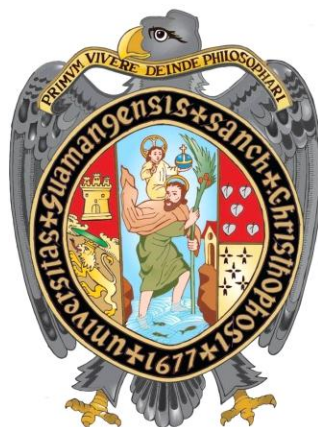


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Caracterización estructural del bosque de pino (*Pinus radiata*
D. Don), Llumchicanca, 3746 msnm, Los Morochucos,
Cangallo, Ayacucho, 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
Fredy Jhon Méndez Arango**

**ASESOR:
Dr. Yuri Gálvez Gastelú**

Ayacucho – Perú

2022



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

TESIS

**Caracterización estructural del bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don), Llumchicancha,
3746 msnm, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho, 2019**

Expedito : 03 de enero del 2022

Sustentado : 13 de julio del 2022

Calificación : Muy bueno

Jurados :


.....
Dr. RÓMULO AGUSTIN SOLANO RAMOS
Presidente


.....
Ing. EDGAR TENORIO MANCILLA
Miembro


.....
Mg. CARLOS MÁXIMO MALPICA RAMOS
Miembro


.....
Dr. YURI GÁLVEZ GASTELÚ
Asesor

Doy gracias a Dios por permitirme tener la fuerza para realizar mi carrera, con todo cariño a mis padres, por su esfuerzo en concederme la oportunidad de estudiar y por su constante apoyo a lo largo de mi vida.

A mis hermanos, parientes y amigos, por sus consejos, paciencia y toda la ayuda que me brindaron para concluir mis estudios.

...Fredy

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mi Formación Profesional.

A la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus enseñanzas y acertados concejos, en la culminación de mi carrera profesional.

Al Dr. Yuri Gálvez Gastelú, docente de la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por su participación y asesoramiento desinteresada en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A las autoridades del Centro Poblado de Llumchicancha del distrito de Los Morochucos, por su apoyo durante la ejecución y sistematización del presente trabajo de investigación; así como a los comuneros por su apoyo logístico en la etapa del campo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	1
Introducción	2
 CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Bases teóricas	8
1.2.1. Bosque.....	8
1.2.1.1. Funciones del bosque.....	9
1.2.1.2. Tipos de bosque	9
1.2.1.3. Bosques en comunidades campesinas.....	13
1.2.2. Composición estructural de un bosque	14
1.2.2.1. Estructura horizontal.....	16
1.2.2.2. Estructura vertical	19
1.2.2.3. Medida dasométrica	19
1.2.2.4. Tipos de árboles	22
1.2.3. Pino (<i>Pinus radiata</i> D. Don).....	22
1.2.3.1. Origen y ecología de <i>Pinus radiata</i> D. Don	22
1.2.3.2. Clasificación taxonómica del pino.....	23
1.2.3.3. Características del pino	24
1.2.3.4. Distribución del pino	24
1.2.3.5. Usos del pino	24
1.2.3.6. Potencial forestal del pino.....	24
1.2.3.7. Potencial forestal del pino.....	25
 CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	26
2.1. Ubicación del trabajo de investigación	26

2.2.	Características ecológicas del lugar de investigación	27
2.3.	Características climáticas del lugar de investigación.....	27
2.4.	Características edafológicas del lugar de investigación.....	29
2.5.	Área y material de estudio	30
2.6.	Factores de estudio.....	30
2.7.	Distribución de campo de estudio	31
2.8.	Establecimiento de área de muestreo	32
2.9.	Recolección de información.....	32
2.10.	Tabulación de datos procesamiento de información.....	32
2.11.	Parámetros evaluados.....	33
2.11.1.	Composición florística arbórea	33
2.11.2.	Estructura horizontal	33
2.11.3.	Estructura vertical	36
2.11.4.	Medida dasométrica	37
2.11.5.	Tipo de árboles según posición de la copa.....	39
2.11.6.	Aspectos morfológicos y estado sanitario.....	39

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN 41

3.1.	Composición florística arbórea	41
3.1.1.	Identificación de familia, género y especies taxonómicas	41
3.2.	Estructura horizontal	42
3.2.1.	Abundancia, frecuencia y dominancia	42
3.2.2.	Índice de valor de importancia (IVI).....	43
3.2.3.	Cociente de mezcla (CM)	44
3.3.	Estructura vertical	45
3.3.1.	Estrato arbóreo	45
3.4.	Medidas dasométricas	45
3.4.1.	Diámetro a la altura del pecho (DAP).....	45
3.4.2.	Altura	46
3.4.3.	Área basal y volumen.....	47
3.4.4.	Incremento medio anual (IMA)	48
3.5.	Tipo de árbol según posición de la copa	49
3.6.	Aspecto morfológico y estado sanitario.....	49

CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	53
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico. Estación Meteorológica de Pampa Cangallo, Ayacucho	28
Tabla 2.2. Caracterización del suelo del bosque de pino del Centro Poblado de Llumchicancha, distrito Los Morochucos, provincia Cangallo, Ayacucho.....	29
Tabla 3.1. Composición florística arbórea en el bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho .	41
Tabla 3.2. Abundancia absoluta y relativa del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho .	42
Tabla 3.3. Frecuencia absoluta y relativa del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho .	42
Tabla 3.4. Dominancia absoluta y relativa del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho .	42
Tabla 3.5. Índice de valor de importancia (IVI) del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.....	43
Tabla 3.6. Estrato arbóreo del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho	45
Tabla 3.7. Clase diametral de los árboles del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho .	46
Tabla 3.8. Categoría de altura de los árboles del bosque del pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho .	47
Tabla 3.9. Categoría del área basal y volumen de los árboles del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho	48
Tabla 3.10. Incremento de medio anual de los árboles del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.....	49
Tabla 3.11. Tipos de árbol según posición de la copa del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.....	49
Tabla 3.12. Aspecto morfológico y estado sanitario de los árboles del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Posición de la copa de los árboles (Huchinson 1993).	21
Figura 2.1. Mapa de ubicación del lugar de investigación, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.	26
Figura 2.2. Mapa de ubicación del área de estudio del bosque de pino de Llumchicancha.	27
Figura 2.3. Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico. Estación Meteorológica de Pampa Cangallo, Ayacucho.	28
Figura 2.4. Esquema de la distribución del campo de estudio	31

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Datos, cálculos y resultados de la estructura horizontal, vertical y otros del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i> D. Don.), Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo	58
Anexo 2. Identificación taxonómica del pino	62
Anexo 3. Ficha edafológica del suelo del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo.....	63
Anexo 4. Diagnóstico fitopatológico	65
Anexo 5. Mapa temático: Zona de vida del distrito de Los Morochucos.....	66
Anexo 6. Plano: Croquis del área de evaluación, bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo.....	67
Anexo 7. Galería de fotografías del bosque de pino (<i>Pinus radiata</i>), Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo.....	68

RESUMEN

Trabajo de investigación desarrollado en el bosque de pino del Centro Poblado de Llumchicancha, distrito de Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho, con el objetivo de conocer las características estructurales del bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don). La evaluación se desarrolló en una parcela de una hectárea (200 m x 50 m) del área representativa del bosque, registrando todo el espécimen encontrada en cada una de las 20 subparcelas de 500 m². Se ha identificado únicamente la especie *Pinus radiata*, correspondiente al género *Pinus*, familia Pinaceae. La estructura horizontal compuesta por la abundancia, frecuencia, dominancia y el índice de valor de importancia (IVI), está representada solamente por la especie *Pinus radiata*, con un cociente de mezcla de 0.001. La estructura vertical del bosque está representada por el estrato arbóreo Fustal con un 56.15% de la población, seguido por Latizal con 29.44%. Asimismo, el 56.15% de los árboles del bosque alcanzan un DAP entre 10 a 19.99 cm, mientras el 67.93% de los árboles lograr una altura de 5 a 9.99 m; el área basal y volumen todos los árboles no superan 0.10 m² y 0.10 m³, respectivamente, y el incremento medio anual (IMA) es de 9.07 m³/ha/año. Finalmente, el 81.70% de los árboles del bosque corresponde al tipo 2 (árboles dominantes) y el 74.34% de los árboles poseen en fustes normales.

Palabra clave: característica estructural del bosque de pino

INTRODUCCIÓN

La importancia de evaluar y conocer la dinámica de los bosques, se hace cada vez más evidente a nivel del mundo y en el país, por cuanto los bosques ofrecen múltiples beneficios, siendo las principales fuentes de muchos productos o bienes, servicios ambientales, centros de diversidad biológica y de conservación de muchas especies nativas. Sin embargo, los ecosistemas boscosos tropicales, costeros y andinos, tanto como la de regeneración natural, así como las establecidas, están siendo sometidos a fuertes presiones antrópicas, debido al aprovechamiento inadecuado de los recursos forestales, ampliación de la frontera agrícola, sobrepastoreo, tala indiscriminada de los árboles, daño causado por animales e incendios forestales.

El bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don) de 7.36 hectáreas, establecido alrededor de hace diez años en el Centro Poblado de Llumchicancha, situado en una zona de vida bosque húmedo - MONTANO SUBTROPICAL (bh-MS) ver (Anexo 4) a 3,746 msnm, forma parte de los ecosistemas boscosos de la región altoandina de Ayacucho, brindando múltiples beneficios al poblador rural del entorno. Sin embargo al igual que todo los ecosistemas forestales presenta diversos problemas de acción antrópica, principalmente por el aprovechamiento inadecuado del bosque, y por el entorpecimiento biológico, causado por los animales domésticos y patógenos, hechos que también está relacionado con el desconocimiento de la composición y la estructura del bosque, además del manejo inadecuado de las plantaciones, no está brindando los beneficios y servicios anhelados, tampoco permite instaurar practica silvícola adecuada, puesto que “la caracterización estructural de la vegetación facilita la toma de decisiones de manejo forestal y la prescripción de prácticas silvícolas adecuadas” (Rendón-Pérez et al., 2021, p. 1). Tal es así, con el propósito de mejorar la sostenibilidad económica, ambiental y social entorno al bosque y generar beneficio a la población aledaña, se plantea conocer la composición y la característica estructural del bosque, con la finalidad de determinar

las potencialidades y las capacidades productivas y diseñar un plan de manejo, bajo los siguientes.

Objetivos específicos

1. Evaluar la composición florística arbórea por regeneración natural en el bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don), del Centro Poblado de Llumchicancha.
2. Evaluar las estructuras horizontales y verticales del bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don), del Centro Poblado de Llumchicancha.
3. Evaluar los valores dasométricos del bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don), del Centro Poblado de Llumchicancha.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

Velarde (2018) efectuó el trabajo de “evaluación de la característica estructural del rodal de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado de Putacca, Vinchos, Ayacucho, 2017”, con el objetivo de conocer la composición florística y característica estructural del rodal de pino (*Pinus radiata*) del Centro poblado de Putacca, del distrito de Vinchos, Ayacucho, obtuvo los siguientes resultados: Se ha identificado seis familias Pinaceae, Myrtaceae, Escalloniaceae, Rhamnaceae, Cactaceae y Rosaceae. Cada uno con una especie, *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus*, *Escallonia resinosa*, *Colletia spinosissima*, *Austrocylindropuntia subulata*, y *Polylepis incana*, respectivamente. La abundancia y frecuencia del rodal, están representadas por *Pinus radiata* y por *Escallonia resinosa*; mientras la dominancia está representada por las dos especies exóticas. El IVI, por las dos especies exóticas y por *Escallonia resinosa*. Posee un coeficiente de mezcla de 0.02. El estrato vertical más predominante del rodal es el adolescente, representado por *Pinus radiata*, y latizal representado por *Escallonia resinosa*. Para las especies exóticas, el DAP, se encuentran entre los intervalos de 20 a 30 cm y 30 a 40 cm, área basal entre intervalos de 0.0 a 0.10 m², altura total entre intervalos de 15 a 20 m, y volumen total entre intervalos de 0.0 a 0.10 m³. Mientras para las especies exóticas, la altura total se encuentra entre los intervalos de 0 a 5 m. (p. 1)

Baca (2000) realizó el estudio de “caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosques de pino-encino, en la Universidad Autónoma Nuevo León, parque ecológico Chipinque, paraje Las Canoas”. Ensayo desarrollado en una hectárea de bosque, con el objetivo de conocer las características básicas de los especímenes arbóreos. Entre los parámetros evaluados fueron el inventario forestal, abundancia, frecuencia y dominancia de los especímenes arbóreos. Cuyos resultados fueron los siguientes: Número de especies (10), de las cuales 2 pertenecen al género *Pinus* y 5 al

género *Quercus*. Los datos paramétricos de la población, dan la posibilidad de dilucidar la densidad y porcentaje de las especies arbóreas en su conjunto. De tal forma que las especies *rysophylla* y *canbyi* de género *Quercus* presentan el valor más alto en cuanto al número de individuos/ha con 348 y 319 respectivamente y por consecuencia un 32.8 y 30.1 % en lo referido a abundante relativa, seguidas muy cerca por el *Pinus pseudostrobus* con 248 individuos y 5.9 puntos porcentuales por debajo de *Quercus rysophylla*. En lo que, referido a la dominancia, el *Pinus pseudostrobus* presenta un área basal relativa del 54.8% muy por encima del *Pinus teocote* el cuál con un 18.2% ocupa el segundo lugar en cuanto al área basal/ha, el resto de las especies presentan el área basal relativa menos del 16.6% resultante del número de individuos/ha y sus dos valores diamétricos. (p.96)

Alvis (2009) realizó el trabajo de investigación “análisis estructural de un bosque natural localizado en zona natural del municipio de Popayán”, con los siguientes objetivos: Determinar las características más importantes de la estructura horizontal de un bosque natural, identificar las especies que hacen parte del mismo y las características de abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia. Para lo cual utilizó un diseño de muestreo sistemático con parcelas en fajas continuas con medidas de 50 por 10 metros; en total se establecieron 9 parcelas de 0.05 hectáreas cada una y un área total inventariada de 0.45 hectáreas. Obteniendo un total de 5 familias con un total de 6 géneros; la especie más abundante es el Pomorroso, seguida del Roble y Aguacatillo, mientras la especie más escasa es el Palobobo. La más abundante es *Eugenia jambos*, seguido de *Quercus humboldtii* y *Persea Coerulea*, mientras que el menos abundante es el *Heliocarpus popayanensis*. La familia más dominante fue Myrtaceae, con el 35.55% seguida de la familia Fagaceae con el 22.87% y la familia Lauraceae con 34.22%. La familia menos dominante es Tiliaceae con tan solo el 7,53%. Las especies más frecuentes son: *Quercus humboldtii*, *Persea coerulea*, *Nectandra perutilis*, *Helieocarpus popayanensis*, mientras que las menos frecuente fue *Eugenia jambos*. El cociente de mezcla da un valor de 1:45.2, indicando que por cada especie encontrada se presenta 45,2 individuos en el bosque. El índice de valor de importancia, fueron *Eugenia jambos* con 81,38, seguido de *Quercus humboldtii* con 65,18 y *Nectandra perutilis* con 58,83 y la especie de menos importancia ecológica fue *Heliocarpus popayanensis* con 37,71. (pp. 115-121)

Freitas (1996) estudió la “caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de la llanura aluvial inundable en la zona de Jenaro Herrera, Amazonia peruana”. El objetivo del ensayo fue evaluar la composición florística y estructural de los ecosistemas boscosas. Los resultados encontrados en la investigación fueron los siguientes: El número total de especies es 231 para el conjunto de árboles con diámetros mayores o iguales que 10 cm. pertenecientes a 140 géneros y 43 familias. Tomando como base una superficie de 0.75 hectáreas, la mayor riqueza florística se presenta en el bosque latifoliado de bajo de tahuampa con 123 especies y la menor en el palmeral de tahuampa con 49 especies; el bosque ribereño y el bosque latifoliado de restinga de tahuampa presentan valores equivalentes a 97 y 98 especies respectivamente. En los cuatro tipos de bosque, para individuos con diámetros mayores o iguales que 10 cm.; el número de árboles por hectárea varía entre 490.2 y 522.3; el área basal por hectárea, varía entre 21.95 y 32.6 y el volumen, medido hasta la base de la copa varía entre 252.72 y 389.87 m³ por hectárea. Mientras que los bosques ribereños, latifoliado de restinga y de bajo de tahuampa las especies predominantes conforman un grupo en el palmeral de tahuampa, la especie determinante es *Mauritia jlexuosa* aportando 37.4 del IVI. De acuerdo a características estructurales y florísticas, se reconocen tres estratos arbóreos diferenciados. El estrato arbóreo superior, presenta una estructura abierta, con una composición florística y una ocupación espacial "pobre"; el estrato medio con una composición florística y la ocupación espacial intermedia. (p.1)

Aguirre et al. (2013) estudiaron la “composición florística y estructural de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador”. Para lo cual se: Establecieron 100 parcelas de muestreo de 20 x 20 m, donde se registró todos los individuos leñosos mayores o iguales a 5 cm de DAP, el muestreo fue validado con la curva área – especie. La estructura horizontal de los bosques se expresa con los parámetros ecológicos: densidad relativa, frecuencia, dominancia, índice valor de importancia y distribución diamétrica. La estructura vertical se analiza mediante la descripción de los estratos de la vegetación. Se registraron 58 especies dentro de 51 géneros y 29 familias. La diversidad es calificada como media donde tienen gran influencia las especies abundantes y dominantes. Se identificaron tres grupos de bosques, cada uno caracterizado por especies típicas de los bosques secos, fácilmente diferenciables en el campo por la densidad y fisonomía de la vegetación. Las especies ecológicamente importantes son:

Ceiba tichistandra, *Simira ecuadorensis*, *Tabebuia chrysantha*, *Eriotheca ruizii* y *Terminalia valverdeae*. (p.145)

Araujo et al. (2005) evaluaron la “composición florística y estructura del bosque de ceja de monte en Yungas, sector de Tambo Quemado-Pelechuco, Bolivia”. Para lo cual se: Instaló 10 parcelas de muestreo de 0.1 ha en el sector boscoso de Tambo Quemado, Pelechuco, correspondiente a los límites superiores de la formación de ceja de monte en Yungas. Se registraron y evaluaron 3360 individuos con DAP > 2.5 cm, sumando un área basal de 25.1 m² y 19.4 m² para los árboles con DAP >10 cm. Se encontró 66 especies y 28 familias. Las familias con mayor riqueza en el área de estudio son asteráceas con nueve especies, Melastomataceae con ocho especies. Las especies de mayor importancia ecológica son: *Weinmannia fagaroides* con 16.7%. *Clethra cuneata* 9.2 %, *Miconia theizan* 6.8%, *Myrsine dependns* 6.7%, *Miconia higrophika* 5.0%, *Miconia setulosa* (4.7 %) y *Schefflera herzogii* 4.5. Las familias Cunnoniaceae con 16.5%, Melastomataceae 15.6%, Clethraceae, Myrsinaceae 8.0%, Astraceae 6.5 % y Araliaceae. La estructura horizontal de este bosque expresada por medio de su distribución diamétrica se asemeja a una curva vacía o una “J” invertida. La estructura vertical presenta el mismo patrón que la horizontal, con gran abundancia de individuos en las clases de tamaño menores y a medida que aumenta la altura el número de individuos disminuye proporcionalmente. (p.325)

Zamora (2010) estudió la “caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica”. Para lo cual se: Establecieron ocho parcelas de muestro con un área total de 2 ha; se midió altura total, diámetro, punto de inversión morfológica, posición de copa, forma de copa y presencia de lianas de individuos mayores a 10 cm diámetro. Se encontraron 32 familias, 53 géneros y 69 especies. En la distribución del número de individuos se determinó una curva que se ajusta a la típica forma de J invertida. La clase diamétrica superior a 100 cm mostró al mayor valor de área basal (7.32 m²/ha). El análisis de clases de frecuencia reportó que es un sitio con composición florística heterogénea. La especie con mayor índice de valor de importancia fue *Luehea seemannii*. (p. i)

Villacorta (2013) estudió la “estructura horizontal y composición florística de dos bosques secundarios en la carretera Iquitos - Nauta, Loreto, Perú”. El trabajo de

investigación se realizó en: Las fincas de dos parceleros de la Asociación agraria “El Paujil” km 42 de la carretera Iquitos - Nauta, el objetivo permitió conocer la composición florística y estructura horizontal; determinar el IVI; determinar la condición silvicultural de las principales especies para cada bosque secundario y grupos comerciales en términos de la iluminación de forma de copa y calidades de fuste. Se realizó un inventario forestal de la vegetación arbórea en 2 parcelas de 0,5 ha establecidas en el bosque de 4 años y 1 parcela de 0,5 ha en el bosque de 8 años. La forma de la parcela fue cuadrada de 50 m x 50 m (2500 m²) Se tomó información de la vegetación arbórea para diámetros iguales o superiores a 5 cm. El bosque secundario de 8 años presenta 736 árboles valiosos. ha⁻¹ y 4,29 m² de área basal valiosa. El bosque secundario de 4 años presenta 812 árboles valiosos. ha⁻¹ y 4,44 m² de área basal. En el bosque de 8 años el grupo de *Cecropia sp.* domina el bosque pues aportan el 132,3% del IVIs total; mientras que en el bosque de 4 años *Cecropia sp* y *Ilausaquiro* son las dominantes aportando el 107,1% del IVIs total. El bosque de 8 años presenta 50 especies, 34 tienen uso comercial, 14 deseables y 20 aceptables. El bosque de 4 años presenta 42 especies de las cuales 10 son especies deseables y 15 aceptables. Las características estructurales y florísticas, así como las condiciones silviculturales en términos de iluminación de copa, forma de la copa y calidad de fuste en los dos bosques es favorable, los cuales presentan un gran número de fustes por hectárea de buena calidad que pueden ser comercializados. (p.vii)

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. Bosque

Según Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura (MINAM y MINAG, 2011) los bosques son: Complejos ecosistemas de seres vivos que incluyen microorganismos, vegetales y animales que se influyen mutuamente y se subordinan al ambiente dominante de árboles que se extienden en áreas mayores a media hectárea, superan (o pueden superar) los dos metros de altura y tiene una cubierta de más del 10% del área que ocupan. (p.5)

Según Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO y Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre SERFOR (2017) es un: Ecosistema predominantemente arbóreo con superficie de al menos 0,5 hectáreas, con cobertura mínima de copas del 10% de su área. Alberga árboles de consistencia leñosa

con altura mínima de 2 metros en su estado adulto en la Costa y Sierra, y de 5 metros en la Selva. Comprende de manera integral el suelo, agua, plantas, fauna silvestre y los microorganismos que conforman espacios con capacidad funcional autosostenible para brindar bienes y servicios. (p.18)

Bull et al. (1995) respecto al bosque manifiestan lo siguiente: Es tierra con una cubierta de copas (o densidad de masa equivalente) en más del 10 por ciento de la superficie y una extensión superior a 0,5 ha. Los árboles deben poder alcanzar una altura mínima de 5 m en el momento de su madurez *in situ*. Comprende formaciones forestales densas, donde los árboles de diversos pisos y el sotobosque cubren gran parte del terreno; o formaciones forestales claras, con una cubierta de vegetación continua donde la cubierta de copas cubre más del 10 por ciento de la superficie. Dentro de la categoría de bosque se incluyen todos los rodales naturales jóvenes y todas las plantaciones establecidas con fines forestales, que todavía no han alcanzado una densidad de copas del 10 por ciento o una altura de 5 m. También se incluyen en ella las zonas que normalmente forman parte del bosque, pero que están temporalmente desarboladas, a consecuencia de la intervención humana o por causas naturales, pero que previsiblemente volverán a convertirse en bosque. (p.5)

1.2.1.1. Funciones del bosque

Los bosques cumplen las funciones de proporcionar bienes y servicios:

- a) Bienes.** Según Solano (2013) son todos los beneficios directos que brindan los árboles. Nos proporciona madera y un sin número de productos derivados como papel, cartón, laca, trementina, leña, carbón, látex, saborizantes. Algunos autores indican que son 7000 subproductos aprovechables de los árboles.
- b) Servicios.** Según Solano (2013) son aquellos beneficios que el árbol nos brinda, como protección contra la erosión, contra el frío, contra el calor, nos da oxígenos, absorbe el CO₂, mantiene la humedad, permite el crecimiento de nuevas plantas, etc.

1.2.1.2. Tipos de bosque

Existen diferentes tipos de bosque. La clasificación varía en función de los diversos criterios, pudiendo ser según el medio o clima donde se desarrollan, perturbaciones humanas, composición, origen, edad, diámetro de los árboles, entre otras razones. Y

según MINAM y MINAG (2011) los bosques del Perú se clasifican en seis (6) grandiosos tipos de bosque:

- a) **Bosques de selva baja.** Se encuentran ubicados en la cuenca del Amazonas y acarician, en algunas partes del país, la frontera del Perú con Ecuador, Colombia, Brasil y Bolivia. Cruzan, de este modo, los departamentos de Loreto, Ucayali, Cusco y Madre de Dios, principalmente. Y se extienden hasta una altitud que no supera los 800 msnm, desde el nororiente peruano, acompañando el nacimiento del Amazonas, el río más largo y caudaloso del mundo, hasta el suroccidente.
- b) **Bosques de selva alta.** Están ubicados en relieves de terrazas, colinas bajas y montañas a lo largo de toda la Amazonía Andina y se dividen en dos zonas muy marcadas según la altitud a la que se localicen, la cual determina su flora y su fauna. Así, hay una parte de estos bosques que se encuentran por debajo de los 1000 msnm, mientras que un poco más hacia arriba y hacia el sur, se emplazan las hermosas yungas peruanas, que son los bosques que se extienden en una franja que oscila entre los 1000 y 3000 msnm. Los bosques de la parte baja ocupan la llanura aluvial amazónica y abarcan los departamentos de Amazonas, Loreto, San Martín, Ucayali, Huánuco, Pasco y Junín.
- c) **Bosques montanos occidentales del norte.** La mayor parte de estos bosques miran hacia el océano Pacífico desde la cordillera occidental de los Andes. Se encuentran ubicados en los departamentos de Piura y Cajamarca y crecen a una altitud que oscila entre los 1800 y los 3800 msnm.
- d) **Bosques andinos.-** Son los bosques más altos del mundo y se extienden en las cimas y los valles interandinos de muchos departamentos del Perú (Huánuco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cajamarca y Cusco). Algunos son cobijados por los andes, a una altitud que oscila entre los 2000 y 4000 msnm. Y otros, los llamados bosques de la puna, crecen en el centro y sur del país a altitudes que pueden llegar hasta los 5000 msnm.
- e) **Bosques secos del Marañón.** Se ubican a lo largo de la cuenca del río Marañón. Aquel que en el oeste se une al río Ucayali formando el Amazonas.

- f) Crecen a una altitud que oscila entre los 600 y los 1200 msnm, en los departamentos de Ancash, Huánuco, La Libertad, Cajamarca, Amazonas y Piura.
- g) **Bosques secos del norte.**- Se extienden a lo largo de la costa norte del Perú, por los departamentos de Piura, Tumbes, Lambayeque y pequeñas porciones de Cajamarca y La Libertad, y crecen en suelos generalmente arenosos. (pp. 32-53)

Según los disturbios significativos ocasionados por la acción antrópica u otras perturbaciones durante el período que sobrepasen el prolongado desarrollo de las arboledas maduras, los bosques se clasifican en:

- a) **Bosque primario.**- Se considera bosque primario aquel que ha existido sin perturbaciones humanas significativas u otros disturbios durante períodos que exceden el largo normal de la vida de los árboles maduros (de 60 a 80 años). En estos bosques relativamente estables, se desarrollan relaciones funcionales de preferencia, tolerancia, capacidad e interdependencia entre organismos, las cuales no se evidencian de otro modo. (Wadsworth, 2000, p.69)
- b) **Bosque secundario.**- Es una secuencia de cobertura boscosa, que surge después de la devastación antropógena total (de más de 90%) de la cobertura boscosa primaria, medrando en una superficie de tal dimensión, que el cambio del microclima y las diferentes condiciones de regeneración conducen a una estructura distinta a la del bosque original, con otra composición de especies arbóreas y otra dinámica, sin haber aún alcanzado de nuevo su estado original, es decir que se diferencia claramente del estado del bosque original. (Emrich et al., 2000, p. VIII)

Según Gálvez (2015) considerando el origen de los ecosistemas boscosos, los bosques se clasifican en:

- a) **Bosque natural o nativo.** Es cuando está formado por especies autóctonas, provenientes de los procesos naturales o regeneración natural.
- b) **Bosque artificial.** Llamado también plantación forestal, es cuando el hombre ha intervenido en su origen o repoblación.

Para el MINAM (2010) tomando en cuenta el patrimonio forestal nacional, los recursos forestales se consideran como:

- a) **Bosques de producción.** Se consideran a las superficies boscosas que por sus características bióticas y abióticas son aptas para la producción permanente y sostenible de madera y otros bienes y servicios ambientales, y que han sido clasificadas como tales por el INRENA dentro de la zonificación forestal. Y a su vez en: (a) Bosques de producción permanente. Son áreas con bosques naturales primarios que mediante resolución ministerial del Ministro de Agricultura se ponen a disposición de los particulares para el aprovechamiento preferentemente de la madera y otros recursos forestales y de fauna silvestre a propuesta del INRENA. (b) Bosques de producción en reserva. Son bosques naturales primarios destinados a la producción preferentemente de madera y otros bienes y servicios forestales, que el estado mantiene en reserva para su futura habilitación mediante concesiones. En estas áreas pueden otorgarse derechos para el aprovechamiento de productos diferentes a la madera y fauna silvestre, en tanto no se afecte el potencial aprovechable de dichos recursos.
- b) **Bosques para aprovechamiento futuro.** Son bosques para el aprovechamiento a futuro, las superficies que por sus características bióticas y abióticas se encuentran en proceso de desarrollo para ser puestas, en su oportunidad, en producción permanente de madera y otros bienes y servicios ambientales. Estos bosques se subdividen en: (a) Plantaciones forestales: Son aquellas logradas mediante el establecimiento de cobertura arbórea y arbustiva en áreas de capacidad de uso mayor forestal. (b) Bosques secundarios. Son superficies boscosas pobladas por especies pioneras, formadas por pérdida o actividad humana. (c) Áreas de recuperación forestal. Son tierras sin cubierta vegetal o con escasa cobertura arbórea o de bajo valor comercial, que requieren forestación y reforestación para reincorporarlas a la producción y prestación de servicios forestales.
- c) **Bosques en tierras de protección.** Son aquellas superficies boscosas establecidas naturalmente en tierras clasificadas como de protección. El INRENA los identificaba como tales, previos los estudios correspondientes, en consideración a que por sus características sirven para la protección de suelos, mantenimiento del equilibrio hídrico y en general para la protección de recursos naturales y la diversidad biológica, así como para la conservación del medio ambiente. Dentro de esas áreas se promueven los usos indirectos como el ecoturismo, la recuperación de

flora y fauna silvestre en vías de extinción y el aprovechamiento de productos no maderables.

- d) Bosques en áreas naturales protegidas.** Se consideran aquellas superficies necesarias para la conservación de la diversidad biológica y demás valores asociados de interés ambiental, cultural, paisajístico y científico, de conformidad con lo establecido en la Ley N° 26834 de áreas naturales protegidas.
- e) Bosques en comunidades nativas y campesinas.** Son aquellos bosques ubicados dentro del territorio reconocido por las comunidades nativas y campesinas. Su aprovechamiento está sujeto a las disposiciones de la Ley su Reglamento. No se otorga concesiones forestales a terceros en tierras de comunidades nativas o campesinas.
- f) Bosques locales.** Los bosques locales son las áreas boscosas delimitadas por el INRENA, en bosques primarios residuales, bosques secundarios, o en tierras de protección, para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales, mediante autorizaciones y permisos otorgados a las poblaciones rurales y centros poblados.

1.2.1.3. Bosques en comunidades campesinas.

Existen diferentes tipos de ecosistemas boscosas dentro del territorio de las comunidades campesinas, que según el MINAM (2010) al margen de su categoría de bosque, para su aprovechamiento requiere:

Permiso otorgado por la autoridad regional forestal y de fauna silvestre, a excepción de las actividades consideradas en el artículo 81° (Ley Forestal y de Fauna Silvestre. LEY N° 29763) referido al uso de los recursos forestal y de fauna silvestre con fines domésticos, de autoconsumo o subsistencia. El manejo forestal de los bosques comunales que realizan las comunidades campesinas se efectúa con autonomía, conforme a su cosmovisión y con planes de manejo, de acuerdo a lineamientos aprobados por el SERFOR que incorporen sus valores culturales, espirituales, cosmovisión y otros usos tradicionales del bosque, así como el control de la actividad por la propia comunidad y por el sector correspondiente.

1.2.2. Composición estructural de un bosque

Para Alvis (2009) “las características estructurales de un bosque natural son un aspecto muy importante para conocer su dinámica y especialmente para definir su estructura y composición, lo que permitirá diseñar un plan de manejo dependiendo de los resultados obtenidos” (p. 115).

Según la opinión de Monge (1999, como se citó en Zamora, 2010), en relación a la composición estructural del bosque, el: Conocimiento de la distribución espacial de los árboles (tanto horizontal como vertical), es una herramienta valiosa como complemento de varios estudios (crecimiento, mortalidad); no es solo conocer qué ingresa, sale o se mantiene en el ecosistema, es también sustancial saber cómo se distribuyen espacialmente estas variables. Este conocimiento puede sugerir la existencia de otras variables importantes que afectan a los árboles dentro del bosque que no podrían ser observadas con los análisis tradicionales. (p.11)

Según Flores (2012) “la estructura de un bosque tiene un componente vertical (distribución de biomasa en el plano vertical), estratos, alturas y el componente horizontal (diámetro categorías; frecuencia, abundancia, dominancia, clases de frecuencia)”. Mientras Aguirre et al. (2013) señala que “conocer la estructura y composición de los bosques es importante ya que permite visualizar las posibilidades futuras de aprovechamiento de productos forestales maderables y no maderables” (p.146).

Según Otavo (1994, como se citó en Alvis 2009) indica que “el análisis estructural de una comunidad vegetal, se hace con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en la asociación. Realizando según las necesidades prácticas de la silvicultura o según las directrices de la sociología vegetal” (p. 117). Y en opinión de Lamprecht (1990, como se citó en Zamora, 2010) “un análisis de la estructura del bosque busca establecer cómo están distribuidos los individuos en el espacio, es también una forma práctica de observar cómo y dónde están compitiendo los árboles y si existen estratos menos agresivos que otros” (p.11).

Asimismo “para describir la estructura horizontal del bosque se calcula: abundancia relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa e índice valor de importancia

ecológica” (Mostacedo & Fredericksen, 2000 y Moreno, 2001, como se citó en Aguirre, 2013, p. 147), “y la distribución de abundancia de árboles por clases diamétricas” (Kraft, 1884, como se citó en Aguirre, et al., 2013, p. 147). Y “la estructura vertical se presenta mediante la descripción de los estratos” (Aguirre, et al., 2013, p. 147).

De acuerdo a Krebs (1989, como se citó en Alvis, 2009), respecto a las carteristas estructurales se entiende que: La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia (IVI). (p. 116)

Según Valerio y Salas (1997, como se citó en Zamora, 2010), hacen referencia a la estructura horizontal y vertical, al igual que de los factores que influyen en la variación al interior del ecosistema boscoso, fundamentando en las siguientes bases ecológicas:

- La estructura original del bosque es la mejor respuesta del ecosistema ante las variables del clima y el suelo.
 - Hay procesos naturales que tienden a mantener la estructura original del bosque (silvigénesis).
 - La dinámica de cada una de las poblaciones se caracteriza por estrategias propias de auto perpetuación basadas en las características y requerimientos de las especies.
- (pp. 11 -12)

Considerando todo lo antes señalado, Alvis (2009) respecto a la importancia de los ecosistemas boscosos, opina que: Los bosques naturales localizados en áreas cercanas a centros urbanos y áreas de futuras expansión urbana, son considerados como ecosistemas de importancia ambiental y ecológica, en razón a los innumerables beneficios que prestan a los habitantes de ciudades y pueblos. El conocimiento y evaluación de sus características estructurales y su dinámica, son un factor fundamental para determinar las posibilidades de utilización, bien sea en aspectos de producción, conservación o regulación.

El conocimiento de estos ecosistemas tan valiosos para la vida urbana, implica el diseño de mecanismos que permitan un adecuado manejo y conservación de sus potencialidades, lo cual exige cada día una mayor dedicación y conciencia sobre la importancia de estos espacios naturales para el bienestar de las poblaciones actuales y futuras. La comprensión de sus diferentes aspectos ecológicos y estructurales, permitirá orientar de manera más eficaz el manejo exitoso de este tipo bosques.

La permanente presión antrópica sobre los recursos naturales y especialmente sobre los ecosistemas naturales localizados cerca a los centros urbanos nos exige, a los profesionales del sector forestal con el apoyo de otras disciplinas, un trabajo constante mediante el cual se pueda conocer y evaluar las condiciones en que se encuentran estos bosques, con el fin de definir orientar su manejo en las condiciones más adecuadas y con los mejores resultados (Alvis, 2009, p. 116).

1.2.2.1. Estructura horizontal

Según la manifestación de Louman (2001, como se citó en Zamora, 2010), respecto a la estructura horizontal, es que: Las condiciones de suelo y del clima, las características y estrategias de las especies y los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal del bosque, que se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica. Esta estructura es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente y a las limitaciones y amenazas que este presenta. Cambios en estos factores pueden causar cambios en la estructura, los cuales pueden ser intrínsecos a los procesos dinámicos del bosque. Por ejemplo, durante las fases iniciales de la sucesión, la existencia de una estructura boscosa en sí misma cambia el ambiente sobre el suelo, lo que afecta las oportunidades de germinar y establecerse. (p. 12)

Y según Monge (1999, como se citó en Zamora, 2010) básicamente, la estructura horizontal se refiere al acomodo espacial de los individuos, este arreglo no es aleatorio pues sigue modelos complejos difíciles de manejar. Este comportamiento se puede reflejar en la distribución de los individuos por clase diamétrica, la cual sigue generalmente una forma de “J” invertida para el total de las especies. Esta tendencia no está siempre presente al realizar el análisis por especie. (p. 12)

Para Matteucci y Colma (1982, como se citó en Manzanero y Pinelo, 2004) la estructura horizontal de un bosque es: La extensión de las especies arbóreas. En los bosques tropicales este fenómeno se refleja en la distribución de individuos por clase diamétrica. La distribución normal para la mayoría de las especies en los bosques tropicales es la de ‘J invertida’, aunque algunas no parecen tener una tendencia identificable debido a características particulares.

Los altos valores de abundancia y frecuencia son característicos de las especies con distribución horizontal continua, mientras que una alta abundancia y baja frecuencia son características de las especies con tendencia a la conglomeración local en grupos pequeños distanciados unos de otros. Una baja abundancia y alta frecuencia combinadas con dominancia alta son características típicas de los árboles aislados de gran tamaño; por lo general, no son numerosos pero se encuentran uniformemente distribuidos en grandes extensiones. Finalmente, los bajos valores de abundancia, frecuencia y dominancia se asocian a las especies ‘acompañantes’, las cuales no poseen mayor importancia ecológica ni económica. (p. 11)

Según Hernández (1999, como se citó en Zamora, 2010) el resultado del análisis de la estructura horizontal de un bosque, permite “obtener una mejor comprensión del bosque como lo son la riqueza y diversidad florística, distribución diamétrica, área basal, índice de Shannon, cociente de mezcla, índice de riqueza, índice de Simpson y coeficiente de afinidad de Sørensen” (p. 13). “La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque” (Melo & Vargas, 2003, como se citó en Zamora 2010 p. 13), “la cual es posible determinarla mediante su riqueza y distribución florística, distribución diamétrica y área basal. También se puede describir la estructura horizontal en términos de frecuencia, abundancia y dominancia” (Hernández, 1999, como se citó en Zamora, 2010, p. 13).

a) La abundancia

Tal como lo señalan Melo y Vargas, 200 (como se citó en Zamora, 2010) la abundancia se refiere al: Número de individuos que posee una especie en un área determinada. Cuando se refiere al número de individuos por especie corresponde a la abundancia absoluta y cuando es el porcentaje de individuos de cada especie con relación al número total de individuos del ecosistema se habla de abundancia relativa. (p. 14)

b) La frecuencia

Según la manifestación de (Melo y Vargas, 2003, como se citó en Zamora, 2010) la frecuencia se concibe como: La posibilidad de encontrar un árbol de una determinada especie, al menos una vez, en una unidad de muestreo. Se expresa como el porcentaje de unidades de muestreo en las que se encuentra el árbol en relación al número total de unidades de muestreo. (p. 13)

c) La dominancia

La dominancia o “denominada grado de cobertura de las especies, es la proporción del terreno o área basal ocupada por el fuste de un árbol de una especie en relación con el área total” (Melo & Vargas, 2003, como se citó en Zamora, 2010, p. 14).

d) El Índice de Valor de Importancia (IVI)

“Como el estudio de la frecuencia, abundancia y dominancia de las especies no siempre reflejan un enfoque global de la vegetación, se utiliza el método propuesto por” (Curtis y McIntosh, 1950, como se citó en Zamora 2010, p. 14), el Índice de Valor de Importancia (IVI) “consiste en calcular la sumatoria de la frecuencia, abundancia y dominancia, de forma que sea posible comparar el peso ecológico de cada especie dentro de un bosque determinado” (Hernández, 1999, como se citó en Zamora, 2010, p. 14).

Del mismo modo Hernández (1999, como se citó en Zamora, 2010) respecto a la representación del índice de valor de importancia revela que: El análisis de cada uno de los parámetros que constituyen el IVI permite formarse la idea sobre un determinado aspecto de la estructura del bosque. En forma aislada este análisis sólo suministra información parcial del bosque, donde lo ideal es combinar las variables en una u otro forma para llegar a una sola expresión sencilla que abarque el aspecto estructural en su conjunto y así lograr una visión integral del bosque. (p. 14)

e) Cociente de mezcla

Según Manzanero (1999, como se citó en Zamora, 2010) la “diversidad florística se evalúa a través del cociente de mezcla que es el resultado de la división del total de árboles encontrados entre el número de especies encontradas a partir de un diámetro mínimo considerado en una superficie dada” (p. 8).

1.2.2.2. Estructura vertical

La estructura vertical es “la distribución de los individuos a lo alto del perfil. Esta distribución responde a las características de las especies que la conforman y a las condiciones microclimáticas que varían al moverse de arriba abajo en el perfil” (Valerio & Salas, 1997, como se citó en Zamora, 2010, p. 14). “Radiación, temperatura, viento, humedad relativa, evapotranspiración y concentración de CO₂” (Zamora, 2010, p. 14).

Según Finegan (1993, como se citó en Manzanero y Pinelo, 2004) “constituyen la organización vertical de un bosque, y se definen como las distribuciones que presentan las masas foliares en el plano vertical, o las distribuciones cuantitativas de las variables medidas en el plano vertical, tal como la altura” (p, 12), “y su estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microclimáticas presentes en las diferentes alturas del perfil” (Manzanero & Pinelo, 2004, p. 13)

Los estratos arbóreos representan una complicada “superposición de capas de las copas de árboles y arbustos, están definidos por diferentes condiciones microambientales y están conformados por agrupaciones de individuos que han encontrado un lugar adecuado para satisfacer sus necesidades energéticas y expresan plenamente su modelo arquitectural” (Valerio & Salas, 1997, como se citó en Zamora, 2010, p. 15)

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018) los estratos arbóreos considerados en el plano vertical son: “Brinzales B (DAP < 2,5 cm y altura $\geq$ 0,3 m); Latizales L (10 cm > DAP $\geq$ 2,5 cm); Fustales F (30 cm > DAP $\geq$ 10 cm) y Fustales grandes FG (DAP $\geq$ 30 cm)” (p.7).

Mientras Flores (2012), respecto a la composición de la estructura vertical de un ecosistema boscoso, señala que está: Determinada por su grado de ocupación del estrato arbóreo en el plano vertical, conformado por: maduros: $\geq$ 50 cm de DAP, adolescentes: 20 a 49.9 cm de DAP, Fustal: 10 a 19.9 cm de DAP, Latizal: 5 a 9.9 cm de DAP, Brinzal: 0.3 mh a 4.9 cm de DAP, Plántula: < 0.3 mh.

1.2.2.3. Medida dasométrica

Según Diéguez et al. (2005) la medida dasométrica se define a la determinación de volúmenes y crecimiento de los árboles y de las masas forestales, para lo cual se tiene

en cuenta el diámetro a la altura de pecho (DAP), área basal (AB), altura, volumen e incremento medio anual (IMA).

a) Diámetro a la altura de pecho (DAP) cm

Es la distancia del eje que pasa por el centro del círculo y acaba en los puntos de unión de la circunferencia circunscrita al realizar un corte horizontal en el troco” (Juárez, 2014, p. 13).

b) Área basal (m^2)

En dasometría, Juárez (2014) respecto al área basal o área de la sección expresada en metros cuadrados, considera que es: Es la superficie de la intersección del fuste con un plano perpendicular a su eje longitudinal a la altura considerada. El área de la sección a la altura normal o altura del pecho se denomina sección normal o área basal (g) y es una variable muy importante debido, sobre todo, a su relación con el volumen del árbol. La suma de las secciones normales de los árboles que hay en una hectárea de terreno se denomina área basimétrica (G), y es un parámetro directamente relacionado con el volumen de la masa. (p. 14)

c) Altura total (m)

“Es la distancia entre su cima y la zona de la base del árbol a nivel del suelo. El cima o ápice es la parte más alta de la copa del árbol de la prolongación del eje del tronco” (Juárez, 2014, p. 22).

d) Volumen total (m^3)

En estudios de dasometría, Juárez (2014) en relación a la medición o estimación de volumen de madera, señala que es: La medida de la cantidad de madera sólida más ampliamente utilizada. En el árbol individual pueden identificarse diferentes categorías de volumen. El árbol completo, considerando todos los componentes, constituye el volumen total; todos aquellos componentes cuyas dimensiones son aceptables para el mercado constituyen el volumen comercial; el volumen de desechos está conformado por secciones maderables del árbol que presentan defectos y dimensiones menores o no comerciales; también existe la denominación de volumen bruto, cuando se estima el volumen total hasta un diámetro comercial (dlu: diámetro límite de utilización)

incluyendo defectos; desde este último, descontados los defectos, se obtiene el volumen neto. Esos volúmenes pueden expresarse con o sin corteza. (p. 50)

e) Incremento medio anual (IMA) $\text{m}^3/\text{ha} \times \text{año}$

Imaña y Encinas (2008), con respecto al valor del crecimiento o incremento medio anual (IMA) manifiestan que: La media del crecimiento total a cierta edad del árbol. Por tanto expresa la media anual del crecimiento para cualquier edad. El IMA es obtenido por la división del mayor valor actual de la variable considerada, dividida por la edad a partir del tiempo cero. (p. 59)

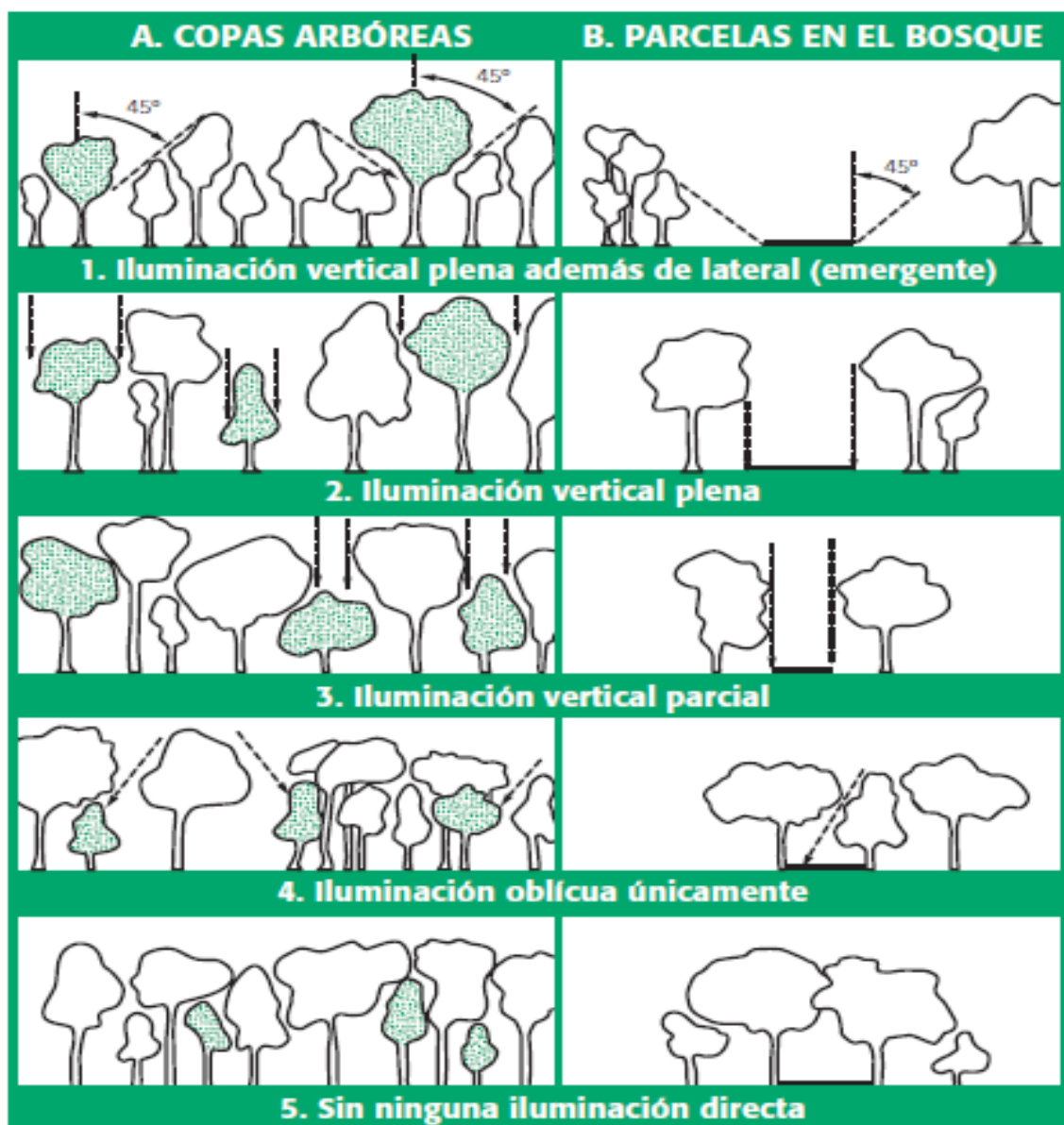


Figura 1.1. Posición de la copa de los árboles (Huchinson 1993)

Fuente: Manzanero y Pinelo (2004).

1.2.2.4. Tipos de árboles

Según Manzanero y Pinelo (2004) “una vez identificado el líder deseable, se evalúa su acceso a la iluminación mediante la posición de copa. Se usa el sistema de calificaciones establecido en Uganda por Dawkins (1958), según se ilustra en la figura”

1.1. Las principales categorías determinadas son:

- Tipo 1: Emergentes (iluminación vertical plena además de lateral (emergente)). Se toma en cuenta a todos los individuos, donde la altura de la copa viva está totalmente expuesta y libre de competencia lateral, al menos dentro del cono invertido de 90° formado desde la base de la copa.
- Tipo 2: Codominantes (iluminación vertical plena). Se toma en cuenta a todos los individuos en los que la parte superior de la copa está totalmente expuesta a la luz vertical, pero se encuentra adyacente a otras de igual o mayor altura que impide la luz lateral.
- Tipo 3: Bajo el dosel (iluminación vertical parcial). Se toma en cuenta a todos los individuos en la que copa viva que reciban luz superior en forma parcial ya que son sombreados parcialmente por otras copas.
- Tipo 4: Con luz lateral (iluminación oblicua únicamente). Se toma en cuenta a todos los individuos con la copa viva que se encuentran totalmente sombreada verticalmente, pero expuesta a alguna luz directa debido a claros o discontinuidad del dosel superior.
- Tipo 5: Suprimidos (sin ninguna iluminación directa). Se toma en cuenta a todos los individuos cuya copa viva que se encuentran totalmente sombreada tanto vertical como lateralmente. (pp. 23-24)

1.2.3. Pino (*Pinus radiata* D. Don)

1.2.3.1. Origen y ecología

Según Mc. Donald (como se citó en Vergara, 2004) el pino denominado usualmente:

Pino de Monterrey posiblemente es el pino más extensamente plantado en el mundo. Es de crecimiento rápido y su madera es requerida para construcción y para pulpa. La especie fue observada por primera vez por Thomas Coulter en Monterrey en 1830. El nombre científico refiere a las marcas fuertes en las escalas del cono, y el nombre común a la península en la cual crece extensivamente. Otros nombres comunes son pino insigne y pino radiata.

Las características del Pino radiata han hecho que sea la especie introducida más importante en Australia, Nueva Zelanda y España, existiendo también plantaciones importantes en Argentina, Chile, Uruguay, Kenia y República de Sudáfrica. En estos países el pino de Monterrey es apoyo principal de la economía del bosque, existiendo mercados interiores que sirven, generando reservas valiosas de la moneda extranjera como exportaciones, reduciendo la presión de corte en bosques nativos. Los bosques nativos de pino de Monterrey se encuentran en 3 áreas distintas de California central - costera en San Mateo, Santa Cruz, Monterrey y condados de San Luis Obispo y en el territorio mexicano.

Para Limache 1985 (como se citó en Vergara 2004) la especie *Pinus radiata* es: Oriundo de una zona Meridional de California (EEUU) situado a 160 Km. al Sur de San Francisco donde cubre una extensión de 4000 Has. El clima de su hábitat es de tipo mediterráneo muy uniforme, con una precipitación total de 425 a 825 mm anuales con lluvias en invierno y verano. La temperatura media estival es de 21 a 27 °C el periodo anual libre de heladas es largo, presentándose las más fuertes en meses invernales cuando el árbol se encuentra en estado de latencia. Añade que no prospera en suelos arcillosos poco profundos ni en los mal drenados; prefiere suelos de textura ligera (arena, franco o franco arenoso), especialmente en aquellos de buena fertilidad.

1.2.3.2. Clasificación taxonómica

Según Limache (1985, como se citó en Vergara, 2004) taxonómicamente el pino se clasifica del siguiente modo:

Reino	: Plantae
Sub-reino	: Cormofito
División	: Cormofito embrionario
Sub - división	: Gimnosperma
Clase	: Coníferas
Orden	: Pinales
Familia	: Pinaceae
Sub - familia	: Pinoidea
Género	: <i>Pinus</i>
Especie	: Radiata
Nombre científico	: <i>Pinus radiata</i> D. Don

Sinonimia : *Pinus insignis* Douglas
Nombre vulgar : Pino

1.2.3.3. Características del pino

Sánchez y Rodríguez (2002) hace referencia respecto a las características de la planta de pino que es: Un árbol de talla media a elevada, de aproximadamente 45 metros de altura. La ventaja es que es una especie de crecimiento rápido, ya que puede alcanzar un diámetro de tronco de más de 50 cm en 20 años. Posee una copa piramidal en su juventud y aplanada o abovedada en su madurez, con ramas inferiores extendidas. Tiene el tronco recto con ritidoma grueso de color pardo-rojizo. Las hojas de agujas son de unos 15 cm de longitud agrupadas en tres. Los Estróbilos ovoides de 7-14 cm de longitud están agrupados en parejas o verticilos de 3-5, con las escamas externas muy prominentes.

1.2.3.4. Distribución del pino

Sánchez y Rodríguez (2002) informan respecto a la distribución de la especie: *Pinus radiata* es una especie original de California. Se desarrolla en casi cualquier suelo, pero prefiere suelos silíceos y muy profundos. Prefiere climas templados o cálidos, puesto que no soporta inviernos muy fríos pero soporta hasta temperaturas ocasionales de hasta -12°C. En cuanto a las precipitaciones el óptimo para la especie es de 800 a 1700 mm anuales, por otro lado, puede tolerar hasta 4 meses de sequía estival.

1.2.3.5. Usos del pino

Según Limache (1985, como se citó en Vergara, 2004) la madera de pino tiene: Múltiples aplicaciones, así por ejemplo, lo consideran como materia prima para envases, pisos, parquet, puertas, ventanas, vigas, pilotes, muelles, carrozado de vehículo, construcción de vagones, durmientes, postes telefónicos de alta y baja tensión, cercos, mangos de herramienta, partes de máquinas industriales y agrícolas, zócalos, cielos rasos, pasta para papel, alimento ganadero, artículos torneados, etc. A ellos se agrega los subproductos que se obtiene, tales como aceites, resinas, etc.

1.2.3.6. Potencial forestal del pino

Proyecto FAO (como se citó en Vergara, 2004), manifiesta “que *Pinus radiata* es recomendable para bosques productivos en suelos y climas adecuados, en bosquetes

para controlar la erosión en laderas, en sistemas silvopastoriles con ovinos, con distanciamientos grandes”.

1.2.3.7. Potencial forestal del pino

Proyecto FAO (como se citó en Vergara, 2004), revela “que debido a sus requerimientos de agua se debe prever obras de cosecha de agua para el establecimiento de la plantación. Realizar podas frecuentes para la producción de madera de calidad; prever raleos para evitar competencia”.

Limache (1985, como se citó en Vergara, 2004) “añade que para producir plantones de pinos en viveros se debe prestar atención al proceso de micorrización, puesto que esta especie forestal no desarrolla satisfactoriamente cuando carece de la asociación respectiva”.

Según Guido (1984, como se citó en Vergara, 2004), señala que entre las: Principales enfermedades de la raíz a nivel de vivero se tiene la Chupadera fungosa, enfermedad muy común en el género *Pinus*. En el Perú se ha comprobado que los causantes de esta enfermedad, son los hongos *Phytophthora sp.*; *Rhizoctonia solani*; *Fusarium sp.* y *Pythium sp.* Las plantaciones recién establecidas están expuestas a los daños ocasionados por las condiciones meteorológicas, insectos hongos y virus; así como incendios, animales salvajes y domésticos e inclusive el hombre. Entre las principales enfermedades tenemos a las causadas por el hongo *Dothistroma pini* que ocasiona la muerte de las hojas aciculares.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolló al interior del bosque de pino del Centro Poblado de Llumchicanha, distrito Los Morochucos, provincia Cangallo, región Ayacucho, situada a una altura de 3,746 msnm, coordenadas UTM longitud - 13.48217778 sur, latitud -74.21837778 oeste. Cuyos resultados fueron procesados en el Laboratorio de Agroforestería y Ambiente de la Escuela Profesional de Agronomía.

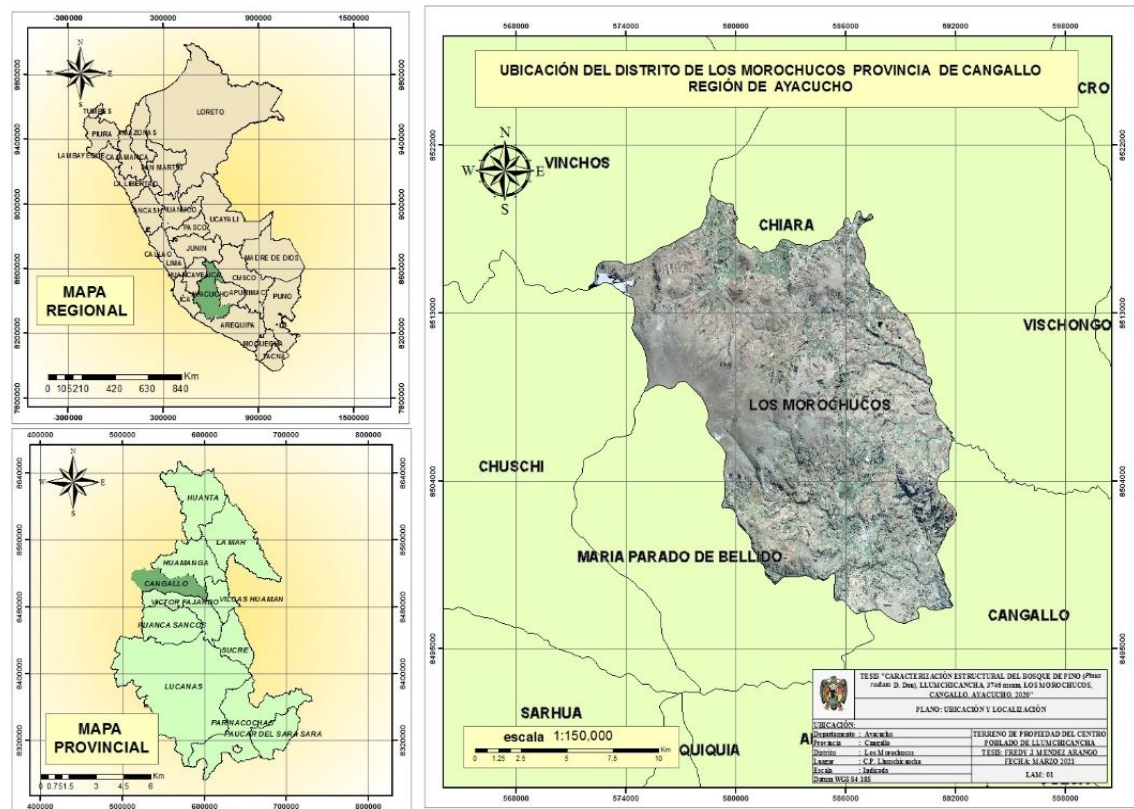


Figura 2.1. Mapa de ubicación del lugar de investigación, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho

Fuente: Google Earth 2021

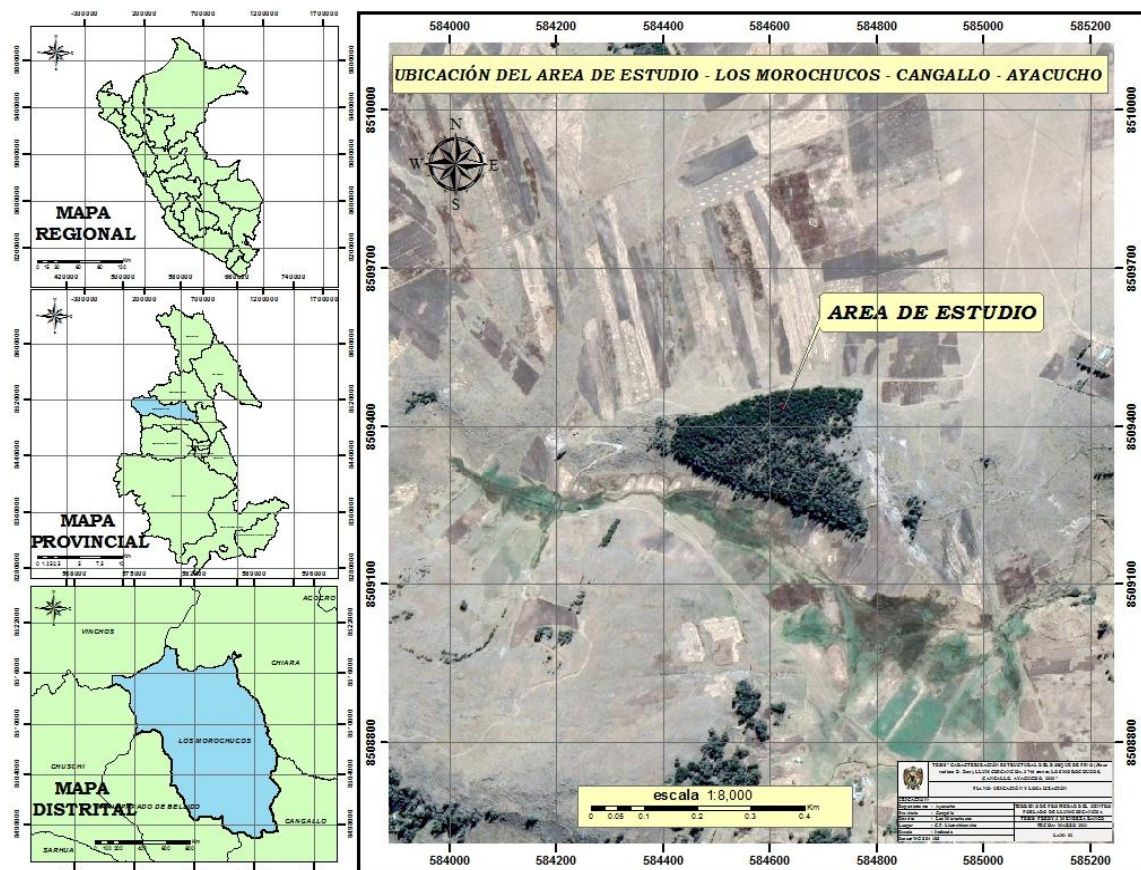


Figura 2.2. Mapa de ubicación del área de estudio del bosque de pino de Llumchicancha

Fuente: Google Earth 2021

2.2. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

Según el diagrama Bioclimático de Holdridge, el lugar de ensayo corresponde a la zona de vida bosque húmedo - MONTANO SUBTROPICAL (bh-MS), “con biotemperatura media anual mínima de 6°C y máxima de 12°C, el volumen de precipitación anual se encuentra entre los 500 y 1,000 mm y el promedio de evapotranspiración potencial varía entre 0.5 y 1 ves el valor de precipitación” (Gerencia regional de recursos naturales y gestión del medio ambiente GERENAMA, 2012 p.39).

2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

El clima es de templado a frío por la variabilidad de temperaturas, según los datos pluviométricos con un promedio de temperatura máxima de 22.8°C, promedio de temperatura mínima 2.3°C y un promedio de temperatura media de 12.6°C; y con una precipitación total anual es de 737.23 mm. Presenta dos épocas, una lluviosa, que inicia a mediados de octubre y se prolonga hasta abril, con exceso de agua entre diciembre y marzo, y otra época seca, que inicia en mayo y termina en setiembre con un déficit de

agua entre abril y noviembre, tal como se observa en el Balance hídrico de la Estación Meteorológica de Pampa Cangallo, correspondiente a una serie histórica de los años 1995 al 2017.

Tabla 2.1. Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico. Estación Meteorológica de Pampa Cangallo, Ayacucho.

DESCRIPCIÓN	BALANCE HIDRICO CON DATOS 1995-2017. ESTACION METEOROLÓGICA DE PAMPA CANGALLO												
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
T° Máxima (°C)	22.6	21.9	21.2	21.7	21.8	21.1	21.7	23.3	24.2	25.0	25.3	24.3	22.8
T° Mínima (°C)	3.9	4.3	4.2	3.0	0.8	-0.1	-0.3	0.4	1.7	2.6	3.1	4.0	2.3
T° Media (°C)	13.3	13.1	12.7	12.3	11.3	10.5	10.7	11.8	13.0	13.8	14.2	14.2	12.6
Factor	4.96	4.48	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	
ETo(mm)	65.754	58.664	62.960	59.171	56.025	50.557	52.847	58.765	62.160	68.243	68.062	70.342	733.55
Precipitación (mm)	158.4	158.3	138.3	50.5	9.9	5.0	8.4	12.1	2.7	36.6	56.4	100.8	737.23
ETo Ajust. (mm)	66.084	58.959	63.276	59.468	56.306	50.810	53.112	59.060	62.472	68.586	68.403	70.695	
H del suelo (mm)	92.29	99.33	74.98	-8.93	-46.45	-45.83	-44.72	-46.99	-59.75	-31.97	-12.04	30.08	
Déficit (mm)	---	---	---	-8.928	-46.446	-45.830	-44.722	-46.990	-59.752	-31.966	-12.043	---	
Exceso (mm)	92.286	99.331	74.984	---	---	---	---	---	---	---	---	30.075	

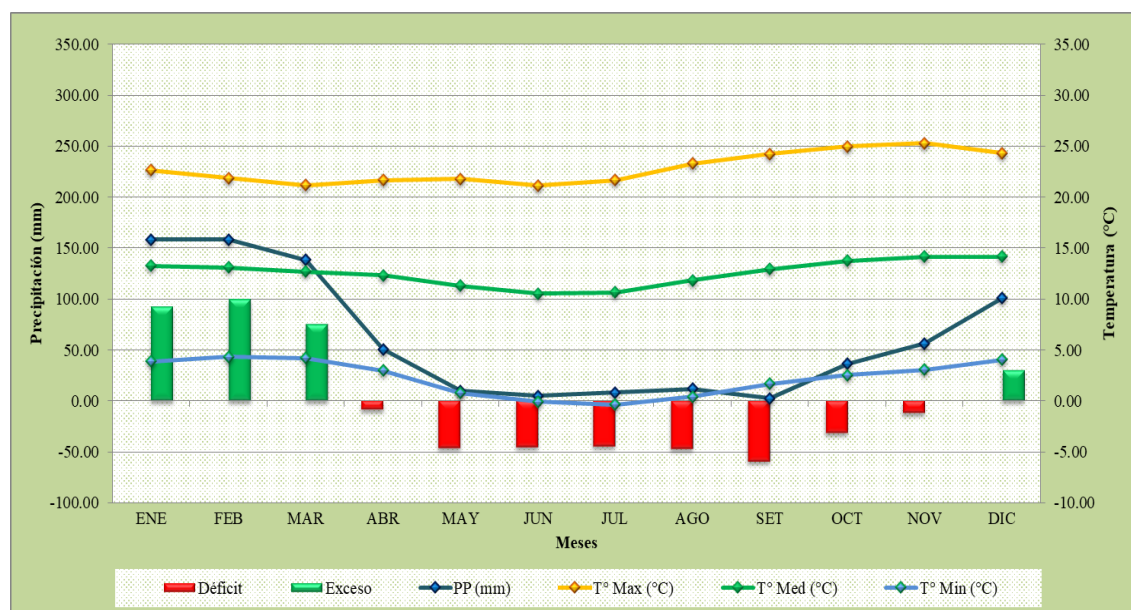


Figura 2.3. Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico. Estación Meteorológica de Pampa Cangallo, Ayacucho

2.4. CARACTERÍSTICAS EDAFOLÓGICAS DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

Tabla 2.2. Caracterización del suelo del bosque de pino del Centro Poblado de Llumchicancha, distrito Los Morochucos, provincia Cangallo, Ayacucho.

Ubicación	Distrito	Los Morochucos
	Provincia	Cangallo
	Departamento	Ayacucho
Soil Taxonomy:		Inceptisol
Capacidad de uso mayor		Forestal
Relieve		subnormal
Napa freática		Muy profunda
Pendiente		Inclinada de 6 a 13%
Drenaje		bueno
Escurrimiento		medio
Riesgo de anegamiento		Sin riesgo
Pedregosidad		Libre
Salinidad		Libre
Grado de erosión		Ligera
Permeabilidad		Moderado lento
Distribución de humedad		Uniforme

Según la ficha edafológica Anexo 2, el terreno donde se ubica el bosque de pino se encuentra a una altitud de 3,746 msnm, y pertenece a Soil Taxonomy: Inceptisol, de relieve subnormal, napa freática muy profunda, pendiente inclinada de 6 a 13%, tiene buen drenaje, escurrimiento medio y sin riesgos de anegamiento; asimismo el suelo es libre de pedregosidad y salinidad, con un grado de erosión ligera, permeabilidad moderado lento, y distribución de humedad uniforme, posee un 90% de cobertura vegetal compuesto por plantación de pino (*Pinus radiata* D. Don). Según el perfil del suelo, se observa 10 cm del horizonte A y 40 cm de horizonte B, con un horizonte C compuesto por roca ígnea de tipo granito. Mientras el uso de tierra en los adyacentes a la plantación del bosque de pino, está destinada a pastos naturales compuesto por pajonales (cubiertas por macizas gramíneas perennes, cespitosas de porte alto, conocidas comúnmente como “ichu”) y césped de puna con preponderancia de plantas cespitosas de menor tamaño, plantas arrosetadas y plantas de porte almohadillado; representada por especies de los géneros *Pycnophyllum*, *Azorella*, *Aciachne*, *Werneria*.

2.5. ÁREA Y MATERIAL DE ESTUDIO

El área de estudio estuvo conformada por una parcela de una hectárea de plantación de pino (*Pinus radiata* D. Don), bajo el sistema de plantación tresbolillo (con la finalidad de aprovechar mejor el terreno, estableciendo un mayor número en plantas por área, como también para controlar la erosión del suelo). El distanciamiento promedio de plantación es de 3.40 m., aproximadamente de 10 años de edad. La actividad silvicultural, la primera poda se ha realizado a los 6 años de su plantación, solo el 60% del total de los árboles del bosque de pino, quedando un aproximado de 40% de los árboles sin la práctica silvicultural como la poda. Hasta el momento no se desarrolló la segunda poda, mucho menos el aclareo o raleo.

Para desarrollar dicha investigación, la parcela fue subdividida en 20 subparcelas con la finalidad de facilitar la obtención de los datos.

2.6. FACTORES DE ESTUDIO

Los factores en estudio tomados en cuenta en el presente trabajo de investigación, se especifican a continuación:

a) Composición florística

Indicadores

- ✓ Familia, género y especies taxonómica

b) Estructura horizontal

Indicadores

- ✓ Abundancia
- ✓ Frecuencia
- ✓ Dominancia
- ✓ Índice de valor de importancia (IVI)
- ✓ Cociente de mezcla

c) Estructura vertical

Indicadores:

- ✓ Estrato arbóreo

d) Parámetros dasométricos

Indicadores:

- ✓ Diámetro a la altura de pecho (DAP)
- ✓ Altura total
- ✓ Área basal
- ✓ Volumen total
- ✓ Incremento medio anual

e) Tipo de árboles

Indicadores:

- ✓ Posición de copa

f) Aspectos morfológicos y defectos

Indicadores:

- ✓ Morfología y defectos del fuste

2.7. DISTRIBUCIÓN DEL CAMPO DE ESTUDIO

En la figura 2.4 se muestra el esquema de la distribución de la parcela de estudio y las correspondientes subparcelas, que a continuación se detalla las características:

Largo de la parcela	: 200 m
Ancho de la parcela	: 50 m
Área total de la parcela	: 10,000 m ²
Largo de las subparcelas	: 25 m
Ancho de las subparcelas	: 20 m
Área total de subparcelas	: 500 m ²
Número de las subparcelas	: 20

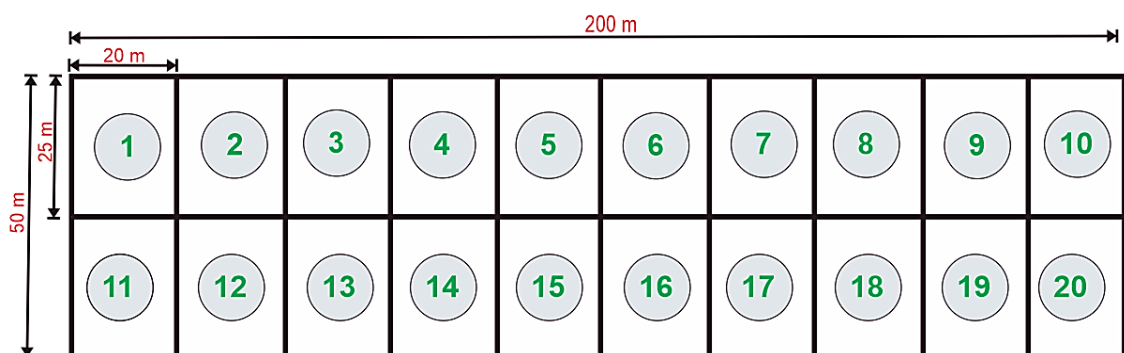


Figura 2.4. Esquema de la distribución del campo de estudio

2.8. ESTABLECIMIENTO DE ÁREA DE MUESTREO

El área y tamaño de muestreo se determinó en base al procedimiento estándar para estos tipos de investigación (Ríos, 1982; Bridson & Forman, 1999, como se citó en Antón & Reynel, 2004) y (MINAM, 2015).

Una vez determinada el área más representativa del bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don), según las características topográficas del terreno y por la comodidad de intervención, se estableció el área de muestreo de forma rectangular de una extensión de una hectárea, con un largo de 200 m por 50 m de ancho. Inicialmente se ubicó el vértice número uno y apoyado de la brújula, cordel, wincha y estacas, se establece los tres vértices restantes, fijando las estacas pintadas con esmalte sintético color amarillo fluorescente en cada esquina, con la finalidad de delimitar e instalar la parcela de evaluación. Instaurada la parcela de evaluación, al interior de ella se establece 20 subparcelas de un área de 500 m² de 25 m de largo por 20 m de ancho, siguiendo la misma metodología para el establecimiento de la parcela, y asignando un código correlativo de uno a veinte a cada una de las subparcelas.

2.9. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Después de codificar todos los individuos dispuestos al interior de cada subparcela, utilizando la forcípula, vara de 2.0 m, hipsómetro y el formulario específico de registro de datos, recorriendo cada parcela se procedió con la toma de información respecto al diámetro a la altura de pecho (DAP), altura total del árbol, posición de copa y otras características morfológicas, defectos y sanitarias, cuyos datos correspondiente a los 951 especímenes se utilizaron para su procesamiento y análisis respectivo.

2.10. TABULACIÓN DE DATOS PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Con las informaciones obtenidas para cada uno de los factores en estudio, utilizando el Software de hojas de cálculo Microsoft Excel y empleando los procedimientos estándares para este tipo de trabajo de investigación, se realizó el procesamiento de los correspondientes datos y las respectivas presentaciones en tablas.

2.11. PARÁMETROS EVALUADOS

2.11.1. Composición florística arbórea

Para determinar la composición florística arbórea por regeneración natural en el bosque de pino de Llumchicancha, se desarrolló mediante el reconocimiento de los especímenes en el campo y a través de la descripción dendrológica en base a las muestras recolectadas del área de estudio, clasificándolas por familias, géneros y por especies taxonómicas. Actividad realizada a nivel del campo y en el laboratorio de Agroforestería y Ambiente de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

2.11.2. Estructura horizontal

Para la determinación de la estructura horizontal del bosque de pino de Llumchicancha, se tomó en cuenta las siguientes características: abundancia, frecuencia y dominancia., índice de valor de importancia (IVI) y cociente de mezcla.

a) Abundancia

La abundancia se refiere al número de individuos presentes en una hectárea y por especie en razón al número total de individuos. “La abundancia absoluta es el número de individuos por especie, y la abundancia relativa es la proporción de los individuos de cada especie en relación del total de los individuos del ecosistema” (Lamprecht, 1990, como se citó en Alvis, 2009, p. 118). El valor de cada uno de ellos se calcula tomando en cuenta las siguientes fórmulas matemáticas:

Abundancia absoluta (Aba)

Número de individuos por especie con relación al número total de individuos encontrados en el área de estudio (n_i).

Abundancia relativa (Ab%)

$$Ab\% = (n_i / N) \times 100 \dots\dots\dots Ec. (1)$$

Dónde:

n_i : Número de individuos de la i ésima especie

N : Número de individuos totales en la muestra

b) Frecuencia

Según Melo (2000, como se citó en Alvis, 2009) la frecuencia consiste en: Determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de las parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La frecuencia absoluta es el porcentaje de parcelas en las que aparece una especie, donde 100% = existencia de la especie en todas las parcelas, y la frecuencia relativa es la proporción de parcelas expresada en porcentaje en las que aparece una especie en relación del total de las parcelas. (p. 118)

El valor de cada uno de ellos se calcula tomando en cuenta las siguientes fórmulas matemáticas:

Frecuencia absoluta (FrA)

$$FrA = (Fi / Ft) \times 100 \dots \dots \dots Ec. (2)$$

Frecuencia relativa (Fr%)

$$Fr\% = (FrAni / FrAt) \times 100 \dots \dots \dots Ec. (3)$$

Dónde:

Fi : Frecuencia absoluta de la iésima especie

Ft : Total de las frecuencias en el muestreo

c) Dominancia

Al respecto Lamprecht (1990, como se citó en Alvis, 2009) revela que la dominancia está relacionada con el: Grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. Debido a que la estructura vertical de los bosques naturales tropicales es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces imposible de realizar; por esta razón se utiliza las áreas basales, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste. (p. 118)

De modo que, bajo esta representación, para Alvis (2009) la dominancia absoluta es: La sumatoria de las áreas basales de los individuos de una especie sobre el área especificada y expresada en metros cuadrados y la dominancia relativa es la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie cualquiera y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en el área inventariada. (p. 118)

El valor de cada uno de ellos se calcula tomando en cuenta las siguientes fórmulas matemáticas:

Dominancia absoluta (*Da*)

$$Da = Gi/Gt.....Ec. (4)$$

Dónde:

Gi : Área basal en m² para la iésima especie

Gt : Área basal en m² de todas las especies

Dominancia relativa (*D%*)

$$D\% = (DaS / DaT) \times 100.....Ec. (5)$$

Donde:

DaS : Dominancia absoluta de una especie.

DaT : Dominancia absoluta de todas las especies.

d) Índice de valor de importancia (IVI)

Según manifestado por Curtis y Mc Intosh (1951, como se citó en Alvis, 2009), el índice de valor de importancia permite: Comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque, es decir muestra la importancia ecológica relativa de cada especie en el área muestreada. Se interpreta a las especies que están mejor adaptadas, ya sea por su dominancia y muy abundantes o por estar mejor distribuidas. Se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. (pp. 118-119)

“El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y

dinámica” (Barun, 1974, como se citó en Alvis, 2009, p. 119). El máximo valor del IVI es de 300.

El valor de IVI se calcula tomando en cuenta las siguientes fórmulas matemáticas:

$$IVI: Ar + Dr + Fr Ec. (6)$$

Donde:

- Ar. : Abundancia relativa de la especie i
- Dr. : Dominancia relativa de la especies i
- Fr. : Frecuencia relativa de la especie i

e) Cociente de mezcla (CM)

Según manifiesta Alvis (2009) el cociente de mezcla es el: Indicador de la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales. El cociente de mezcla permite tener una idea general de la intensidad de mezcla, es decir, de la forma como se distribuyen los individuos de las diferentes especies dentro del bosque. (p. 119)

El valor de CM se calcula tomando en cuenta las siguientes fórmulas matemáticas:

$$CM = S/N = (S/S)/(N/S) \text{ o } C.M = \frac{S}{N} = \frac{[\frac{S}{S}]}{[\frac{N}{S}]} Ec. (7)$$

Dónde:

- S = Número total de especies en el muestreo
- N = Número total de individuos en el muestreo

2.11.3. Estructura vertical

La estructura vertical es la distribución de biomasa en el plano vertical del bosque de pino, los valores se determinaron tomando en cuenta el siguiente estrato arbóreo del bosque.

- a) **Maduros:** ≥ 40 cm de DAP (individuos mayores o iguales a 40 cm de DAP). Se tomó en cuenta a todos los individuos, cuyo diámetro a la altura de pecho (DAP) se encuentran mayor o igual a 40 cm.

- b) Adolescentes:** 20 a 39.9 cm de DAP (individuos entre 20 a 39.9 cm de DAP). Se tomó en cuenta a todos los individuos, cuyo diámetro a la altura de pecho (DAP) se encuentran mayor o igual a 20 cm y menores a 40 cm.
- c) Fustal:** 10 a 19.9 cm de DAP (individuos entre 10 a 19.9 cm de DAP). Se tomó en cuenta a todos los individuos, cuyo diámetro a la altura de pecho (DAP) se encuentran mayor o igual a 10 cm y menores a 20 cm.
- d) Latizal:** 5 a 9.9 cm de DAP (individuos entre 5 a 9.9 cm de DAP). Se tomó en cuenta a todos los individuos, cuyo diámetro a la altura de pecho (DAP) se encuentran mayor o igual a 5 cm y menores a 10 cm.
- e) Brinzal:** > 0.3 mh a 4.9 cm de DAP (individuos mayores a 0.30 m hasta 4.9 cm de DAP). Se tomó en cuenta a todos los individuos, cuya altura es mayor a 0.30 m y el diámetro a la altura de pecho (DAP) se encuentran menores a 5 cm.

2.11.4. Medida dasométrica

a) Diámetro a la altura del pecho - DAP (cm)

Se fundamenta en medir el diámetro del árbol expresado en cm a 1.30 m sobre el nivel del suelo, usando la forcípula de todas las plantas mayores a 5 cm de diámetro a la Altura del Pecho (DAP).

Los diámetros a la altura de pecho de todos los especímenes se registran y se traducen en información sobre promedio y la variancia de diámetro, así como la distribución de los diámetros por clases en intervalos de 10 centímetros.

b) Altura total (m)

Se mide utilizando el hipsómetro y vara de 2 m desde la base hasta el ápice del árbol y se expresa en m.

La altura total de todos los especímenes se registra y se convierten en información sobre el promedio y la variancia de altura, así como la distribución de ellas por clases en intervalos de 5 metros.

c) Área basal (m²)

Es la superficie de la sección transversal del tronco de árbol a una determinada altura del suelo, que comúnmente se calcula a la altura de pecho y se expresa en m².ha⁻¹.

Habitualmente se utiliza para organizar la densidad de la plantación de los árboles del bosque (Ugalde, 1981, como se citó en Villacorta, 2013). Del mismo modo el área basal es importante para los cálculos de cubicación y otros relacionados con los contenidos maderables del bosque.

Las áreas basales de todos los especímenes se registran y se traducen en información sobre el promedio y la variancia del área basal, así como la distribución de ellas por clases en intervalos de 0.1 metros cuadrados

El área basal (AB) se calcula a partir del diámetro a la altura de pecho (DAP) tomando en cuenta las siguientes fórmulas matemáticas:

$$AB = \frac{\pi}{4} * [DAP]^2$$

Dónde;

AB = Área basal

DAP = Diámetro a la altura del pecho (m)

d) Volumen total (m³)

Es la medida de la cantidad de madera sólida que posee el árbol o masa forestal y se expresa en m³.ha⁻¹.

El volumen de todos los especímenes se registran y se traducen en información sobre el promedio y la variancia del volumen, así como la distribución de ellas por clases en intervalos de 0.1 metros cúbicos.

El volumen de los árboles en pie se calcula utilizando la siguiente fórmula matemática:

$$V = AB * H * f$$

Dónde;

V = Volumen del árbol en m³

AB = Área basal en m²

H = Altura o longitud del árbol en m

f = Factor o coeficiente de forma: 0.65 (INRENA, 2000), factor promedio.

e) Incremento medio anual (IMA)

El IMA se calcula utilizando la siguiente fórmula matemática:

$$\text{IMA} = Y_t / t_o$$

Dónde:

- IMA = incremento medio anual
- t_o = edad a partir del tiempo cero (años)
- Y_t = dimensión de la variable considerada

Por ejemplo, para el caso del volumen, se tiene:

$$\text{IMA} = \frac{\text{volumen del árbol (m}^3\text{.ha}^{-1}\text{)}}{\text{edad (años)}}$$

2.11.5. Tipo de árboles según posición de la copa

En un bosque, según la posición de la copa del árbol, se puede distinguir los diferentes tipos de árboles. Se determinan mediante la observación y registro tomado en cuenta la exposición de la copa del árbol a la luz solar.

- a) **Tipo 1:** La copa del árbol recibe la luz solar vertical y lateral plena (árboles emergentes).
- b) **Tipo 2:** La copa del árbol recibe la luz solar vertical plena (árboles dominantes).
- c) **Tipo 3:** La copa del árbol recibe la luz solar vertical de manera parcial (árboles codominantes).
- d) **Tipo 4:** La copa del árbol recibe la luz solar únicamente oblicua (árboles intermedios).
- e) **Tipo 5:** La copa del árbol no recibe la luz solar directa (árboles oprimidos).

2.11.6. Aspectos morfológicos y estado sanitario

En un bosque, además de los factores intrínsecos de las especies son afectados por los factores externos, principalmente ambientales, mecánicos y sanitarios que ocasionan defectos en la morfología y sanidad de los especímenes.

Los aspectos morfológicos y estado sanitario se determinan mediante la observación y registro del aspecto morfológico del fuste y estado sanitario del árbol.

- a) **Fuste normal:** Están representados por aquellos árboles que presentan un fuste o troco cilíndrico con las características morfológicas correspondiente a la especie.
- b) **Fuste bifurcado:** Están representados por aquellos árboles que presentan fuste o tronco bifurcado o ramificado.
- c) **Árbol parcialmente seco:** Están representados por aquellos árboles que presentan fuste o tronco parcialmente seco a partir del medio o tercio superior.
- d) **Árbol enfermo:** Están representados por aquellos árboles que presentan síntomas de enfermedad.
- e) **Árbol quebrado:** Están representados por aquellos árboles que presentan el fuste o tronco quebrado o roto.
- f) **Árbol seco:** Están representados por aquellos árboles que se encuentran íntegramente seco.
- g) **Árbol deforme:** Están representados por aquellos árboles que presentan fuste o tronco torcido o deformado.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ARBÓREA

3.1.1. Identificación de familia, género y especies taxonómicas

El pino *Pinus radiata* D. Don., es una de las especies forestales introducidas que se logró adaptarse muy bien a las diferentes zonas de vida de nuestro país, motivo por el cual se utilizó en la forestación de los terrenos comunales del Centro Poblado de Llumchicancha, con la finalidad de aprovechar los diversos beneficios que ofrece dicha especie. Del mismo modo, el propósito es evaluar la regeneración de otras especies arbóreas como resultando de la sucesión natural bajo dicha plantación.

Tabla 3.1. Composición florística arbórea en el bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Familia	Género	Especie	Nombre común	Individuo	
					Nº	%
1	Pinaceae	Pinus	<i>Pinus radiata</i>	Pino	951	100
Total					951	100

Según la tabla 3.1, el bosque de pino del Centro Poblado de Llumchicancha, ostenta una composición florística homogénea, correspondiendo al tipo de bosque de regeneración artificial, producto de una plantación forestal, habiendo encontrado que el 100% de los individuos del bosque pertenecen a una misma categoría taxonómica (Anexo 2), familia Pinaceae, género *Pinus* y especie *Pinus radiata*, respectivamente. No habiendo encontrado otras especies nativas de regeneración natural en el bosque de *Pinus radiata* de Llumchicancha, en relación a otras investigaciones como señalan Aguirre et al. (2019) en Loja, Ecuador que “bajo la plantación de *Pinus radiata* (Pinaceae) se registraron 74 especies de 68 géneros y 43 familias, de los cuales 7 son árboles, 44 arbustos y 23 hierbas” (p. 947); Velarde (2018) en el rodal de pino de Putacca, Vinchos,

Ayacucho encontró tres especies arbustivas y una cactácea. Gómez et al. (2009) en un matorral con *Pinus radiata* reportó “48 especies de plantas vasculares, distribuida en 27 familias y 46 géneros” (p. 259).

3.2. ESTRUCTURA HORIZONTAL

3.2.1. Abundancia, frecuencia y dominancia

Tabla 3.2. Abundancia absoluta y relativa del bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa (%)	Abundancia Relativa Acumulada (%)
1	<i>Pinus radiata</i>	951	100	100
	Total	951	100	100

Tabla 3.3. Frecuencia absoluta y relativa del bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa (%)	Frecuencia Relativa Acumulada (%)
1	<i>Pinus radiata</i>	100	100	100

Tabla 3.4. Dominancia absoluta y relativa del bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa (%)	Dominancia Relativa Acumulada (%)
1	<i>Pinus radiata</i>	1	100	100

Según las tablas 3.2, 3.3 y 3.4, tomando en cuenta que los individuos componentes del bosque de pino del Centro Poblado de Llumchicancha pertenecen a una misma familia, género y especie taxonómica, respectivamente; el 100% de la Abundancia, Frecuencia y Dominancia relativa acumulada, está conformada por especie *Pinus radiata*. Cuyos resultados corrobora la ausencia de regeneración natural de otras especies nativas.

3.2.2. Índice de valor de importancia (IVI)

Tabla 3.5. Índice de valor de importancia (IVI) del bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie	Abundancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI	IVI Acumulada
1	<i>Pinus radiata</i>	100	100	100	300	300

Según la tabla 3.5, considerando que la suma de abundancia, frecuencia y dominancia relativa, respectivamente, alcanzan el valor máximo de 300, compuesto por la misma especie taxonómica, el índice de valor de importancia (IVI) del bosque está representado en su totalidad por la especie *Pinus radiata*.

Los resultados del estudio demuestran que entre las plantaciones de pino (*Pinus radiata* D. Don) bajo las condiciones de zona de vida bosque húmedo - MONTANO SUBTROPICAL (bh-MS) (Anexo 5) a una altitud de 3,746 msnm, en suelo Inceptisol (Anexo 3) del Centro Poblado de Llumchicancha, no se encontró el establecimiento de especies arbóreas nativas de regeneración natural. Sin embargo, cabe mencionar que, en un trabajo similar para la misma zona de vida a una altitud de 3550 msnm, bajo las condiciones de la localidad de Putacca, Vinchos Ayacucho, al interior de rodal de pino se ha encontrado tres especies arbustivas y una cactácea de regeneración natural, entre ellas, *Escallonia resinosa*, siendo la más predominante, seguido en orden descendente por *Colletia spinosissima*, *Polylepis racemosa* y *Austrocylindropuntia subulata* (Velarde, 2018). Según Baca (2000), en México en un bosque compuesto por *Pinus pseudostrobus* y *Pinus teocote*, se reportó cinco géneros de *Quercus*, siendo los más representantes las especies *Quercus rysophylla* y *Quercus canbyi* con 348 y 319 individuos por hectárea, respectivamente.

Del mismo modo Aguirre et al. (2019) en la plantación de *Pinus radiata* de Loja, Ecuador, reporta los parámetros estructurales, encontrando dos especies arbóreas más relevantes entre los siete, siendo *Rhamnus granulosa* (Ruiz & Pav.) Weberb. ex M.C. Johns, correspondiente a la familia Rhamnaceae con una densidad de 284 individuos/ha, densidad relativa 84.5%, frecuencia relativa 38%, e índice de valor de importancia IVI 61%, seguido por *Oreopanax rosei* Harms perteneciente a la familia Araliaceae con una

densidad de 43 individuos/ha, densidad relativa 12.8%, frecuencia relativa 38%, e IVI 25.2%; y entre las especies arbustivas se encuentra *Piper bogotense* C. DC de la familia Piperaceae quien posee una densidad de 255 individuos/ha, densidad relativa 15%, frecuencia relativa 8.2%, e IVI 11.7%. Finalmente, comparado con los trabajos realizados en ecosistemas boscosas compuesto por otras especies, los resultados reportados por Freitas (1996); Araujo et al. (2005); Zamora (2010); y Villacorta (2013), son diferentes y cuantitativamente superiores.

Tomando en cuenta de los resultados obtenidos, el sistema ecológico esté asociado a diversos factores abióticos y bióticos, como por ejemplo a falta de mecanismos apropiados o la ausencia de los organismos encargados de la dispersión de semillas hasta el interior del bosque, y/o la carencia de especímenes semilleros próximo o cerca del bosque de pino, por cuanto cerca de su entorno, no se encuentra especímenes arbóreas, habiendo constatado únicamente la existencia de pastos naturales compuesto por pajonales y césped de puna, hechos que habrían influenciado negativamente en la regeneración natural de otras especies nativas y la composición del ecosistema boscoso. La dinámica de la generación natural de los bosques, están influenciados por los factores abióticos y bióticos quienes afectan positiva o negativamente en el establecimiento y regeneración de los bosques. Entre los factores abióticos más relevantes están las condiciones edafoclimáticas, de modo que el tipo de suelo, la luz, la temperatura, la duración del día, la precipitación, la humedad y el viento ejercen un fuerte control sobre la fisiología y la reproducción, lo cual se refleja en la estructura del ecosistema” (Beek & Sáenz, 1992).

3.2.3. Cociente de mezcla (CM)

$$C.M = \frac{\text{Número total de especies}}{\text{Número total de individuos}} = \frac{1}{951} = 0.001$$

El cociente de mezcla representa la proporción total de especies respecto al número total de individuos, en el presente trabajo de investigación, dicha proporción es de 0.001, es decir, en cada 1000 individuos se agrupan una especie forestal.

El cociente de mezcla en el presente trabajo de investigación de 0.001, es inferior comparado con el resultado obtenido por (Velarde, 2018), en la investigación para la

misma zona de vida a una altitud de 3550 msnm, bajo las condiciones de la localidad de Putacca, Vinchos Ayacucho, se ha encontrado de $CM = 0.02$, lo que significa que en cada 100 individuos se agrupan dos especies forestales. Del mismo modo, comparado con los trabajos realizados en ecosistemas boscosas compuesto por otras especies, los resultados reportados por Alvis (2009); Freitas (1996); Aguirre et al. (2013); Araujo et al. (2005); Zamora (2010); y Villacorta (2013), son diferentes y mayores.

3.3. ESTRUCTURA VERTICAL

3.3.1. Estrato arbóreo

Tabla 3.6. Estrato arbóreo del bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie	Estrato arbóreo según el DAP y altura árboles del bosque				Total
		Adolecente	Fustal	Latizal	Brinzal	Total
1	<i>Pinus</i> N°	125	534	280	12	951
	<i>radiata</i> %	13.14	56.15	29.44	1.26	100

Según la tabla 3.6, en el bosque de 10 años de plantación, el estrato arbóreo del bosque está conformado por cuatro estratos, de los cuales el Fustal posee de mayor número de individuos, con un total de 534 que (56.15 %), seguidos en orden descendente por Latizal con 280 (29.44 %), Adolecente con 125 (13.14 %), y finalmente aún existe considerado como Brinzales en un número de 12 de individuos, que equivale al 1.26% de la población. Resultado que defiere demostrado por Velarde (2018), en un rodal de 20 años de plantación, el 69.42% de los árboles de *Pinus radiata* está representado por adolescente, seguido por fustal con 16.53% y maduro sólo con 12.40%.

3.4. MEDIDAS DASOMÉTRICAS

3.4.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Según la tabla 3.7, en el bosque de 10 años de plantación, la clase diametral de los árboles tiene un promedio de 13.27 cm y una variancia de 32.55, y está conformado por tres categorías, de los cuales la clase de intervalos de 10 a 19.99 cm de DAP, posee de mayor número de individuos con un total de 534 (56.15 %), seguidos en orden descendente por la clase que oscilan de 0 a 9.99 cm de DAP con 292 (30.70 %), y finalmente la clase que varía de 20 a 29.99 cm de DAP con 125 individuos que equivale al 13.14% de la población.

Tabla 3.7. Clase diametral de los árboles del bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicanha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie		Clase diametral de los árboles			Total
			0 a 9.99	10 a 19.99	20 a 29.99	
1	<i>Pinus radiata</i>	N°	292	534	125	951
		%	30.70	56.15	13.14	100

Tomando en cuenta que la estructura vertical es la distribución de la biomasa en el plano vertical del bosque, cuyos valores se determina mediante el estrato arbóreo, que a su vez tiene relación con las dimensiones del diámetro a la altura de pecho (DAP). Los resultados de la presente investigación demuestran que a los diez años de plantación en un suelo Inceptisol (Anexo 3), zona de vida bosque húmedo - MONTANO SUBTROPICAL (bh-MS) (Anexo 5), a una altitud de 3,746 msnm, con una precipitación promedio anual de 737.23 mm de una serie histórica de 22 años Tabla 2.1 y Figura 2.3 y la actividad silvicultura (primera poda), realiza a los 6 años de su plantación, solo un poco más de 13% de la plantación de los árboles de *Pinus radiata* D. Don Llumchicanha, llegan al estrato adolescente obteniendo un DAP entre 20 a 29.99 cm, el más de 56% alcanza el estrato Fustal logrando un DAP entre 10 a 19.99 cm y el casi 30% de los árboles se encuentran en el estrato Latizal con DAP entre 5 a 9.99 cm y un poco más del 1% en el estrato Brinzal con DAP menor a 4.99 cm. Resultados que se diferencian reportado por Velarde (2018), donde el rodal de 20 años de plantación de *Pinus radiata* está representado con el 33.06% de los árboles que alcanzan la clase de diametral con intervalos de 20 a 30 cm, seguidos por el de 30 a 40 cm con 31.40%, 10 a 20 cm con 16.52% y de 40 a 50 cm con sólo 10.74%, respectivamente.

3.4.2. Altura

Según la tabla 3.8, la altura de los árboles del bosque con un promedio de 7.79 m y una variancia de 5.91, se clasifican en tres categorías, de los cuales la categoría de intervalos de 5.0 a 9.99 m de altura, posee el mayor número de individuos con un total de 646 (67.93%), seguidos en orden descendente por la categoría que oscilan de 10 a 14.99 m con 217 (22.82 %), y finalmente la categoría que varía de 0 a 4.99 m con 88 individuos que equivale a 9.25 % de la población.

Tabla 3.8. Categoría de altura de los árboles del bosque del pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie		Altura total (m)			Total
			0 a 4.99	5 a 9.99	10 a 14.99	
1	<i>Pinus radiata</i>	Nº	88	646	217	951
		%	9.25	67.93	22.82	100

Los resultados de la investigación expresan que a los diez años de plantación en un suelo Inceptisol (Anexo 3), zona de vida bosque húmedo - MONTANO SUBTROPICAL (bh-MS) (Anexo 5), a una altitud de 3,746 msnm, con una precipitación promedio anual de 737.23 mm de una serie histórica de 22 años tabla 2.1 y figura 2.3 y la actividad silvicultura (primera poda), realiza a los 6 años de su plantación, solo casi el 23% de la plantación de los árboles de *Pinus radiata* D. Don de Llumchicancha, consiguen una altura entre 10 a 14.99 m, el 68% alcanza una altura que varía de 5 a 9.99 m y un 9% de los árboles se encuentran menores a 5 m de altura. Resultados que definitivamente se diferencian obtenido por Velarde (2018), donde el rodal de 20 años de plantación de *Pinus radiata* está representado con el 45.45% de los árboles que alcanzan una altura con intervalos de 15 a 20 m, seguidos por el de 20 a 25 m con 28.10%, 10 a 15 m con 16.53% y de 25 a 30 m con sólo 4.96%, respectivamente.

3.4.3. Área basal y volumen

El área basal con un promedio de 0.016 m^2 y una variancia de 0.0001, representa la cobertura vegetal de las especies arbóreas en el bosque, la distribución de este carácter se presenta una sola clase de área basal entre intervalos de 0.10 m^2 , tabla 3.9. Es decir, los 951 (100%) árboles del bosque conformado por *Pinus radiata* D. Don se encuentran en el intervalo comprendido entre 0 a 0.10 m^2 . Del mismo modo para el volumen, con un promedio de 0.096 m^3 y una variancia de 0.007, la distribución se presenta en una sola clase volumétricas entre intervalo de 1 m^3 , tabla 3.9. Es decir, los 951 (100%) árboles del bosque conformado por *Pinus radiata* D. Don se encuentran en el intervalo comprendido entre 0 a 0.10 m^3 .

Tabla 3.9. Categoría del área basal y volumen de los árboles del bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie		Área basal (m ²)	Volumen (m ³)	Total
			0 a 0.10	0 a 0.10	
1	<i>Pinus</i>	Nº	951	951	951
	<i>radiata</i>	%	100	100	100

De igual forma, los resultados de la investigación demuestran que a los diez años de plantación en un suelo Inceptisol (Anexo 3), zona de vida bosque húmedo - MONTANO SUBTROPICAL (bh-MS) (Anexo 5), a una altitud de 3,746 msnm, con una precipitación promedio anual de 737.23 mm de una serie histórica de 22 años tabla 2.1 y figura 2.3 y la actividad silvicultura (primera poda), realiza a los 6 años de su plantación, el incremento individual del área basal y el volumen de los árboles de *Pinus radiata* D. Don de Llumchicancha, no ha superado 0.10 m² y 0.10m³, respectivamente. Resultados que también se diferencian a lo obtenido por Velarde (2018), donde el rodal de 20 años de plantación de *Pinus radiata* está representado con el 76.03% de los árboles que lograron un área basal con intervalos de 0.0 a 0.10 m², seguidos por el de 0.10 a 0.20 m² con 22.31% y de 0.20 a 0.30 m² con sólo 1.65%, respectivamente. Asimismo, el 67.76% de los árboles adquirieron un volumen con intervalo de 1.0 a 2.0 m³, seguido por el 2.0 a 3.0 m³ con 28.93% y el de 3.0 a 4.0 m³ con sólo 2.48%, respectivamente. También, comparado con los trabajos realizados en ecosistemas boscosas compuesto por otras especies, los resultados reportados por Freitas (1996); Araujo et al. (2005); Zamora (2010); y Villacorta (2013), son diferentes y cuantitativamente mayores.

3.4.4. Incremento medio anual (IMA)

Según la tabla 3.10, el diámetro a la altura del pecho (DAP) incrementa en 1.33 cm/año, la altura 0.78 m/año; mientras el área basal en 0.0016 m²/árbol/año y 1.56 m²/ha/año, del mismo modo el volumen incrementa en 0.0096 m³/árbol/año y 9.07 m³/ha/año.

Tabla 3.10. Incremento de medio anual de los árboles del bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicanha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie	Incremento medio anual					
		DAP	Altura	AB/árbol	AB/ha	V/árbol	V/ha
		cm/año	m/año	m ² /año	m ² /año	m ³ /año	m ³ /año
1	<i>Pinus radiata</i>	1.33	0.78	0.0016	1.56	0.0096	9.07

3.5. TIPO DE ÁRBOL SEGÚN POSICIÓN DE LA COPA

Tabla 3.11. Tipos de árbol según posición de la copa del bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicanha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie	Tipo de árbol según posición de copa						Total
			Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	
1	<i>Pinus</i>	Nº	63	777	61	25	25	951
	<i>radiata</i>	%	6.62	81.70	6.41	2.63	2.63	100

Según la tabla 3.11, de un total de 951 individuos, los 777 individuos que equivale al 81.70% corresponden al tipo 2 (árboles dominantes), mientras el resto de 174 individuos que corresponde al 18.7%, están conformados por los árboles tipo 1 (árboles emergentes) con 6.62%, tipo 3 (árboles codominantes) con 6.41% y finalmente por los tipos 4 (árboles intermedios) y tipo 5 (árboles oprimidos) con 2.63%, respectivamente.

De igual forma, los resultados de la investigación demuestran que a los diez años de plantación en un suelo Inceptisol (Anexo 3), zona de vida bosque húmedo - MONTANO SUBTROPICAL (bh-MS) (Anexo 5), a una altitud de 3,746 msnm, con una precipitación promedio anual de 737.23 mm de una serie histórica de 22 años tabla 2.1 y figura 2.3 y la actividad silvicultura (primera poda), realiza a los 6 años de su plantación, solo casi el 7% de los árboles de *Pinus radiata* D. Don de Llumchicanha, sobresalen como emergentes, cerca de 82% logran ser dominantes y un poco más de 6% codominantes, mientras el resto se quedaron como árboles intermedios y oprimidos.

3.6. ASPECTO MORFOLÓGICO Y ESTADO SANITARIO

Según la tabla 3.12, de un total de 951 individuos, los 707 individuos que equivale al 74.34% presentan fuste normal en forma piramidal, y 103 árboles (10.83%) presentan fuste bifurcado, mientras el resto de 141 árboles que corresponde el 14.82%, están

conformados por árboles parcialmente secos en el tercio superior de la planta con 9.04%, enfermos causado por *Fusarium* sp. y *Ptythium* sp. (Anexo 4), con 3.26%, quebrados con 1.89%, secos con 0.53% y deformado con 0.11%.

Tabla 3.12. Aspecto morfológico y estado sanitario de los árboles del bosque de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado Llumchicanha, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho.

Ítem	Especie	Aspectos morfológicos y estado sanitario								Total
			FN	FB	APS	AE	AQ	AS	AD	
1	<i>Pinus</i>	Nº	707	103	86	31	18	5	1	951
	<i>radiata</i>	%	74.34	10.83	9.04	3.26	1.89	0.53	0.11	100

FN= Fuste normal, FB= Fuste bifurcado, APS= Árbol parcialmente seco, AE= Árbol enfermo, AQ= Árbol quebrado, AS= Árbol totalmente seco, AD= Árbol deforme

Los resultados obtenidos para los parámetros estrato arbóreo, medidas dasométricas (DAP, altura, área basal y volumen), tipo de árboles según la posición de copa y aspectos morfológicos, se atribuye a los factores bióticos y abióticos; entre los factores bióticos el más relevante puede considerarse la competencia por agua, luz, nutrientes, espacio, presencia de animales, plagas y enfermedades, la falta de la práctica silvicultural, etc., entre las mismas especies que forman el bosque, y entre los factores abióticos, se puede deducir que las características edáficas y climáticas del lugar de estudio, tales como el tipo de suelo, la luz, la temperatura, la duración del día, la precipitación, la humedad, el viento, contenido nutricional del suelo.,etc, serían los responsables de ejercer un fuerte control sobre los aspectos fenológicos, fisiológicos y reproductivos, lo cual se refleja en la estructura del ecosistema boscoso (Beek & Sáenz, 1992), en este caso, principalmente influenciando en el desarrollo y crecimiento, así como en el estado sanitario de los árboles de pino del Centro Poblado de Llumchicanha.

CONCLUSIONES

1. En el bosque de pino del Centro Poblado de Llumchicancha, no se ha reportado otras especies nativas arbóreas de regeneración natural, habiendo identificado únicamente *Pinus radiata* D. Don., en consecuencia, la estructura horizontal, representada por abundancia, frecuencia, dominancia y el índice de valor de importancia (IVI), con un cociente de mezcla de 0.001, está representada únicamente por la especie *Pinus radiata* D. Don., al género *pinus* y familia Pinaceae.
2. La estructura vertical del bosque de pino del Centro Poblado de Llumchicancha, está representada principalmente por el estrato arbóreo Fustal con un 56.15% de la población de árboles, seguido por Latizal con 29.44%.
3. En relación a los valores dasométricos del bosque de pino del Centro Poblado de Llumchicancha, el 56.15% de los árboles del bosque logran un diámetro a la altura de pecho (DAP) de 10 a 19.99 cm, el 67.93% de los árboles alcanzan una altura de 5 a 9.99 m, el 100% de los árboles no superan el 0.10 m² y 0.10 m³ de área basal y volumen respectivamente, y consiguiendo un incremento media anual (IMA) de volumen de 9.07 m³/ha/año.
4. Adicionalmente se encontró que el 81.70% de los árboles del bosque corresponde al tipo 2, es decir pertenecen a los árboles dominantes, y el 74.34% de los árboles poseen en fustes sin ningún defecto morfológico, seco o enfermo.

RECOMENDACIONES

Los resultados del presente trabajo de investigación son relevantes para el ámbito de estudio, hecho que motiva manifestar las siguientes recomendaciones.

1. Los resultados obtenidos en la presente de investigación, no debe tomarse en cuenta como absoluto, por ser los primeros trabajos de investigación en el ámbito de estudio.
2. Se recomienda realizar mayor número de trabajos de investigación relacionado al tema, en ecosistemas de bosques similares, rodales y otros en ámbitos de la región.
3. Revalorar la importancia ecológica del bosque, en función a la especie *Pinus radiata*.
4. Se recomienda elaborar y establecer un plan de manejo forestal, conducente a la mejora de las plantaciones de pino de Llumchicancha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, M. Z., Díaz, O. E., Muñoz, Ch. J. & Muñoz, Ch. L. (2019). Sucesión natural bajo plantaciones de *Pinus radiata* D. Don (Pinaceae) y *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae), en el sur del Ecuador. *Arnaldia* 26 (3): 943-964.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v26n3/a06v26n3.pdf>
- Aguirre, Z., Betancourt, Y., & Geada, G. (2013). Composición florística y estructura de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5350870.pdf>
- Alvis. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del Municipio de Popayán. Universidad de Cauca.
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a13.pdf>
- Antón, D. & Reynel, C. (2004). *Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú*. Primera Edición. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Araujo, A., Jorgensen, P., Maldonado, C., & Paniagua, N. (2005). Composición florística y estructura del bosque de ceja de monte en Yungas, sector de Tambo Quemado-Pelechuco, Bolivia.
<https://es.scribd.com/document/54410194/11TamboQuemado40-3-1>
- Baca, M. (2000). Caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosques de pino-encino, en la Universidad Autónoma Nuevo León.
<http://eprints.uanl.mx/7749/1/1020136368.PDF>
- Beek, R. & Sáenz, G. (1992). *Manejo forestal basado en la generación natural del bosque*. Estudio de caso en los robledales de altura de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 200.
- Bull, G., Warren, G. & Scharpenberg. R. (1995). *Modelo de Suministro Mundial de Fibra*. FAO. La Dirección de Productos Forestales del Departamento de Montes.
<https://www.fao.org/3/X0105S/X0105S.pdf>
- Diéguez, A. U., Castedo, D. F., Barrio, A. M., Álvarez, G. J., Rojo, A. A. & Ruiz, G. A. (2005). Prácticas de dasometría.
https://www.researchgate.net/profile/Alberto_Rojo-Alboreca/publication/305640101_Practicas_de_dasometria/links/5797266408ae33e89faea3f8.pdf

- Emrich, A., Pokorny, B. & Sepp, C. (2000). Importancia del manejo de los bosques secundarios para la política de desarrollo. Investigación de los bosques tropicales. ECO –Society for socio-ecological programme consultancy. Número de la serie: FTWF-18s. <http://www.bionica.info/biblioteca/Emrich2000BosquesSecundarios.pdf>
- Flores, E. (2012). *Tratamientos silviculturales en bosques naturales*. En Silvicultura de bosques y plantaciones. INIA. Pucallpa
- Freitas, L. (1996). Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de la llanura aluvial inundable en la zona de Jenaro Herrera, Amazonia peruana. Instituto de investigaciones de la Amazonia peruana-Iquitos. <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/st021.pdf>
- Gálvez, Y. (2015). *Agrotécnia aplicada. Capítulo de silvicultura*. Guía de estudios. UNSCH, Ayacucho. Perú.
- Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente - GERENAMA. (2012). *Zonas de vida*. Informe temático. Desarrollo de capacidades en zonificación ecológica económica y ordenamiento territorial en la región Ayacucho. Gobierno Regional Ayacucho.
- Gómez, P., Hahn, S. & San Martín, J. 2009. Estructura y composición florística de un matorral bajo plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Chile Central. Revista Gayana Bot. 66(2): 256-268. <https://www.scielo.cl/pdf/gbot/v66n2/art10.pdf>
- Imaña, E. J. & Encinas, B. O. 2008. *Epidometría Forestal*. Universidade de Brasilia, Departamento de Engenharia Florestal. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Brasilia, Brasil y Mérida, Venezuela. https://www.academia.edu/39203782/EPIDOMETRIA_FORESTAL
- Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA. (2000). *Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 27308*, Lima Perú.
- Juarez, F. Y. 2014. *Dasometría. Apuntes de clase y guía de actividades prácticas*. Cochabamba, Bolivia. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76185/mod_folder/content/0/DASOMETRIA_Apuntes_de_Clase_y_Guia_de_Ac.pdf?forcedownload=1
- Manzanero, M. & Pinelo, G. (2004). *Plan silvicultural en unidades de manejo forestal*. https://d144yw6o2d13bk.cloudfront.net/downloads/wwfca_plansivi.pdf

- Ministerio del Ambiente - MINAM & Ministerio de Agricultura – MINAG. (2011). *El Perú de los bosques*.
<http://cdam.minam.gob.pe/novedades/elperudelosbosques2011.pdf>.
- Ministerio del Ambiente – MINAM. (2010). Dirección General de Forestal y Fauna Silvestre. *Ley forestal y de Fauna Silvestre N° 29763*, Lima Perú.
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29763.pdf>
- Ministerio del Ambiente - MINAM. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural*. – Lima.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2018). *Inventario forestal nacional*. Manual de campo. Inventario Forestal Nacional de Colombia. Bogotá. <https://www.fao.org/3/i9619es/I9619ES.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO y Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR (2017). *Nuestros bosques en números. Primer reporte del inventario nacional forestal y de fauna silvestre*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/nuestros-bosques-numeros>
- Sánchez & Rodríguez (2002). *Selvicultura de Pinus radiata*.
http://webspersoais.usc.es/export9/sites/persoais/persoais/roque.rodriguez/descargas/Pinus_radiata.pdf
- Solano, R., R. (2013). *Forestación*. Guía de estudios. UNSCH, Ayacucho. Perú.
- Valerio, J & Salas, C. (1997). *Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales*. Manual Técnico. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Ministerio de desarrollo sostenible y ambiente (MDSMA). Santa Cruz, BO. Bolivia.
- Velarde, A. W. (2018). Evaluación de la característica estructural del rodal de pino (*Pinus radiata*), Centro Poblado de Putacca, Vinchos, Ayacucho, 2017. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho.
- Vergara. (2004). Respuesta del inóculo Micorrizal del hongo *Scleroderma verrucosum* en la Producción de Plántulas de *Pinus radiata* D. Don en Jauja.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1741/P34-V4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villacorta (2013). Análisis de la estructura horizontal y composición florística de dos bosques secundarios en la carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú. Universidad

Nacional de la Amazonía Peruana.
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2508>

- Wadsworth, F. (2000). *Producción forestal para américa tropical*. Manual de Agricultura 710-S. Departamento de agricultura de los EE.UU (USDA).
<https://www.uprm.edu/oscarabelleira/wp-content/uploads/sites/119/2017/08/Wadsworth-1997-USDA-FS-710-Espanol.pdf>
- Zamora, M. (2010). Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica.
<https://core.ac.uk/download/pdf/60991546.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1.

Datos, cálculos y resultados de la estructura horizontal, vertical y otros del bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don.), Llumchicanha, Los Morochucos, Cangallo

Nombre común	Especie	No de Árbol	Área Basal (m²)	Densidad	Densidad Real	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Abundancia Relativa Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	Dominancia Relativa Acumulada	IVI
Pino	<i>Pinus radiata</i>	951	15.58	951	100	951	100	100			100	1	100	100	300

ESPECIE		CATEGORIA DE DIAMETRO			TOTAL
		0 - 9.99	10 - 19.99	20 - 29.99	
		1	2	3	
<i>Pinus radiata</i>		292	534	125	951
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
TOTAL		292	534	125	951

ESPECIE		CATEGORIA DE AREA BASAL			TOTAL
		0.00 - 0.09	0.10 - 0.19	0.20 - 0.29	
		1	2	3	
<i>Pinus radiata</i>		951	0	0	951
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
TOTAL		951	0	0	951

ESPECIE		CATEGORIA DE ALTURA TOTAL			TOTAL
		0 - 4.99	5 - 9.99	10 - 14.99	
		1	2	3	
<i>Pinus radiata</i>		88	646	217	951
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
TOTAL		88	646	217	951

ESPECIE	CATEGORIA DE ALTURA FUSTE				TOTAL
		0 - 4.99	5 - 9.99	10 - 14.99	
		1	2	3	
<i>Pinus radiata</i>		951	0	0	951
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
TOTAL		951	0	0	951
ESPECIE	CATEGORIA VOLUMEN TOTAL (m3)				TOTAL
		0.00 - 0.99	1.00 - 1.99	2.00 - 2.99	
		1	2	3	
<i>Pinus radiata</i>		951	0	0	951
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
TOTAL		951	0	0	951

DATOS				ESTRATO ARBOREO						TOTAL
FAMILIA	GENERO	ESPECIE	NUMERO	MADURO	ADOLESCENTE	FUSTAL	LATIZAL	BRINZAL	PLANTULA	
Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>Pinus radiata</i>	951	0	125	534	280	12	0	951

ESPECIES	Prom DAP (cm)	Prom ALTURA FUSTE (m)	Prom ALTURA TOTAL (m)	AREA BASAL (m²)	VOLUMEN FUSTE (m3)	VOLUMEN TOTAL (m3)
<i>Pinus radiata</i>	13.27	0.00	7.79	15.58	0.000	90.97

RESUMEN		Tipo según posición de copa						TOTAL
NOMBRE COMÚN	NUMERO	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	otros	
<i>Pinus radiata</i>	951	63	777	61	25	25	0	951

RESUMEN		Calidad de fuste del árbol							TOTAL
NOMBRE COMÚN	NUMERO	Normal	Bifurcado	Micoplasmosis	ercio superior seco	Seco	Quebrado	Deforme	
<i>Pinus radiata</i>	951	707	103	31	86	5	18	1	951

Nombre común	Especie	No de Árbol	Área Basal (m²)	Densidad	Densidad Real	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Abundancia Relativa Acumulada	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	Dominancia Relativa Acumulada	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada	IVI
Pino	<i>Pinus radiata</i>	951.0	15.580	951.0	100.00	100.0	100.000	100.000	1.000	100.000	100.000	100.00	100.00	100.00	300.00

ANEXO 2

Identificación taxonómica del pino

CONSTANCIA

LA BIOLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:

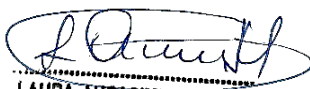
Que, el Bachiller en Ciencias Agrarias, Sr. Fredy Jhon, MENDEZ ARANGO, de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada, siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	CONIFEROPHYTA
CLASE	:	CONIFERINEA
ORDEN	:	CONIFERALES
FAMILIA	:	PINACEAE
GÉNERO	:	Pinus
ESPECIE	:	<i>Pinus radiata</i> D. Don.
N. V..	:	"pino"

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 29 de Noviembre del 2021


LAURA AUCASIME MEDINA
BIÓLOGA
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

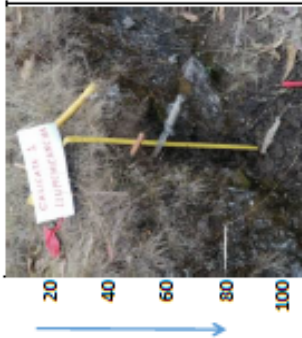
ANEXO 3

Ficha edafológica del suelo del bosque de pino (*Pinus radiata*), Llumchicanha, Los Morochucos, Cangallo

TARJETA DE CAMPO														
N° Perfil: 01		Nombre del suelo: Chanquil			Serie: Ukuspipata		Fase: Llumchicanha							
Clasificación:		Capacidad de uso mayor: Forestal			Soil Taxonomy: Inceptisol		Coordenadas:							
							18L : 584638		UTM : 8509362					
Ubicación:		Departamento: Ayacucho		Provincia: Cangallo		Distrito: Morochucos		T° prom. Anual: 15 °C		Precipitación: 650 mm				
Vegetación:		Cultivos: Pino, Eucalipto		Natural: Pastos										
Material madre: Granito														
Fisiografía: Pendiente inclinada														
Relieve:		Normal		Subnormal		Pronunciado		Concavo		Condición				
Altitud (msnm): 3765														
Mapa freática: Muy profunda														
Pendiente (Clases)	1	2	3	4	5	6	Drenaje (Clases)	G	F	E	D	C	B	A
	Llano	Suavement inclinado	Inclinado	Moderadament escarpado	Escarpado	Muy escarpado								
Escorrentamiento (Grados)	0	1	2	3	4	5	Riesgo de anegamiento	Sin riesgo	0	1	2	3	4	
	0 - 2 %	2 - 6 %	6 - 13 %	13 - 25 %	25 - 55 %	> 45 %								
Pedregosidad o rocosidad superficial	Libre	Moderado	Lento	Muy lento	Rapido	Muy rapido	Cobertura vegetal (%)	90%	Distrib de la humedad	seco	fresco	Humedo	Mojado	
	0	1	2	3	4	menor a 0.125								
Salinidad o sodicidad	Libre	Ligera	Moderada	Fuerte			Permeabilidad (Clase) cm/hora	Muy lento	Lento	Moderado	Rápido	Muy Rápido		
	0	1	2	3										
Erosión (Grado)	1	2	3	4	5		A	P	F	B	S	M	C	X
	Muy ligera	Ligera	Moderada	Severa	Extrema	Forestal								


 Ing. Rodolfo Alca Mendoza

FICHA EDAFOLÓGICA																			
Nombre del suelo:				Perfil N°:															
Horiz.	Prof. cm	Limite		Color		estructura			Consistencia			pH	CO3	Concreciones	Barrices	Moteados	Raíces	Formaciones especiales	
		Tipo	Forma	Seco	Humedo	Seco	Humedo	Mojado	Seco	Humedo	Mojado								
(A)	10 cm	Gradual	Ondulada	Marrón	Marrón oscuro	Granular	Media	Fina	Suave	Frías	Adhesivo		—	—	—	—	—	Fasciculadas	—
B	40 cm	Gradual	Ondulada	Negro	Negro	Blocosa	Gruesa	> 1 cm	Duro	Frías	Muy Adhesivo		—	—	—	—	—	Fasciculadas Pivotantes	—
C	Roca Ignea de tipo granítico																		

cm Diagrama de perfil 	Observaciones: Suelos con presencia de áreas erosionadas; bosque de pinos y algunas plantaciones de eucalipto. Además hay presencia de pastos. Suelos con profundidad variable a nivel del área forestal por tener una pendiente inclinada, presenta un Horizonte O muy superficial. Nombre del prospector: Ing. Rodolfo Alca Mendoza Fecha: 24/09/2021
--	---


 Ing. Rodolfo Alca Mendoza

ANEXO 4

Diagnóstico fitopatológico

DIAGNÓSTICO FITOPATOLÓGICO

Cultivo : Pino

Lugar : Ayaucho-Cangallo- Llumchicanha

Solicitante : Sr. Mendez Arango, Jhon

Fecha : Ayacucho, 26 de noviembre junio de 2021

Resultado,

Hecha la diagnosis y de acuerdo a la descripción de los síntomas que presentaba las muestras de plántulas de pino, se llegó a determinar que las plántulas presentan un complejo de enfermedades conformado por *Fusarium* sp. y *Prythium* sp.

RECOMENDACIONES

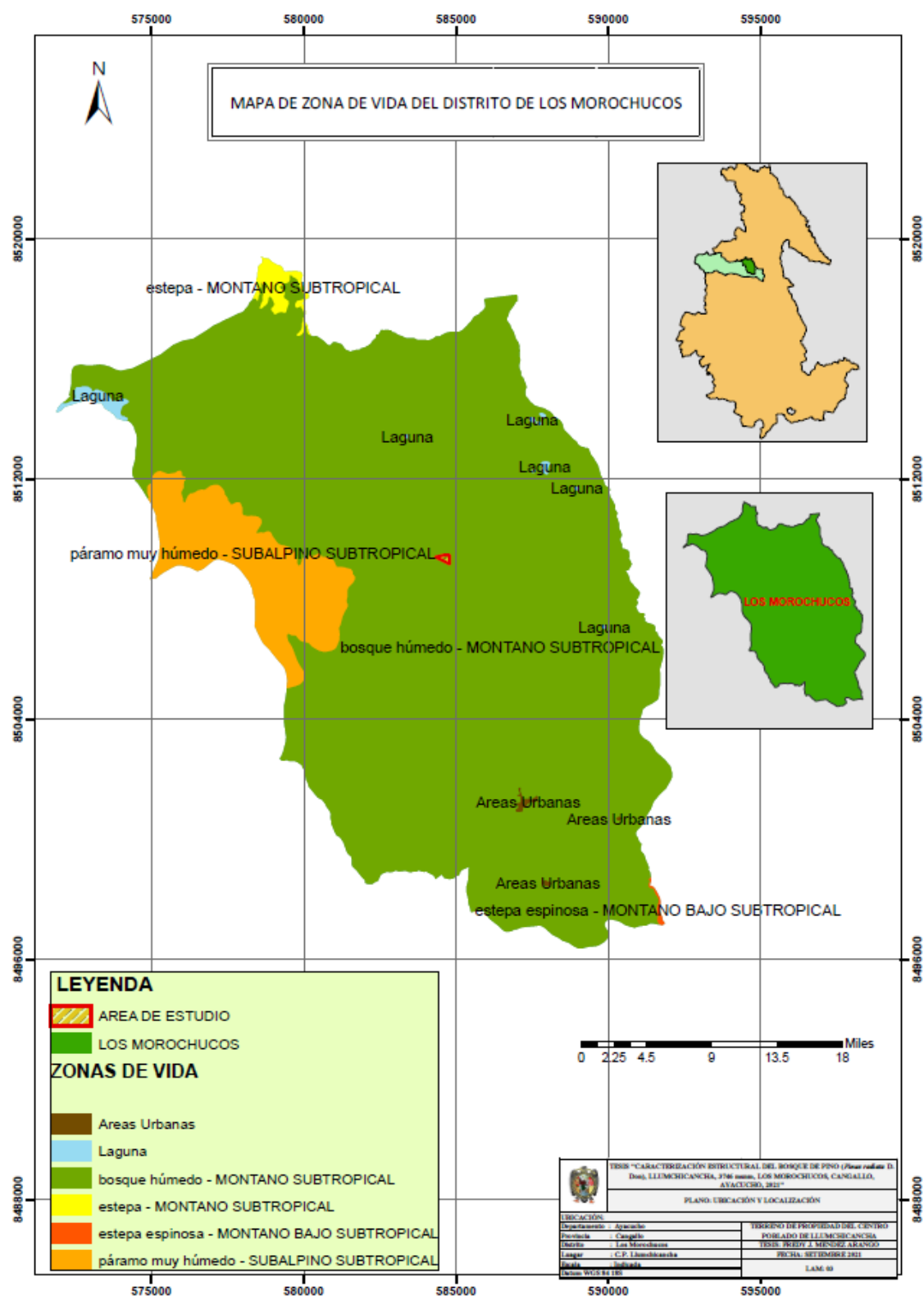
1. Evitar mucha humedad en el suelo.
2. Agregar bastante materia orgánica al suelo
3. Trabajar con Biocontroladores como: *Trichoderma harzianum*, aplicarlo al suelo y foliarmente.
4. Eliminar hojas y restos de plantas atacadas por la enfermedad del campo, ya que es un foco de infección.
5. Reforzar nutricionalmente las plantas, aplicándolos abono foliar con microelementos.
6. Control Químicos: Fungicida a base de Cobre (Oxicloruro de Cobre). Defense 80 WP.
7. Ver cómo está el Ph.del suelo, de repente mucha acidez y eso le favorece a la proliferación de *Fusarium* sp.

Atentamente.


Ing. Guillermo Carrasco Aquino

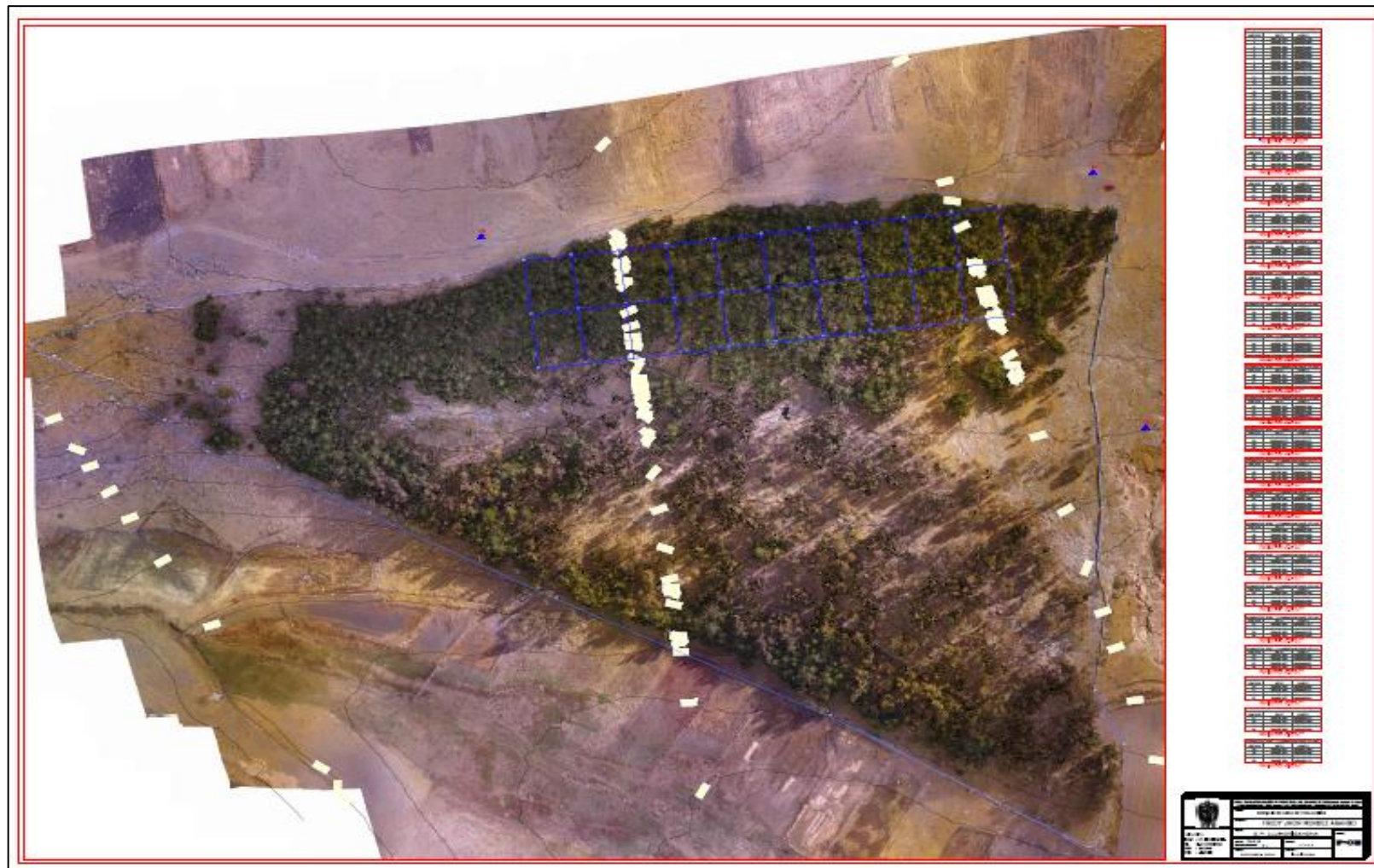
ANEXO 5

Mapa temático: Zona de vida del distrito de Los Morochucos, provincia Cangallo, región Ayacucho.



ANEXO 6

Plano: Croquis del área de evaluación, bosque de pino 6 (*Pinus radiata*), Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo.



ANEXO 7

Galería de fotografías del bosque de pino (*Pinus radiata*), Llumchicancha, Los Morochucos, Cangallo.

	
Foto 1: Vista general del bosque de pino.	Foto 2: Identificación del bosque de pino.
	
Foto 3: Vista amplia de la distribución horizontal del bosque.	Foto 4: Ubicación de los plots de la parte más representativa del bosque.
	
Foto 5: Establecimiento de los plots, con apoyo de wincha de 50 ml y cordel.	Foto 6: División de 20 subparcelas (20m x 25m), con apoyo de cordel.



Foto 7: Recolección de información de campo.



Foto 8: Medición – forcícula: DAP >10 cm.



Foto 9: Identificación de árboles oprimidos.



Foto 10: Marcado de N° de cuadrante (20).

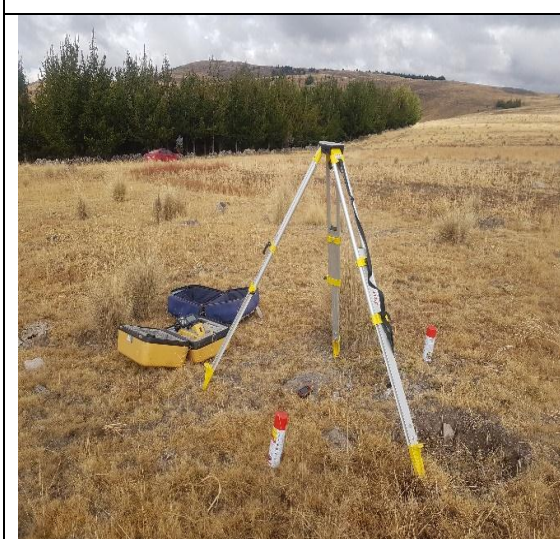


Foto 11: Ubicación y monumentación del BM 01.



Foto 12: Levantamiento topográfico del Bosque con Estación Total y con Dron phantom.



Foto 13: Pintado del BM-02(BENCHMARK) para la georeferenciación de bosque de pino – Lllumchicancha.



Foto 14: Primero Edder Chumbile. Ubicación de punto auxiliar para Estación Total y Dron (phantom pro 4).



Foto 15: Programación del Dron (Phantom pro 4).



Foto 16: Levantamiento topográfico con Dron (Phantom pro 4) para la fotogrametría.

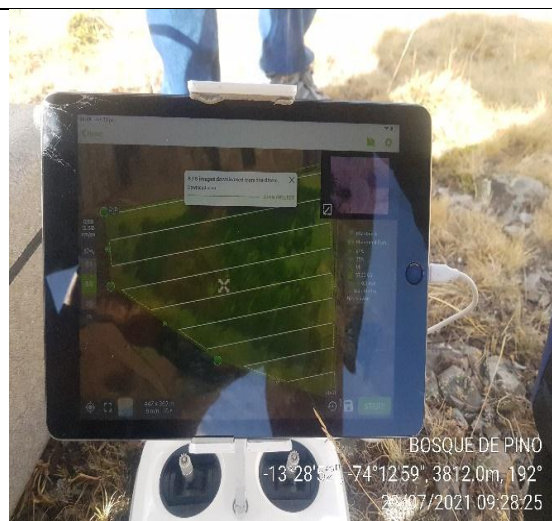


Foto 17: Programación del Dron, para el autorrecorrido de dicho Dron a 80 metros de altura.

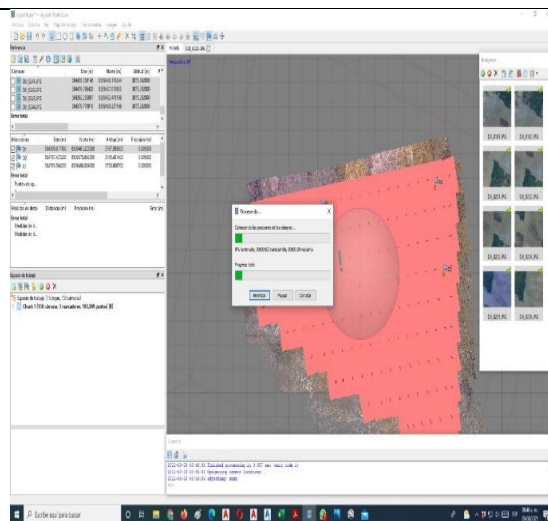


Foto 18: Levantamiento topográfico con Estación Total y Dron. Con el programa AGISOFTT.psx.

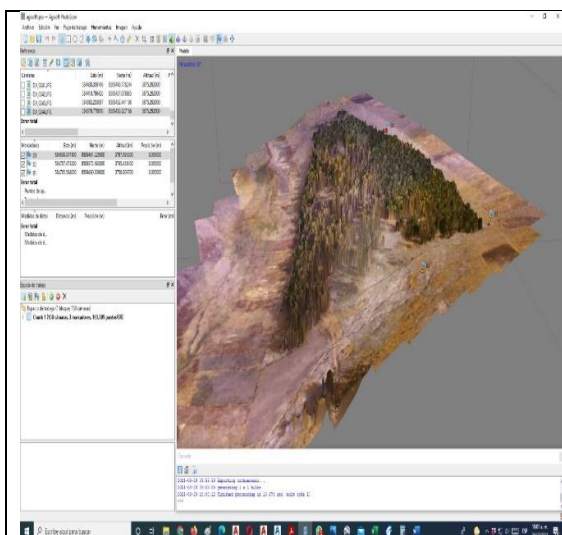


Foto 19: Fotogrametría en superficies con bosque en 3D. Con el programa GLOBAL MAPPER v20.

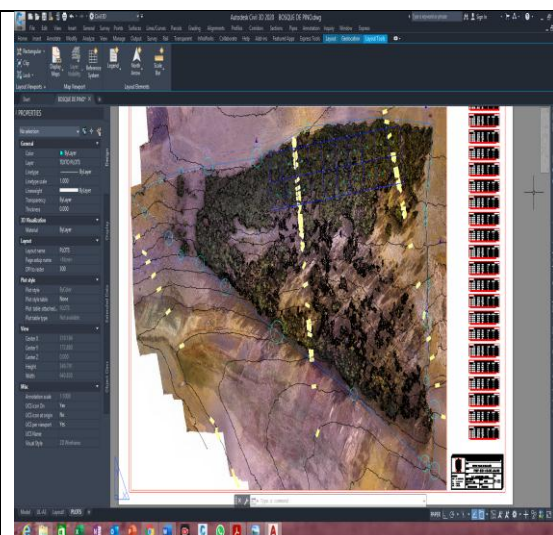


Foto 20: Medición de extensión del bosque a partir del levantamiento topográfico. Con el programa CIVIL 3D.



Foto 21: Apertura de calicata, para la identificación de horizontes que conforma el suelo de la zona de estudio.



Foto 22: Identificación edafológica de zona de estudio.



Foto 23: Calicata N° 01 lugar: zona de estudio.



Foto 24: Levantamiento de información (campo).



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

“Caracterización estructural del bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don), Llumchicancha, 3746 msnm, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho, 2019”

Autor : Fredy jhon Mendez Arango

Asesor : Yuri Galvez Gastelú

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 15 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 27 de julio de 2022

Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATED
Presidente de comisión

Caracterización estructural del bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don), Llumchicancha, 3746 msnm, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho, 2019

por Fredy Jhon Mendez Arango

Fecha de entrega: 27-jul-2022 06:37a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1875794900

Nombre del archivo: TESIS_FINAL_-_FREDY_JHON_MENDEZ_ARANGO.pdf (4.03M)

Total de palabras: 18727

Total de caracteres: 100140

Caracterización estructural del bosque de pino (*Pinus radiata* D. Don), Llumchicancha, 3746 msnm, Los Morochucos, Cangallo, Ayacucho, 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
3	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.scielo.org.co Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uraccan.edu.ni Fuente de Internet	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

9	Submitted to Zamorano University	<1 %
	Trabajo del estudiante	
10	docplayer.es	<1 %
	Fuente de Internet	
11	repositorio.unp.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
12	es.slideshare.net	<1 %
	Fuente de Internet	
13	aprenderly.com	<1 %
	Fuente de Internet	
14	reddcr.go.cr	<1 %
	Fuente de Internet	
15	www.iiap.org.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
16	www.gayanabotanica.cl	<1 %
	Fuente de Internet	

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Apagado