sur del Ecuador, donde investigaron la localización espacial, estructura de edades, proporción de sexos, densidad poblacional y la regeneración natural en dos relictos boscosos, se crearon cinco subparcelas y utilizaron tres categorías: Brinzal; latizal bajo y latizal alto, para evaluar la regeneración. Determinaron que solo existe una alta densidad en la categoría de latizal bajo, debido a la alta densidad de esta categoría, se concluyó que existen diferencias en la dinámica poblacional de *P. oleifolius* en los dos bosques remanentes y recomendamos propuestas para restaurar la estabilidad ecológica de esta especie.

Nacional

Fernández (2019) analizó la regeneración natural de 10 árboles adultos *Weinmannia lechleriana* Engl. (Cunoniaceae), se ubicaron cuatro transeptos de 20 m en un bosque de la zona de San Alberto en la selva central de Perú, encontrando 276 individuos alrededor de 10 árboles. Evidenciando que la regeneración natural representó el 57,2% de plántulas, el 40,9% de travesaños y el 1,8% de troncos, con un promedio de 27 individuos por árbol y de manera similar; una mayor abundancia general fue evidente para los árboles evaluados en el transepto y la pendiente occidental, lo que sugiere que *Weinmannia lechleriana* no presenta limitaciones significativas en el área evaluada, recomendándose la realización de futuros estudios.

Meza (2012) analizó la regeneración natural de la especie *Podocarpus rospiglosii* Pilger en un bosque intervenido en el sector La Libertad distrito de Pampa Hermosa en Satipo, se crearon 13 parcelas y 65 subparcelas rectangulares en tres áreas forestales. Se obtuvo como resultado que el 87% de renovación natural en brinzales y lamentablemente no se evidenció la presencia de latizales y fustales que fueron analizados sector por sector; el crecimiento fue evidente durante la

evaluación al analizarse en términos de la relación altura y diámetro lo que mostro el desarrollo de los individuos durante el tiempo de evaluación, con respecto al valor promedio de las variables de evaluación de diferentes sectores alcanzó un total de 77,78 % de plántulas sanas, y la relación es muy significativa.

Villón (2017) estudió la regeneración natural de *Aspidosperma polyneuron*, Müll. Arg. “acerillo” en el bosque seco de Jaén, se realizó un inventario de 100 individuos de *A. polineurona* con el fin de determinar la cantidad, calidad y distribución de la regeneración natural mediante evaluación en la base de árboles maduros y proponer lineamientos forestales para su manejo, para ello seleccionaron al azar tres árboles en cada sector, crearon dos parcelas de 100 m² por cada árbol adulto. Reportaron un total de 12 parcelas, con un promedio calculado de 33 individuos/ha; además, la categoría de renovación natural fue de 20,5 para latizales, 10,5 para brinzal y dos fustales, concluyendo que las propiedades de *A. polineurona* en el sector Pongo son superiores a las del sector Uña de Gato, que son lugares potenciados por la ganadería y la agricultura.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Bosque natural

Los bosques son espacios naturales que proporcionan importantes servicios ecosistémicos como regulación, soporte y provisión de recursos, estos servicios son fundamentales para la conservación de los propios bosques y el uso sostenible de sus recursos (Oliva et al., 2017); además, generan múltiples beneficios a la sociedad y albergan una importante diversidad en su interior (Martínez et al., 2023); es por ello que representan un patrimonio natural que merece ser protegido (Puerta & Iannacone, 2023). En los últimos años, la extracción de los productos madereros de los bosques primarios del Perú han incrementado, dando como resultados una disminución considerable de la

riqueza de especies y el área forestal, en gran medida debido a la ausencia de un manejo sostenible de los recursos, poniendo en riesgo la diversidad en el ecosistema (Móstiga et al., 2024).

2.2.2. Bosque montano

Los bosques montanos son ecosistemas vulnerables que albergan una amplia riqueza biológica, las condiciones climáticas influyen significativamente en la dinámica del ecosistema; por ejemplo, la precipitación anual puede variar entre 1500 mm y 3500 mm, y las plantas requieren en gran proporción de la humedad retenida en el suelo, la cual proviene principalmente de las lluvias, además los suelos suelen ser porosos y bien drenados, con una activa comunidad microbiana responsable de la desintegración de la materia orgánica (Chapman & Bolen, 2015). Estos ecosistemas proporcionan una amplia variedad de servicios ecosistémicos; sin embargo, actualmente se encuentran cada vez más afectados por el cambio climático; el cual, genera efectos estacionales sobre las especies, a ello se le suma la intervención humana, que ha provocado la reducción de diversas especies forestales ocasionando que el establecimiento de nueva vegetación en los bosques sea más pausado de lo común (Peters et al., 2023).

2.2.3. Estructura del bosque

Las características de la estructura del bosque son fundamentales para realizar un buen análisis y planificación para un buen manejo sostenible de los recursos forestales; puesto que permite comprender aspectos como la abundancia, la distribución, la riqueza y diversidad de especies presentes en los ecosistemas boscosos (Ha et al., 2024). La estructura horizontal del bosque se relaciona con la distribución espacial de los árboles según el tamaño de sus diámetros de tronco y copa, ya sea de manera individual o en conjunto, en otras palabras, describe la cobertura del estrato leñoso que ejerce sobre el suelo y su cuantificación, lo cual se refleja en la disposición de los individuos en diferentes clases diamétricas. De manera sencilla, la estructura horizontal representa

la forma en que el bosque se observa desde “arriba”. En contraste, la estructura vertical se relaciona con la organización de las plantas de acuerdo con sus formas de vida dentro de los distintos estratos de la comunidad vegetal, incluyendo las copas del dosel, la cobertura vegetal del sotobosque y otras características de las especies; es decir, la estructura vertical de un bosque es cómo lo percibimos cuando ingresamos en él (Haidari et al., 2013).

2.2.4. Regeneración natural

La regeneración natural es un proceso clave para la conservación de los bosques, permite mantener su estabilidad, continuidad y dinámica sucesional, siendo indispensable en la autoreproducción y restauración de ecosistemas forestales degradados (Lv et al. 2023); este proceso resulta fundamental porque comprende las etapas iniciales que permiten el establecimiento y desarrollo de nuevas plantas dentro del bosque (Gutiérrez & Rodríguez, 2019).

Bajo estas condiciones, la recuperación natural de las especies leñosas puede verse limitada por diversos factores que dificultan su desarrollo; por ello, es fundamental promover acciones de protección y manejo que faciliten su recuperación natural; en tal sentido, la intervención humana mediante la implementación de sistemas agroforestales ha sido utilizada como una estrategia para la restauración de los ecosistemas y preservación de la biodiversidad (Reij & Garrity, 2016). Un claro ejemplo se observa en diversos bosques de Asia, en las cuales la regeneración natural asistida contribuye a la restauración de espacios degradados para favorecer la biodiversidad y asegurar distintos servicios ambientales (Yang et al., 2018).

2.2.5. Género *Podocarpus*

El género *Podocarpus* tiene un origen que abarcan grandes países, entre ellos Japón, China, Nepal y Australia; su evolución y capacidad de adaptación han permitido que sus especies se distribuyan en diferentes regiones del mundo (Mill, 2015); en la actualidad, está ampliamente distribuido en

las montañas de los Andes tropicales y subtropicales de Mesoamérica y Sudamérica, donde ha logrado establecerse gracias a su adaptación a diversas condiciones climáticas (Turner & Cernusak, 2011).

Las Podocarpaceae en Latinoamérica se distribuyen en bosques de los Andes occidentales y en los bosques del noroeste del Perú, la cual representa a las coníferas nativas que habita en los bosques de ceja de selva, en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, así como también en la vertiente occidental (Dalling et al., 2011) esta familia cuenta con alrededor de 100 especies y destaca por ser una de las más numerosas dentro de las coníferas, logrando adaptarse en zonas tropicales como subtropicales (Quiroga et al., 2016).

En la actualidad, las poblaciones del género *Podocarpus* han sufrido una reducción extrema de la densidad. En el caso de Cajamarca, esto se atribuye principalmente a la elevada presión humana, lo cual ha provocado procesos de alteración ambiental, tales como desertificación representativa o hábitats fragmentados (López et al., 2024).

2.2.6. *Podocarpus oleifolius* D. Don

2.2.6.1. Descripción botánica

Conocido comúnmente como “saucecillo” el *Podocarpus oleifolius* D. Don pertenece al orden de las coníferas y puede llegar a medir 40 m de altura y alcanzar un DAP cerca de 1m y con un volumen maderable que puede superar los 20 m³, es un árbol dioico, caracterizado por presentar hojas elípticas y alargadas, su propagación puede realizarse de forma natural o mediante métodos de siembra, utilizando semillas o estacas (Mill, 2015).

P. oleifolius se distribuye generalmente entre los 2000 y 3000 m s.n.m., principalmente en bosques húmedos y montanos, crece en suelos profundos y ricos en materia orgánica, aunque también muestra una importante adaptación a suelos con baja disponibilidad de nutrientes (Hofstede et al., 1998).

2.2.6.2. Taxonomía

La taxonomía agrupa a las plantas a base de similitudes y sus diferencias en relación al parentesco filogenético tabla 1.

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de Podocarpus oleifolius

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
Phylum	Tracheophyta
Clase	Pinopsida
Orden	Pinales
Familia	Podocarpaceae
Genero	<i>Podocarpus</i>
Especie	<i>Oleifolius</i>

Fuente. Tomado de Marín(1998).

2.2.6.3. Estado de conservación

Las perturbaciones en los ecosistemas representan una amenaza para la integridad de poblaciones forestales de *P.oleifolius*, debido a procesos como la deforestación, tala selectiva y la expansión de la agricultura migratoria han contribuido a que esta especie se encuentre en condición de amenaza (Dam, 2011). La reducción de individuos en los ecosistemas boscosos del noroccidente del Perú ha generado un deterioro en la regeneración de especies, ocasionado un declive en poblaciones forestales, al tratarse de árboles dioicos, el distanciamiento entre individuos y la presencia de claros en el bosque pueden afectar negativamente la eficiencia de la polinización, limitando así el incremento y establecimiento de nuevos individuos (Vicuña, 2005).

La conservación de las especies resulta clave para mantener la riqueza y funcionalidad de los bosques; pues las especies leñosas desempeñan un rol esencial para desarrollo de los bosques y en el suministro de servicios ambientales que benefician diversas actividades humanas (Ereso, 2023). En tal sentido, es necesario fomentar el uso de los recursos naturales de manera sostenible, orientado a promover el crecimiento y desarrollo del país mediante su uso responsable y su conservación de los bosques (Yu et al., 2023).

2.2.6.4. Categorías de regeneración natural

La regeneración natural se refiere al proceso de establecimiento y desarrollo de los árboles dentro de un ecosistema forestal, el cual se evalúa a partir de las diferentes categorías de regeneración natural que presentan las especies tabla 2.

Tabla 2.

Categorías de regeneración natural

Categorías	Descripción de la categoría
Brinzales	Individuos de $0,3 \text{ m} \leq \text{altura} < 1,5 \text{ m}$
Latizales	Individuos $\geq 1,50 \text{ m}$ de altura y $< 10 \text{ cm}$ de DAP
Fustales	Individuos de $10 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 40 \text{ cm}$
Árboles maduros	Individuos con $\text{DAP} > 40 \text{ cm}$

Fuente: Tomado de Lamprecht (1990).

2.2.7. Características edafoclimáticas

Las características del suelo, como la humedad y la fertilidad, determinan la dispersión y el crecimiento de los árboles, favoreciendo una regeneración más dinámica de las especies forestales y en conjunto con las condiciones climáticas del bosque, estos factores contribuyen en la preservación de la biodiversidad y al mantenimiento de la abundancia de especies (Ávila et al., 2016).

Las características climáticas en los bosques contribuyen significativamente a la prestación de servicios ecosistemáticos, así como también son importantes en los procesos de conservación de los bosques (Liang et al., 2023). Así mismo, estas condiciones van a favorecer con la interrelación de la vegetación con el suelo, los cuales son condicionados especialmente por la profundidad del mismo y la capacidad que tiene de retener agua, permitiendo de esta forma generar condiciones propicias para los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas (Inbar et al., 2020).

2.2.8. Variables climáticas

En la tabla 3 se muestra las 19 variable bioclimáticas.

Tabla 3.

Tabla de las 19 variables bioclimáticas

Variables Bioclimáticas (BIO)	
BIO1	Temperatura promedio anual (°C)
BIO2	Rango promedio diurno (Promedio mensual (Temperatura máxima -Temperatura mínima (°C)
BIO3	Isotermalidad (BIO2/BIO7) ($\times 100$)
BIO4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar $\times 100$)
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido (°C)
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío (°C)
BIO7	Rango de temperatura anual (BIO5-BIO6) (°C)
BIO8	Temperatura media del trimestre más húmedo (°C)
BIO9	Temperatura media del trimestre más seco (°C)
BIO10	Temperatura media del trimestre más cálido (°C)
BIO11	Temperatura media del trimestre más frío (°C)
BIO12	Precipitación anual (mm)
BIO13	Precipitación del mes más lluvioso(mm)
BIO14	Precipitación del mes más seco(mm)
BIO15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
BIO16	Precipitación del trimestre más húmedo
BIO17	Precipitación del trimestre más seco (mm)
BIO18	Precipitación del trimestre más cálido (mm)
BIO19	Precipitación del trimestre más frío (mm)

Nota. Variables bioclimáticas disponibles en World-Clim
Tomado de los datos de Fick & Hijmans, (2017).

2.3. Definiciones conceptuales

2.3.1. Especie

Una especie es un concepto biológico que sirve para agrupar a los organismos vivos en función de sus rasgos morfológicos, genéticos, ecológicos y evolutivos (Guerra et al., 2025).

2.3.2. Parcela

Corresponde a una extensión de terreno con forma y tamaño determinados en la que se indica, mide y marca toda la vegetación existente con el fin de evaluar su estado de desarrollo (Villanueva et al., 2023).

2.3.3. Suelo

Componente natural que tiene la capacidad de funcionar como un sistema vivo. En este sistema, los seres vivos interactúan y ocurren procesos de transformación del suelo, los cuales son influenciados por cambios estacionales (FAO, 2015).

2.3.4. Estructura vertical

Es la distribución de diferentes especies arbóreas que forman un ecosistema y está formado por capas definidas por los tipos biológicos o formas de crecimiento (Ramos et al., 2017).

2.3.5. Estructura horizontal

Se refiere a la distribución de los árboles según sus clases diamétricas, lo que permite analizar el comportamiento y la estructura de los individuos dentro de la superficie del bosque (Kees & Michela, 2020).

2.3.6. Categorías de regeneración natural

De acuerdo a Lamprecht (1990) las categorías de regeneración natural se basan en:

Brinzal

Etapas de desarrollo justo encima de la plántula, individuos de $0.3 \text{ m} \leq \text{altura} < 1.5 \text{ m}$.

Latizal

Es una de las etapas del desarrollo forestal en la cual el diámetro de los árboles de $\geq 1.50 \text{ m}$ altura y $< 10 \text{ cm}$ de DAP.

Fustal

Edad en que la masa está compuesta por individuos de $10 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 40 \text{ cm}$.

2.3.7. Árbol maduro

Planta perenne de porte leñoso, con ramificación por encima del nivel del suelo y capacidad reproductiva mediante semillas y son los individuos con un $\text{DAP} > 40 \text{ cm}$.

2.3.8. Textura

Propiedad que indica la cantidad de partículas de arena, limo y arcilla en el suelo y está directamente relacionada con el proceso de degradación del suelo (Camacho et al., 2017).

2.3.9. Arena

Partículas gruesas, cuyos diámetros oscilan entre 0.05 y 2 mm, que facilitan el drenaje y la aireación del suelo (Rivera et al., 2017).

2.3.10. Limo

Partículas minerales con tamaño intermedio de entre 0.002 y 0.05 mm; de textura suave y con retención moderada de agua (Rivera et al., 2017).

2.3.11. Arcilla

Es la fracción más pequeña y está formada por partículas muy finas menores de 0.002 mm; tienen gran capacidad de retener agua y nutrientes. (Rivera et al., 2017).

2.3.12. pH

Este es un parámetro que le permite determinar la acidez o alcalinidad del del suelo, y tiene una escala de medición con valores de 0 a 14 (Cremona & Enríquez, 2020).

2.3.13. Materia orgánica del suelo

Es la fracción orgánica formada por restos de origen vegetal y animal en diversos estados de descomposición, más los productos resultantes de su transformación biológica (Estrada et al., 2017).

2.3.14. Luminosidad

La disponibilidad de luz en el suelo constituye un factor abiótico fundamental en los bosques, esencial en la fotosíntesis de los organismos autótrofos (Hernández et al., 2020).

2.3.15. Humedad de suelo

Es un indicador de suelo que expresa la relación entre masa de agua y masa después de secar una muestra de suelo hasta cierto peso (Morales et al., 2011).

CAPITULO III.

METODOLOGÍA

3.1. Tipo, diseño, nivel y enfoque de investigación

3.1.1. Tipo de la investigación

El tipo de la investigación es descriptivo, pues se caracteriza por el desarrollo de procedimientos sistemáticos y organizados, para lo cual se realizó una colecta de datos en un tiempo determinado y el análisis de datos siguiendo una serie de secuencias de manera precisa (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Este tipo de investigación emplea herramientas estadísticas, matemáticas y computacionales con el fin de generar resultados y verificar las hipótesis planteadas (Neill & Cortez, 2017).

3.1.2. Diseño de la investigación

El estudio tiene un diseño no experimental, pues los datos fueron recolectados tal como se manifiestan en su estado natural, sin manipulación de las variables ni alteración intencional de las condiciones de estudio (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

3.1.3. Nivel de la investigación

El nivel de investigación es descriptivo–correlacional, debido a que se recolectaron y analizaron datos con el propósito de caracterizar las variables de estudio (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Así mismo, se buscó determinar la relación o grado de asociación entre las variables independientes y dependientes, con la finalidad de dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas (Sanz & Meseguer, 2012).

3.1.4 Enfoque de la investigación

La investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo el cual se caracteriza por la recolección y análisis de datos numéricos que permiten medir y establecer relaciones entre variables (Sampieri

& Mendoza, 2018). En este sentido el estudio se orienta al análisis de la regeneración natural del bosque y de las características del suelo y clima, utilizando procedimientos estadísticos para la interpretación de los datos.

3.2. Ubicación, población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Para la ejecución de la metodología se siguieron los pasos:

3.2.1. Ubicación del área de estudio.

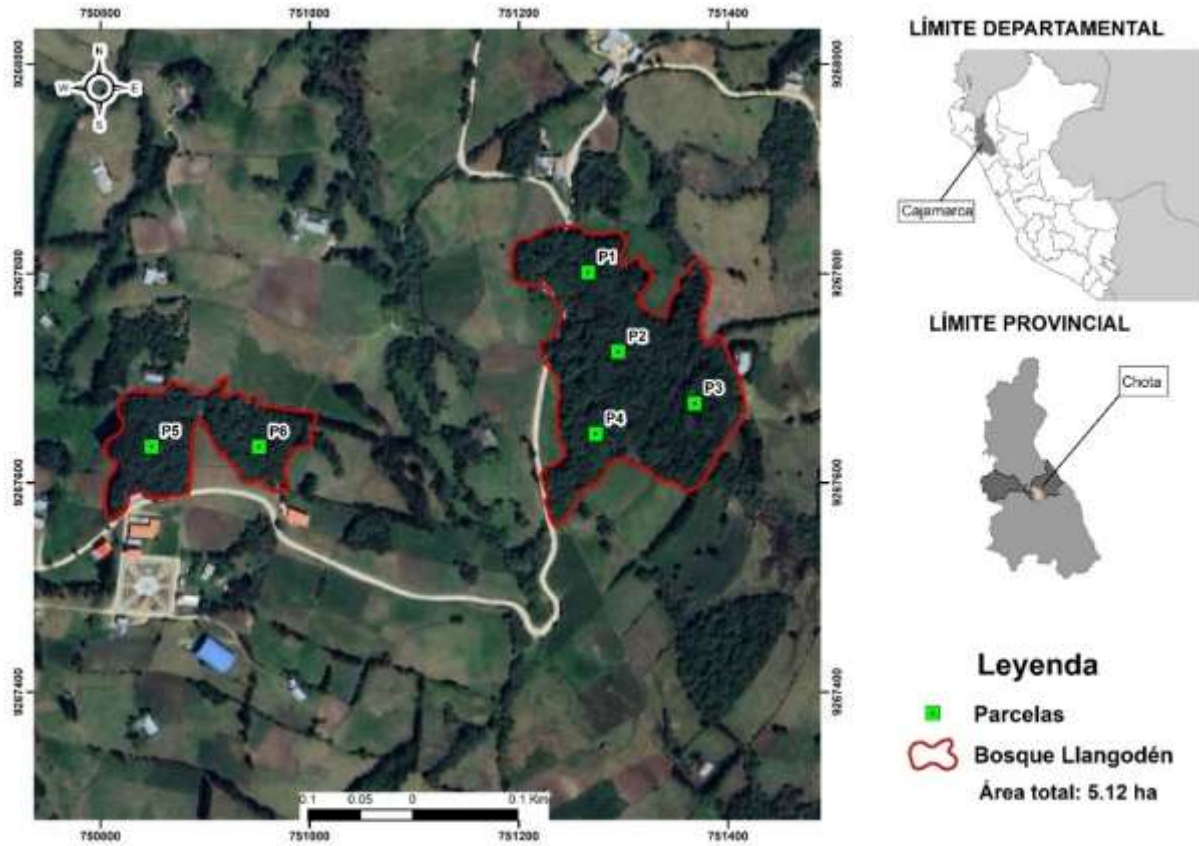
El estudio se desarrolló en el bosque montano Llangodén, ubicado en el distrito de Lajas, provincia de Chota, departamento de Cajamarca, a altitudes de 2600 a 2950 m s.n.m. De acuerdo con moradores de la zona, el bosque presentaba una extensión aproximada de 10,89 ha. No obstante, debido a los procesos de fragmentación ocasionados por el cambio de uso del suelo y otras actividades antrópicas, actualmente el bosque se encuentra conformado por relictos de vegetación nativa, lo que evidencia una reducción progresiva de su cobertura forestal.

El bosque de Llangodén presenta cobertura arbórea y arbustiva, localizada principalmente en laderas y sectores cercanos a los campos agrícolas. Sin embargo, la expansión de la agricultura migratoria. De acuerdo con (Veliz et al., 2025), las actividades humanas representan uno de los principales factores responsables de la degradación de los bosques tropicales y montanos.

En el bosque de Llangodén se establecieron seis parcelas de muestreo de 1000 m² (20 m × 50 m), ubicadas entre los 2698 y 2928 m s.n.m. Dentro de estas parcelas se registraron individuos de *P. oleifolius* correspondientes a las distintas categorías de regeneración y desarrollo. Para la georreferenciación de las parcelas, se registró con un receptor GPS la coordenada UTM correspondiente al punto central de cada parcela, utilizando el sistema de referencia WGS 84. Las coordenadas y distribución espacial se muestran en la figura 1.

Figura 1.

Mapa de la ubicación parcelas en los relictos del Bosque Montano de Llangodén



3.2.3. Población, muestra y muestreo

3.2.3.1. Población

La población considerada en el bosque de Llangodén estuvo conformada por el total de individuos de la especie *P. oleifolius* presentes en el área de estudio, incluyendo las categorías de desarrollo, desde brinzales hasta árboles adultos.

3.2.3.1. Muestra

La muestra del estudio se compuso por seis parcelas de muestreo de 1000 m² (20 m × 50 m) ubicadas estratégicamente en el interior del bosque de Llangodén. Las dimensiones de la parcela fueron elegidas siguiendo las metodologías de los estudios de la vegetación tropical de (Gentry,

1988). Las parcelas fueron seleccionadas para que representasen adecuadamente la variabilidad estructural del bosque y en consecuencia poder evaluar la composición, la estructura y la regeneración natural de la vegetación arbórea de la especie *P. oleifolius*.

3.2.3.2. Muestreo

El estudio consideró tres componentes principales: suelo, factores climáticos y vegetación.

Las muestras de suelo se llevaron a cabo en cada parcela a partir de una designación de puntos representativos en áreas homogéneas debido a la existencia de variabilidad, de donde se extrajeron cinco submuestras que posteriormente se homogenizaron para constituir una muestra compuesta. Fueron analizados las 19 variables climáticas que fueron procesadas en el programa R Studio, tomando como base la ubicación geográfica del área de estudio. Esto permitió caracterizar el ambiente del bosque y evaluar hasta qué punto las condiciones del mismo tienen influencia en la regeneración natural de *P. oleifolius*. En la evaluación de la vegetación se establecieron parcelas de 1000 m² (20 m × 50 m) hechas de manera estratégica en el bosque. En cada parcela se registró variables dasométricas como DAP, cuello de plántulas en caso de brinzales, altura total y número de individuos. También se implementaron subparcelas de diferentes tamaños de manera que para cada categoría de desarrollo una misma fuera utilizada: brinzales 2 × 2 m, latizales 10 × 10 m y la parcela completa para fustales y árboles maduros.

3.2.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis de la investigación está constituida por los individuos arbóreos de *P. oleifolius* presentes en el área de estudio incluyendo, brinzales, latizales, fustales y árboles maduros teniendo en cuenta el DAP, altura, cuello de las plántulas en brinzales, los cuales permitió evaluar la regeneración natural del bosque. Asimismo, se consideraron las parcelas de muestreo establecidas como unidades espaciales de evaluación, donde se registraron las variables relacionadas con la estructura del bosque y las características del clima y suelo.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos que se utilizaron en la investigación fueron la observación directa, el muestreo sistemático. Se realizó el muestreo directo de suelo, a partir del cual se logró obtener muestras representativas de las seis parcelas.

Se realizó un inventario forestal para el registro de la regeneración de *P. oleifolius*, teniendo en cuenta sus categorías de regeneración: brinzales, latizales, fustales y árboles adultos, y la medición de variables dasométricas, como el diámetro de los árboles en el pecho (DAP), la altura total y el cuello de plántulas en el caso de los brinzales.

El análisis de los datos fue el tratamiento de bases de datos y el análisis de la distribución diamétrica de la regeneración natural para *P. oleifolius*, con base en los registros obtenidos en campo, que permitió clasificar los individuos en categorías según su desarrollo y dimensiones y contribuyó a caracterizar la estructura poblacional y comprender así la dinámica de la regeneración de la especie en el área de estudio.

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados en la investigación fueron los siguientes: la ficha de muestreo de vegetación (Anexo 1) para registrar las categorías de la regeneración de *P. oleifolius*.

La ficha de muestreo de suelo (Anexo 2), que se aplicó en las seis parcelas que se establecieron para el registro y la localización de las muestras de suelo.

Etiqueta de muestras de suelo (Anexo 3), la cual contenía los datos de cada muestra de suelo para ser enviada al INIA-Cajamarca.

Los reportes de laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Cajamarca (Anexo 5), que contienen los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de suelo de las parcelas del bosque objeto de estudio.

Los archivos en Excel para la sistematización, organización y procesamiento de la información correspondiente al inventario de la regeneración natural de *P. oleifolius*, que facilitan luego el análisis estadístico y estructural.

3.4. Hipótesis

H₀: Las condiciones edafoclimáticas no tiene un efecto estadístico significativo en las características morfométricas de la regeneración natural del *Podocarpus oleifolius* D. Don.

H₁: Las condiciones edafoclimáticas tiene un efecto estadístico significativo en las características morfométricas de la regeneración natural del *Podocarpus oleifolius* D. Don.

3.5. Operacionalización de variables

En la tabla 4 se detallan las variables independientes y dependientes, junto con sus respectivos indicadores y unidades de medida.

Tabla 4.

Variables e indicadores

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medidas
<i>Variable dependiente</i> Regeneración natural de <i>Podocarpus oleifolios</i>	Es el proceso natural en el cual los bosques tienen la capacidad de para su auto reproducción y restauración del ecosistema forestal.	Se evaluará la regeneración natural a través de: (Brinzales - Latizales-Fustales - Árboles maduros)- Abundancia	Distribución horizontal Distribución vertical Reclutamiento de plantas de <i>Podocarpus oleifolius</i>	Nº2 de brinzal, latizal, fustal y arboles maduros El porte de las plántulas evaluadas Longitud de la planta Diámetro de cuello de la planta	cm, m
<i>Variables independiente1:</i> <i>Variables edáficas</i>	Son las características que determinan las propiedades físicas químicas y biológicas de un suelo.	Se tendrá en cuenta las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo	Texturas de las características edáficas del suelo	pH Textura Materia orgánica Densidad Aparente Capacidad de Campo Punto de Marchitez Permanente NTK	% % % Nm g/cm ³
<i>Variables independientes: 2</i> <i>Variables climáticas</i>	Es la variabilidad climática, las fluctuaciones de los componentes del clima de un territorio.	Las condiciones climáticas serán evaluadas en base a la precipitación, temperaturas y velocidad del viento Luminosidad	Las variables climáticas que existe en el bosque de Llangodén	BIO1, BIO2, BIO3, BIO4, BIO4. BIO6, BIO7, BIO8, BIO9, BIO10, BIO11, BIO12, BIO13, BIO14, BIO15, BIO16, BIO17, BIO18, BIO19	mm °C °C °C Lx m/s

Nota. La tabla se realizó mediante fue elaborada en función de los objetivos de la investigación.

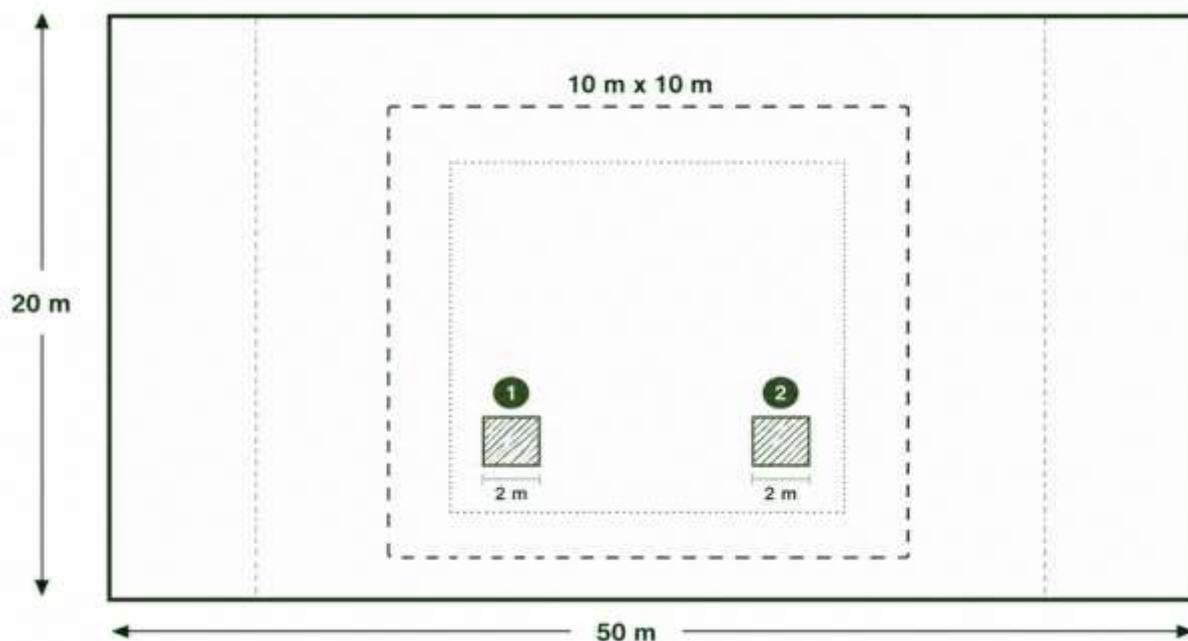
3.6. Procedimiento de recolección de datos

3.6.1. Datos de la vegetación

La cobertura vegetal presente en las seis parcelas de muestreo de 1000 m² (20 m × 50 m) se evaluó mediante el registro de variables dasométricas, tales como la altura total, el diámetro a la altura del pecho (DAP 1:30 m), diámetro del cuello de las plántulas para brinzales y el número de individuo según las categorías de regeneración de *P. oleifolius*. Con el propósito de mejorar la precisión en la recolección de datos, se establecieron subparcelas específicas según la categoría de desarrollo de los individuos: dos subparcelas de 2 m × 2 m para el registro de brinzales, una subparcela de 10 m × 10 m para la evaluación de latizales, y la parcela total de 20 m × 50 m para la medición de fustales y árboles maduros, según lo recomendado por la FAO (2004). La distribución de estas subparcelas dentro de cada parcela se muestra en la figura 2.

Figura 2.

Distribución de parcelas en el bosque montano de Llangodén



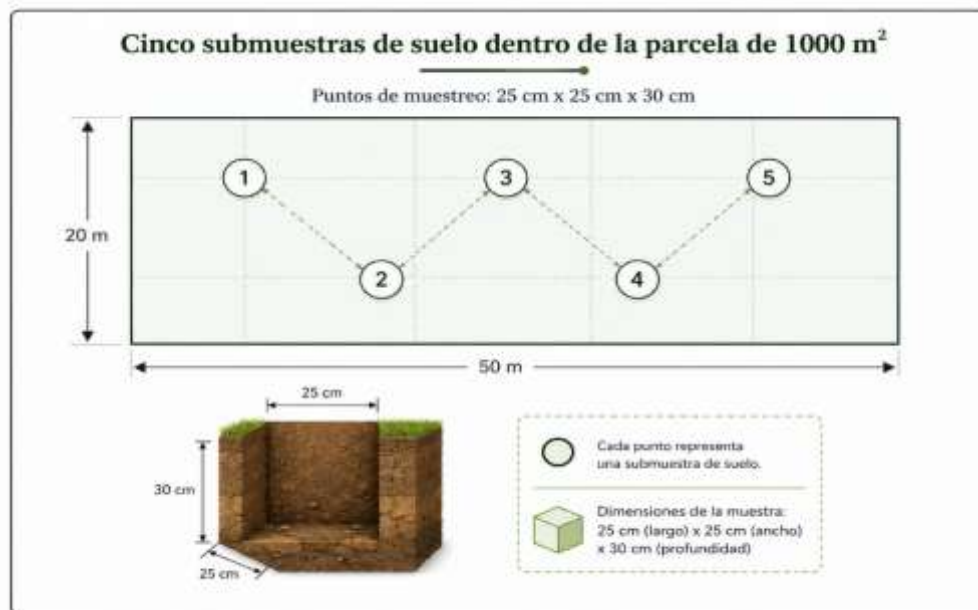
Nota. Distribución de las subparcelas se ubicó teniendo en cuenta la regeneración natural de *P. oleifolius*.

3.6.2. Evaluación de factores edáficos

El muestreo de suelo se realizó siguiendo la metodología propuesta por Anderson & Ingram, (1993), en cada parcela las muestras fueron seleccionadas de manera aleatoria en zonas homogéneas, recolectándose cinco submuestras por parcela, cada una con dimensiones de 25 cm ancho $\times$ 25 cm de largo y una profundidad de 30 cm. Posteriormente, estas submuestras se homogenizaron y se redujeron mediante el método de cuarteo, obteniéndose una muestra compuesta representativa de aproximadamente 1 kg. La figura 3 muestra la distribución de las subparcelas de muestreo da suelo.

Figura 3.

Diseño de submuestras de muestreo de suelo



Nota. Los puntos de muestreo de suelo fueron ubicados de manera sistemática para garantizar la representatividad espacial de las características edáficas.

3.6.3. Análisis de las muestras de suelo en el laboratorio

La evaluación de los parámetros fisicoquímicos del suelo fue realizada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA Cajamarca, a partir del análisis de seis muestras de suelo

correspondientes a cada una de las parcelas. Los resultados de laboratorio fueron entregados en un plazo aproximado de 30 días.

El pH del suelo se determinó a 25 °C, siguiendo el Método 9045 D Rev. 4 (2004) para suelos y residuos.

La conductividad eléctrica se analizó conforme a la norma ISO 11265:1994 / Cor 1:1996, relacionada con la calidad del suelo.

La materia orgánica se cuantificó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 (segunda sección, 2002), ítem 7.1.7 AS-07, mediante el método de Walkley y Black.

Finalmente, el fósforo disponible se evaluó bajo la misma norma (ítem 7.1.10 AS-11), utilizando el método de Bray y Kurtz para suelos neutros y ácidos.

3.6.4. Factores climáticos

Las variables bioclimáticas BIO_01–BIO_19 utilizadas en la presente investigación fueron obtenidas de la base de datos climática WorldClim versión 2.1, correspondiente al periodo climático (Fick & Hijmans, 2017). Estas variables son indicadores climáticos derivados de los registros mensuales de temperatura y precipitación, y se encuentran disponibles en formato de capas climáticas espaciales.

Debido a que en el área de estudio no se dispone de una estación meteorológica que proporcione información climática específica para las seis parcelas evaluadas, se utilizaron los datos espaciales proporcionados por World Clim. Las capas correspondientes a BIO_01–BIO_19 fueron procesadas mediante el software R Studio, donde se extrajeron los valores climáticos correspondientes a las coordenadas geográficas de las seis parcelas establecidas en el bosque.

De esta manera, los valores de las variables bioclimáticas utilizados en el análisis representan las condiciones climáticas estimadas por World Clim para la ubicación de cada parcela y no corresponden a mediciones directas realizadas en campo. Posteriormente, los datos obtenidos fueron organizados y procesados en R Studio para su incorporación al análisis estadístico de la regeneración natural de *P. oleifolius*.

3.7. Procesamientos de análisis de datos

Los datos obtenidos en campo y en laboratorio fueron debidamente ordenados, sistematizados y tratados con la ayuda de estadística y de hojas de cálculo como Excel.

El procesamiento de los resultados del muestreo de suelo se realizó mediante los análisis fisicoquímicos llevados a cabo en el INIA _ Cajamarca. Los datos que se obtuvieron de estos análisis fueron debidamente sistematizados y organizados en una base de datos para su posterior análisis, hecho que posibilitó la interpretación de las propiedades del suelo en cada parcela de estudio.

La información concreta de regeneración natural y de factores edáficos y climáticos fue registrada en bases de datos digitales que admitieron depurar y validar la información, antes de ser analizada. Para el procesamiento de los datos se aplicó la estadística descriptiva mediante el cálculo de promedios y elaboración de tablas y matrices de datos. Asimismo, la correlación de Pearson se utilizó para evaluar el grado de asociación entre las variables de estudio, mientras que el Análisis de Componentes Principales (ACP) facilitó la reducción de la dimensionalidad de la información y la identificación de los factores ambientales con mayor influencia en la regeneración natural.

La magnitud de los coeficientes de correlación de Pearson se interpretó de acuerdo con la clasificación propuesta por (Ferre, 2019), donde valores de $\pm 0,10$ representan una asociación

pequeña; $\pm 0,30$, una asociación mediana; $\pm 0,50$, una asociación moderada; $\pm 0,70$, una asociación alta; y $\pm 0,90$, una asociación muy alta entre las variables analizadas.

Finalmente, la evaluación de la regeneración natural de *P. oleifolius* se realizó mediante el análisis de su estructura poblacional, enfatizando en la abundancia y distribución de los individuos en las distintas categorías de regeneración.

3.8. Materiales y equipos

GPS: instrumento utilizado para la obtención de coordenadas geográficas de las parcelas de muestreo, facilitando la localización de los puntos objeto de estudio y su análisis espacial.

Cinta métrica: utilizada para la medición de variables dasométricas de interés, especialmente la altura total de los individuos y el diámetro a la altura de pecho (DAP) de latizales, fustales y árboles.

Vernier: empleado para la medida precisa del diámetro del cuello de las plántulas (brinzales), permitiendo obtener información rigurosa desde las primeras etapas de la regeneración.

Palas: utilizadas para la extracción de muestras de suelo a la profundidad que ha sido fijada para cada parcela de estudio.

Fichas de campo: se utilizó para el registro sistemático de datos de vegetación, incluyendo categorías de regeneración y el conteo de individuos y variables dasométricas.

Cuaderno de registro: objetos de interés utilizados para el registro de observaciones generales en campo y también información complementaria a la recolección de datos.

Equipos fisicoquímicos para suelos: medios empleados en el laboratorio para la determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo, tales como pH, textura, materia orgánica y los otros parámetros edáficos que forman parte del estudio.

Reactivos y materiales de análisis: objetos utilizados durante los procedimientos de laboratorio, gracias a lo cual fue posible llegar a conocer las características fisicoquímicas del suelo, obteniendo resultados precisos y confiables.

3.9. Aspectos éticos

El desarrollo de la presente investigación se realizó de conformidad con los principios éticos que orientan la investigación científica en el ámbito ambiental y forestal, garantizando el respeto por las personas, el entorno natural y la integridad de la información generada. Antes de iniciar las actividades de campo, se obtuvo el consentimiento informado de los propietarios de los predios donde se establecieron las parcelas de muestreo, quienes fueron informados de manera clara sobre los objetivos, la metodología, el alcance y la finalidad de la investigación.

Durante el trabajo de campo, las actividades de inventario forestal y evaluación de la regeneración natural se desarrollaron procurando minimizar cualquier alteración del ecosistema. Para ello, se evitó la tala, extracción o daño innecesario de los individuos evaluados, así como la perturbación del suelo y la vegetación. Las mediciones y observaciones se realizaron utilizando procedimientos no destructivos, con el propósito de conservar las condiciones naturales del bosque y mantener la integridad ecológica del bosque.

Asimismo, durante la elaboración del marco teórico, la metodología y la discusión de los resultados, se utilizaron fuentes de información confiables, las cuales fueron debidamente citadas y referenciadas de acuerdo con las normas establecidas. Esto permitió reconocer el trabajo y los aportes de los diferentes autores consultados, respetando sus derechos de autor.

CAPITULO IV.

RESULTADOS

4.1 Descripción de resultados

4.1.1. Caracterización de las propiedades fisicoquímica del suelo del Bosque de Llangodén

Los análisis fisicoquímicos de las muestras de suelo correspondientes a las seis parcelas de estudio, que fueron analizadas en el laboratorio del INIA_Cajamarca, permitieron determinar las principales propiedades del suelo, cuyos resultados se presentan a continuación:

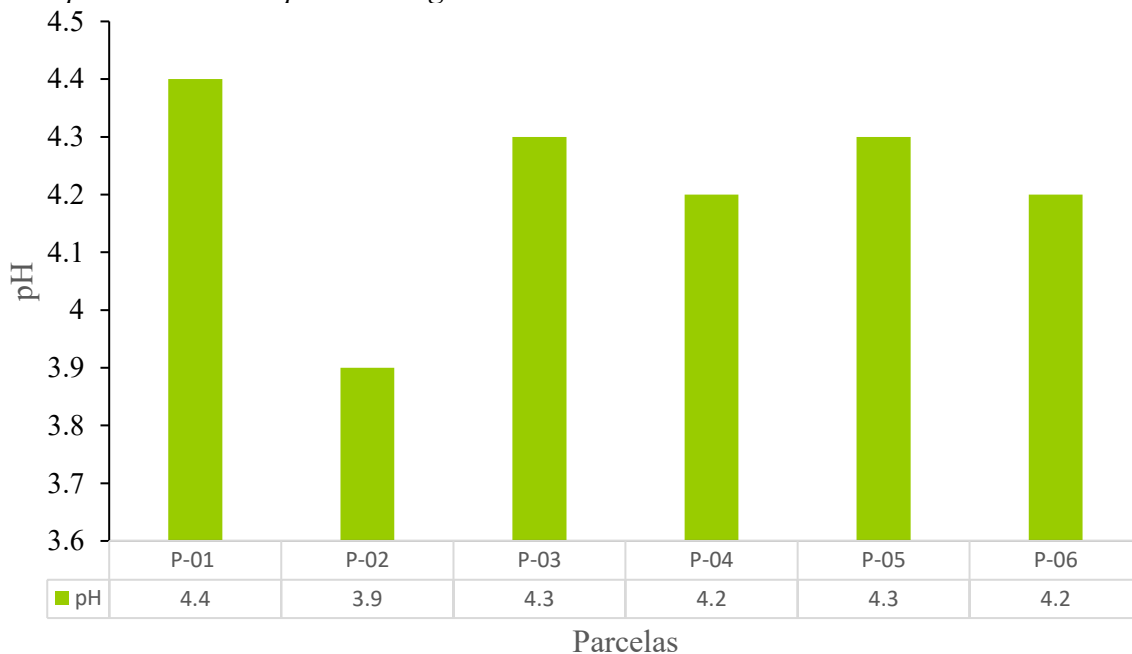
pH

Los valores de pH del suelo registrados en las seis parcelas evaluadas oscilaron entre 3,9 y 4,4, clasificándose como suelos fuertemente ácidos de acuerdo con los criterios de interpretación del Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA, (2024).

La P-02 registró el menor valor de pH (3,9), lo que indica la mayor acidez, mientras que la P-01 alcanzó el valor más alto (4,4), aunque ambas parcelas se clasifican dentro de la categoría de suelos fuertemente ácidos. Las P-03, P-04, P-05 y P-06 mostraron valores similares, evidenciando una condición homogénea de acidez en todo el bosque. En la figura 4 se muestra el análisis de pH de suelo.

Figura 4.

pH de las parcelas del bosque de Llangodén

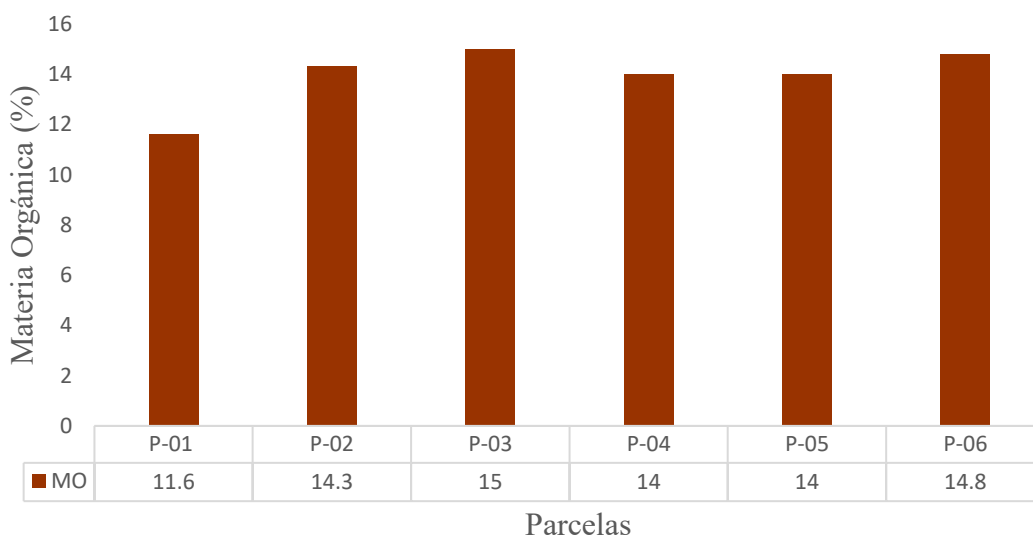


Materia orgánica (MO)

En la figura 5 se presentan los contenidos de MO de las seis parcelas evaluadas, cuyos valores oscilaron entre 11,6 % y 15 %. De acuerdo con los criterios de fertilidad del INIA (2024), estos valores corresponden a un contenido muy alto de MO, característica común de los suelos de bosques montanos con abundante acumulación de hojarasca y lenta descomposición de residuos vegetales. La P-01 registró el menor contenido de MO 11,6 %; sin embargo, este valor continúa clasificándose como muy alto y la P-03 presentó el mayor contenido 15 %, lo que evidencia una mayor acumulación de residuos orgánicos, mientras que las P-02, P-04, P-05 y P-06 mostraron valores entre 14 % y 14,8 %, reflejando una condición homogénea de alta fertilidad orgánica en el bosque de Llangodén.

Figura 5.

Porcentaje de MO del suelo

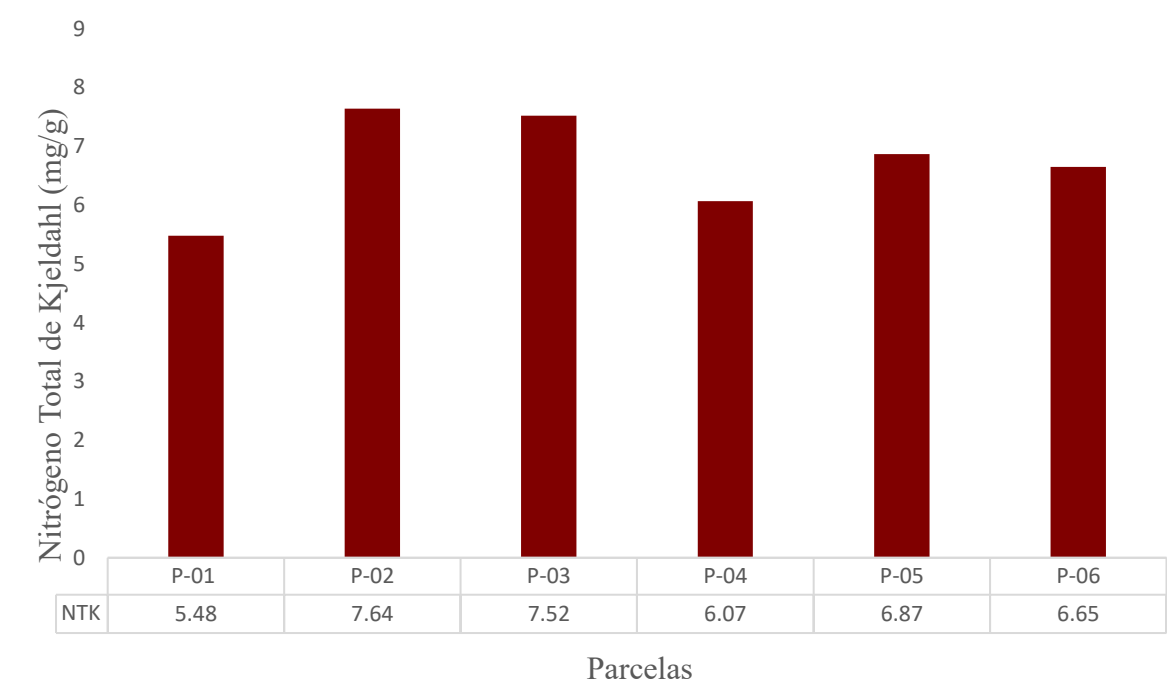


Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)

En la figura 6 se presentan los contenidos de nitrógeno total (NTK) de las seis parcelas evaluadas, cuyos valores oscilaron entre 5,48 mg/g y 7,64 mg/g. De acuerdo con los criterios de interpretación de fertilidad del INIA (2024), estos valores corresponden a un contenido alto de NTK, lo que refleja una adecuada reserva de este nutriente en el suelo. La P-02 presentó el mayor contenido de NTK (7,64 mg/g), seguida de la P-03 (7,52 mg/g), mientras que la P-01 registró el menor valor (5,48 mg/g); sin embargo, se mantiene dentro de un nivel considerado adecuado para el desarrollo de la vegetación.

Figura 6.

Contenido de NTK del suelo de las seis parcelas del bosque de Llangodén



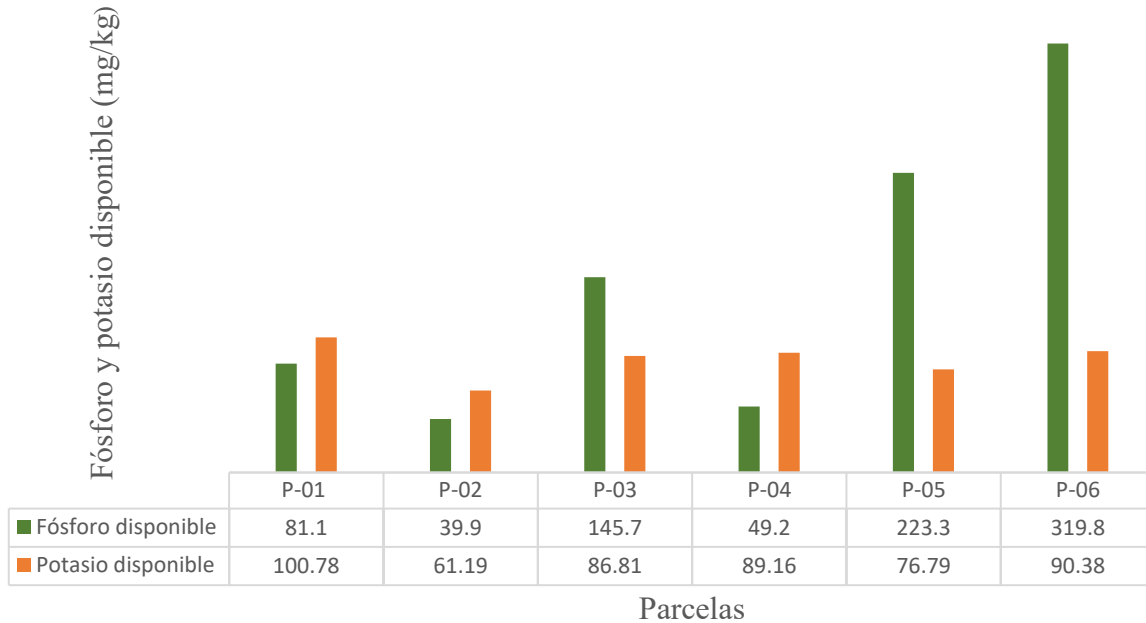
Fósforo disponible (P) y Potasio disponible (K)

En la figura 7 se presentan los contenidos de fósforo y potasio disponible de las seis parcelas evaluadas. De acuerdo con los criterios de fertilidad del INIA (2024), el fósforo disponible presentó valores entre 39,9 y 319,8 mg/kg. Las P-02 (39,9 mg/kg) y P-04 (49,4 mg/kg) se clasifican con un contenido alto, mientras que las P-03 (145,7 mg/kg), P-05 (223,3 mg/kg) y P-06 (319,8 mg/kg) presentan un contenido muy alto, evidenciando una elevada disponibilidad de este nutriente.

El potasio disponible, los valores oscilaron entre 61,19 mg/kg y 100,78 mg/kg. Según los criterios de fertilidad del INIA (2024), la P-02 (61,19 mg/kg) presenta un contenido bajo, lo que indica una menor disponibilidad de este nutriente, mientras que las P-01 (100,78 mg/kg), P-03 (86,81 mg/kg), P-04 (89,16 mg/kg), P-05 (76,79 mg/kg) y P-06 (90,38 mg/kg) se clasifican entre medios, proporcionando una disponibilidad adecuada para el desarrollo de la vegetación.

Figura 7.

Fósforo disponible (P) y potasio disponible (K) del suelo de las seis parcelas del bosque de Llangodén

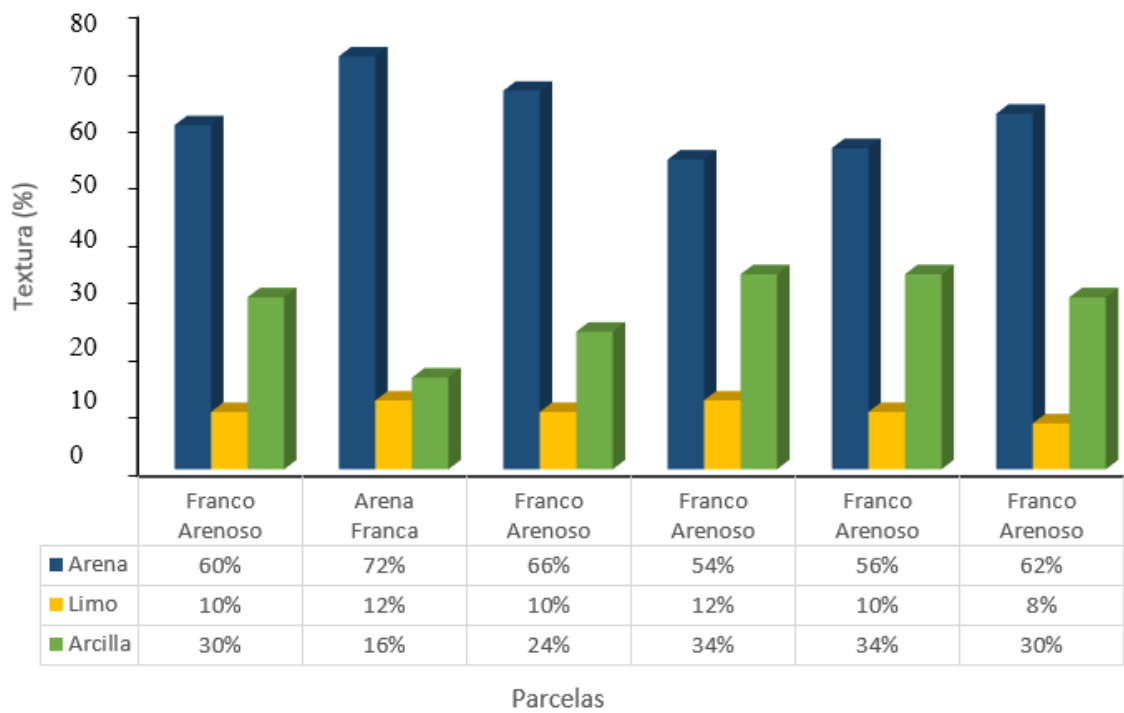


Textura

En la figura 8 se presentan los resultados del análisis de la textura del suelo de las seis parcelas evaluadas. De acuerdo con el triángulo textural utilizado por el INIA, cinco parcelas presentan una textura franco arenosa, mientras que la P-02 corresponde a una textura arena franca. La textura franco arenosa se caracteriza por ofrecer un equilibrio entre la infiltración, la aireación y la retención de agua, favoreciendo el crecimiento radicular de las plantas. En cuanto, la textura arena franca de la P-02 presenta una mayor proporción de arena (72 %), lo que mejora el drenaje, pero reduce la capacidad de retención de agua y nutrientes.

Figura 8.

Textura del suelo de las parcelas evaluadas



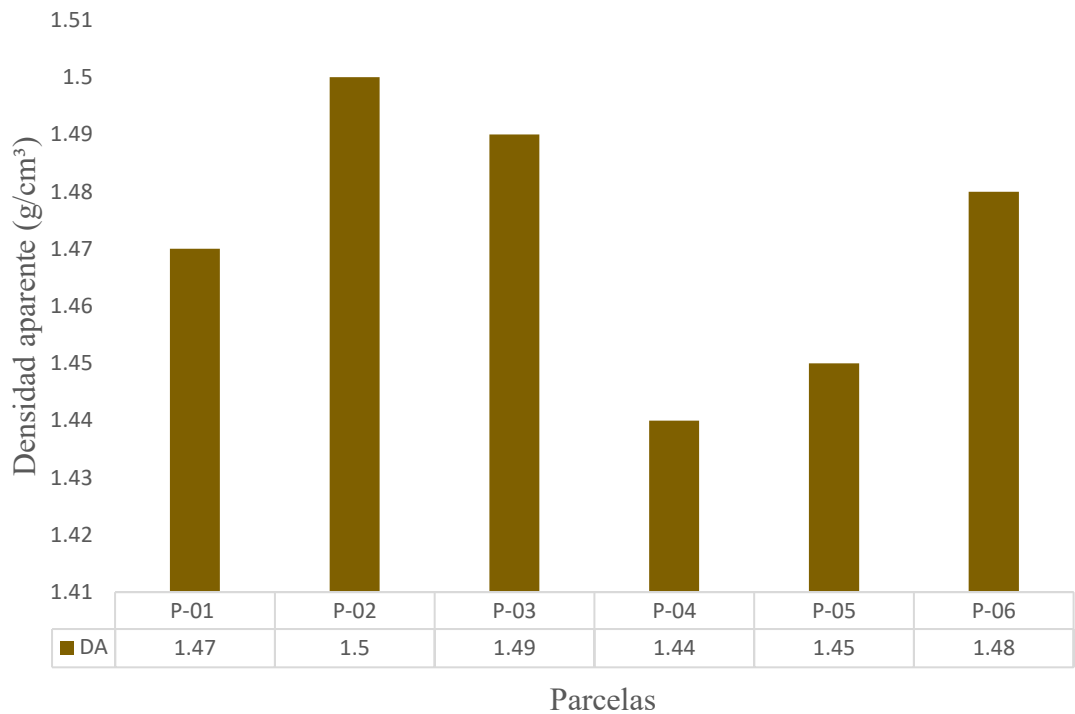
Densidad Apparente (DA)

La figura 9 presenta los valores de densidad aparente de las seis parcelas evaluadas, los cuales oscilaron entre 1,44 g/cm³ y 1,50 g/cm³. De acuerdo con los criterios de interpretación del INIA (2024), estos valores corresponden a una DA media, característica de suelos con un grado moderado de compactación y condiciones físicas favorables para el crecimiento de la vegetación. La P-02 registró el mayor valor (1,50 g/cm³), indicando un suelo ligeramente más compacto y con menor espacio poroso; sin embargo, este valor no representa una limitante para el desarrollo radicular. Las P-04 (1,44 g/cm³) y P-05 (1,45 g/cm³) presentaron las menores densidades aparentes, lo que favorece una mayor porosidad, mejor infiltración del agua, adecuada aireación y mayor

penetración de las raíces. La P-01 (1,47 g/cm³), P-03 (1,49 g/cm³) y P-06 (1,48 g/cm³) mostraron valores intermedios, evidenciando una condición homogénea en el bosque.

Figura 9.

DA del suelo de las seis parcelas del bosque de Llangodén



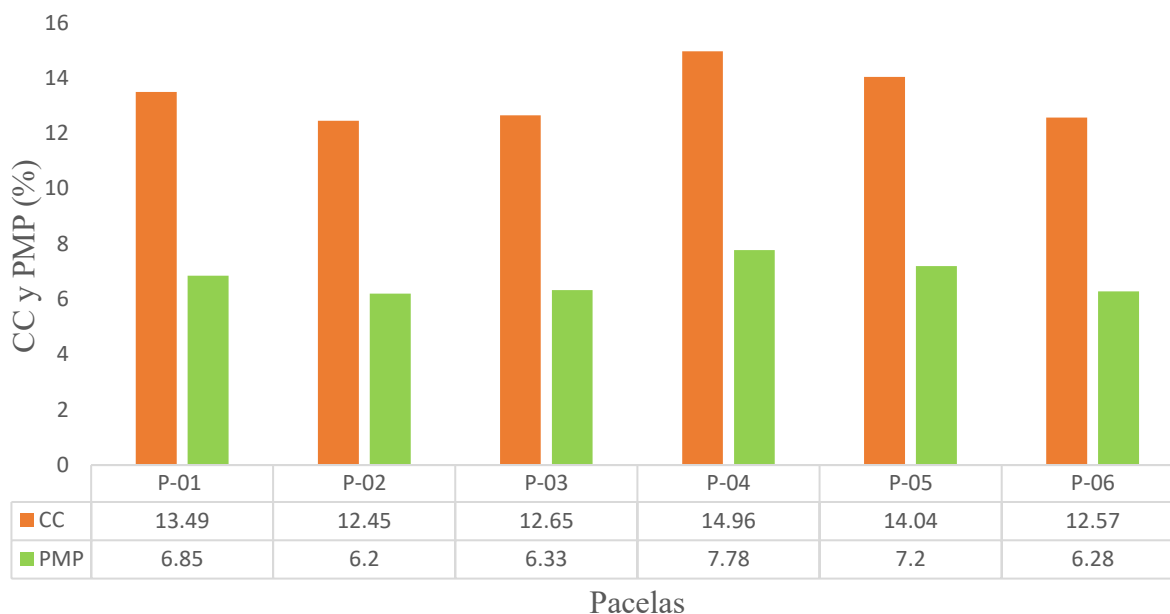
Capacidad de Campo (CC) y El Punto de Marchitez Permanente (PMP)

La figura 10 presenta los valores de CC y PMP de las seis parcelas evaluadas. De acuerdo con los criterios de interpretación del INIA (2024), en todas las parcelas la CC fue superior al PMP, lo que evidencia la presencia de agua aprovechable para el crecimiento de la vegetación. La P-04 registró el mayor valor de CC (14,96 %) y uno de los valores más elevados de PMP (7,38 %), indicando una mayor capacidad de retención de agua, aunque una fracción importante permanece retenida por el suelo y no está disponible para las plantas. En la P-02 presentó la menor CC (12,45 %) y uno de los valores más bajos de PMP (6,20 %), lo que refleja una menor capacidad de

almacenamiento de agua. De manera similar, las parcelas P-03 y P-06 mostraron valores relativamente bajos de ambas variables, indicando una capacidad moderada de retención hídrica.

Figura 10.

Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente



En la tabla 5 se presentan las correlaciones de Pearson altas y estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las propiedades fisicoquímicas del suelo y las variables morfométricas en las áreas de regeneración natural de *P. oleifolius*. El DAP presentó una correlación negativa significativa con el fósforo disponible ($r = -0,837$; $p = 0,038$), indicando que mayores concentraciones de este nutriente se asociaron con menores valores de DAP. Asimismo, la abundancia mostró correlaciones positivas significativas con el contenido de arena ($r = 0,848$; $p = 0,033$) y la densidad aparente (DA) ($r = 0,848$; $p = 0,033$), mientras que presentó una correlación negativa significativa con el contenido de arcilla ($r = -0,839$; $p = 0,037$). Estos resultados evidencian que la textura del suelo y la densidad aparente estuvieron significativamente asociadas con la abundancia de los individuos, mientras que el fósforo disponible se relacionó con el crecimiento diamétrico.

Tabla 5.*Correlación simple de variables morfometrías y propiedades fisicoquímicas del suelo*

Variable morfométrica	Variable edáfica	Coefficiente de Pearson (r)	Fuerza de asociación	Dirección
DAP	Fósforo disponible	-0,837	Alta	Negativa
Abundancia	Arena	0,848		Positiva
Abundancia	Arcilla	-0,839		Negativa
Abundancia	DA	0,848		Positiva

4.1.2. Características climáticas Bosque de Llangodén.

El bosque de Llangodén se localiza dentro de la zona de vida de bosque húmedo montano, característica de las zonas medias de la sierra norte del Perú, en la tabla 06 se presentan las 19 variables bioclimáticas analizadas. La temperatura media anual (BIO_01) fue de 13 °C, con temperaturas máximas aproximadas (BIO_05) de 20 °C y temperaturas mínimas (BIO_06) cercanas a 6 °C, lo que define un clima templado-frío típico de los ecosistemas altoandinos.

El rango térmico diario (BIO_02), con valores entre 12,63 °C y 12,68 °C, refleja la diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas, característica de las zonas de montaña. Asimismo, la estacionalidad de la temperatura (BIO_04) indica variaciones poco pronunciadas a lo largo del año, lo que favorece un desarrollo relativamente continuo de la vegetación.

En cuanto a las temperaturas extremas (BIO_05, BIO_06 y BIO_07), estas variables evidencian un clima moderado, sin presencia frecuente de heladas intensas ni temperaturas elevadas, condición que resulta favorable para especies forestales sensibles a cambios bruscos de temperatura. Por otro lado, la precipitación anual (BIO_12) es adecuada para el desarrollo de un bosque montano húmedo y presenta una distribución estacional bien definida. Por su parte, la estacionalidad de la precipitación (BIO_15), con valores cercanos al 47 %, genera una dinámica

hídrica que permite la recuperación de la humedad del suelo durante la época lluviosa y obliga a la vegetación a adaptarse a condiciones de menor disponibilidad de agua durante la estación seca, lo cual es característico de este tipo de ecosistemas andinos.

Tabla 6.

Tabla de las 19 variables bioclimáticas del bosque de Llangodén

Variables bioclimáticas	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06
BIO_01	13,23	13,23	13,23	13,23	13,25	13,25
BIO_02	12,63	12,63	12,63	12,63	12,68	12,68
BIO_03	87,13	87,13	87,13	87,13	87,41	87,41
BIO_04	29,26	29,26	29,26	29,26	27,26	27,26
BIO_05	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
BIO_06	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7
BIO_07	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
BIO_08	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42	13,42
BIO_09	12,8	12,8	12,8	12,8	12,85	12,85
BIO_10	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
BIO_11	12,8	12,8	12,8	12,8	12,85	12,85
BIO_12	1089	1089	1089	1089	1083	1083
BIO_13	156	156	156	156	156	156
BIO_14	28	28	28	28	27	27
BIO_15	47,21	47,21	47,21	47,21	47,54	47,54
BIO_16	401	401	401	401	401	401
BIO_17	95	95	95	95	94	94
BIO_18	321	321	321	321	319	319
BIO_19	95	95	95	95	94	94

Nota: Los datos de las variables bioquímicas fueron obtenidos a partir del procesamiento de los puntos topográficos del bosque mediante el software R Studio.

4.1.3. Efectos edáficos en la regeneración natural del *P. oleifolius*

Los factores edáficos tienen un efecto directo en la regeneración de *P. oleifolius* en el bosque de Llangodén, se ejecutó la correlación de Pearson y el Análisis de Componentes Principales (ACP), lo que permitió determinar cuáles propiedades del suelo son más influyentes y cómo se relacionan con las distintas categorías de regeneración natural.

4.1.3.1. Influencia de los efectos edáficos en la regeneración natural de *P. oleifolius* en brinzales

La figura 11 presenta la matriz de correlación de Pearson, donde se evidenciaron las correlaciones entre las variables.

El DAP presentó correlaciones positivas con la H (0,99), pH (0,73), Cu (0,46) Mg (0,07), CC (0,29), PMP (0,28) y AD (0,28) lo que indica que está principalmente asociado al incremento de la altura y a mejores condiciones químicas del suelo, especialmente un pH ácido, factores que favorecen el desarrollo estructural de la especie. Por otro lado, mostró correlaciones negativas con la Abu (-0,21), CE (-0,35), MO (-0,54) lo que sugiere que estas variables podrían influir de manera inversa sobre el crecimiento diamétrico de los individuos.

La H presentó una correlación positiva con el DAP, pH (0,75), Cu (0,44), Fe (0,03), CC (0,30), PM3P (0,29) y AD (0,30), lo que evidencia que los individuos con mayor diámetro también alcanzan mayores alturas, reflejando un crecimiento estructural conjunto. También mostró correlaciones negativas con las variables MO (-0,64), CE (-0,35), Ca (0,61) y NTK (-0,40), lo que sugiere que el incremento de estas variables podría asociarse con menores valores de altura.

La Abu mostró correlaciones positivas con el pH (0,05), Li (0,52), Cu (0,45), Fe (0,96), CC (0,83), PMP (0,83) y AD (0,83), lo que sugiere que estas variables favorecen una mayor presencia de individuos en las parcelas evaluadas. La abundancia presentó correlaciones negativas MO (-0,25), Ca (-0,38) y NTK (-0,59) lo que evidencia una tendencia inversa entre estas variables y la cantidad de individuos registrados.

Se presentaron correlaciones positivas entre MO con el NTK (0,71); lo que implica que, a medida que se incrementa la MO, también lo hace el NTK total. Esto se debe a que la MO es la principal fuente de reserva de NTK en el suelo, que se va liberando progresivamente por procesos de mineralización.

Las correlaciones entre Ca, Mg, K y Na fueron positivas entre sí (entre 0,57 y 0,75), lo que refleja que, cuando aumenta la concentración de uno, los demás también tienden a incrementarse, reflejando una relación directa entre estos elementos y que está asociado con la fertilidad del suelo. En la tabla 7 se presentan las correlaciones de Pearson altas y estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las variables morfométricas y las variables edáficas en la categoría de brinzales. La abundancia mostró correlaciones positivas con el Fe ($r = 0,961$; $p = 0,002$), la CC ($r = 0,832$; $p = 0,040$), el PMP ($r = 0,833$; $p = 0,040$) y la DA ($r = 0,832$; $p = 0,040$), lo que indica que el incremento de estas propiedades edáficas se asoció con una mayor abundancia de brinzales de *P. oleifolius*.

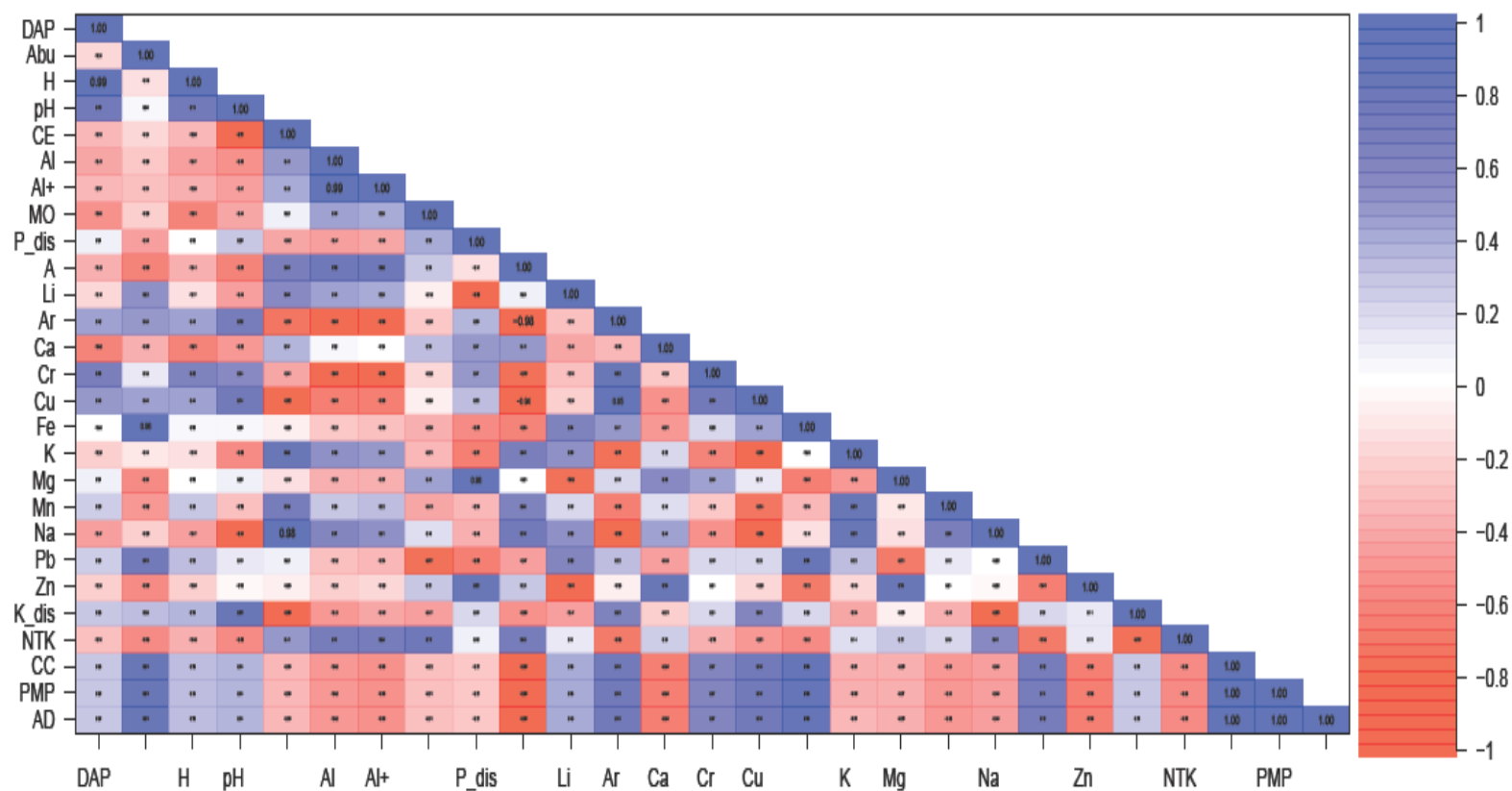
Tabla 7.

Correlación simple de variables morfométricas y variables edáficas en brinzales de P. oleifolius

Variable morfométrica	Variable edáfica	Coefficiente de Pearson (r)	Fuerza de asociación	Dirección
Abundancia	Fe	0,961	Muy alta	Positiva
Abundancia	CC	0,832	Alta	Positiva
Abundancia	PMP	0,833		Positiva
Abundancia	AD	0,832		Positiva

Figura 11.

Correlación de Pearson entre variables edáficas y la regeneración natural de P. oleifolius (brinzal)



Nota: Diámetro a la altura del pecho (DAP), Abundancia (Abu), Altura (H), Conductividad eléctrica (CE) Aluminio (Al), Aluminio intercambiable, Fosforo disponible, Arena, Limo, arcilla, Calcio (Ca), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Potasio (K), Manganeseo (Mn), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Plomo (Pb), Zing (Zn), Potasio disponible, Nitrógeno Total de Kjeldahl (NTK), Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez Permanente (PMP), Agua disponible (AD).

4.1.3.2 ACP de las variables edáficas del *P. oleifolius* en brinzales

La figura 12 muestra el Análisis de Componentes Principales (ACP) de las variables estructurales y edáficas asociadas a *P. oleifolius* en la etapa de brinzales donde permitió identificar las propiedades del suelo que más influyen sobre las variables morfométricas de *P. oleifolius*. El componente principal 1 (Dim1) explicó el 47 % de la variabilidad y el componente 2 (Dim2) el 25,7 %, acumulando el 72,7 % de la variabilidad total.

El primer componente (Dim1), en el lado positivo se ubican variables como el DAP, H, Abu, pH, CC, PMP, Fe y Pb; esto evidencia que están interrelacionadas y, en conjunto, determinan el crecimiento y la densidad de los brinzales.

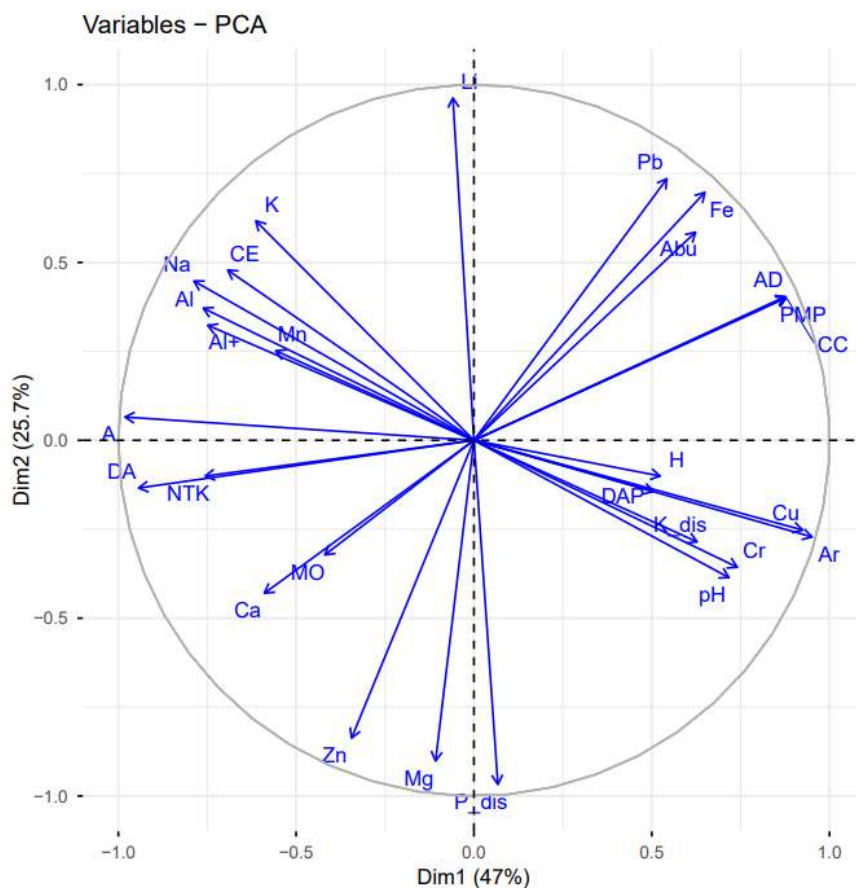
En el lado negativo se sitúan las variables Zn, CE, Na, Al y Al^{+} , las cuales se encuentran en sentido contrario a las variables de crecimiento, lo que sugiere una relación inversa con estas.

En el segundo componente (Dim2), en la parte superior se agrupan variables como Li, Pb, Fe, CC, PMP, K, CE y Na, lo que evidencia que, en conjunto, se asocian principalmente con propiedades del suelo relacionadas con la disponibilidad de agua y nutrientes.

En la parte inferior se agrupan variables como Cu, Cr, MO, Ca, Mg y Zn, las cuales presentan un comportamiento opuesto al de las variables ubicadas en la parte superior; es decir, cuando estas últimas incrementan, las primeras tienden a disminuir.

Figura 12.

*ACP de variables edáficas y la regeneración natural de brinzales de *P. oleifolius**



4.1.3.3 Influencia de los efectos edáficos en la regeneración natural de *P. oleifolius* en de latizales

La figura 13, evidencia las correlaciones de las variables. El DAP presentó correlaciones positivas con la MO (0,20), (CC) (0,63), PMP (0,63) y AD (0,63), lo que indica que el incremento del DAP está asociado a mejores condiciones de humedad y fertilidad del suelo. Por otro lado, mostró correlaciones negativas con el pH, (-0,43), P (0-0,15), K (-0,36) y NTK (-0,07), lo que sugiere que estas variables La H presentó correlaciones positivas con el Ca (0,18), Mg (0,61), Mn (0,43), Zn (0,53) y NTK (0,40), lo que evidencia que el crecimiento en altura se favorece con una mayor disponibilidad de nutrientes. En contraste, se observaron correlaciones negativas con Fe (-0,90),

Li (-0,63) y Na (-0,05), lo que sugiere que altos contenidos de estos elementos podrían limitar el crecimiento de los individuos.

La Abu presentó correlaciones positivas con la MO (0,25), pH (0,07), Cu (0,71), Fe (0,70), CC (0,81), PMP (0,82) y AD (0,82), lo que sugiere que una mayor cantidad de individuos está relacionada con condiciones edáficas favorables y una adecuada disponibilidad hídrica. Sin embargo, mostró correlaciones negativas con el Al (-0,35) y Ca (-0,33), lo que refleja que algunas condiciones químicas del suelo podrían reducir la densidad de individuos en las parcelas evaluadas. También se presentaron correlaciones positivas entre el NTK y la abundancia (0,82), lo que indica que una mayor presencia de NTK se asocia con una mayor abundancia de latizales en crecimiento. Adicionalmente, el Ca, Mg, K y Na mostraron correlaciones positivas entre sí (entre 0,57 y 0,75), lo que evidencia que estos elementos tienden a presentarse de forma asociada.

La MO desempeñó un papel fundamental, pues mostró una relación positiva con el NTK (0,78); por otra parte, presentó una relación negativa con el Al (-0,55). Estos resultados indican que, cuando existe mayor contenido de MO, se observa una mayor fertilidad del suelo y una menor toxicidad.

La tabla 8 presenta las correlaciones de Pearson altas y estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las propiedades edáficas y las variables morfométricas de *P. oleifolius* en la categoría de latizales. La H presentó una correlación negativa significativa con el contenido de Fe ($r = -0,898$; $p = 0,015$), indicando que, en las parcelas evaluadas, mayores concentraciones de este elemento se asociaron con menores valores de altura. La abundancia mostró correlaciones negativas significativas con el Mn ($r = -0,829$; $p = 0,041$) y la DA ($r = -0,821$; $p = 0,045$), lo que evidencia que el incremento de estas variables se relacionó con una menor cantidad de individuos. Por el contrario, la abundancia presentó correlaciones positivas significativas con la CC ($r = 0,814$; $p =$

0,049), el PMP ($r = 0,817$; $p = 0,047$) y el AD ($r = 0,815$; $p = 0,048$), lo que sugiere que mayores valores de estas propiedades físicas del suelo se asociaron con una mayor abundancia de latizales.

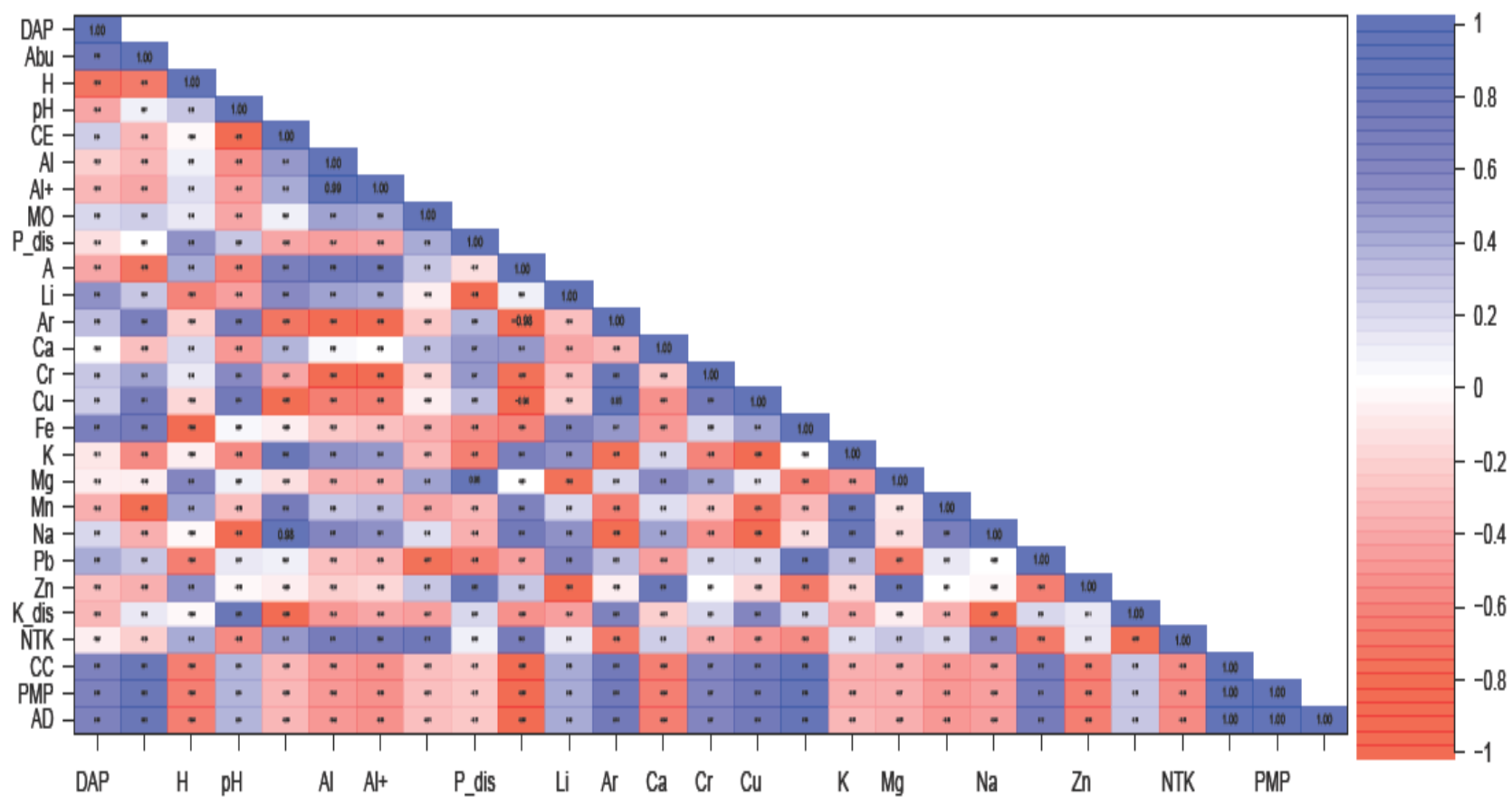
Tabla 8.

*Correlación simple de variables morfométrías y variables edáficas en latizales de *P. oleifolius**

Variable morfométrica	Variable edáfica	Correlación de Pearson (r)	Fuerza de asociación	Dirección
Altura	Fe	-0,898	Alta	Negativa
Abundancia	Mn	-0,829		Negativa
Abundancia	CC	0,814		Positiva
Abundancia	PMP	0,817		Positiva
Abundancia	AD	0,815		Positiva
Abundancia	DA	-0,821		Negativa

Figura 13.

Correlación de Pearson entre variables edáficas y la regeneración de P. oleifolius (latizal)



4.1.3.4. ACP de las variables edáficas asociadas a la regeneración natural de *P. oleifolius* en latizales

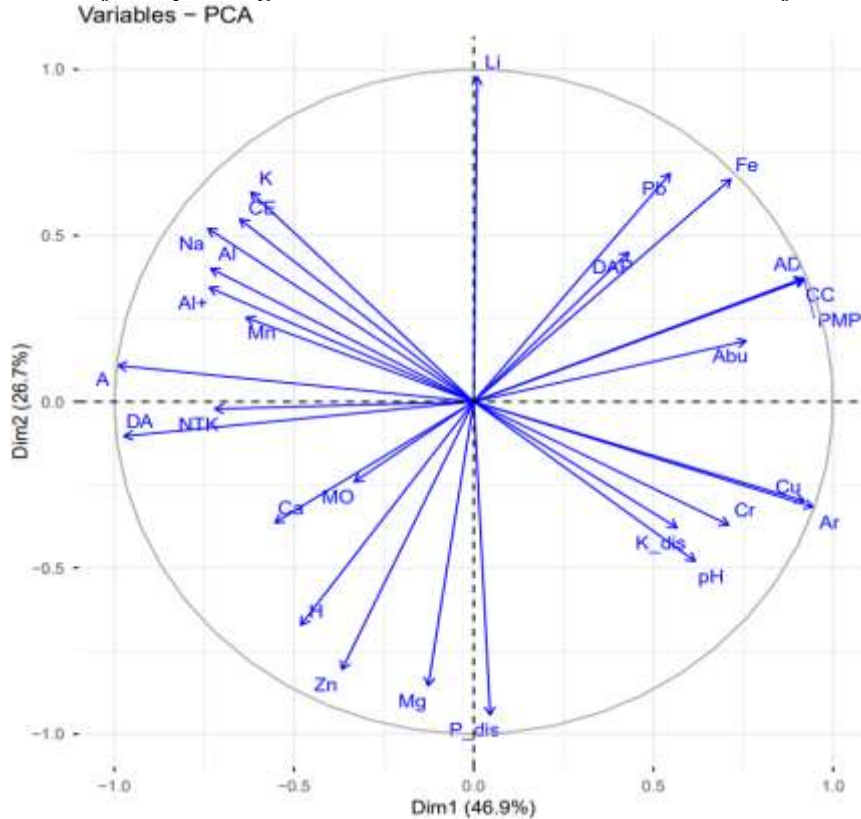
La figura 14 muestra el ACP de las variables estructurales y edáficas asociadas a *P. oleifolius* en la etapa de latizales, donde los dos primeros componentes explicaron el 73,6 % de la variabilidad total, lo que indica que el ACP representa adecuadamente los datos.

En el primer componente (Dim1), en el lado positivo se encuentran las variables CC, PMP, AD y la Abu, las cuales están interrelacionadas y desempeñan un papel fundamental en la retención de agua y las propiedades físicas del suelo. En cambio, en el lado negativo de Dim1 se ubica el NTK, el cual se dispone en sentido opuesto a las variables anteriores.

En el segundo componente (Dim2), en el lado positivo destaca la variable Li, mientras que en el lado negativo se ubican Mg, Zn y H. Esta distribución evidencia que dichas variables están estrechamente relacionadas y representan nutrientes importantes para el desarrollo de los latizales. Las variables Cu, Cr y pH, ubicadas en el cuadrante inferior derecho, están relacionadas entre sí, lo que evidencia su importancia dentro de las condiciones del suelo. No obstante, presentan una relación inversa con variables como Na, Al, CE y K, lo que sugiere diferencias en la composición química del suelo.

Figura 14.

*ACP de variables edáficas y la regeneración natural de latizales de *P. oleifolius**



4.1.3.5. Influencia de los efectos edáficos en la regeneración natural de *P. oleifolius* en fustales

En la figura 15 se muestra que el DAP presentó correlaciones positivas con CE (0,27), Ca (0,21), Fe (0,02), Mg (0,05), Mn (0,64) y Zn (0,19), lo que indica que el incremento del DAP de los individuos se relaciona con mejores condiciones de fertilidad y disponibilidad de algunos elementos minerales. Asimismo, mostró correlaciones negativas con Li (-0,14), Cu (-0,20), NTK (-0,51), CC (-0,04), PMP (-0,04) y AD (-0,04), lo que sugiere una relación inversa entre estas variables y el crecimiento diamétrico.

La H presentó correlaciones positivas con K (0,93), NTK (0,23), Na (0,71) y CE (0,68), lo que evidencia que estas variables favorecen el crecimiento de los fustales. En contraste, presentó correlaciones negativas con el pH (-0,48) y la MO (-0,27).

La Abu presentó correlaciones positivas con MO (0,77), NTK (0,212), Ca (0,16), Fe (0,10), Mg (0,28), Zn (0,16), CC (0,19), PMP (0,20) y AD (0,20), lo que sugiere que la mayor densidad de individuos está asociada a condiciones favorables de fertilidad y humedad del suelo. En contraste, mostró correlaciones negativas con la H (-0,61), CE (-0,36), Li (-0,13), Mn (-0,88) y Na (-0,28), lo que evidencia una relación inversa entre estas variables y la abundancia de individuos en las parcelas evaluadas.

Se presentaron correlaciones positivas entre el NTK y el K (0,89), lo que demuestra que ambos están relacionados y desempeñan un papel clave en la fertilidad del suelo.

Los nutrientes Ca (0,84), Mg (0,81), K (0,83) y Na (0,55) presentaron correlaciones positivas entre sí, lo que refleja que suelen encontrarse asociados y que, en conjunto, contribuyen a la fertilidad del suelo. El pH presentó una relación negativa fuerte con el Al (-0,85), lo que evidencia que, cuando el suelo se vuelve más ácido, aumenta la concentración de Al. Asimismo, el Al mostró relaciones negativas con nutrientes como Ca, Mg y K (entre -0,65 y -0,82), lo que sugiere que, al incrementarse el Al, estos nutrientes tienden a disminuir en el suelo.

La MO presentó una alta correlación positiva con el NTK (0,86) y una correlación negativa con el Al (-0,77), lo que indica que el incremento de la MO favorece la fertilidad del suelo, incrementa la disponibilidad de nutrientes y contribuye a disminuir la toxicidad.

La tabla 9 presenta las correlaciones de Pearson altas y muy altas, estadísticamente significativas ($p < 0,05$), entre las propiedades edáficas y las variables morfométricas de *P. oleifolius* en la categoría de fustales. La altura presentó una correlación positiva muy alta con el K ($r = 0,930$; $p = 0,007$), lo que indica que mayores concentraciones de este nutriente se asociaron con un mayor crecimiento en altura. Asimismo, la abundancia mostró una correlación negativa alta con el

contenido de Mn ($r = -0,883$; $p = 0,020$), evidenciando que el incremento de este elemento se relacionó con una menor abundancia de fustales.

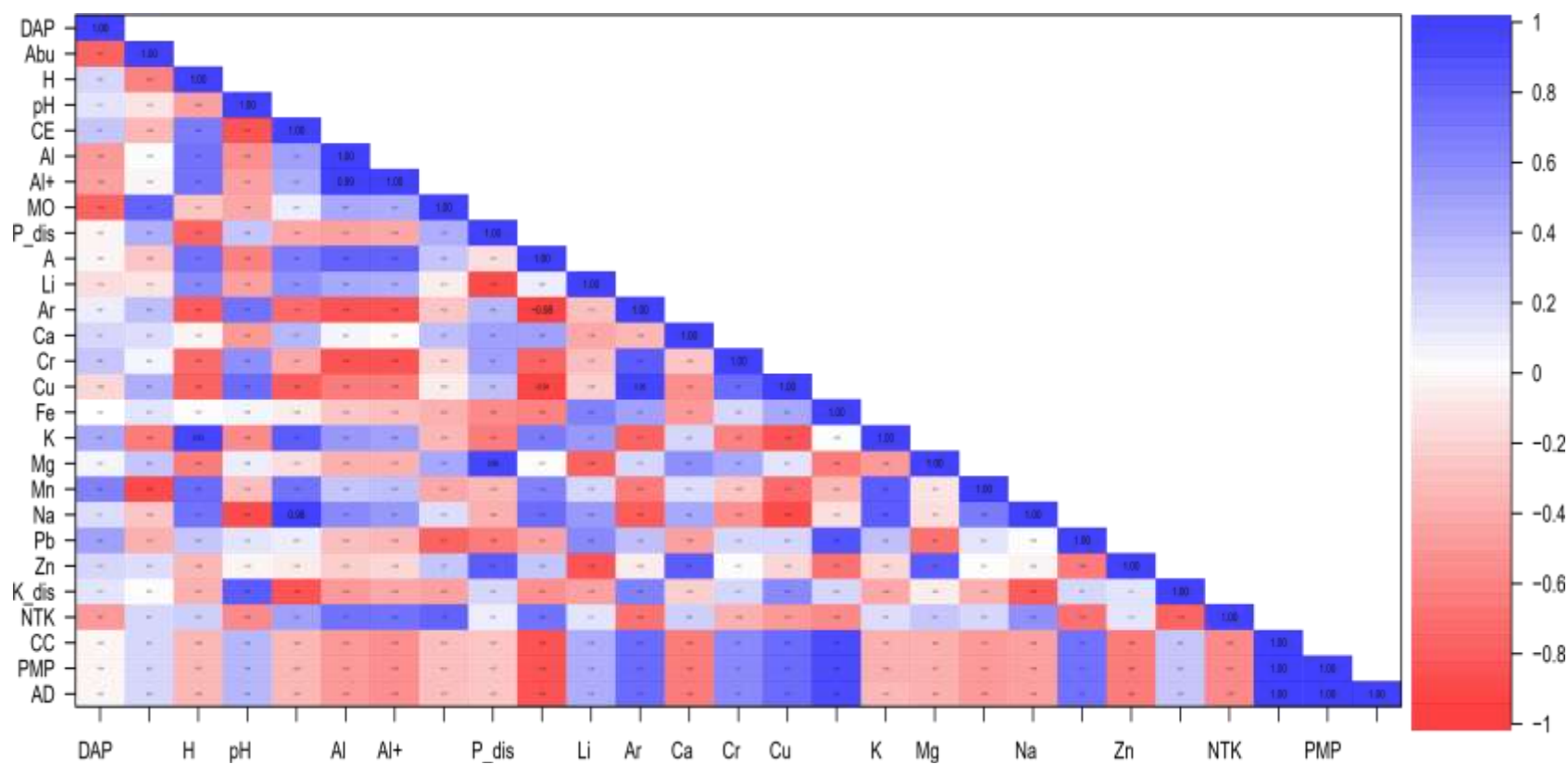
Tabla 9.

Correlación simple de variables morfométricas y variables edáficas en fustales de P. oleifolius

Variable morfométrica	Variable edáfica	Correlación de Pearson (r)	Fuerza de asociación	Dirección
Altura	K	0,930	Muy alta	Positiva
Abundancia	Mn	-0,883	Alta	Negativa

Figura 15.

Correlación de Pearson entre variables edáficas y la regeneración de P. oleifolius (fustal)



4.1.3.6. ACP de las variables edáficas asociadas a la regeneración natural de *P. oleifolius* en fustales

La figura 16 muestra el ACP de las variables estructurales y edáficas asociadas a *P. oleifolius* en la etapa de fustales, donde los dos primeros componentes explicaron el 72,6 % de la variabilidad total,

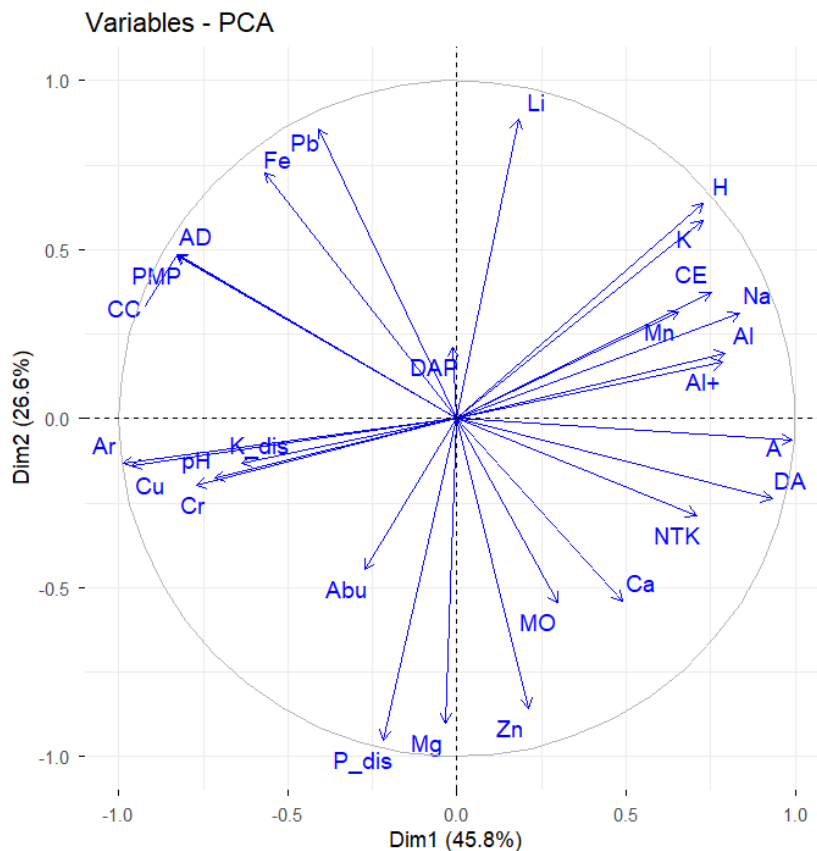
El primer componente (Dim1), se agrupan las variables H, K, CE, Na, Mn, Al, DA, NTK, Ca y MO, las cuales presentan un comportamiento similar y se encuentran estrechamente relacionadas. En el lado negativo se ubican las variables CC, PMP, AD, Fe, Pb, Cr, Cu, pH y K_dis, las cuales presentan un comportamiento opuesto al grupo anterior.

En el segundo componente (Dim2), en la parte superior se ubican las variables H, K, CE, Na, Al, Fe, Pb, Li, CC, PMP y AD, las cuales evidencian una asociación positiva entre sí.

En la parte inferior se agrupan las variables Abu, Mg, Zn, P disponible, MO, Ca, NTK y DA, las cuales presentan un comportamiento contrario al de las variables ubicadas en la parte superior.

Figura 16.

*ACP de variables edáficas y la regeneración natural de fustales de *P. oleifolius**



4.1.3.7. Influencia de los efectos edáficos en la regeneración natural de *P. oleifolius* en árboles maduros

En la figura 17 muestra que el DAP presentó correlaciones positivas con Al^+ (0,82), Abu (0,53), H (0,60), CE (0,33), Na (0,38) y NTK (0,27), lo que indica que el incremento del DAP se relaciona con mayores concentraciones de estas variables. Por otro lado, mostró correlaciones negativas con el P disp. (-0,84), pH (-0,25), MO (-0,09), CC (-0,11), PMP (-0,12) y AD (-0,11), lo que evidencia una relación inversa entre estas variables y el crecimiento del diámetro.

La H presentó correlaciones positivas con K (0,95), Mn (0,75), Na (0,63) y CE (0,60), lo que sugiere que estas variables favorecen el crecimiento vertical de los individuos. En contraste,

presentó correlaciones negativas con el pH (-0,39), MO (-0,49), NTK (-0,08), CC (-0,36), PMP (-0,36) y AD (-0,36), lo que refleja una relación inversa con el desarrollo en altura.

La Abu presentó correlaciones positivas con Al (0,85), MO (0,01), Ca (0,49), Li (0,13), Na (0,62), Zn (0,21) y NTK (0,27), lo que indica que una mayor densidad de individuos se asocia con mejores condiciones nutricionales y edáficas. Sin embargo, presentó correlaciones negativas con Ar (-0,84), Cr (-0,93), pH (-0,52), Cu (-0,88), Mg (-0,29), CC (-0,72), PMP (-0,72) y AD (-0,72), lo que sugiere que estas variables podrían limitar la abundancia de individuos en las parcelas evaluadas.

La tabla 10 presenta las correlaciones de Pearson altas y muy altas, estadísticamente significativas ($p < 0,05$), entre las propiedades edáficas y las variables morfométricas de *P. oleifolius* en la categoría de árboles maduros. El DAP mostró una asociación positiva alta con el contenido de Al ($r = 0,822$; $p = 0,045$) y una asociación negativa alta con el fósforo disponible (P disp.) ($r = -0,844$; $p = 0,034$). Por su parte, la abundancia presentó una asociación positiva alta con el contenido de arena ($r = 0,848$; $p = 0,033$), mientras que se relacionó de manera negativa con el contenido de arcilla ($r = -0,839$; $p = 0,037$) y Cu ($r = -0,879$; $p = 0,021$), ambas de magnitud alta, así como con el Cr ($r = -0,928$; $p = 0,008$), cuya asociación fue muy alta. Asimismo, la altura evidenció una correlación positiva muy alta con el contenido de K ($r = 0,947$; $p = 0,004$), indicando que mayores concentraciones de este nutriente se asociaron con un mayor crecimiento en altura.

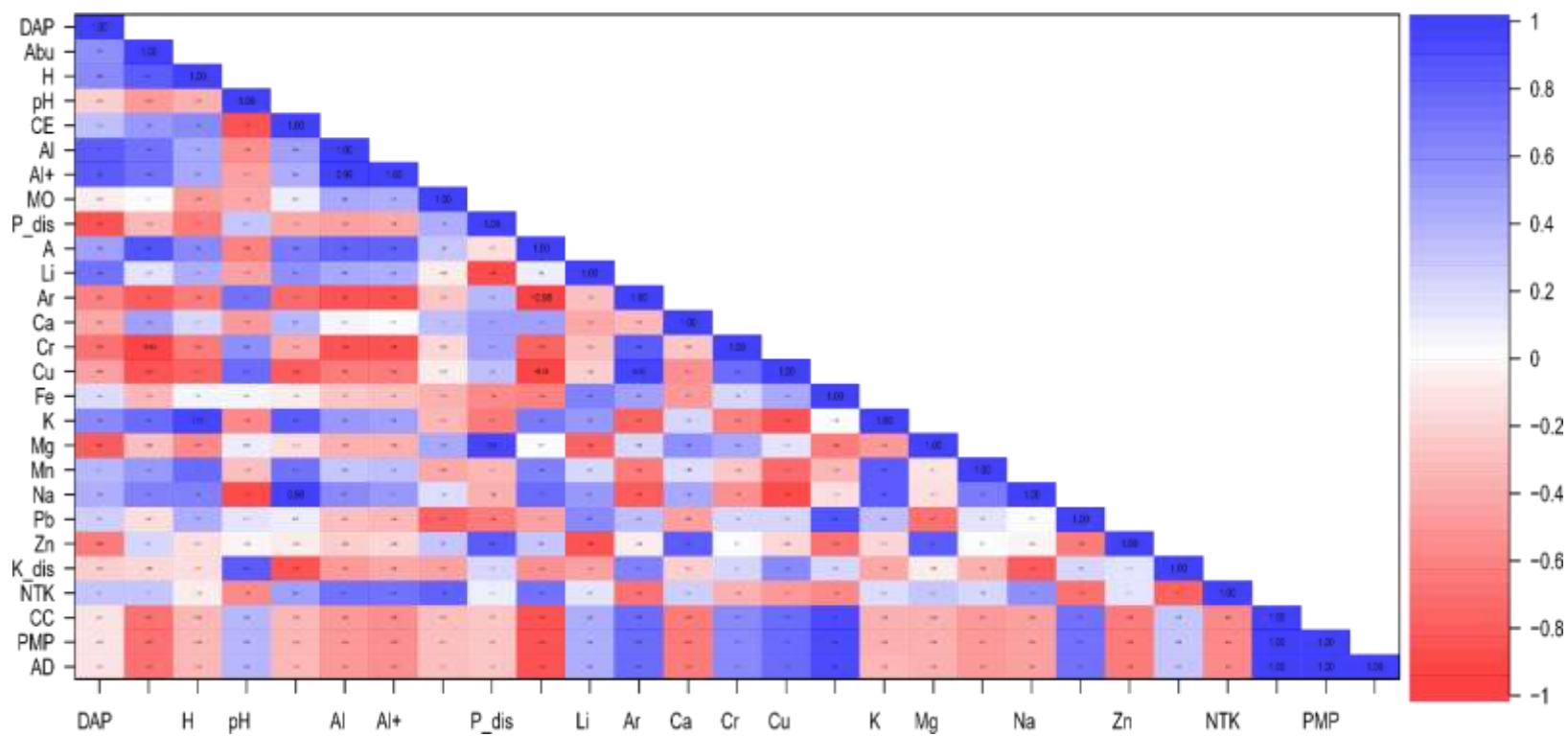
Tabla 10.

Correlación simple de variables morfométrías y variables edáficas en árboles maduros de P. oleifolius

Variable morfométrica	Variable edáfica	Correlación de Pearson (r)	Fuerza de asociación	Dirección
DAP	Al	0,822	Alta	Positiva
DAP	P disp.	-0,844		Negativa
Abundancia	Arena	0,848		Positiva
Abundancia	Arcilla	-0,839	Muy alta	Negativa
Abundancia	Cr	-0,928		Negativa
Abundancia	Cu	-0,879		Negativa
Altura	K	0,947	Muy alta	Positiva

Figura 17.

Correlación de Pearson entre variables edáficas del suelo y la regeneración de P. oleifolius (árbol maduro)



4.1.3.8. ACP de las variables edáficas asociadas a la regeneración natural de *P. oleifolius* en árboles maduros

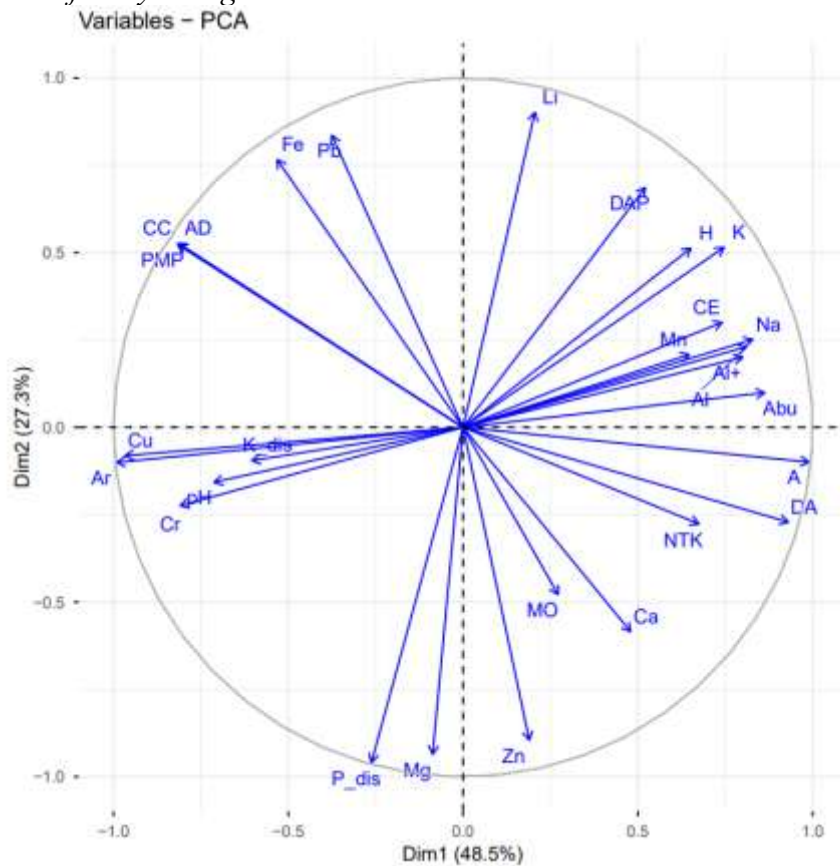
La figura 18 muestra el ACP de las variables edáficas y estructurales asociadas a *P. oleifolius* en la categoría de árboles maduros. Los dos primeros componentes explicaron el 75,8 % de la variabilidad total, por lo que el ACP representa adecuadamente la estructura de los datos.

En el primer componente (Dim1), se agrupan las variables morfométricas DAP, H y Abu, junto con K, CE, Na, Mn, Al, Al^{3+} , A, DA y NTK, las cuales presentan una asociación positiva; es decir, tienden a variar en la misma dirección. En el lado negativo se ubican CC, PMP, AD, Fe, Pb, Cu, Cr, pH y K disponible, las cuales presentan un comportamiento opuesto al grupo anterior.

En el segundo componente (Dim2), se agrupan DAP, H, Fe, Pb, Li, CC, PMP y AD, las cuales evidencian una asociación positiva en este eje. En la parte inferior se ubican Mg, Zn, P disponible, MO, Ca, NTK, DA y arena, las cuales presentan un comportamiento contrario al de las variables ubicadas en la parte superior.

Figura 18.

*ACP de variables edáficas y la regeneración natural de árboles maduros de *P. oleifolius**



4.1.4. Efectos climáticos en la regeneración natural del *P. oleifolius*

4.1.4.1. Influencia de las variables climáticas en la regeneración natural de *P. oleifolius* en brinzales

La figura 19 evidencia que el DAP presentó correlaciones positivas con las variables bioclimáticas Bio_01 (0,16), Bio_02 (0,16), Bio_03 (0,16), Bio_09 (0,16), Bio_11 (0,16), Bio_15 (0,16), elevación (0,16) y orientación (0,16), lo que indica que el crecimiento diamétrico de los individuos se relaciona con mayores valores de temperatura y determinadas condiciones topográficas. Por otro lado, mostró correlaciones negativas con Bio_04 (-0,16), Bio_12 (-0,16), Bio_14 (-0,16), Bio_17 (-0,16), Bio_18 (-0,16), Bio_19 (-0,16), E (-0,22) y N (-0,03), lo que sugiere que la

estacionalidad climática y las mayores precipitaciones podrían influir negativamente sobre el desarrollo diamétrico.

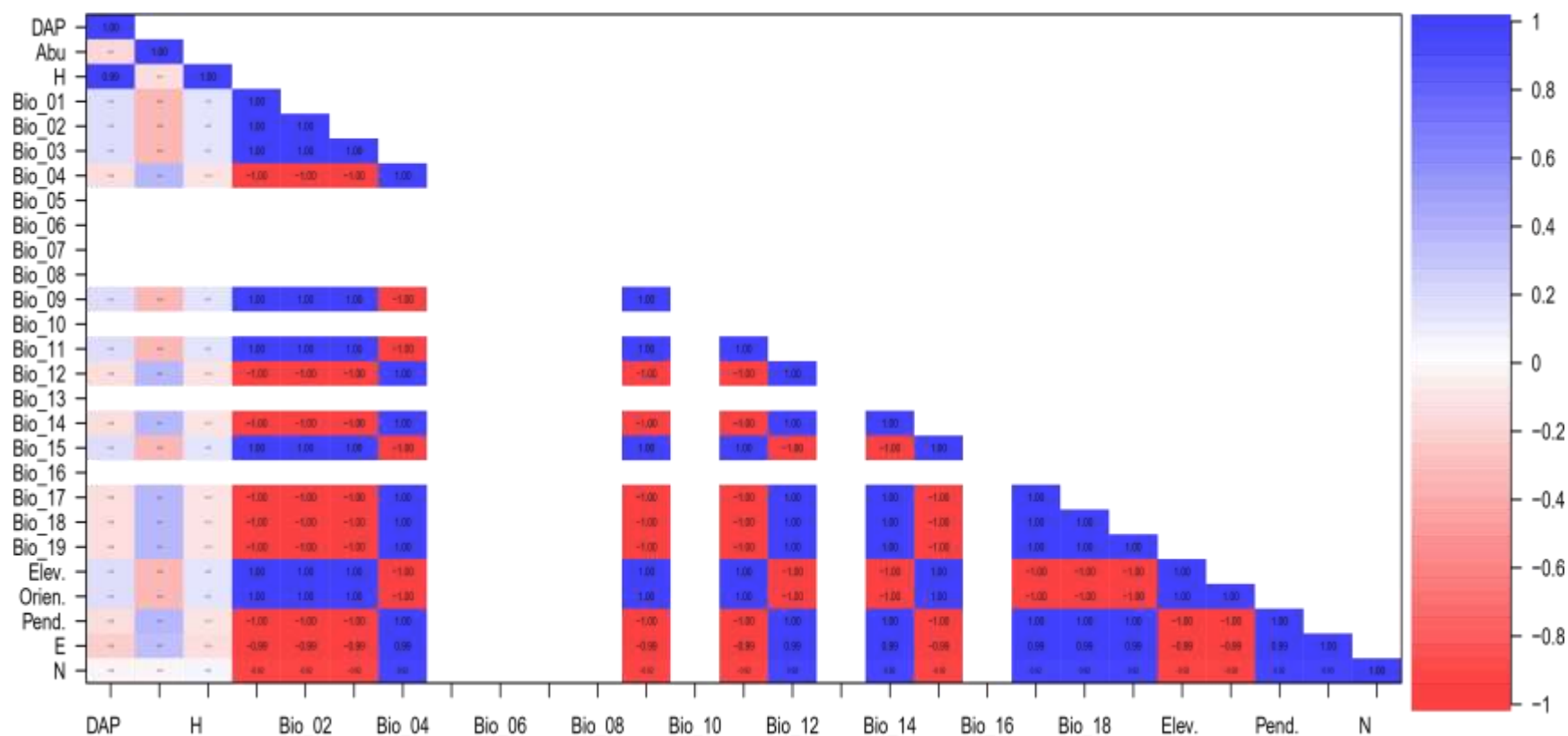
La H presentó correlaciones positivas con Bio_01 (0,10), Bio_02 (0,10), Bio_03 (0,10) y Bio_09 (0,10). Sin embargo, mostró correlaciones negativas con las variables bioclimáticas Bio_04 (-0,10), Bio_12 (-0,10), Bio_14 (-0,10), Bio_17 (-0,10), Bio_18 (-0,10) y Bio_19 (-0,10), lo que evidencia que condiciones de mayor humedad o variabilidad climática podrían limitar el crecimiento vertical de los individuos.

La Abu presentó correlaciones positivas con Bio_04 (0,34), Bio_12 (0,34) y Bio_14 (0,34), lo que sugiere que una mayor humedad favorece el establecimiento de individuos en las etapas tempranas de regeneración. En contraste, mostró correlaciones negativas con la H (-0,16) y con las variables bioclimáticas Bio_01 (-0,34), Bio_02 (-0,34) y Bio_03 (-0,34), lo que indica que, en áreas con mayor densidad de individuos, predominan estados juveniles y un menor desarrollo estructural.

En conjunto, los resultados muestran que, si bien se identificaron correlaciones estadísticamente significativas entre las variables morfométricas y bioclimáticas, estas correspondieron a asociaciones de baja magnitud, por lo que no se registraron correlaciones altas ni muy altas. Esto indica que la influencia de las variables bioclimáticas sobre las variables morfométricas de *P. oleifolius* fue limitada en las áreas de regeneración evaluadas.

Figura 19.

Correlación de Pearson entre variables climáticas y la regeneración de P. oleifolius (brinjal)



Nota. BIO1, temperatura promedio anual; BIO2, rango promedio diario (promedio mensual de la diferencia entre la temperatura máxima y mínima); BIO3, externalidad; BIO4, estacionalidad de la temperatura; BIO5, temperatura máxima del mes más cálido; BIO6, temperatura mínima del mes más frío; BIO7, rango anual de temperatura; BIO8, temperatura promedio del trimestre más húmedo; BIO9, temperatura promedio del trimestre más seco; BIO10, temperatura promedio del trimestre más cálido; BIO11, temperatura promedio del trimestre más frío; BIO12, precipitación anual; BIO13, precipitación del mes más húmedo; BIO14, precipitación del mes más seco; BIO15, estacionalidad de la precipitación; BIO16, precipitación del trimestre más húmedo; BIO17, precipitación del trimestre más seco; BIO18, precipitación del trimestre más cálido; y BIO19, precipitación del trimestre más frío.

4.1.4.2. ACP de las variables climáticas asociadas a la regeneración natural de *P. oleifolius* en brinzales

La figura 20 muestra el ACP de las variables climáticas y estructurales asociadas a *P. oleifolius* en la etapa de brinzal. Los dos primeros componentes explicaron el 86,5 % de la variabilidad total, por lo que el ACP representa adecuadamente la estructura de los datos.

En el primer componente (Dim1), las variables Bio_04, Bio_12, Bio_17, Bio_14, E, Bio_18, la pendiente (Pend.) y la Abu se agrupan en el lado positivo, lo que evidencia que están fuertemente correlacionadas.

En el lado negativo de Dim1 se localizan las variables Bio_01, Bio_11, Bio_15, la elevación (Elev.), la orientación (Orien.), Bio_09, Bio_02 y Bio_03, las cuales también presentan una fuerte correlación entre sí, aunque en sentido opuesto al grupo anterior.

Las variables Bio_04, Bio_12, Bio_17 y Bio_14 presentan vectores muy cercanos y orientados en la misma dirección; es decir, se encuentran fuertemente correlacionadas y tienden a presentar un comportamiento similar, por lo que aumentan o disminuyen de manera conjunta. Además, mantienen una correlación positiva con las variables N, E, Bio_18 y la pendiente (Pend.), lo que sugiere que todas responden a un mismo gradiente o condición ambiental.

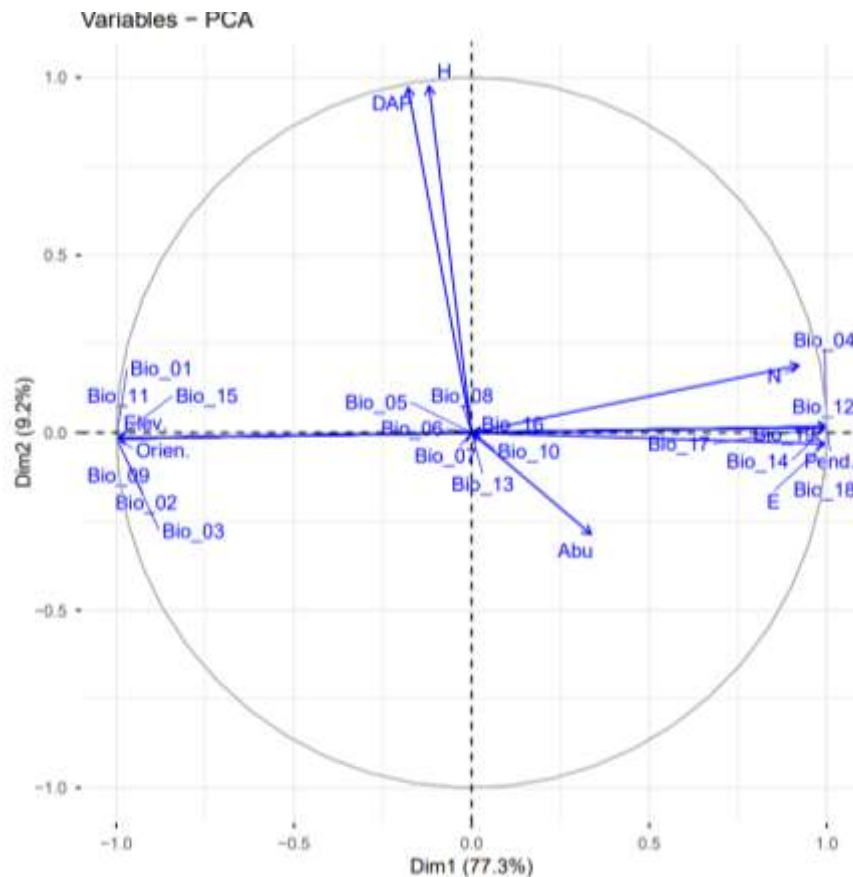
Estas variables presentan una correlación negativa con Bio_01, Bio_11, Bio_03, la elevación (Elev.) y la orientación (Orien.), debido a que los vectores se orientan en direcciones opuestas; es decir, cuando las variables del primer grupo aumentan, las del segundo grupo disminuyen.

En el segundo componente (Dim2), en el lado positivo se ubican las variables H y DAP, las cuales están fuertemente relacionadas entre sí, lo que evidencia su asociación con el desarrollo de los brinzales. En la parte inferior se ubica la abundancia, la cual presenta una relación opuesta, lo que

sugiere un comportamiento inverso respecto a las variables de crecimiento representadas en este componente.

Figura 20.

*ACP de variables climáticas y la regeneración natural en brinzales de *P. oleifolius**



4.1.4.3. Influencia de las condiciones climáticas en la regeneración natural de *P. oleifolius* en latizales

La figura 21 muestra que el DAP presentó correlaciones positivas con la abundancia (0,80) y con las variables bioclimáticas BIO1 (0,17), BIO2 (0,17), BIO3 (0,17), BIO9 (0,17), BIO11 (0,17) y BIO15 (0,17), así como con la elevación (0,17) y la orientación (0,17). Asimismo, presentó correlaciones negativas con la altura (-0,76), BIO4 (-0,17), BIO12 (-0,17), BIO14 (-0,17), BIO17

(-0,17), BIO18 (-0,17), BIO19 (-0,17), la pendiente (-0,17), la coordenada Este (-0,23) y la coordenada Norte (-0,47).

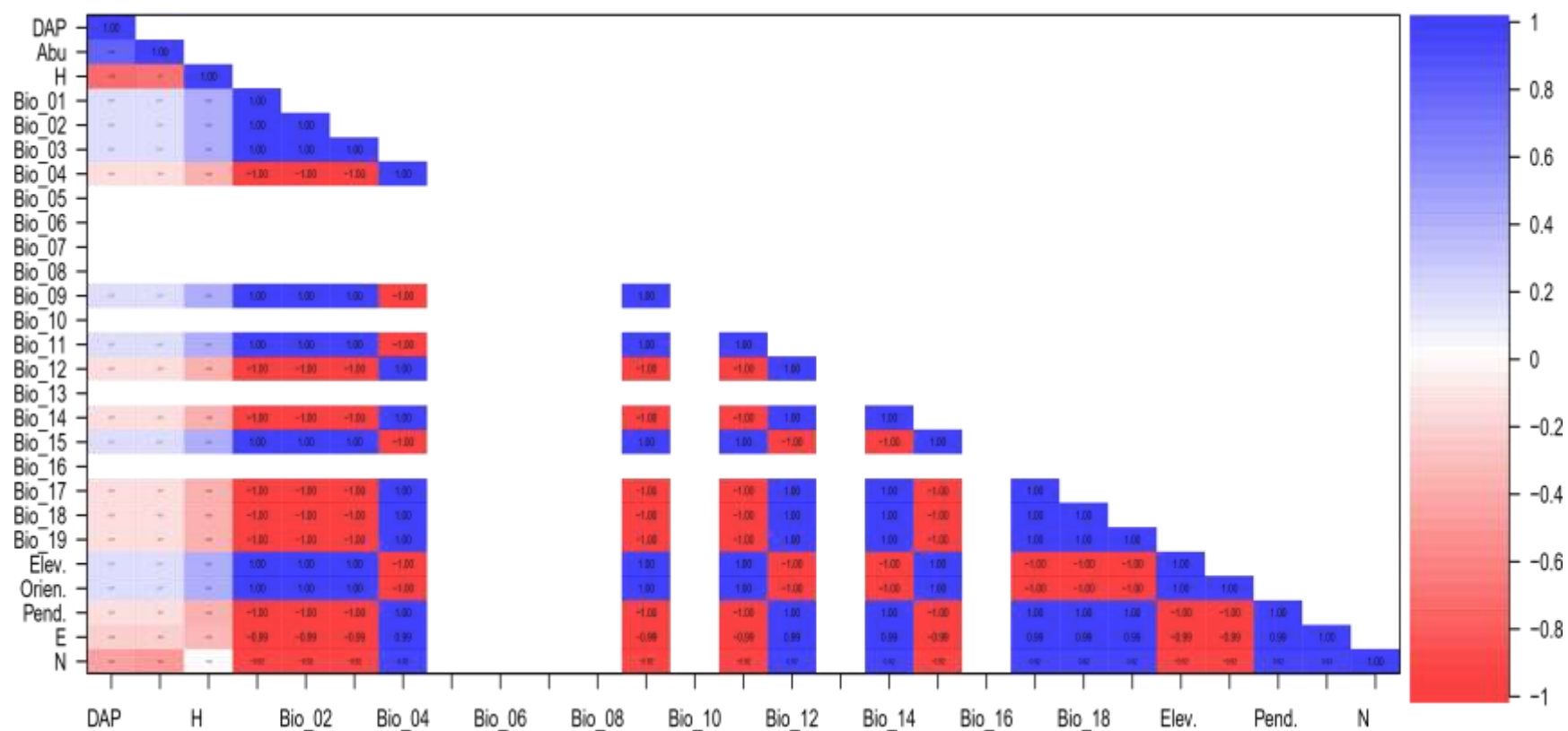
La altura presentó correlaciones positivas con BIO1 (0,38), BIO2 (0,38), BIO3 (0,38), BIO9 (0,38), BIO11 (0,38), BIO15 (0,38), la elevación (0,38) y la orientación (0,38). Por otro lado, mostró correlaciones negativas con BIO4 (-0,38), BIO12 (-0,38), BIO14 (-0,38), BIO17 (-0,38), BIO18 (-0,38), BIO19 (-0,38), la pendiente (-0,38), la coordenada Este (-0,35) y la coordenada Norte (-0,20).

La abundancia presentó correlaciones positivas con BIO1 (0,17), BIO2 (0,17) y BIO3 (0,17), mientras que mostró correlaciones negativas con BIO4 (-0,17), BIO12 (-0,17), BIO14 (-0,17), BIO17 (-0,17), BIO18 (-0,17) y BIO19 (-0,17).

En conjunto, los resultados evidencian que las correlaciones de mayor magnitud se presentaron entre las variables morfométricas; sin embargo, entre las variables morfométricas y las bioclimáticas no se registraron correlaciones altas ni muy altas. Aunque se observaron asociaciones positivas y negativas entre ambos grupos de variables, estas fueron de baja a moderada magnitud, lo que sugiere una influencia limitada de las condiciones bioclimáticas sobre las variables morfométricas de *P. oleifolius* en la categoría evaluada.

Figura 21.

Correlación de Pearson entre variables climáticas y la regeneración de P. oleifolius (latizal)



4.1.4.4. ACP de las variables climáticas en la regeneración natural de *P. oleifolius* latizales

La figura 22 muestra el ACP de las variables estructurales y climáticas asociadas a *P. oleifolius* en la etapa de latizales. Los dos primeros componentes explicaron el 89,5 % de la variabilidad total, por lo que el ACP representa adecuadamente la estructura de los datos.

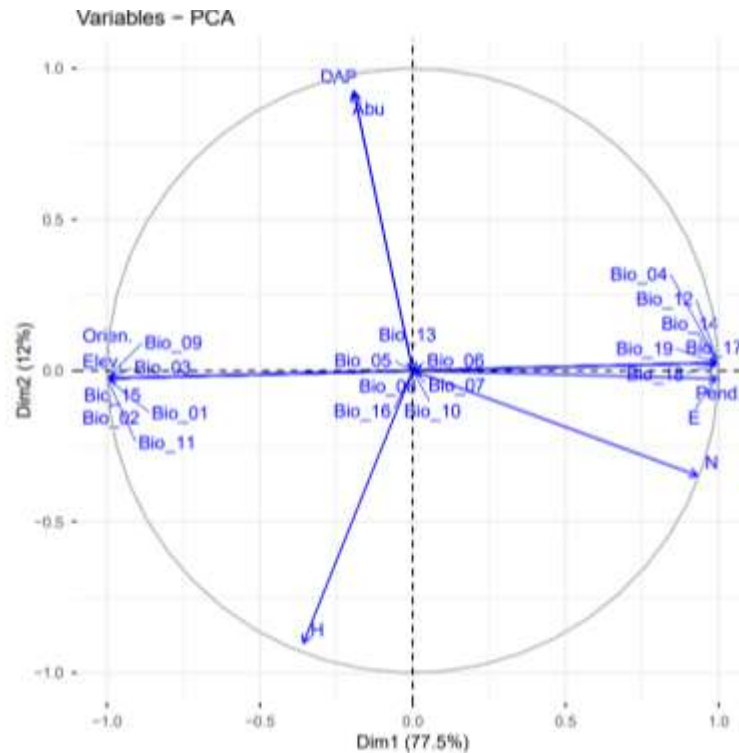
En el primer componente (Dim1), en el extremo positivo se agrupan las variables Bio_04, Bio_12, Bio_14, Bio_17, Bio_18, Bio_19, E, la pendiente (Pend.) y N, las cuales se encuentran fuertemente asociadas entre sí.

En el extremo negativo de la Dim1 se ubican las variables Bio_01, Bio_02, Bio_03, Bio_09, Bio_11, Bio_15, la elevación (Elev.) y la orientación (Orien.), las cuales también presentan una estrecha relación entre sí, aunque en sentido opuesto al grupo de variables del lado positivo, lo que evidencia la existencia de una clara tendencia ambiental entre ambos grupos.

En el segundo componente (Dim2), en la parte superior destacan el DAP y la abundancia (Abu), los cuales se encuentran estrechamente relacionados entre sí. En la parte inferior se ubica la altura (H), la cual presenta una tendencia opuesta, lo que sugiere una relación negativa con respecto al DAP y la abundancia.

Figura 22.

*ACP de variables climáticas y la regeneración natural en latizales de *P. oleifolius**



4.1.4.5. Influencia de las condiciones climáticas en la regeneración natural de *P. oleifolius* en fustales

La figura 23 muestra que el DAP presentó correlaciones positivas de baja magnitud con las variables bioclimáticas BIO1 (0,14), BIO2 (0,14), BIO3 (0,14), BIO9 (0,14), BIO11 (0,14) y BIO15 (0,14). Asimismo, mostró correlaciones negativas con BIO4 (-0,14), BIO12 (-0,14), BIO14 (-0,14), BIO17 (-0,14) y BIO18 (-0,14).

La altura presentó correlaciones positivas con BIO4 (0,79), BIO12 (0,79), BIO14 (0,79), BIO17 (0,79) y BIO18 (0,79), mientras que mostró correlaciones negativas con BIO1 (-0,79), BIO2 (-0,79), BIO3 (-0,79), BIO9 (-0,79), BIO11 (-0,79), BIO15 (-0,79), la elevación (-0,79) y la orientación (-0,79).

La abundancia presentó correlaciones positivas con BIO1 (0,31), BIO2 (0,31), BIO3 (0,31), BIO9 (0,31), BIO11 (0,31) y BIO15 (0,31), así como correlaciones negativas con BIO4 (-0,31), BIO12 (-0,31), BIO14 (-0,31), BIO17 (-0,31) y BIO18 (-0,31).

La tabla 11 presenta las correlaciones de Pearson altas y estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las variables morfométricas y las variables bioclimáticas en la categoría de fustales de *P. oleifolius*. La altura mostró correlaciones negativas altas con BIO1 ($r = -0,79$), BIO2 ($r = -0,79$), BIO3 ($r = -0,79$), BIO9 ($r = -0,79$), BIO11 ($r = -0,79$) y BIO15 ($r = -0,79$), indicando que el incremento de estas variables bioclimáticas se asoció con una disminución de la altura de los individuos. En contraste, presentó correlaciones positivas altas con BIO4 ($r = 0,79$), BIO12 ($r = 0,79$), BIO14 ($r = 0,79$), BIO17 ($r = 0,79$), BIO18 ($r = 0,79$) y BIO19 ($r = 0,79$), lo que sugiere que mayores valores de estas variables climáticas se asociaron con un mayor crecimiento en altura de los fustales.

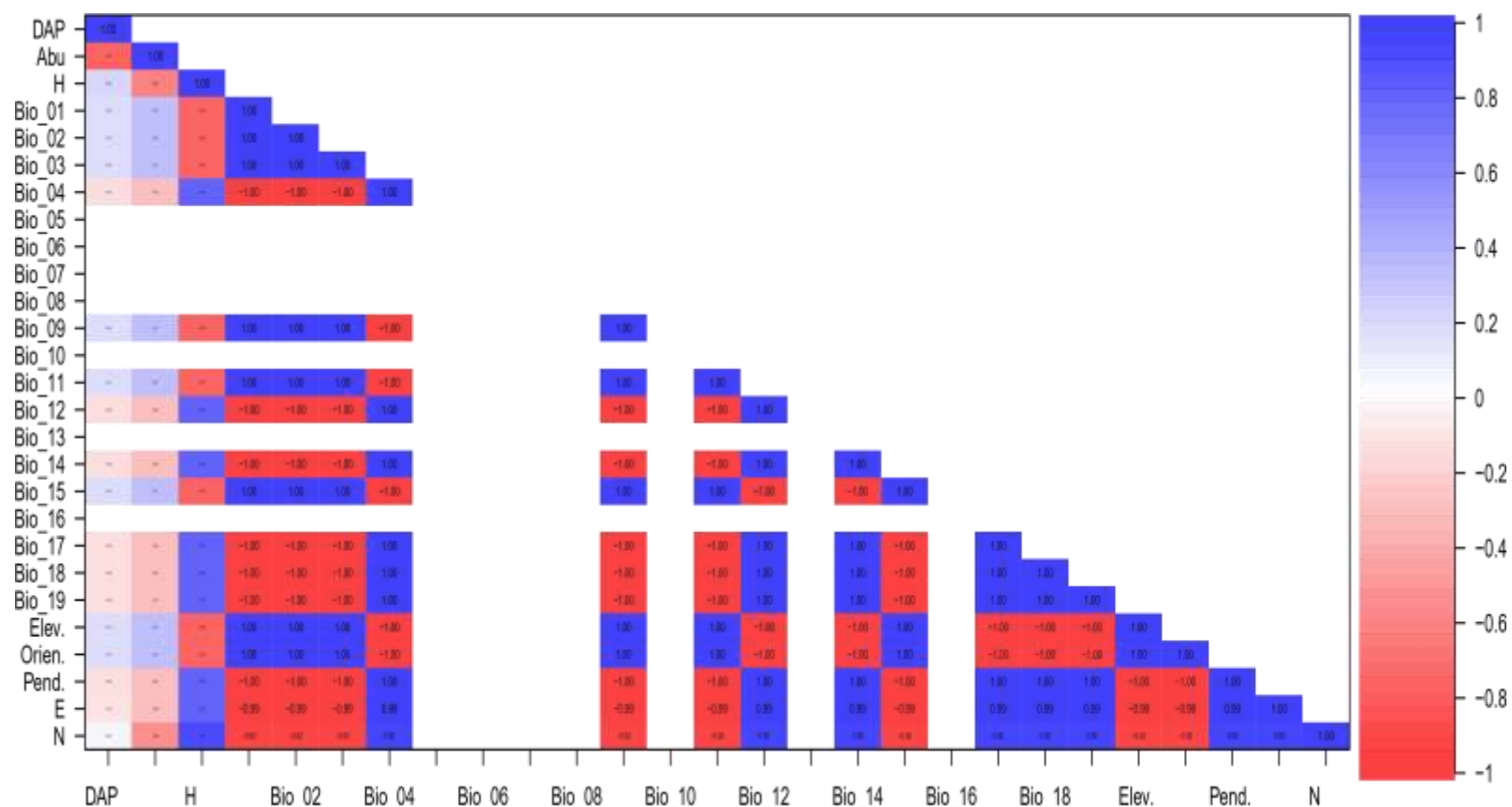
Tabla 11.

*Correlación simple de variables morfométricas y variables climáticas en fustales de *P. oleifolius**

Variable morfométrica	Variable bioclimática	Coefficiente de Pearson (r)	Fuerza de asociación	Dirección
Altura	BIO1	-0,79	Alta	Negativa
Altura	BIO2	-0,79		Negativa
Altura	BIO3	-0,79		Negativa
Altura	BIO4	0,79		Positiva
Altura	BIO9	-0,79		Negativa
Altura	BIO11	-0,79		Negativa
Altura	BIO12	0,79		Positiva
Altura	BIO14	0,79		Positiva
Altura	BIO15	-0,79		Negativa
Altura	BIO17	0,79		Positiva
Altura	BIO18	0,79		Positiva
Altura	BIO19	0,79		Positiva

Figura 23.

Correlación de Pearson entre factores del clima y la regeneración de P. oleifolius (fustal)



Nota. Los valores corresponden a los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables bioclimáticas del estudio, los cuales permiten evaluar el grado de asociación lineal entre ellas.

4.1.4.6. ACP de las variables climáticas en la regeneración natural de *P. oleifolius* en fustales

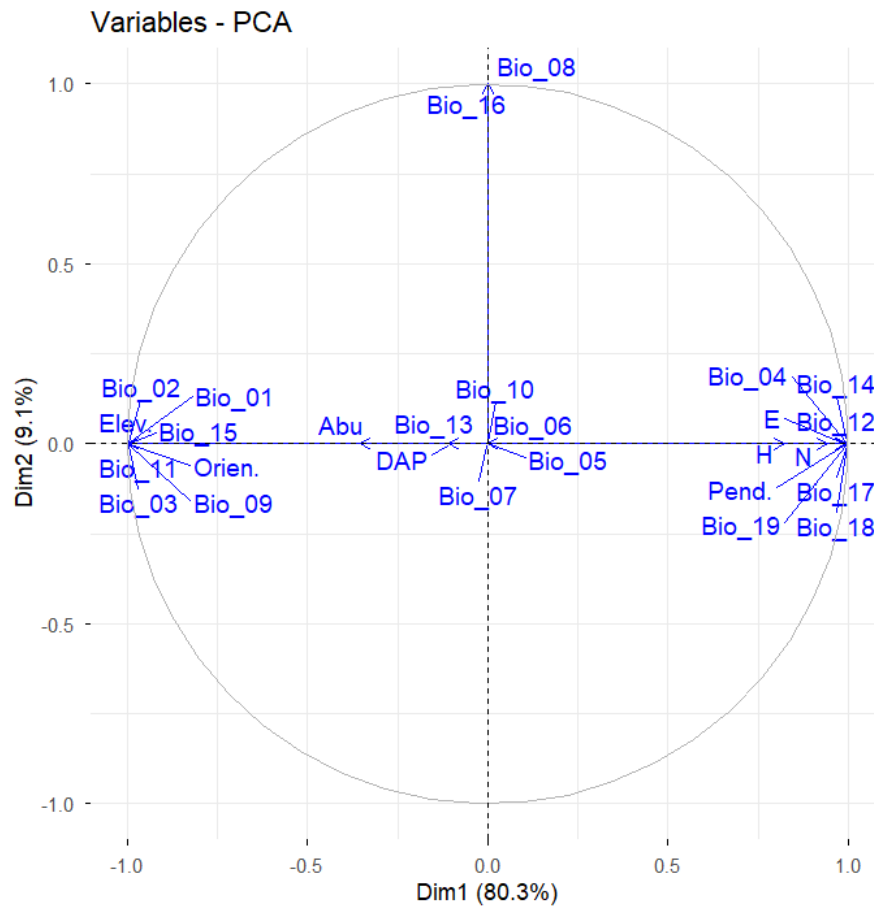
La a figura 24 muestra el ACP de las variables estructurales y climáticas asociadas a *P. oleifolius* en la etapa de fustales. Los dos primeros componentes explicaron el 89,4 % de la variabilidad total, por lo que el ACP representa adecuadamente la estructura de los datos.

En el primer componente (Dim1), en el lado positivo se agrupan variables como Bio_04, Bio_12, Bio_14, Bio_17, Bio_18, Bio_19, H y la pendiente (Pend.), las cuales se orientan en la misma dirección, lo que evidencia que se encuentran fuertemente relacionadas entre sí. Por el contrario, en el lado negativo de Dim1 se ubican variables como Bio_01, Bio_02, Bio_03, Bio_09, Bio_11, Bio_15, la altitud (Elev.) y la orientación (Orien.), las cuales también presentan una relación entre sí, aunque con un comportamiento opuesto al grupo anterior.

En el segundo componente (Dim2), en la parte superior destacan Bio_08 y Bio_16, cuyos vectores son largos y se encuentran próximos entre sí, lo que evidencia una fuerte relación entre ambas variables. En contraste, en la parte inferior se ubica Bio_07 (junto con algunas variables cercanas al centro), lo que sugiere una menor contribución de estas variables en la diferenciación del desarrollo de los fustales.

Figura 24.

*ACP de variables climáticas y la regeneración en fustales de *P. oleifolius**



4.1.4.-7. Influencia de las condiciones climáticas en la regeneración natural de *P. oleifolius* en árboles maduros

La figura 25 muestra que el DAP presentó correlaciones positivas muy fuertes con Bio_04 (0,93), Bio_12 (0,93), Bio_14 (0,93), Bio_17 (0,93), Bio_18 (0,93) y Bio_19 (0,93), lo que indica que el aumento de la temperatura y la precipitación se relaciona con el crecimiento diamétrico de los árboles maduros. Asimismo, mostró correlaciones negativas con Bio_01 (-0,93), Bio_02 (-0,93), Bio_03 (-0,93), Bio_09 (-0,93), Bio_11 (-0,93) y Bio_15 (-0,93), lo que sugiere que determinadas variaciones climáticas presentan una relación inversa con el desarrollo del diámetro.

La H presentó correlaciones positivas con Bio_04 (0,68), Bio_12 (0,68), Bio_14 (0,68), Bio_17 (0,68), Bio_18 (0,68) y Bio_19 (0,68), lo que evidencia que estas condiciones climáticas se relacionan con el crecimiento vertical de los individuos maduros. Por otro lado, mostró correlaciones negativas con Bio_01 (-0,68), Bio_02 (-0,68), Bio_03 (-0,68), Bio_09 (-0,68), Bio_11 (-0,68) y Bio_15 (-0,68), lo que sugiere que determinadas variaciones ambientales presentan una relación inversa con el desarrollo en altura.

La Abu mostró correlaciones positivas con Bio_04 (0,55), Bio_12 (0,55), Bio_14 (0,55), Bio_17 (0,55), Bio_18 (0,55) y Bio_19 (0,55), lo que indica que las condiciones de temperatura y precipitación se relacionan con una mayor densidad de individuos maduros. En contraste, presentó correlaciones negativas con Bio_01 (-0,55), Bio_02 (-0,55), Bio_03 (-0,55), Bio_11 (-0,55) y Bio_15 (-0,55), lo que evidencia que determinadas condiciones climáticas presentan una relación inversa con la abundancia de la especie.

La tabla 12 presenta las correlaciones de Pearson muy altas y estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las variables morfométricas y las variables bioclimáticas en la categoría de árboles maduros de *P. oleifolius*. El análisis evidenció que el DAP presentó asociaciones significativas con las variables bioclimáticas. En particular, mostró correlaciones negativas muy altas con BIO1, BIO2, BIO3, BIO9, BIO11 y BIO15 ($r = -0,933$; $p = 0,007$), indicando que el incremento de estas variables se asoció con una disminución del diámetro a la altura del pecho. Por el contrario, presentó correlaciones positivas muy altas con BIO4, BIO12, BIO14, BIO17, BIO18 y BIO19 ($r = 0,933$; $p = 0,007$), lo que sugiere que mayores valores de estas variables bioclimáticas se asociaron con un mayor crecimiento diamétrico de los árboles maduros.

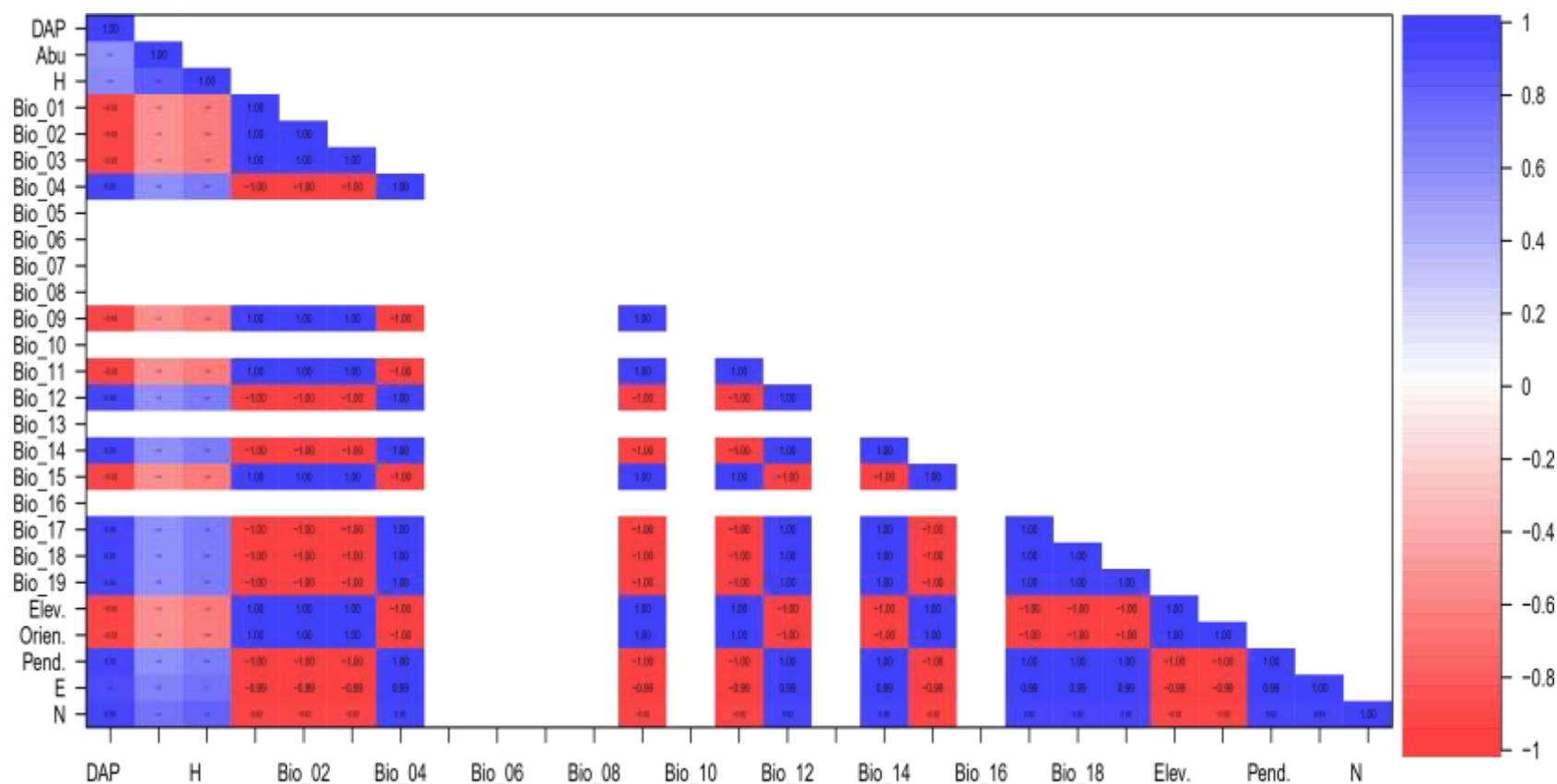
Tabla 12.

Correlación simple de variables morfométricas y variables climáticas en árboles maduros de P. oleifolius

variable morfométrica	Variable bioclimática	Coefficiente de Pearson (r)	Fuerza de asociación	Dirección
DAP	BIO1	-0,933	Muy Alta	Negativa
DAP	BIO2	-0,933		Negativa
DAP	BIO3	-0,933		Negativa
DAP	BIO4	0,933		Positiva
DAP	BIO9	-0,933		Negativa
DAP	BIO11	-0,933		Negativa
DAP	BIO12	0,933		Positiva
DAP	BIO14	0,933		Positiva
DAP	BIO15	-0,933		Negativa
DAP	BIO17	0,933		Positiva
DAP	BIO18	0,933		Positiva
DAP	BIO19	0,933		Positiva

Figura 25.

Correlación de Pearson entre factores del clima y la regeneración de P. oleifolius (árbol maduro)



Nota. Los valores corresponden a los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables bioclimáticas del estudio, los cuales permiten evaluar el grado de asociación lineal entre ellas

4.1.4.8. ACP de las variables climáticas en árboles maduros del *P. oleifolius* en árboles maduros

La figura 26 muestra el ACP de las variables estructurales y climáticas asociadas a *P. oleifolius* en árboles maduros. Los dos primeros componentes explicaron el 93,6 % de la variabilidad total, por lo que el ACP representa adecuadamente la estructura de los datos.

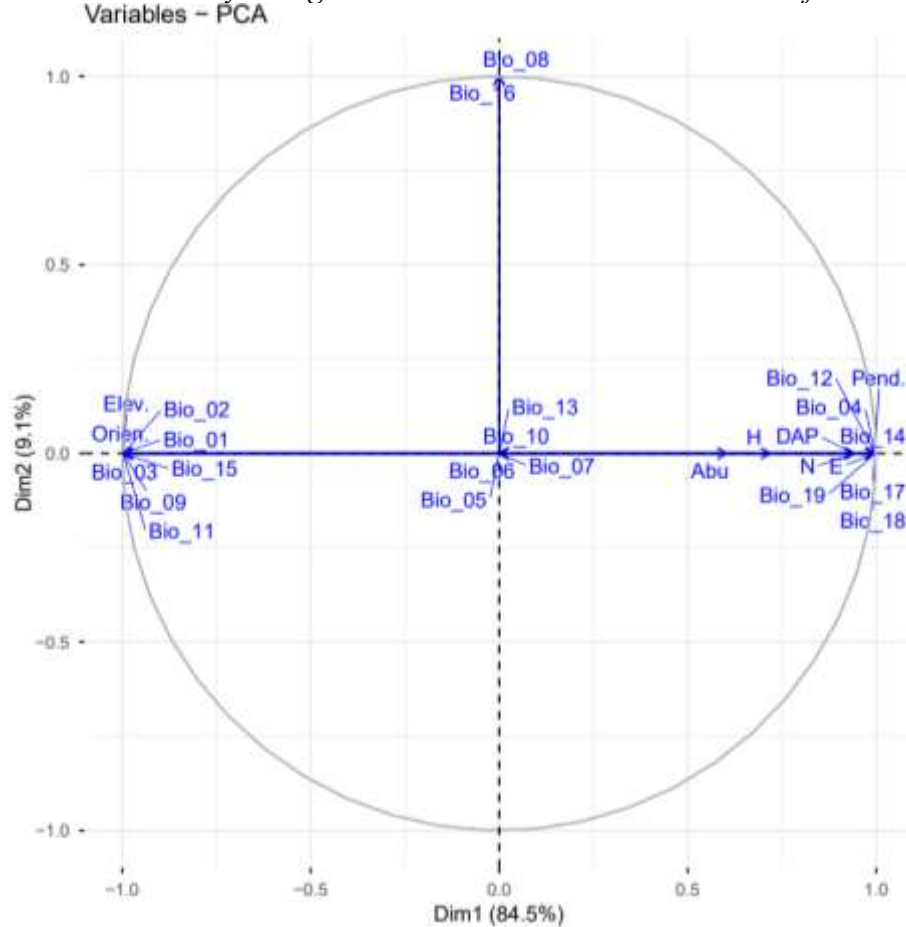
En el primer componente (Dim1), en el lado positivo se agrupan las variables Bio_04, Bio_14, Bio_17, Bio_18, Bio_19, N, la altura (H), el DAP, la pendiente (Pend.) y la abundancia (Abu), cuyos vectores se orientan en la misma dirección, lo que evidencia que presentan una fuerte relación entre sí.

Del mismo modo, en el lado negativo se agrupan variables como Bio_01, Bio_02, Bio_03, Bio_09, Bio_11, Bio_15, la elevación (Elev.) y la orientación (Orien.). Estas variables también presentan relación entre sí, aunque muestran un comportamiento opuesto al grupo anterior, lo que refleja la presencia de un gradiente ambiental claramente definido entre ambos conjuntos de variables.

En el segundo componente (Dim2), en la parte superior destacan Bio_08 y Bio_16, cuyos vectores son largos y se encuentran casi superpuestos, lo que evidencia una relación muy estrecha entre ambas variables. En cambio, en la parte inferior se ubican variables como Bio_05 y, en menor medida, Bio_07, las cuales presentan un comportamiento opuesto respecto a las variables ubicadas en la parte superior.

Figura 26.

ACP de variables climáticas y la regeneración en arboles maduros P. oleifolius

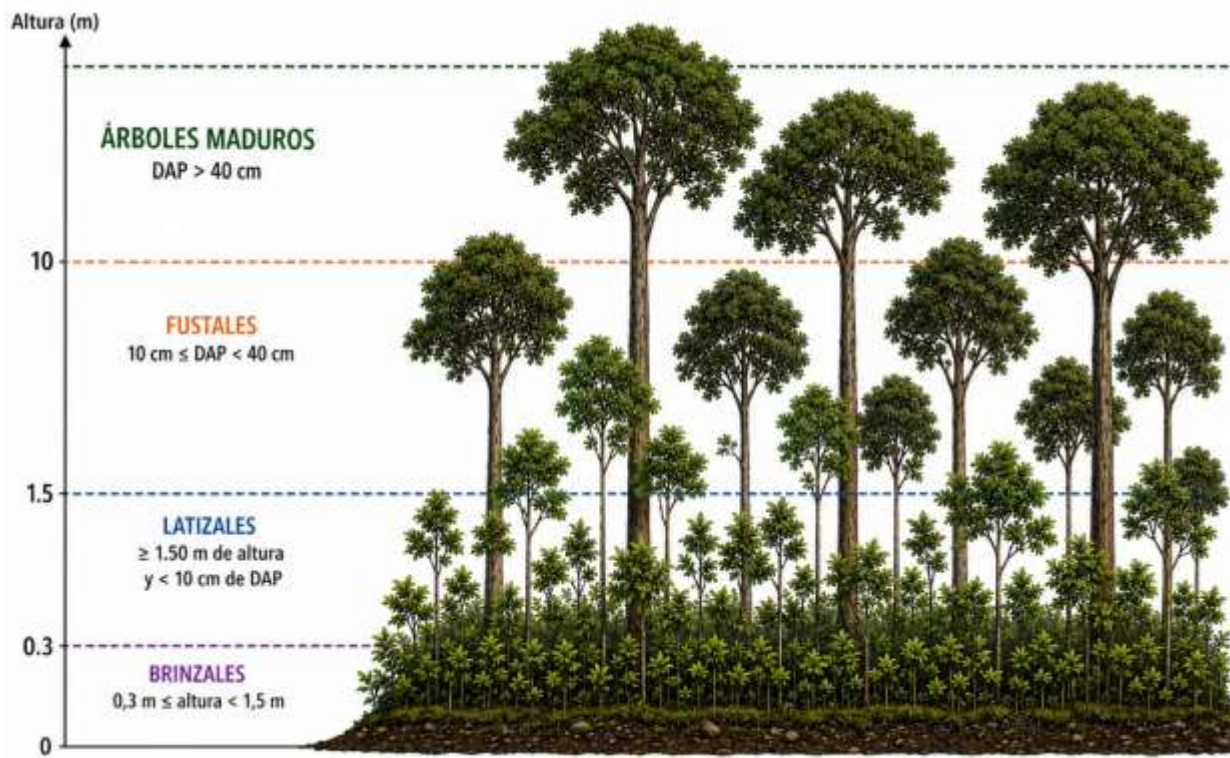


4.1.5. Distribución vertical y horizontal de la regeneración natural de *P. oleifolius* D. Don.

En el bosque de Llangodén, *P. oleifolius* presentan una estructura vertical estratificada, pues se presencia las cuatro categorías de regeneración natural: brinzales, latizales fustales y arboles maduros dentro de él, lo cual significa la permanencia de la forma de vida de esta especie. Se observa un crecimiento progresivo que indica que la germinación de *P. oleifolius* y el establecimiento de las plántulas dependan de la disponibilidad de luz, la cobertura vegetal y las características del suelo. Las áreas cercanas a los árboles semilleros brindan las condiciones más favorables, ya que tienen un mayor número de semillas y el ambiente puede que también esté adecuado para el desarrollo de las plantas.

La figura 27 muestra las categorías de regeneración y distingue los brinzales (0,03 m a 1,5 m), latizales (1,5 m a 3 m), fustales (6,5 m a 12 m) y árboles maduros (13 m a 15,25 m). La representación de individuos en las distintas etapas de crecimiento sugiere una regeneración activa y un flujo continuo de reemplazo poblacional.

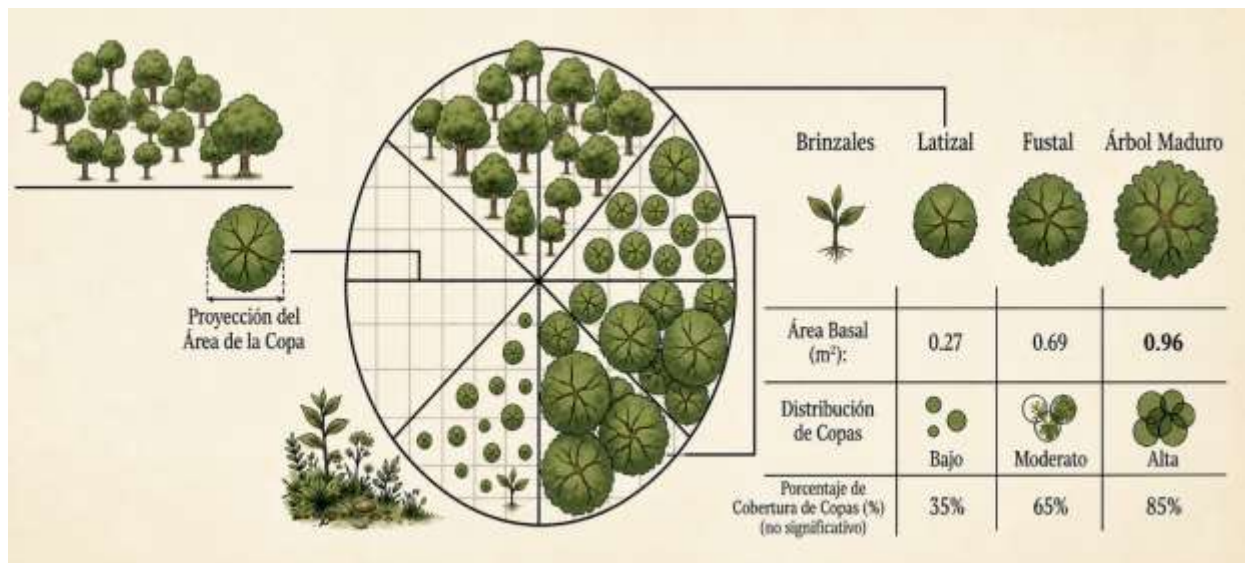
Figura 27.
*Estructura vertical del *P. oleifolius* en el bosque de Llangodén*



La estructura horizontal del bosque de Llangodén refleja la ocupación del espacio caracterizada por la dominancia de individuos de árboles maduros y fustales. El área basal media de 0,962 m² en los individuos maduros indica una alta acumulación de biomasa. Por su parte, la distribución de los latizales y fustales sugiere una competencia activa por el espacio horizontal disponible, lo que contribuye a mantener una cobertura boscosa densa y protectora para la regeneración natural. En la figura 28 se presentan los valores de área basal por categoría: árboles maduros (0,962 m²), fustales (0,69 m²), latizales (0,27 m²) y brinzales, cuyo valor no es significativo.

Figura 28.

*Estructura horizontal del *P. oleifolius* en el bosque de Llangodén*



4.1.6. Dinámica de reclutamiento de las plantas de *P. oleifolius* D. Don.

La dinámica de reclutamiento de *P. oleifolius* observada en el bosque de Llangodén muestra que la regeneración se realiza de forma continua, pero que resulta afectada por factores del ambiente, además se observa una mayor abundancia de individuos en los estadios tempranos de desarrollo (brinzales), lo que indica una buena producción de semillas y condiciones favorables para su germinación.

Sim embargo, a medida que los avanzan hacia estadios superiores (latizales y fustales), su número disminuye progresivamente. Este patrón sugiere que no todos los individuos logran establecerse y sobrevivir a lo largo de su desarrollo, principalmente debido a la competencia por luz, agua, nutrientes y espacio. Este proceso refleja una dinámica natural donde solo una fracción de los individuos alcanza etapas maduras, contribuyendo al equilibrio del ecosistema forestal.

El reclutamiento de la especie depende en gran medida de la presencia de micrositios favorables dentro del bosque, es decir, pequeñas áreas con condiciones óptimas para el establecimiento y crecimiento. Estos micrositios suelen caracterizarse por una cobertura parcial del dosel arbóreo, adecuada humedad del suelo y una buena disponibilidad de materia orgánica. En la figura 13 se presenta el número de individuos por categoría de regeneración en 1000 m² por parcela en el bosque de Llangodén.

Tabla 13.

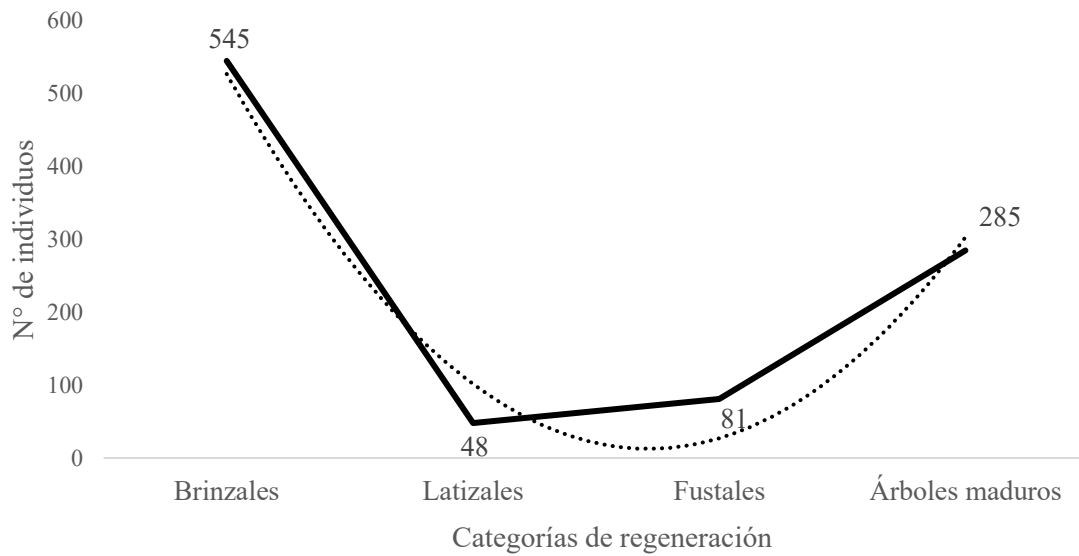
*Categorías de regeneración natural de *P. oleifolius* en 1000 m² por parcela en el bosque de Llangodén*

Parcela	Brinzales	Latizales	Fustales	Árboles Maduros
P-01	91	1	1	50
P-02	95	2	8	57
P-03	57	5	16	50
P-04	162	21	22	42
P-05	70	11	13	36
P-06	70	8	21	50
Total	545	48	81	285

A partir de estos resultados, el bosque de Llangodén presenta una distribución tipo “J invertida”, caracterizada por una alta abundancia de brinzales y una disminución progresiva en las categorías intermedias. Este patrón refleja una regeneración activa, pero limitada por factores como la competencia por recursos y las condiciones del microhábitat. Además, la presencia de individuos en todas las categorías confirma la continuidad del proceso de regeneración natural. La figura 29 evidencia claramente esta tendencia en forma de “J invertida”.

Figura 29.

Distribución de categorías de regeneración en forma de J invertida



La presencia relativamente estable de árboles maduros (285 individuos) evidencia una población reproductiva activa que sostiene de manera continua el reclutamiento de nuevos individuos, reflejando una dinámica de regeneración generalmente funcional. Sin embargo, este proceso no es completamente eficiente, ya que la disminución progresiva de individuos conforme avanza en sus etapas de desarrollo indica la existencia de factores ecológicos y antrópicos que limitan su supervivencia, crecimiento y establecimiento en etapas más avanzadas.

Entre los principales factores que podrían influir en este patrón se encuentran el pastoreo, la agricultura migratoria, la extracción selectiva de árboles y los efectos del cambio climático, los cuales reducen las oportunidades de establecimiento y desarrollo de nuevos individuos. No obstante, la presencia de ejemplares en todas las categorías de crecimiento evidencia que *P. oleifolius* mantiene un proceso de regeneración natural continuo, favoreciendo la persistencia de la especie en el ecosistema forestal.

4.2. Contrastación de Hipótesis

Los resultados evidenciaron que las propiedades edáficas presentaron correlaciones de Pearson altas y muy altas, estadísticamente significativas, con las características morfométricas de la regeneración natural de *P. oleifolius* en las cuatro categorías de desarrollo. En brinzales, la abundancia se asoció positivamente con el Fe ($r = 0,961$; $p = 0,002$), la CC ($r = 0,832$; $p = 0,040$), el PMP ($r = 0,833$; $p = 0,040$) y el AD ($r = 0,832$; $p = 0,040$). En latizales, la altura mostró una correlación negativa con el Fe ($r = -0,898$; $p = 0,015$), mientras que la abundancia se relacionó negativamente con el Mn ($r = -0,829$; $p = 0,041$) y la DA ($r = -0,821$; $p = 0,045$), y positivamente con la CC ($r = 0,814$; $p = 0,049$), el PMP ($r = 0,817$; $p = 0,047$) y el AD ($r = 0,815$; $p = 0,048$). En fustales, las asociaciones significativas se registraron entre la altura y el K ($r = 0,930$; $p = 0,007$), así como entre la abundancia y el Mn ($r = -0,883$; $p = 0,020$). En árboles maduros, el DAP se correlacionó positivamente con el Al ($r = 0,822$; $p = 0,045$) y negativamente con el fósforo disponible ($r = -0,844$; $p = 0,034$); además, la abundancia mostró correlaciones con el contenido de arena ($r = 0,848$; $p = 0,033$), arcilla ($r = -0,839$; $p = 0,037$), Cr ($r = -0,928$; $p = 0,008$), Cu ($r = -0,879$; $p = 0,021$) y la DA ($r = 0,848$; $p = 0,033$). En cuanto a las variables bioclimáticas, no se evidenciaron correlaciones altas ni muy altas en las categorías de brinzales y latizales; en contraste, en fustales y árboles maduros se registraron correlaciones altas y muy altas, principalmente con variables relacionadas con la temperatura y la precipitación. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), al demostrarse que determinadas condiciones edafoclimáticas influyen significativamente en las características morfométricas de la regeneración natural de *P. oleifolius*.

4.3. Discusiones

4.3.1. Características fisicoquímicas del suelo del Bosque de Llangodén

Las parcelas evaluadas presentaron suelos fuertemente ácidos, con valores de pH entre 3,9 y 4,4, condición característica de los bosques montanos andinos. Estos resultados coinciden con Carri y García-Ruíz (2022), quienes reportaron valores cercanos a 4,2 en bosques montanos y señalaron que la acidez del suelo influye en la disponibilidad de nutrientes y en la actividad biológica. Asimismo, Rosas et al. (2024), mencionan que los valores bajos de pH pueden reducir la disponibilidad de elementos esenciales como P y K, además de modificar la actividad microbiana del suelo, condicionando los procesos de regeneración forestal.

La MO presentó niveles altos a muy altos, con un promedio de 14 %, lo que refleja condiciones favorables para los procesos ecológicos del suelo. Según Menezes et al.(2017), altos contenidos de MO favorecen la regeneración forestal al mejorar la disponibilidad de nutrientes y la estructura del suelo. De manera similar, Bergin y Kimberley (2014) destacan que la MO constituye una fuente importante de carbono y nutrientes, contribuyendo a la fertilidad y resiliencia de los ecosistemas forestales. En este sentido Liang y Wei (2021), señalan que las propiedades edáficas cumplen un papel determinante en el establecimiento y desarrollo de la regeneración natural.

La relación observada entre variables como el Fe, el fósforo disponible y las características morfométricas de *P. oleifolius* evidencia la influencia de las condiciones químicas del suelo sobre el crecimiento de los individuos. Al respecto, Prada et al. (2025) indican que los bosques montanos andinos presentan suelos ácidos con altos contenidos de materia orgánica, condiciones que favorecen la disponibilidad de nutrientes y la dinámica de regeneración.

Las propiedades fisicoquímicas del suelo mostraron influencia sobre el desarrollo de *P. oleifolius*, destacando la relación del fósforo con el DAP y del potasio con la altura, lo que resalta la

importancia de los macronutrientes en el crecimiento estructural de la especie. Estos resultados coinciden con Shao et al. (2022), Okereke et al. (2025), y con Xu et al. (2018), quienes mencionan que la disponibilidad de nutrientes y la materia orgánica son factores esenciales para la fertilidad del suelo y el funcionamiento de los ecosistemas forestales.

Asimismo, las propiedades físicas del suelo estuvieron relacionadas con la regeneración natural de *P. oleifolius*, debido a que la CC, el PMP y el AD presentaron correlaciones positivas con la abundancia de individuos. Esto evidencia que una adecuada disponibilidad hídrica favorece el establecimiento de la especie, coincidiendo con Abile & Fituma (2025) y Menezes et al. (2017), quienes destacan la importancia de las condiciones físicas del suelo y la disponibilidad de agua en la regeneración de especies forestales .

4.3.2. Condiciones edáficas en las categorías de regeneración natural

Los resultados del estudio evidenciaron que las propiedades edáficas presentaron mayor influencia sobre la regeneración natural de *P. oleifolius* en comparación con las variables bioclimáticas, debido a que se identificaron correlaciones estadísticamente significativas entre las características del suelo y las variables morfométricas como DAP, altura y abundancia en las diferentes categorías de regeneración. Estos resultados coinciden con lo reportado por Okimat et al. (2023), quienes determinaron que en la regeneración natural de *Khaya anthotheca* estuvo condicionada por factores edáficos, principalmente por el pH del suelo, cuya variación se relacionó con cambios en la abundancia de individuos regenerados. De manera similar Carrión-Paladines et al. (2022) señalan que las condiciones edáficas cumplen un papel fundamental en el establecimiento, crecimiento y desarrollo de las especies forestales, debido a que variables como el pH, la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes influyen durante las primeras etapas de regeneración.

En las primeras categorías de regeneración, como los brinzales, la influencia del sustrato adquiere mayor importancia, debido a que las plántulas presentan sistemas radiculares poco desarrollados y son más sensibles a las condiciones del suelo (Liu et al., 2023). Estudios realizados en bosques tropicales han demostrado que la disponibilidad de nutrientes y las características físicas del suelo influyen en la supervivencia y establecimiento de las plántulas, especialmente en ambientes donde elementos como el fósforo y el nitrógeno pueden presentar limitaciones (Turner et al., 2024). En este contexto, una adecuada disponibilidad de nutrientes y la presencia de MO contribuyen al establecimiento y supervivencia de las plántulas durante las primeras etapas de desarrollo. Estos resultados coinciden con Doroski et al. (2018), quienes evidenciaron que las condiciones del sitio favorecen el establecimiento inicial de plántulas y el reclutamiento de especies leñosas.

El ACP mostró que Dim1 y Dim2 explicaron conjuntamente más del 70 % de la variabilidad edáfica en todas las categorías de regeneración de *P. oleifolius*: 72,7 % en brinzales, 73,6 % en latizales, 72,4 % en fustales y 76,2 % en individuos maduros. Según Greenacre et al. (2022), el ACP concentra progresivamente la variabilidad en los primeros componentes, por lo que su interpretación debe considerar la varianza acumulada y no necesariamente una distribución exacta de 70 % y 30 %.

Resultados similares fueron reportados por Dietrich et al. (2023) quienes obtuvieron 77,3 % de variabilidad acumulada en los dos primeros componentes al analizar propiedades edáficas. La similitud de los porcentajes entre las cuatro categorías indica que las condiciones edáficas mantienen una importancia relativamente constante durante el proceso de regeneración de *P. oleifolius*.

4.3.3. Condiciones climáticas en las categorías de regeneración natural

Los resultados evidenciaron que el DAP de *P. oleifolius* en árboles maduros presentó una fuerte relación con las variables bioclimáticas, destacando correlaciones positivas con indicadores asociados a la temperatura y precipitación (BIO4, BIO12, BIO14, BIO17, BIO18 y BIO19), así como correlaciones negativas con variables relacionadas con la variabilidad térmica y estacionalidad (BIO1, BIO2, BIO3, BIO9, BIO11 y BIO15). Este comportamiento sugiere que condiciones climáticas con mayor estabilidad y adecuada disponibilidad hídrica favorecen el crecimiento diamétrico de la especie, mientras que una mayor variabilidad ambiental podría limitar su desarrollo estructural. Estos resultados coinciden con lo señalado por Cue et al. (2020), persistencia de las especies forestales, especialmente en ecosistemas montanos donde pequeñas variaciones ambientales pueden influir significativamente en su desarrollo. De manera complementaria, Okimat et al. (2023) y Liang & Wei (2021) destacan que las condiciones ambientales del sitio, incluyendo factores climáticos y estructurales del bosque, influyen en la regeneración y crecimiento de las especies leñosas, resaltando la importancia del clima como regulador del desarrollo forestal.

Las variables bioclimáticas analizadas sugieren que el crecimiento diamétrico de *P. oleifolius* se relaciona con ambientes de mayor disponibilidad hídrica y menor estrés climático. Este comportamiento indica que el agua constituye un factor limitante importante en ecosistemas montanos, debido a su influencia sobre procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la formación de tejido leñoso. En este sentido, Allen y Reshears, (2020) señalan que el incremento del déficit hídrico reduce el crecimiento radial de los árboles debido al estrés hidráulico, mientras que una mayor disponibilidad de precipitación favorece la productividad forestal y el crecimiento secundario.

El ACP de las variables climáticas mostró una alta concentración de la variabilidad en Dim1 en todas las categorías de regeneración de *P. oleifolius*. En los brinzales, latizales, fustales y árboles maduros, donde la variabilidad acumulada de ambas dimensiones alcanzó 86,5 % en brinzales, 89,5 % en latizales, 89,4 % en fustales y 93,6 % en maduros. Estos resultados muestran que el componente climático principal estuvo fuertemente concentrado en Dim1, especialmente en los individuos maduros, donde se obtuvo el mayor porcentaje de explicación. Esto sugiere que las condiciones climáticas presentan un patrón relativamente definido dentro del área estudiada y que su importancia puede hacerse más evidente en las categorías de mayor desarrollo de la especie. González et al. (2025) señalan que la regeneración de esta especie está condicionada por las características ambientales del sitio, mientras que estudios sobre su distribución en los Andes han identificado variables relacionadas con la temperatura y la precipitación como factores importantes para explicar su presencia. En este sentido, el mayor porcentaje de variabilidad climática explicado en los individuos maduros (93,6 % acumulado) podría reflejar que estos individuos permanecen bajo condiciones ambientales relativamente constantes durante períodos prolongados.

4.3.4. Distribución vertical y horizontal de la regeneración natural de *P. oleifolius* D. Don.

La estructura vertical de *P. oleifolius* en el bosque de Llangodén evidencia la presencia de todas las categorías de desarrollo, desde brinzales hasta árboles maduros, lo que refleja una regeneración natural continua y una población con estabilidad estructural. La mayor densidad de individuos en las etapas iniciales (brinzales) es característica de especies tolerantes a la sombra, cuya regeneración ocurre bajo la cobertura del dosel forestal. En este sentido Cauca et al. (2024) señalan que esta capacidad esciófita permite el establecimiento de la especie bajo la cobertura del bosque y favorece su incorporación progresiva hacia estratos superiores. Asimismo, Su et al. (2024) indican que las condiciones lumínicas del sotobosque permiten que las plántulas optimicen el

aprovechamiento de la radiación disponible, favoreciendo su supervivencia y desarrollo. Estos resultados coinciden con lo reportado por Donoso et al. (2020) quienes sostienen que la abundancia de individuos en las primeras etapas de desarrollo constituye un indicador de regeneración exitosa y favorece el reemplazo gradual de los árboles adultos, contribuyendo a la permanencia de la especie en el ecosistema. Sin embargo, difieren parcialmente de lo encontrado por Aguirre y Encarnación (2021), quienes al evaluar la regeneración natural de *P. oleifolius* registraron una mayor densidad únicamente en la categoría de latizal bajo, atribuyendo este patrón a diferencias en la dinámica poblacional entre bosques.

La presencia de individuos en todos los estratos verticales evidencia una dinámica poblacional favorable y un proceso continuo de reemplazo, lo que contribuye a la permanencia de *P. oleifolius* en el bosque de Llangodén. Al respecto, Duymovic *et al.* (2024) señalan que una estructura poblacional conformada por diferentes etapas de desarrollo es fundamental para garantizar la persistencia de las especies en ecosistemas montanos, al favorecer el reemplazo progresivo de los árboles adultos. Asimismo, Quevedo-Rojas et al. (2024) indican que la arquitectura del dosel y la disponibilidad de luz filtrada desempeñan un papel importante en el establecimiento y crecimiento de individuos juveniles, debido a la adaptación de la especie a condiciones de sombra propias del sotobosque andino.

La estructura horizontal de *P. oleifolius* en el bosque de Llangodén muestra una clara dominancia basal, donde la mayor contribución al área basal corresponde a los árboles maduros, evidenciando que este estrato representa el componente dominante del bosque y concentra la mayor proporción de biomasa. De acuerdo con Duymovic et al. (2024), en ecosistemas boscosos conservados, los árboles de mayor tamaño contribuyen significativamente a la acumulación de biomasa aérea y al mantenimiento de la estructura del rodal.

La dominancia de los árboles maduros y su mayor área basal reflejan un patrón característico de los bosques montanos andinos, donde los individuos de mayor tamaño cumplen un papel importante en la estructura y funcionamiento del ecosistema. En estos ambientes, la biomasa aérea y la cobertura de copas regulan las condiciones microclimáticas del sotobosque, como la disponibilidad de luz y humedad, favoreciendo el establecimiento de la regeneración natural (He & Peng, 2023). Asimismo, la densidad del dosel determina la cantidad de radiación que alcanza los estratos inferiores, generando micrositios con diferentes condiciones ambientales que influyen en el reclutamiento y desarrollo de nuevos individuos (Wan & He, 2020).

Según Pardos y Calama (2022), estas condiciones favorecen la competencia durante las etapas intermedias del desarrollo, permitiendo que los individuos con mayor vigor alcancen posiciones superiores dentro del dosel. En conjunto, la presencia de árboles maduros y categorías de regeneración en el bosque de Llangodén sugiere una estructura espacial heterogénea que favorece la dispersión de semillas, el establecimiento de plántulas en micrositios adecuados y la continuidad poblacional, coincidiendo con lo señalado por Muller-Landau et al., (2018).

4.3.5. Dinámica de reclutamiento de las plantas de *P. oleifolius* D. Don.

Los resultados obtenidos evidencian una distribución tipo "J" invertida, caracterizada por una alta abundancia de brinzales y una disminución progresiva de individuos en las categorías de latizales y fustales, lo que refleja una regeneración natural activa. Este patrón coincide con lo señalado por Donoso *et al.* (2020), quienes indican que en los bosques montanos las especies tolerantes a la sombra presentan una elevada densidad en las primeras etapas de desarrollo; sin embargo, la cantidad de individuos disminuye conforme avanzan hacia categorías superiores debido a la competencia por luz, agua, nutrientes y espacio, además de la mortalidad natural.

Asimismo, mencionan que las especies del género *Podocarpus* pueden establecerse exitosamente bajo condiciones de sombra cuando existen características edáficas y climáticas favorables para la germinación y crecimiento. En este contexto, la presencia de individuos en todas las categorías de desarrollo en el bosque de Llangodén evidencia condiciones ambientales adecuadas para la regeneración de *P. oleifolius*, aunque solo una proporción de los individuos logra alcanzar etapas superiores debido a los procesos naturales de competencia y selección.

La mayor abundancia registrada en las etapas tempranas sugiere un proceso continuo de reclutamiento, cuya dinámica estaría relacionada con la disponibilidad de recursos y la capacidad de supervivencia de las plántulas bajo condiciones de sombra moderada en el sotobosque (González et al., 2025). La disponibilidad de luz y nutrientes constituye un factor determinante en el crecimiento de la regeneración natural, en interacción con las condiciones hídricas del suelo Soto (2017). De manera complementaria, Dong et al. (2016) señalan que la competencia por recursos en bosques densos puede limitar la supervivencia de las plántulas cuando existe una menor disponibilidad de luz o nutrientes, lo que explica la reducción progresiva de individuos entre las diferentes categorías de desarrollo.

La regeneración de *P. oleifolius* no depende únicamente del establecimiento inicial de plántulas, sino también de los factores que permiten su incorporación a clases de mayor tamaño. En este sentido He & Peng (2023), señalan que las especies del género *Podocarpus* pueden desarrollarse bajo condiciones de sombra; no obstante, su crecimiento y transición hacia etapas superiores están condicionados por modificaciones en la disponibilidad lumínica asociadas a la estructura del dosel y la formación de claros dentro del bosque.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las condiciones edafoclimáticas influyen en la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* en el bosque de Llangodén, debido a que las propiedades del suelo y las variables climáticas determinan las condiciones ambientales en las que ocurre el establecimiento y desarrollo de la especie.
- Las áreas de regeneración de *Podocarpus oleifolius* presentan suelos con reacción fuertemente ácida, altos contenidos de materia orgánica y propiedades físicas favorables para la retención de humedad, características que favorecen la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo de los individuos.
- Las condiciones climáticas del área de estudio se caracterizan por temperaturas moderadas, elevada precipitación y alta humedad, propias de los bosques montanos, proporcionando un ambiente adecuado para la regeneración y permanencia de la especie.
- La distribución vertical y horizontal de *Podocarpus oleifolius* presenta una estructura heterogénea, con mayor abundancia de individuos en las categorías de brinzales y menor representación en latizales, fustales y árboles maduros, evidenciando una dinámica poblacional característica de especies tolerantes a la sombra.
- La dinámica de reclutamiento de *Podocarpus oleifolius* muestra un patrón de distribución tipo "J" invertida, donde la elevada presencia de individuos juveniles indica una regeneración activa; sin embargo, la reducción progresiva hacia categorías superiores refleja la influencia de procesos ecológicos como competencia, mortalidad natural y disponibilidad de recursos.

5.2. Recomendaciones

- A los organismos de gestión local, promover la conservación y manejo sostenible del bosque de Llangodén, debido a que las condiciones edáficas y climáticas presentes en el área favorecen la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius*, lo que permite mantener la estabilidad y continuidad de la especie dentro del ecosistema.
- A las entidades de ejecución de proyectos de restauración, desarrollar estrategias de restauración ecológica y reforestación utilizando *Podocarpus oleifolius* como especie clave, especialmente en áreas degradadas cercanas al bosque, debido a su adaptación a las condiciones edáficas y climáticas de los bosques montanos andinos.
- A la comunidad universitaria (Docentes y Estudiantes) la realización de investigaciones futuras que profundicen en la relación entre los factores ambientales, la estructura forestal y la regeneración natural, incluyendo análisis de largo plazo sobre tasas de crecimiento, supervivencia y dinámica poblacional.
- A los gestores locales, sensibilizar a las comunidades locales sobre la importancia ecológica de *Podocarpus oleifolius* y del bosque de Llangodén, promoviendo acciones de conservación que contribuyan a la protección de este ecosistema.

REFERENCIAS

- A, C., & C, S. (2021). *Resultados de un estudio fitosociológico en un bosque de Podocarpus - Cajamarca. 11*(Revista Forestal del Perú), 1–15.
[http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol11_no1-2_82-83_\(15\)/vol11_art10.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol11_no1-2_82-83_(15)/vol11_art10.pdf)
- Abile, H., & Fituma, K. (2025). *Impact of land Eduardo, C., Menezes, G., Guareschi, R. F., Pereira, M. G., Helena, L., Anjos, C., Elizabeth, M., Correia, F., & Carvalho, F. (2017). organic matter in areas under secondary forests and pasture. 283–290.*
<https://doi.org/10.1590/010477602017>. 1–13.
- Aguirre, Z., & Encarnación, A. (2021). Evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don (Podocarpaceae) en dos relictos boscosos del sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 28(1), 199–216. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.281.28112>
%0A
- Alves, J., Oliveira, M., Chazdon, R., Calmon, M., Pinto, A., Darwin, E., & Pereira, B. (2022). El rol de la Regeneración Natural Asistida en la aceleración de la restauración de bosques y paisajes: Experiencias practices de campo. In *World Resources Institute*.
<https://doi.org/10.46830/wriipn.21.00081sp>
- Anderson, J. . M., & Ingram, J. S. !. (1993). *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods* (Second Edi). <https://doi.org/10.4236/jbnb.2012.322039>
- Ávila, M. A., Souza, S. R., Veloso, M. das D. M., Santos, R. M., Fernandes, L. A., & Nunes, Y. R. F. (2016). *Estrutura da regeneração natural em relação às propriedades do solo e distúrbio em duas florestas higrófilas. Cerne*, 22(1), 1–10.
<https://doi.org/10.1590/01047760201622012086>
- Bergin, D. O., & Kimberley, M. O. (2014). *Factors influencing natural regeneration of totara (*

- Podocarpus totara* D . Don) on grazed hill country grassland in Northland , New Zealand. 1–10. Science 2014, 44:13 <http://www.nzjforestryscience.com/content/44/1/13>
- Besi, E. E., Mustafa, M., Yong, C. S. Y., & Go, R. (2023). Deforestation Impacts on Diversity of Orchids with Inference on the Conservation Initiatives: Malaysia Case Study. *Botanical Review*, 89(4), 386–420. <https://doi.org/10.1007/s12229-023-09292-y>
- Bieluczyk, W., Noronha, N. C., Duarte, M. P., & Tsai, S. M. (2025). *Restoration of soil health by Amazonian secondary forests is severely eroded by slash- and-burn recurrence*. 254(June), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.108925>
- Braden, D., Mondal, P., Park, T., Alanís de la Rosa, J. A., Aldrete Leal, M. I., Cuenca Lara, R. A., Mayorga Saucedo, R., Paz, F., Salas-Aguilar, V. M., Soriano-Luna, M. de L. Á., & Vargas, R. (2024). Estimating forest extent across Mexico. *Environmental Research Letters*, 19(1). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad193e>
- Burga-Cieza, A. M., Burga Cieza, J., Iglesias-Osores, S., Alcalde-Alfaro, V. W., Martínez-Sovero, G., Dávila-Estela, L., & Villena-Velásquez, J. J. (2021). Estructura, diversidad y endemismo de la flora del relicto Los Lanches del bosque montano Las Palmas, Cajamarca, Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 9(1), 43–58. <https://doi.org/10.22386/ca.v9i1.319>
- Camacho-Tamayo, J. H., Forero-Cabrera, N. M., Ramírez-López, L., & Rubiano, Y. (2017). *Near-infrared spectroscopic assessment of soil texture in an oxisol of the eastern plains of Colombia*. *Colombia Forestal*, 20(1), 5–18. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a01>
- Carri, V., & García-ruíz, R. (2022). *one of Ecuador ' s Podocarpus National Park Forest Ecosystems Conversion of Andean montane forest to exotic forest plantation modi fi es soil physicochemical properties in the buffer z*. 9(November).

<https://doi.org/10.1016/j.fecs.2022.100076>

Carrión-Paladines, V., Benítez, Á., & B, R. G.-R. (2022). *La conversión de bosque montano andino a plantación forestal exótica modifica las propiedades fisicoquímicas del suelo en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus de Ecuador*. 1–32.

<https://doi.org/10.1016/j.fecs.2022.100076>

Cauca, U., Ernesto, F., Hurtado, P., María, A., & Vélez, M. (2024). *Caracterización estructural de fragmentos de Podocarpus oleifolius en bosques remanentes del suroccidente colombiano*. 1–10. <https://doi.org/10.21829/myb.2024.3022642>

Chapman, B. R., & Bolen, E. G. (2015). Montane Forests. In *Ecology of North America*. <https://doi.org/10.1002/9781118971550.ch9>

Chazdon, R. L., & Guariguata, M. R. (2016). Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. *Biotropica*, 48(6), 716–730. <https://doi.org/10.1111/btp.12381>

Cremona, M. V., & Enríquez, A. S. (2020). Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: el pH y la conductividad eléctrica. *Presencia*, 73, 5–8. Tip. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 28: 1-8, 2025. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2025.745>

Cue, J., Espinosa, C. I., & Aguirre3*-mendoza, Z. (2020). *Natural Regeneration in the Tumbesian Dry Forest : Identification of the Drivers Affecting Abundance and Diversity*. 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66743-x>

Dalling, J. W., Barkan, P., Bellingham, P. J., Healey, J. R., J., E. V., & Murillo, J. T. (2011). *Ecology and distribution of neotropical Podocarpaceae James*. 1–38. <https://doi.org/10.5479/si.0081024X.95.43>

- Dam, C. van. (2011). *La Gestión Social como Herramienta para la Reducción de Presiones a los Ecosistemas Forestales Andinos*. (Serie Investigación y Sistematización N.º 27). Programa Regional Ecobona–Intercooperation. www.bosquesandinos.info.
- Dietrich, L., et al. (2023). *Linking plant diversity–productivity relationships to plant functional traits of dominant species and changes in soil properties in 15-year-old experimental grasslands*. *Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1002/ece3.9883>
- Dong, T., Zhang, Y., Zhang, Y., & Zhang, S. (2016). Continuous planting under a high density enhances the competition for nutrients among young *Cunninghamia lanceolata* saplings. *Annals of Forest Science*, 331–339. <https://doi.org/10.1007/s13595-015-0518-1>
- Donoso, P. J., Ojeda, P. F., & Schnabel, F. (2020). *Initial Responses in Growth , Production , and Regeneration following Selection Cuttings in Hardwood-Dominated Temperate Rainforests in Chile*. <https://doi.org/10.3390/fl1040412>
- Doroski, D. A., Felson, A. J., Bradford, M. A., Ashton, M. P., Oldfield, E. E., Hallett, R. A., & Kuebbing, S. E. (2018). *Factors driving natural regeneration beneath a planted urban forest*. *Urban Forestry and Urban Greening*, 29(December 2017), 238–247. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.11.019>
- Duymovic, J. L., Perdomo, E., Vélez, M. M., & Ramírez, A. (2024). *Podocarpus oleifolius en bosques remanentes del suroccidente colombiano*. 30. <https://doi.org/10.21829/myb.2024.3022642>
- Ereso, T. (2023). Woody Species Conservation, Management, and Its Socioeconomic Importance of Agroforestry Practice in Ethiopia. *International Journal of Forestry Research*, 2023, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2023/2623291>
- Estrada, R., Hidalgo, C., Guzmán, R., Almaraz, J., Navarro, H., & Etchevers, J. (2017). *Soil*

- quality indicators to evaluate soil fertility*. 813–831. *Agrociencia*, 51(8).
<https://www.scielo.org.mx/scielo.php?>
- FAO. (2018). El Estado de los bosques del mundo; Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible. In *Fao* (Issues 978-92-5-130715–1). <http://www.fao.org/publications/es>
- Fernández-Hilario, R. (2019). Distribución espacial de la regeneración de *Weinmannia lechleriana* (Cunoniaceae) en un bosque montano del sector San Alberto, Parque Nacional Yanachaga-Chemillén (Perú). *Arnaldoa*, 26(1), 213–222.
<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26109>
- Ferre, M. (2019). *Modelos de regresión. Apuntes del curso FEIR3. Universidad de Murcia*.
<https://gauss.inf.um.es/feir/40/>
- Fisaha, G., Hundera, K., & Dalle, G. (2013). Woody plants' diversity, structural analysis and regeneration status of Wof Washa natural forest, North-east Ethiopia. *African Journal of Ecology*, 51(4), 599–608. <https://doi.org/10.1111/aje.12071>
- Galán, A. S. (2023). *Biología reproductiva de tres coníferas colombianas de la región Andina*:
<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/20cfa8e8-5c75-4918-adf0-ebb06e7f173c/content> <https://doi.org/10.57784/1992/73777>
- Gentry, A. H. (1988). *Changes in Plant Community Diversity and Floristic Composition on Environmental and Geographical Gradients*. 75(1), 1–34. <https://doi.org/10.2307/2399464>
- Greenacre, M., Groenen, P. J. F., Hastie, T., Iodice D'Enza, A., Markos, A., & Tuzhilina, E. (2022). Principal component analysis. *Nature Reviews Methods Primers*, 2, 100.
<https://doi.org/10.1038/s43586-022-00184-w>
- González, L., Aguirre, Z., & Gutiérrez, M. (2025). *Regeneración natural de Podocarpus oleifolius D. Don ex Lamb. y Podocarpus sprucei Parl. En el Jardín Botánico Reinaldo*

- Espinosa, Loja, Ecuador. <https://doi.org/10.54753/blc.v15i2>
- Guerra, O., Valencia, D., & Carreón, M. (2025). *Percepciones sobre el concepto de ‘ especie ’: el caso de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO)*
Perceptions of the concept of species : a case study of the bachelor ’ s degree in biology at the Universidad Autónoma. 1–14.
- Gutiérrez, E., & Luis Rodríguez Sosa. (2019). *Regeneración Natural Del Bosque Montano En El Parque Nacional Turquino.* 4(1), 1–9. <https://orcid.org/0000-0003-2192-3376>
- Ha, A., Runnel, K., Ranius, T., & Strengbom, J. (2024). *Diversity of forest structures important for biodiversity is determined by the combined effects of productivity, stand age, and management.* 718–729. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01971-9>
- He, D., & Peng, D. (2023). *The response of seedlings and saplings to canopy structure and light in different gaps in a spruce- fir mixed stand in Changbai Mountains , China.* 546(October), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113552>
- Hernández-Rivera, J., Razo-Zárate, R., Rodríguez-Laguna, R., González-Flores, G., José, Goche-Telles, R., Prieto-Ruiz, J. Á., Pérez-Hernández, & Fabián, J. (2020). *Regeneración natural de Pinus hartwegii Lindl.* <https://orcid.org/0000-0001-5560-9292>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. In *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* <https://doi.org/978-1-4562-6096-5>
- Hidalgo, A. R. (2022). *Estudio poblacional de tres especies forestales del bosque andino en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador.*
- Hofstede, R., Lips, J., & Co-Edición:, W. J. (1998). *Geografía, Ecología y Forestación de la sierra alta del Ecuador* Hofstede, R., Lips, J., & Co-Edición:, W. J. (1998). *Geografía,*

- Ecología y Forestación de la sierra alta del Ecuador*. <https://doi.org/9978-04-421-13>
- Inbar, A., Nyman, P., Lane, P. N. J., & Sheridan, G. J. (2020). The Role of Fire in the Coevolution of Soils and Temperate Forests. *Water Resources Research*, 56(8), 0–3. <https://doi.org/10.1029/2019WR026005>
- Kees, S., & Michela, J. F. (2020). Estructura y composición florística de tres tipos de bosques de la provincia del Chaco. *Avances*, 22(1), 21–33. <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869115002/637869115002.pdf>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria . (2024). *Manual de encalado de suelos ácidos*. <https://doi.org/978-9972-44-155-4>
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Posibilidades para un aprovechamiento sostenido*. Eschborn: GTZ. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- Liang, M., Han, T., Ma, J., Li, R., Yang, Y., Qiu, X., Sun, H., & Zheng, H. (2023). *Response of temperate forest ecosystem services to rainfall : A case study in the forest nature reserves of northern China*. April, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1132396>
- Liang, W., & Wei, X. (2021). Multivariate path analysis of factors influencing *Larix principis-rupprechtii* plantation regeneration in northern China. *Ecological Indicators*, 129, 107886. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107886>
- Liu, J., Zhou, M., Li, X., Li, T., Jiang, H., Zhao, L., Chen, S., Tian, J., & Han, W. (2023). *Phosphorus Addition Reduces Seedling Growth and Survival (Lauraceae) and Ectomycorrhizal Tree Castanopsis sclerophylla (Fagaceae) in Fragmented Forests in Eastern China*. <https://doi.org/10.3390/plants12162946>
- Llen, C. R. D. A., & Reshears, D. A. D. B. (2020). *On underestimation of global vulnerability to*

- tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene*. 6(July), 1–55.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1890/ES15-00203>.
- López, J., Perdomo, E., Marín, M., & Correa1*, A. R. (2024). *Caracterización estructural de fragmentos de Podocarpus oleifolius en bosquesremanentes del suroccidente colombiano*. 30, 1–14. <https://doi.org/10.21829/myb.2024.3022642>
- Lv, K., Zhou, M., Ding, Y., Zang, R., Yao, J., Luo, Y., & Yan, D. (2023). Regeneration characteristics and influencing factors of woody plant on natural evergreen secondary broad-leaved forests in the subtropical, China. *Global Ecology and Conservation*, 42(February), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02394>
- Marín Vélez, A. (1998). *Ecología y silvicultura de las podocarpáceas andinas de Colombia*. [s.l.]: Smurfit Cartón de Colombia.
- Martínez Pastur, G., Amoroso, M. M., Baldi, G., Barrera, M. D., Brown, A. D., Chauchard, L. M., Galetto, L., Garibaldi, L. A., Gasparri, I., Kees, S. M., Matteucci, S. D., Politi, N., Roig, F. A., & Peri, P. L. (2023). ¿Qué es un bosque nativo en la Argentina? Marco conceptual para una correcta definición de acuerdo con las políticas institucionales nacionales y el conocimiento científico disponible. *Ecología Austral*, 33(1), 152–169.
<https://doi.org/10.25260/ea.23.33.1.0.2040>
- Mendes, L. M., César, R. G., Uezu, A., Beltrame, T. P., Rodriguez, L. C. E., Gomes, H. B., & Cullen, L. (2021). Large canopy and animal-dispersed species facilitate natural regeneration in tropical forest restoration. *Restoration Ecology*, 29(4). <https://doi.org/10.1111/rec.13406>
- Menezes, G., Guareschi, R. F., Pereira, M. G., Helena, L., Anjos, C., Elizabeth, M., Correia, F., & Carvalho, F. (2017a). *Organic matter in areas under secondary forests and pasture*. 283–290. <https://doi.org/10.1590/01047760201723032333>

- Menezes, G., Guareschi, R. F., Pereira, M. G., Helena, L., Anjos, C., Elizabeth, M., Correia, F., & Carvalho, F. (2017b). *Organic matter in areas under secondary forests and pasture*. 283–290. <https://doi.org/10.1590/01047760201723032333>
- Mengistu, D. A., Bekele, D. A., Gela, A. G., Meshesha, D. T., & Getahun, M. M. (2023). Woody species diversity and regeneration status of Sub-Alpine forest of Mount Adama exclosure site, Northwestern highlands of Ethiopia. *Heliyon*, 9(6), e16473. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16473>
- Meza, E. (2012). Evaluación de la regeneración natural de *Podocarpus rospigliosii* Pilger en un bosque intervenido del Sector La Libertad , Distrito de Pampa Hermosa Satipo. In *Universidad Nacional del Centro de Perú*.
- MILL, R. R. (2015). *A monographic review of the genus Podocarpus (podocarpaceae): iii. the species of the regions of Central America and northern Mexico* (Vol. 72). <https://doi.org/10.1017/S0960428615000050>
- Móstiga, M., Armenteras, D., Vayreda, J., & Retana, J. (2024). Two decades of accelerated deforestation in Peruvian forests : a national and regional analysis (2000 – 2020). *Regional Environmental Change*, 24(2), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10113-024-02189-5>
- Muller-laundau, H. C., Schnitzer, S. A., & Wright, S. J. (2018). *Functional Traits of Tropical Trees and Lianas Explain Spatial Structure across Multiple Scales*. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12804>
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), 130–143. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326>
- Neill, D., & Cortez, L. (2017). Procesos y fundamentos de la investigación científica. In *Journal*

of Chemical Information and Modeling (Vol. 53, Issue 9).

[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14232/1/Cap.4-Investigación
cuantitativa y cualitativa.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14232/1/Cap.4-Investigación%20cuantitativa%20y%20cualitativa.pdf)

Nina Churqui, R. E., Pinto-Viveros, M. A., Sánchez, J., Arroyo-Herbas, L., Espinoza, D.,

Banegas, E., Pantoja, S., & Toledo, M. (2022). Estructura forestal y regeneración natural de poblaciones del pino de monte (*Podocarpus parlatorei* Pilg.) en el Departamento de Santa Cruz, Bolivia. In *Ecología Austral* (Vol. 32, Issue 2, pp. 307–318).

<https://doi.org/10.25260/ea.22.32.2.0.1873>

Okereke, Kenneth, E. U., Chukwu1, S. C., Olando, N. C., Angela, O. C., A, and O., & Francis3,

O. O. (2025). *Comparative analysis of soil fertility and nutrient dynamics in two secondary forests in awka north and south local government area, anambra state*. 8(2), 10–22.

<https://doi.org/10.52589/ajensr-wt10l47d>

Okimat, J. P., Babweteera, F., Glatthorn, J., & Ehbrecht, M. (2023). Effects of site conditions on regeneration of African mahogany (*Khaya anthotheca*) in a semi-deciduous East African tropical rainforest. *Restoration Ecology*, 31(8), 1–12. <https://doi.org/10.1111/rec.14032>

Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., & Tucto, A. (2017). Vivero forestal para la producción de plantones de especies Forestales nativas: experiencias en Molinopampa, Amazonas- Perú.

In *Minagri, Serfor, Iiap* (Vol. 1). <https://hdl.handle.net/20.500.12921/348>

<https://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/348/1/Oliva-doctec-2014d.pdf>

Pardos, M., & Calama, R. (2022). *Adaptive Strategies of Seedlings of Four Mediterranean Co-Occurring Tree Species in Response to Light and Moderate Drought : A Nursery Approach*.

<https://doi.org/10.3390/fl3020154>

Peters, F., Lippe, M., Eguiguren, P., & Günter, S. (2023). Forest Ecology and Management

- Forest ecosystem services at landscape level – Why forest transition matters ? *Forest Ecology and Management*, 534(August 2022), 120782.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.120782>
- Prada, C., Heineman, K., Pardo, M., Piponiot, C., & Dalling, J. W. (2025). *Soil and biomass carbon storage is much higher in Central American than Andean montane forests*. 3615–3634. <https://doi.org/10.5194/bg-22-3615-2025>
- Puerta, R., & Iannacone, J. (2023). *Analysis of forest cover in Parque Nacional Tingo María (Peru) using the random forest algorithm*. 14(3), 291–300.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.025>.
- Quevedo-rojas, A., Jerez-rico, M., Fariñas, M. R., Schwarzkopf, T., & García-núñez, C. (2024). *Light penetration and topography shape juvenile tree species assemblies in the understory of the tropical Andean cloud forest*. <https://doi.org/10.1017/S0266467424000178>
- Quiroga, M. P., Mathiasen, P., Iglesias, A., Mill, R. R., & Premoli, A. C. (2016). Molecular and fossil evidence disentangle the biogeographical history of Podocarpus, a key genus in plant geography. *Journal of Biogeography*, 43(2), 372–383. <https://doi.org/10.1111/jbi.12630>
- Ramos Reyes, J., Treviño Garza, E., Buendía Rodríguez, E., Alberto Aguirre Calderón, O., & López Martínez, J. (2017). *Productivity and vertical structure of a temperate forest with incidence of forest fire*. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(43).
- Reed, M. G., & Lidestav, G. (2023). Gender and the Imaginary of Forestry in Boreal Ecosystems. In *Advances in Global Change Research* (Vol. 74).
https://doi.org/10.1007/978-3-031-15988-6_22
- Reij, C., & Garrity, D. (2016). *Scaling up farmer-managed natural regeneration in Africa to restore degraded landscapes*. 48(February), 834–843.

<https://www.jstor.org/stable/48576580>

Rivera, M. Á. O., Altamirano, J. P. H., Barahona, W. E. C., & Costales, J. H. N. (2017). Suelos: caracterización e importancia. In *Universitas Nusantara PGRI Kediri* (Vol. 01).

<https://doi.org/978-987-88-5025-2>

Rosas-Patiño, G., & Sánchez-Castillo, E. Á. Á.-P. V. (2024). *La acidez del suelo limita la producción agrícola: una revisión enfocada en la amazonia colombiana soil*. 16(2025), 185–211. <https://doi.org/10.22490/21456453.7857>

Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. <https://doi.org/1978-1-4562-6096-5>

Shao, W., Wang, Q., & Guan, Q. (2022). *Distribution of soil available nutrients and their response to environmental factors based on path analysis model in arid and semi-arid area of northwest China*. 827(June), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154254>

Sharif, M., & Attarchi, S. (2024). Estimation of Hyrcanian forests coverage using ALOS PALSAR and MODIS satellite data (2007–2017). *Advances in Space Research*, 73(1), 426–439. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2023.08.021>

Soto, D. P. (2017). *Light and nitrogen interact to influence regeneration in old-growth Nothofagus- dominated forests in south-central Chile*. 384(January), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.016>

Su, S., Jin, N., & Wei, X. (2024). Effects of thinning on the understory light environment of different stands and the photosynthetic performance and growth of the reforestation species *Phoebe bournei*. *Journal of Forestry Research*, 35(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s11676-023-01651-0>

Toivonen, J., Kangas, A., Maltamo, M., Kukkonen, M., & Packalen, P. (2023). Assessing

- biodiversity using forest structure indicators based on airborne laser scanning data. *Forest Ecology and Management*, 546(September), 121376.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121376>
- Toro, L., Werden, L. K., Addo-danso, S. D., Andersen, K. M., Batterman, S., Bragadini, M. M., Choksi, P., Cole, R. J., Comita, L. S., Cusack, D., Dent, D. H., Dietterich, L. H., Fisher, J. B., Fleischer, K., Fuchslueger, L., Huanca-nunez, N., Lienau, J. R., Mcculloch, L. A., Morrissey, E. M., ... Wong, M. Y. (2025). *Integrating belowground recovery into tropical forest restoration design and monitoring*. *July*, 937–952.
<https://doi.org/10.1093/biosci/biaf097>
- Tulod, A. M., & Norton, D. A. (2020). Regeneration of native woody species following artificial gap formation in an early-successional forest in New Zealand. *Ecological Management and Restoration*, 21(3), 229–236. <https://doi.org/10.1111/emr.12429>
- Turner, B. L., Bielnicka, A. W., & Kim, P. J. (2024). *Stable soil phosphorus transformations following long-term litter manipulation in a lowland tropical forest*. 1(June), 1–21.
<https://doi.org/10.1016/j.soilad.2024.100002>
- Turner, B. L., & Cernusak, L. A. (2011). *Ecology of the Podocarpaceae in Tropical Forests* (Issue 95). <https://doi.org/0081-024X> (impreso); 1938-2812
- Veliz, M., Llactayo, W., Aparicio, R., Esenarro, D., Tinoco, P., ChristianTeodoro, Raymundo, V., & Carmago, A. (2025). *Degradation of hill and mountain forest ecosystems in the ponasa river basin, Peru*. 22(2), 207–224. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v22i2.7651>
- Vicuña-Miñano, E. E. (2005). Las Podocarpáceas de los bosques montanos del noroccidente peruano. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 283–288.
<https://doi.org/10.15381/rpb.v12i2.2400>

- Villanueva, R., Solís, R., Gómez, G., Castellanos, A., Mayorga, A., Pérez, K., & Hernández, M. (2023). *Parcelas permanentes para la investigación ecológico-silvícola de largo plazo* (Primera ed). <https://doi.org/978-607-571-943-6>
- Wagner, R. G., Gonzalez-Benecke, C. A., Nelson, A. S., & Jacobs, D. F. (2018). Forest regeneration in changing environments. *New Forests*, 49(6), 699–703. <https://doi.org/10.1007/s11056-018-9687-8>
- Wan, P., & He, R. (2020). *Canopy structure and understory light characteristics of a natural Quercus aliena var. acuteserrata forest in China northwest : Influence of different forest management methods*. 153(June), 1–7. <https://doi.org/10.3390/plants14203144>
- Xu, C., Xiang, W., Gou, M., Chen, L., Lei, P., Fang, X., Deng, X., & Ouyang, S. (2018). *Effects of Forest Restoration on Soil Carbon , Nitrogen , Phosphorus , and Their Stoichiometry in Hunan , Southern China*. C. <https://doi.org/10.3390/su10061874>
- Yamashina, C., Hara, M., & Fujita, T. (2021). The effects of human disturbance on the species composition, species diversity and functional diversity of a Miombo woodland in northern Malawi. *African Journal of Ecology*, 59(1), 216–224. <https://doi.org/10.1111/aje.12798>
- Yang, Y., Wang, L., Yang, Z., Xu, C., Xie, J., Chen, G., Lin, C., Guo, J., Liu, X., Xiong, D., Lin, W., Chen, S., He, Z., Lin, K., Jiang, M., & Lin, T. C. (2018). Large Ecosystem Service Benefits of Assisted Natural Regeneration. In *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences* (Vol. 123, Issue 2, pp. 676–687). <https://doi.org/10.1002/2017JG004267>
- Yu, Z., Ning, Z., Chang, W.-Y., Chang, S. J., & Yang, H. (2023). *Optimal harvest decisions for the management of carbon sequestration forests under price uncertainty and risk preferences*. 151(June), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2023.102957>

ANEXOS

Anexo 1

Ficha de muestreo de vegetación

[illegible]

Anexo 2

Ficha de muestreo de suelo

DATOS GENERALES	
Nombre del lugar en estudio:	Departamento:
Uso principal:	Provincia:
Dirección del predio:	Distrito:
DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO	
Nombre del punto de muestreo:	Operador:
Coordenadas (UTM, WGS84):	Descripción de la superficie:
X:	
Y:	
Temperatura (°C):	Precipitación:
Técnica de muestreo:	Instrumentos usados:
DATOS DE LAS MUESTRAS:	
Clave de la muestra:	
Fecha:	
Hora:	
Profundidad desde:	
Profundidad hasta:	
Características organolépticas:	
Color:	
Olor:	
Textura:	
Humedad:	
Estimación de la fracción > 2 mm (%)	
Cantidad de la muestra:	
Tipo de muestra:	
PARA MUESTRAS SUPERFICIALES COMPUESTAS:	
Área de muestreo (m²):	
Numero de sub muestras:	
Comentarios:	Croquis:

Anexo 3

Etiqueta de identificación de la muestra

IDENTIFICACION DE MUESTRA	
Código:	Fecha:
Hora:	Departamento:
Provincia:	Distrito:
Suelo ()	Hojarasca ()
Profundidad:	Altitud (m.s.n.m.)
Coordenadas UTM:	
X:	
Y:	

Datos de la parcela 2

Cod de arb	Nombre com	Nombre científico	Familia	CAP (cm)	CAP (m)	DAP(m)	Alt (m)	Altura	Categoría
1	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	80	0.8	0.2546	0.5027	14	Arboles maduros
2	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	79	0.79	0.2515	0.4902	10	Arboles maduros
3	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	78	0.78	0.2483	0.4778	10.5	Arboles maduros
4	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	46	0.46	0.1482	0.1390	12	Arboles maduros
5	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	79	0.79	0.2515	0.4902	13	Arboles maduros
6	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	31	0.31	0.0987	0.0755	12	Fuertes
7	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	132	1.32	0.4202	1.3665	13	Arboles maduros
8	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	56	0.56	0.1783	0.2463	9	Arboles maduros
9	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	69	0.69	0.2206	0.3739	10	Arboles maduros
10	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	57.5	0.575	0.1880	0.2907	12	Arboles maduros
11	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	119	1.19	0.3788	1.1122	13	Arboles maduros
12	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	46	0.46	0.1484	0.1662	11	Arboles maduros
13	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	30	0.3	0.0955	0.0707	15	Fuertes
14	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	28	0.28	0.0801	0.0616	14	Fuertes
15	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	102	1.02	0.3247	0.8171	12	Arboles maduros
16	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	57	0.57	0.1814	0.2552	15	Arboles maduros
17	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	87	0.87	0.2769	0.5945	14	Arboles maduros
18	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	58	0.58	0.1846	0.2642	12	Arboles maduros
19	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	59	0.59	0.1878	0.2734	12	Arboles maduros
20	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	41	0.41	0.1305	0.1320	13	Arboles maduros
21	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	46	0.46	0.1484	0.1662	14	Arboles maduros
22	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	67	0.67	0.2133	0.3526	15	Arboles maduros
23	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	98	0.98	0.3119	0.7543	14	Arboles maduros
24	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	67	0.67	0.2133	0.3526	15	Arboles maduros
25	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	28	0.28	0.0801	0.0616	13	Fuertes
26	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	35	0.35	0.1114	0.0962	13	Fuertes
27	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	27	0.27	0.0859	0.0573	14	Fuertes
28	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	68	0.68	0.2265	0.3632	13	Arboles maduros
29	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	55	0.55	0.1751	0.2376	10	Arboles maduros
30	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	44	0.44	0.1401	0.1521	12	Arboles maduros
31	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	41	0.41	0.1305	0.1320	12	Arboles maduros
32	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	80	0.80	0.2578	0.5153	11	Arboles maduros
33	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	54	0.54	0.1719	0.2200	13	Arboles maduros
34	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	75	0.75	0.2387	0.4408	14	Arboles maduros
35	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	43	0.43	0.1369	0.1452	15	Arboles maduros
36	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	80	0.8	0.2546	0.5027	15	Arboles maduros
37	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	47	0.47	0.1406	0.1735	13	Arboles maduros
38	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	67	0.67	0.2133	0.3526	14	Arboles maduros
39	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	95	0.95	0.3024	0.7988	11	Arboles maduros
40	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	54	0.54	0.1719	0.2200	12	Arboles maduros
41	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	55	0.55	0.1751	0.2376	13	Arboles maduros
42	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	55	0.55	0.1751	0.2376	15	Arboles maduros
43	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	66	0.66	0.2101	0.3421	11	Arboles maduros
44	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	72	0.72	0.2292	0.4072	10	Arboles maduros
45	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	62	0.62	0.1974	0.3109	13	Arboles maduros
46	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	68.5	0.685	0.2180	0.3465	13	Arboles maduros
47	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	65	0.65	0.2069	0.3338	14	Arboles maduros
48	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	94	0.94	0.2992	0.6940	15	Arboles maduros
49	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	39	0.39	0.1241	0.1195	12	Fuertes
50	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	63	0.63	0.2005	0.3117	13	Arboles maduros
51	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	56	0.56	0.1783	0.2463	12	Arboles maduros
52	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	39	0.39	0.1241	0.1195	10	Fuertes
53	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	52	0.52	0.1655	0.2124	12	Arboles maduros
54	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	80	0.8	0.2546	0.5027	9	Arboles maduros
55	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	41	0.41	0.1305	0.1320	12	Arboles maduros
56	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	34	0.34	0.1082	0.0908	13	Fuertes
57	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	60	0.6	0.2010	0.2827	11	Arboles maduros
58	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	170	1.7	0.5411	2.2496	13	Arboles maduros
59	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	100	1	0.3383	0.7854	11	Arboles maduros
60	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	44	0.44	0.1401	0.1521	9	Arboles maduros
61	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	53	0.53	0.1667	0.2206	10	Arboles maduros
62	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	109	1.09	0.3470	0.9331	13	Arboles maduros
63	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	45	0.45	0.1462	0.1590	11	Arboles maduros
64	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	58	0.58	0.1846	0.2642	12	Arboles maduros
65	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	71	0.71	0.2260	0.3999	13	Arboles maduros
66	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	122	1.22	0.3883	1.1490	12	Arboles maduros

Latifolia

Cod de arb	Nombre com	Nombre científico	Familia	CAP (cm)	Altura (m)	Categoría
1	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0	1.5	Latifolia
2	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	5	1.52	Latifolia

W. m. 23.15

Cod de arb	Nombre com	Nombre científico	Familia	CAP (mm)	Altura (cm)	Categoría
1	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.4	82	W. m. 23.15
2	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.7	96	W. m. 23.15
3	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.8	146	W. m. 23.15
4	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.8	137	W. m. 23.15
5	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.8	133	W. m. 23.15
6	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	202	W. m. 23.15
7	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.8	98	W. m. 23.15
8	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.8	102	W. m. 23.15
9	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.8	103	W. m. 23.15
10	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.8	154	W. m. 23.15
11	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	206	W. m. 23.15
12	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	203	W. m. 23.15
13	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.11	77	W. m. 23.15
14	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.11	71	W. m. 23.15
15	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.11	70	W. m. 23.15
16	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	89	W. m. 23.15
17	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.7	135	W. m. 23.15
18	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.7	148	W. m. 23.15
19	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.7	127	W. m. 23.15
20	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	85	W. m. 23.15
21	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	82	W. m. 23.15
22	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	81	W. m. 23.15
23	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	80	W. m. 23.15
24	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	80	W. m. 23.15
25	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	80	W. m. 23.15
26	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	80	W. m. 23.15
27	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.6	71	W. m. 23.15
28	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	80	W. m. 23.15
29	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	71	W. m. 23.15
30	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	80	W. m. 23.15
31	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	79	W. m. 23.15
32	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	86	W. m. 23.15
33	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.4	50	W. m. 23.15
34	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.4	56	W. m. 23.15
35	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.4	56	W. m. 23.15
36	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.8	71	W. m. 23.15
37	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.1	88	W. m. 23.15
38	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	91	W. m. 23.15
39	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.4	8	W. m. 23.15
40	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.8	87	W. m. 23.15
41	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	80	W. m. 23.15
42	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.4	126	W. m. 23.15
43	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.4	89	W. m. 23.15
44	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.3	65	W. m. 23.15
45	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	80	W. m. 23.15
46	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.7	28	W. m. 23.15
47	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.5	70	W. m. 23.15
48	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.4	15	W. m. 23.15
49	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.7	11	W. m. 23.15
50	Sucavillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceae	0.4	80	W. m. 23.15

Cod de arb	Nombre com	Nombre científico	Familia	CAP (mm)	Altura (cm)	Categoría
1	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.7	14	W. m. 23.15
2	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.8	12	W. m. 23.15
3	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.6	76	W. m. 23.15
4	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	26	W. m. 23.15
5	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.7	20	W. m. 23.15
6	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	21	W. m. 23.15
7	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	22	W. m. 23.15
8	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	88	W. m. 23.15
9	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.1	11	W. m. 23.15
10	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.8	22	W. m. 23.15
11	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	28	W. m. 23.15
12	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.1	15	W. m. 23.15
13	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.7	15	W. m. 23.15
14	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.4	0.1	W. m. 23.15
15	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	88	W. m. 23.15
16	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.6	66	W. m. 23.15
17	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.8	16	W. m. 23.15
18	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	17	W. m. 23.15
19	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	62	W. m. 23.15
20	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	22	W. m. 23.15
21	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	16	W. m. 23.15
22	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	87	W. m. 23.15
23	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.6	51	W. m. 23.15
24	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.7	81	W. m. 23.15
25	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	26	W. m. 23.15
26	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	26	W. m. 23.15
27	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.7	22	W. m. 23.15
28	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.6	16	W. m. 23.15
29	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.1	87	W. m. 23.15
30	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	12	W. m. 23.15
31	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.1	87	W. m. 23.15
32	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.1	29	W. m. 23.15
33	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	88	W. m. 23.15
34	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.7	12	W. m. 23.15
35	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.6	16	W. m. 23.15
36	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.7	27	W. m. 23.15
37	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	88	W. m. 23.15
38	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	22	W. m. 23.15
39	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	22	W. m. 23.15
40	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	27	W. m. 23.15
41	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	20	W. m. 23.15
42	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	24	W. m. 23.15
43	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.7	27	W. m. 23.15
44	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	14	W. m. 23.15
45	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	14	W. m. 23.15
46	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.7	80	W. m. 23.15
47	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	14	W. m. 23.15
48	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	14	W. m. 23.15
49	Sucavillo	Podocarpus pect. Clathratus	Podocarpaceae	0.5	19	W. m. 23.15

Datos de la parcela 3

Cod de arbo	Nombre común	Nombre científico	Familia	CAP (cm)	CA P (m)	DA P (m)	Ab (m ²)	Altura	Categoría
1	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	88	0.65	0.280	0.3530	10	Arbolito Viadero
2	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	11	0.11	0.050	0.0105	11	frutal
3	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	86	0.68	0.283	0.3630	10	Arbolito Viadero
4	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	143	1.43	0.492	1.3831	12	Arbolito Viadero
5	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	80	0.8	0.256	0.3027	10	Arbolito Viadero
6	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	19	0.19	0.095	0.0364	12	frutal
7	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	20	0.2	0.097	0.0364	15	frutal
8	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	99	0.99	0.336	0.3734	11	Arbolito Viadero
9	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	60	0.6	0.210	0.2627	9	Arbolito Viadero
10	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	36	0.36	0.146	0.1016	12	frutal
11	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	86	0.86	0.279	0.3008	15	Arbolito Viadero
12	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	124	1.24	0.390	1.3076	12	Arbolito Viadero
13	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	104	1.04	0.330	0.4408	15	Arbolito Viadero
14	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	64	0.64	0.237	0.3177	12	Arbolito Viadero
15	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	81	0.81	0.316	0.2922	14	Arbolito Viadero
16	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	36	0.36	0.120	0.1134	11	Arbolito Viadero
17	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	56	0.56	0.170	0.2463	10	Arbolito Viadero
18	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	92	0.92	0.298	0.3646	8.5	Arbolito Viadero
19	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	56	0.56	0.170	0.2463	9	Arbolito Viadero
20	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	8	0.08	0.025	0.0050	11	frutal Alto
21	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	85	0.85	0.270	0.3675	12	Arbolito Viadero
22	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	81	0.81	0.316	0.2922	15	Arbolito Viadero
23	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	96	0.96	0.336	0.3730	12	Arbolito Viadero
24	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	60	0.6	0.210	0.2627	10	Arbolito Viadero
25	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	11	0.11	0.044	0.0131	11	frutal
26	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	79	0.79	0.258	0.4042	9	Arbolito Viadero
27	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	70	0.7	0.228	0.3046	11	Arbolito Viadero
28	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	100	1	0.330	0.3654	15	Arbolito Viadero
29	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	88	0.88	0.280	0.3830	14	Arbolito Viadero
30	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	55	0.55	0.171	0.2376	8	Arbolito Viadero
31	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	44	0.44	0.140	0.1521	10	Arbolito Viadero
32	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	42	0.42	0.137	0.1508	15	Arbolito Viadero
33	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	51	0.51	0.169	0.2046	9.5	Arbolito Viadero
34	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	36	0.3	0.095	0.0707	15.5	frutal
35	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	49	0.49	0.150	0.1906	9	Arbolito Viadero
36	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	46	0.46	0.1526	0.1910	10	Arbolito Viadero
37	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	46	0.46	0.1526	0.1910	11	Arbolito Viadero
38	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	67	0.67	0.219	0.3626	9	Arbolito Viadero
39	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	22	0.22	0.070	0.0300	11	frutal
40	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	26	0.26	0.028	0.0531	9	frutal
41	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	125	1.25	0.399	1.2070	10	Arbolito Viadero
42	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	11	0.11	0.050	0.0105	10	frutal
43	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	16	0.16	0.060	0.0201	11	frutal
44	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	16	0.16	0.059	0.0194	12	frutal
45	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	29	0.29	0.095	0.0811	12	frutal
46	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	47	0.47	0.146	0.1715	11	Arbolito Viadero
47	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	96	0.96	0.235	0.3612	10	Arbolito Viadero
48	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	76	0.76	0.240	0.4078	15	Arbolito Viadero
49	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	25	0.25	0.076	0.0491	12	frutal
50	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	67	0.67	0.219	0.3626	15	Arbolito Viadero
51	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	69	0.69	0.205	0.3117	10	Arbolito Viadero
52	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	54	0.54	0.170	0.2390	15	Arbolito Viadero
53	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	1179	11.79	0.373	1.0717	15	Arbolito Viadero
54	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	66.1	0.661	0.202	0.3920	14	Arbolito Viadero
55	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	57	0.57	0.184	0.2512	10	Arbolito Viadero
56	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	55	0.55	0.171	0.2376	11	Arbolito Viadero
57	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	22	0.22	0.070	0.0300	12	frutal
58	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	47	0.47	0.146	0.1715	10	Arbolito Viadero
59	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	40	0.4	0.120	0.1257	12	Arbolito Viadero
60	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	45	0.45	0.140	0.1510	15	Arbolito Viadero
61	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	26	0.26	0.081	0.0816	15	frutal
62	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	46	0.46	0.1526	0.1910	10	Arbolito Viadero
63	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	44	0.44	0.140	0.1521	11	Arbolito Viadero
64	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	25	0.25	0.076	0.0491	12	frutal
65	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	52	0.52	0.165	0.2134	10	Arbolito Viadero
66	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	57	0.57	0.178	0.3075	11	frutal
67	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	126	1.26	0.404	1.2696	15	Arbolito Viadero
68	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	54	0.54	0.170	0.2390	10	Arbolito Viadero
69	Sacudillo	Podocarpus Dielsii	Podocarpaceae	75	0.75	0.230	0.4410	12	Arbolito Viadero

Datos de la parcela 4

Id. de parcela	Nombre de parcela	Superficie (m²)	CAP (m²)	CAP (m²)	Altura (m)	Altura (m)	Categoría
1	Suave	22	0.22	0.070	0.030	10	Pastal
2	Suave	26	0.26	0.083	0.031	12	Pastal
3	Suave	25	0.25	0.076	0.049	11	Pastal
4	Suave	52	0.52	0.263	0.294	10	Arbol no duro
5	Suave	36	0.36	0.059	0.030	8	Pastal
6	Suave	28	0.28	0.057	0.034	11	Pastal
7	Suave	29	0.29	0.053	0.061	10	Pastal
8	Suave	27	0.27	0.054	0.027	9	Pastal
9	Suave	68	0.68	0.265	0.662	10	Arbol no duro
10	Suave	78	0.78	0.243	0.478	11	Arbol no duro
11	Suave	125	1.25	0.397	1.272	12	Arbol no duro
12	Suave	47	0.47	0.146	0.175	12	Arbol no duro
13	Suave	23	0.23	0.072	0.045	10	Pastal
14	Suave	34	0.34	0.102	0.098	11	Pastal
15	Suave	127	1.27	0.374	1.071	13	Arbol no duro
16	Suave	65	0.65	0.268	0.338	10	Arbol no duro
17	Suave	57	0.57	0.204	0.252	11	Arbol no duro
18	Suave	55	0.55	0.175	0.376	10	Arbol no duro
19	Suave	68	0.68	0.265	0.612	12	Arbol no duro
20	Suave	22	0.22	0.070	0.030	12	Pastal
21	Suave	47	0.47	0.146	0.175	12	Arbol no duro
22	Suave	40	0.4	0.127	0.127	14	Arbol no duro
23	Suave	45	0.45	0.142	0.199	10	Arbol no duro
24	Suave	28	0.28	0.081	0.046	11	Pastal
25	Suave	48	0.48	0.153	0.183	10	Arbol no duro
26	Suave	44	0.44	0.141	0.152	11	Arbol no duro
27	Suave	25	0.25	0.076	0.049	9	Pastal
28	Suave	38	0.38	0.120	0.134	10	Pastal
29	Suave	24	0.24	0.074	0.042	9	Pastal
30	Suave	89	0.89	0.263	0.622	11	Arbol no duro
31	Suave	55	0.55	0.175	0.376	10	Arbol no duro
32	Suave	280	2	0.563	0.784	12	Arbol no duro
33	Suave	53	0.53	0.167	0.206	12	Arbol no duro
34	Suave	21	0.21	0.068	0.046	11	Pastal
35	Suave	60	0.6	0.250	0.267	12	Arbol no duro
36	Suave	37	0.37	0.117	0.175	13	Pastal
37	Suave	52	0.52	0.163	0.294	10	Arbol no duro
38	Suave	46	0.46	0.144	0.162	9	Arbol no duro
39	Suave	99	0.99	0.352	0.749	9.5	Arbol no duro
40	Suave	27	0.27	0.089	0.073	10	Pastal
41	Suave	38	0.38	0.120	0.134	11	Pastal
42	Suave	15	0.15	0.047	0.077	13	Pastal
43	Suave	64	0.64	0.207	0.227	10	Arbol no duro
44	Suave	43	0.43	0.139	0.142	11	Arbol no duro
45	Suave	71	0.71	0.230	0.398	9	Arbol no duro
46	Suave	66	0.66	0.201	0.422	13	Arbol no duro
47	Suave	70	0.7	0.228	0.394	13	Arbol no duro
48	Suave	52	0.52	0.163	0.294	12	Arbol no duro
49	Suave	70	0.7	0.228	0.394	11	Arbol no duro
50	Suave	40	0.4	0.127	0.127	13	Arbol no duro
51	Suave	29	0.29	0.093	0.061	10	Pastal
52	Suave	55	0.55	0.175	0.376	11	Arbol no duro
53	Suave	64	0.64	0.207	0.227	12	Arbol no duro
54	Suave	67	0.67	0.213	0.326	13	Arbol no duro
55	Suave	37	0.37	0.117	0.175	10	Pastal
56	Suave	44	0.44	0.141	0.152	11	Arbol no duro
57	Suave	88	0.88	0.281	0.602	11	Arbol no duro
58	Suave	68	0.68	0.265	0.662	12	Arbol no duro
59	Suave	69	0.69	0.226	0.739	12	Arbol no duro
60	Suave	80	0.8	0.256	0.507	13	Arbol no duro
61	Suave	32	0.32	0.102	0.084	12	Pastal
62	Suave	88	0.88	0.281	0.602	10	Arbol no duro
63	Suave	122	1.22	0.353	0.977	14	Arbol no duro
64	Suave	124	1.24	0.397	1.076	13	Arbol no duro
65	Suave	70	0.7	0.228	0.394	9	Arbol no duro
66	Suave	29	0.29	0.085	0.034	14	Pastal
67	Suave	47	0.47	0.146	0.175	11	Arbol no duro
68	Suave	32	0.32	0.082	0.023	9	Pastal
69	Suave	39	0.39	0.124	0.135	10	Pastal

Parcela	Nombre de parcela	Superficie (m²)	CAP (m²)	CAP (m²)	Altura (m)	Altura (m)	Categoría
70	Suave	22	0.22	0.070	0.030	10	Pastal
71	Suave	26	0.26	0.083	0.031	12	Pastal
72	Suave	25	0.25	0.076	0.049	11	Pastal
73	Suave	52	0.52	0.263	0.294	10	Arbol no duro
74	Suave	36	0.36	0.059	0.030	8	Pastal
75	Suave	28	0.28	0.057	0.034	11	Pastal
76	Suave	29	0.29	0.053	0.061	10	Pastal
77	Suave	27	0.27	0.054	0.027	9	Pastal
78	Suave	68	0.68	0.265	0.662	10	Arbol no duro
79	Suave	78	0.78	0.243	0.478	11	Arbol no duro
80	Suave	125	1.25	0.397	1.272	12	Arbol no duro
81	Suave	47	0.47	0.146	0.175	12	Arbol no duro
82	Suave	23	0.23	0.072	0.045	10	Pastal
83	Suave	34	0.34	0.102	0.098	11	Pastal
84	Suave	127	1.27	0.374	1.071	13	Arbol no duro
85	Suave	65	0.65	0.268	0.338	10	Arbol no duro
86	Suave	57	0.57	0.204	0.252	11	Arbol no duro
87	Suave	55	0.55	0.175	0.376	10	Arbol no duro
88	Suave	68	0.68	0.265	0.612	12	Arbol no duro
89	Suave	22	0.22	0.070	0.030	12	Pastal
90	Suave	47	0.47	0.146	0.175	12	Arbol no duro
91	Suave	40	0.4	0.127	0.127	14	Arbol no duro
92	Suave	45	0.45	0.142	0.199	10	Arbol no duro
93	Suave	28	0.28	0.081	0.046	11	Pastal
94	Suave	48	0.48	0.153	0.183	10	Arbol no duro
95	Suave	44	0.44	0.141	0.152	11	Arbol no duro
96	Suave	25	0.25	0.076	0.049	9	Pastal
97	Suave	38	0.38	0.120	0.134	10	Pastal
98	Suave	24	0.24	0.074	0.042	9	Pastal
99	Suave	89	0.89	0.263	0.622	11	Arbol no duro
100	Suave	55	0.55	0.175	0.376	10	Arbol no duro
101	Suave	280	2	0.563	0.784	12	Arbol no duro
102	Suave	53	0.53	0.167	0.206	12	Arbol no duro
103	Suave	21	0.21	0.068	0.046	11	Pastal
104	Suave	60	0.6	0.250	0.267	12	Arbol no duro
105	Suave	37	0.37	0.117	0.175	13	Pastal
106	Suave	52	0.52	0.163	0.294	10	Arbol no duro
107	Suave	46	0.46	0.144	0.162	9	Arbol no duro
108	Suave	99	0.99	0.352	0.749	9.5	Arbol no duro
109	Suave	27	0.27	0.089	0.073	10	Pastal
110	Suave	38	0.38	0.120	0.134	11	Pastal
111	Suave	15	0.15	0.047	0.077	13	Pastal
112	Suave	64	0.64	0.207	0.227	10	Arbol no duro
113	Suave	43	0.43	0.139	0.142	11	Arbol no duro
114	Suave	71	0.71	0.230	0.398	9	Arbol no duro
115	Suave	66	0.66	0.201	0.422	13	Arbol no duro
116	Suave	70	0.7	0.228	0.394	13	Arbol no duro
117	Suave	52	0.52	0.163	0.294	12	Arbol no duro
118	Suave	70	0.7	0.228	0.394	11	Arbol no duro
119	Suave	40	0.4	0.127	0.127	13	Arbol no duro
120	Suave	29	0.29	0.093	0.061	10	Pastal
121	Suave	55	0.55	0.175	0.376	11	Arbol no duro
122	Suave	64	0.64	0.207	0.227	12	Arbol no duro
123	Suave	67	0.67	0.213	0.326	13	Arbol no duro
124	Suave	37	0.37	0.117	0.175	10	Pastal
125	Suave	44	0.44	0.141	0.152	11	Arbol no duro
126	Suave	88	0.88	0.281	0.602	11	Arbol no duro
127	Suave	68	0.68	0.265	0.662	12	Arbol no duro
128	Suave	69	0.69	0.226	0.739	12	Arbol no duro
129	Suave	80	0.8	0.256	0.507	13	Arbol no duro
130	Suave	32	0.32	0.102	0.084	12	Pastal
131	Suave	88	0.88	0.281	0.602	10	Arbol no duro
132	Suave	122	1.22	0.353	0.977	14	Arbol no duro
133	Suave	124	1.24	0.397	1.076	13	Arbol no duro
134	Suave	70	0.7	0.228	0.394	9	Arbol no duro
135	Suave	29	0.29	0.085	0.034	14	Pastal
136	Suave	47	0.47	0.146	0.175	11	Arbol no duro
137	Suave	32	0.32	0.082	0.023	9	Pastal
138	Suave	39	0.39	0.124	0.135	10	Pastal

Datos de la parcela 5

Cod. de arbo	Nombre com	Nombre científico	Familia	C.A.F (cm)	C.A.P (m)	D.N.P (m)	Nº (m)	Altura	Categoría
1	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	35	035	01191	0.09632128	11	Fustal
2	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	34	034	01003	0.09179203	12	Fustal
3	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	59	059	01870	0.273971	13	Arbol mediano
4	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	44	044	01406	0.1515300	11	Arbol mediano
5	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	39	039	01240	0.1194536	9	Fustal
6	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	40	04	01272	0.1356671	10	Arbol mediano
7	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	33	033	01094	0.0852986	12	Fustal
8	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	54	054	01789	0.294021	11	Arbol mediano
9	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	33	033	01094	0.0852986	10	Fustal
10	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	48	048	01579	0.1889574	12	Arbol mediano
11	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	56	056	03058	0.7342295	10	Arbol mediano
12	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	37	037	01177	0.1075201	9	Fustal
13	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	51	051	01624	0.2043026	13	Arbol mediano
14	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	59	059	03153	0.7876074	11	Arbol mediano
15	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	59	059	01870	0.273971	9	Arbol mediano
16	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	40	04	01272	0.1356671	12	Arbol mediano
17	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	52	052	01652	0.2137166	11	Arbol mediano
18	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	70	07	02282	0.3848451	11	Arbol mediano
19	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	41	041	01351	0.1010543	10	Arbol mediano
20	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	79	079	02946	0.4901699	10	Arbol mediano
21	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	50	05	01595	0.1964354	0.5	Arbol mediano
22	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	45	045	01430	0.1594313	9	Arbol mediano
23	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	27	027	00994	0.0572553	10	Fustal
24	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	39	039	01240	0.1194536	11	Fustal
25	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	51	051	01624	0.2043026	10	Arbol mediano
26	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	52	052	01652	0.2137166	9	Arbol mediano
27	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	30	03	00999	0.0706503	11	Fustal
28	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	56	056	03058	0.7342295	12	Arbol mediano
29	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	104	104	03904	0.8494665	15	Arbol mediano
30	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	44	044	01406	0.1515300	12	Arbol mediano
31	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	69	069	02193	0.3795007	11	Arbol mediano
32	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	63	063	02064	0.3117453	10	Arbol mediano
33	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	59	059	01870	0.273971	11	Arbol mediano
34	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	50	050	01842	0.2642794	9	Arbol mediano
35	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	95	095	03039	0.70802104	11	Arbol mediano
36	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	29	029	00921	0.0665199	9	Fustal
37	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	38	038	01286	0.1154119	10	Fustal
38	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	88	088	02801	0.6382134	12	Arbol mediano
39	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	28	028	00893	0.0619752	11	Arbol mediano
40	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	12	012	00900	0.0130973	11	Fustal
41	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	100	1	03181	0.7839016	12	Arbol mediano
42	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	98	098	03184	0.7542564	10	Arbol mediano
43	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	44	044	01406	0.1515300	9	Arbol mediano
44	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	55	055	01797	0.2279124	10	Arbol mediano
45	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	64	064	02072	0.3209909	11	Arbol mediano
46	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	34	034	01083	0.09179203	9	Fustal
47	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	50	050	01842	0.2642794	11	Arbol mediano
48	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	84	084	02678	0.5541784	10	Arbol mediano
49	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	51	051	01624	0.2043026	12	Arbol mediano

Cod. de arbo	Nombre com	Nombre científico	Familia	C.A.F (cm)	Altura (cm)	Categoría
1	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	4.8	2.3	Arbolal
2	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	5.9	1.80	Arbolal
3	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	3.1	1.62	Arbolal
4	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	3.5	1.7	Arbolal
5	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	5.7	2.6	Arbolal
6	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	6.1	2.10	Arbolal
7	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	4.5	1.80	Arbolal
8	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	5.2	2.6	Arbolal
9	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	4.2	1.7	Arbolal
10	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	5.2	1.8	Arbolal
11	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	4.7	2.3	Arbolal
12	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	4.9	2.5	Arbolal

Cod. de arbo	Nombre com	Nombre científico	Familia	C.A.F (mm)	Altura (cm)	Categoría
1	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.13	80	Arbolal
2	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.4	11	Arbolal
3	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	30	Arbolal
4	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.4	30	Arbolal
5	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.8	30	Arbolal
6	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.13	57	Arbolal
7	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	80	Arbolal
8	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	20	Arbolal
9	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.4	20	Arbolal
10	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	80	Arbolal
11	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	80	Arbolal
12	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	40	Arbolal
13	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.8	23	Arbolal
14	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.13	10	Arbolal
15	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	40	Arbolal
16	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	60	Arbolal
17	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	4	80	Arbolal
18	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.7	80	Arbolal
19	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	60	Arbolal
20	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	20	Arbolal
21	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	20	Arbolal
22	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	20	Arbolal
23	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	40	Arbolal
24	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	10	Arbolal
25	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	60	Arbolal
26	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	35	Arbolal
27	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	30	Arbolal
28	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.9	40	Arbolal
29	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	30	Arbolal
30	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.13	60	Arbolal
31	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.12	40	Arbolal
32	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	60	Arbolal
33	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.4	40	Arbolal
34	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	20	Arbolal
35	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	20	Arbolal
36	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	30	Arbolal
37	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.9	20	Arbolal
38	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	30	Arbolal
39	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.7	30	Arbolal
40	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.4	80	Arbolal
41	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	30	Arbolal
42	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	60	Arbolal

Cod. de arbo	Nombre com	Nombre científico	Familia	C.A.F (mm)	Altura (cm)	Categoría
1	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.8	60	Arbolal
2	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	40	Arbolal
3	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	10	Arbolal
4	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	45	Arbolal
5	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	20	Arbolal
6	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	50	Arbolal
7	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.22	20	Arbolal
8	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.4	45	Arbolal
9	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	45	Arbolal
10	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	45	Arbolal
11	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	35	Arbolal
12	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.4	30	Arbolal
13	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	10	Arbolal
14	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	30	Arbolal
15	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	60	Arbolal
16	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.7	35	Arbolal
17	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.4	30	Arbolal
18	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	30	Arbolal
19	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	30	Arbolal
20	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.8	15	Arbolal
21	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.6	40	Arbolal
22	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	40	Arbolal
23	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.13	30	Arbolal
24	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.9	20	Arbolal
25	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.5	40	Arbolal
26	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.4	30	Arbolal
27	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.3	10	Arbolal
28	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.2	20	Arbolal
29	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.4	50	Arbolal
30	Sauceillo	Podocarpus Oleifolius	Podocarpaceas	0.2	35	Arbolal

134

[illegible]

Anexo 5

Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO LABSAF BAÑOS DEL INCA N° 111596-25 / SU / BI



I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : ROSA HILDA VASQUEZ CIEZA
 Propietario / Productor : ROSA HILDA VASQUEZ CIEZA
 Dirección del cliente : JR. CARLOS LAGOMARCINO N° 452
 Solicitado por : CLIENTE
 Muestreado por (**) : CLIENTE
 Referencia del muestreo (**) : RESERVADO POR EL CLIENTE
 Procedencia de muestra(s) (**) : LLANGODEN - LAJAS - CHOTA - CAJAMARCA
 Fecha(s) de muestreo (**) : 2025-10-08
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2025-10-21
 Lugar de ensayo : LABSAF BAÑOS DEL INCA
 Fecha(s) de análisis : Del 2025-10-22 al 2025-11-20
 Cotización del servicio : 376-25-BI
 Fecha de emisión : 2025-11-21

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	8U3423-BI-25	8U3424-BI-25	8U3425-BI-25	8U3426-BI-25	8U3427-BI-25	8U3428-BI-25
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de Muestreo (**) :	2025-10-08	2025-10-08	2025-10-08	2025-10-08	2025-10-08	2025-10-08
Hora de Inicio de Muestreo (h) (**) :	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (**) :	Lip1	Lip2	Lip3	Lip4	Lip5	Lip6
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0,10	4,4	3,9	4,3	4,2
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,00	3,3	6,0	2,9	3,2
Acidez Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	8,5	11,1	11,1	9,1
Aluminio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,50	6,9	8,9	9,2	7,1
Materia Orgánica	%	0,10	11,6	14,3	15,0	14,0
Fósforo Disponible	mg/kg	0,50	81,1	39,9	145,7	49,4
Textura	-	-	-	-	-	-
Arena	%	-	60	72	66	54
Arilla	%	-	10	12	10	12
Limo	%	-	30	16	24	34
Clase Textural	-	-	Franco Arenoso	Arena Franca	Franco Arenoso	Franco Arenoso



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follares
 Acreditado con la Norma
 NTP-ISO/IEC 17025:2017
 LABSAF Baños del Inca
 Dirección: Jr. Wiracocha sin Baños del Inca
 Email: labsafbanoedelinca@inia.gob.pe



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO LABSAF BAÑOS DEL INCA N° 111596-25NA / SU / BI

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : ROSA HILDA VASQUEZ CIEZA
 Propietario / Productor : ROSA HILDA VASQUEZ CIEZA
 Dirección del cliente : JR. CARLOS LAGOMARCINO N° 452
 Solicitado por : CLIENTE
 Muestreado por : CLIENTE
 Referencia del muestreo : RESERVADO POR EL CLIENTE
 Procedencia de muestra(s) (**) : LLANGODEN - LAJAS - CHOTA - CAJAMARCA
 Fecha(s) de muestreo (**) : 2025-10-08
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2025-10-21
 Lugar de ensayo : LABSAF BAÑOS DEL INCA
 Fecha(s) de análisis : Del 2025-10-22 al 2025-11-20
 Cotización del servicio : 376-25-BI
 Fecha de emisión : 2025-11-21

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	8U3423-BI-25	8U3424-BI-25	8U3425-BI-25	8U3426-BI-25	8U3427-BI-25	8U3428-BI-25
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo
Fecha de Muestreo (**)	2025-10-08	2025-10-08	2025-10-08	2025-10-08	2025-10-08	2025-10-08
Hora de Inicio de Muestreo (h) (**)	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
Código/identificación de la Muestra por el Cliente (**)	Lip1	Lip2	Lip3	Lip4	Lip5	Lip6
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
Potasio Disponible	mg/kg	0,05	100,78	61,19	86,81	89,16
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/g	0,10	5,48	7,64	7,52	6,07
Metales	-	-	-	-	-	-
Calcio (Ca) (MPAES)	mg/kg	0,05	205,96	794,84	86,91	36,97
Cromo (Cr) (MPAES)	mg/kg	0,05	16,00	13,00	13,99	15,99
Cobre (Cu) (MPAES)	mg/kg	0,05	2,00	<0,05	2,00	3,00
Hierro (Fe) (MPAES)	mg/kg	0,05	942,81	884,82	824,18	1 094,12
Potasio (K) (MPAES)	mg/kg	0,05	635,87	810,84	449,55	454,64
Magnesio (Mg) (MPAES)	mg/kg	0,05	862,83	921,82	983,02	778,38
Manganeso (Mn) (MPAES)	mg/kg	0,05	46,99	49,99	38,96	31,97
Sodio (Na) (MPAES)	mg/kg	0,05	52,99	2 716,46	1,00	54,96
Plomo (Pb) (MPAES)	mg/kg	0,05	12,00	11,00	9,99	11,99
Zinc (Zn) (MPAES)	mg/kg	0,05	13,00	13,00	12,99	11,99



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follajes
 Acreditado con la Norma
 NTP-ISO/IEC 17025:2017
 LABSAF Baños del Inca
 Dirección: Jr. Wiracocha s/n Baños del Inca
 Email: labsafbanosdelinca@inia.gob.pe

F-48 / Vw.06
 www.inia.gob.pe

Figura 30.
Instalación de parcelas de 20 x 50 m



Figura 31.
Toma de punto en el centro de la parcela de 20x50m



Figura 32.
Medición de alturas de brinzales en la parcela 2x2



Figura 33.
Medición de CAP de brinzales en una parcela de 2x2m



Figura 34.

Medición de altura de latizales en parcela de 10x 10m



Figura 35.

Medición de DAP de árboles maduros



2

Figura 36.
Muestreo de suelo



Figura 37.
Ejemplar de Podocarpus oleifolius



Figura 38.
Grupo de trabajo en campo

