



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**“RELACIONES MORFOMÉTRICAS EN DOS PLANTACIONES DE  
Alnus acuminata kunth EN LA ZONA ESTEPA ESPINOSA  
MONTANO BAJO DE LA PARROQUIA CACHA, CANTÓN  
RIOBAMBA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR: DANNY JAVIER LEÓN OROZCO**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

**“RELACIONES MORFOMÉTRICAS EN DOS PLANTACIONES DE  
Alnus acuminata kunth EN LA ZONA ESTEPA ESPINOSA  
MONTANO BAJO DE LA PARROQUIA CACHA, CANTÓN  
RIOBAMBA”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR: DANNY JAVIER LEÓN OROZCO**

**DIRECTOR: Ing. MIGUEL ANGEL GUALLPA CALVA. MCs.**

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, **Danny Javier León Orozco**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Danny Javier León Orozco, declaro que el presente trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Integración Curricular el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 de julio de 2022

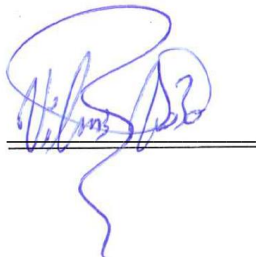

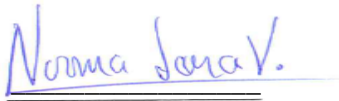


Danny Javier León Orozco

0605119601

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación **RELACIONES MORFOMÉTRICAS EN DOS PLANTACIONES DE *Alnus acuminata kunth* EN LA ZONA ESTEPA ESPINOSA MONTANO BAJO DE LA PARROQUIA CACHA, CANTÓN RIOBAMBA**, realizado por el señor: **DANNY JAVIER LEON OROZCO** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MSc <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-07-29
Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva MSc <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-07-29
Ing. Norma Ximena Lara Vásquez MSc <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>		2022-07-29

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de integración curricular es dedicado primordialmente a Dios por darme sabiduría para completar cada paso de esta carrera universitaria. A mis abuelitos Segundo Sebastián Orozco y Graciela Sinche, de la misma manera a mí madre Consuelo Orozco y padrastro José León, por ser mi motor fundamental para lograr cada meta, quienes siempre han confiado en mí, ayudándome en cada proceso de mi vida, a mi hermana, y familia por acompañarme y brindarme su apoyo durante este período. A mis compañeros y docentes de aula que me han permitido crecer y formarme a su lado, para obtener mi profesión y ser una ayuda para la sociedad, a esta magnífica institución que se ha convertido en mi segundo hogar en estos 5 años, muchas gracias a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH).

Danny

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a mis padres y formadores, que con su sabiduría y sus valores me han sabido orientar de manera incondicional a pesar de la distancia para no desfallecer durante mi etapa universitaria en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Al Ing. Miguel Guallpa, a la Ing. Norma Lara y al Ing. Manuel Espinoza por guiarme en la realización de este trabajo de Integración Curricular, brindándome su tiempo para resolver mis inquietudes y así culminar mi etapa como estudiante universitaria.

A los amigos que se han quedado a mi lado en estos 5 años de carrera universitaria, para apoyarnos en cada derrota y celebrar cada logro obtenido, viviendo momentos inolvidables, quienes se han convertido en mi segunda familia.

Danny

## TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Generalidades .....	4
1.2. Plantaciones forestales .....	4
1.2.1. <i>Plantaciones para pulpa</i> .....	5
1.2.2. <i>Plantaciones para madera</i> .....	5
1.2.3. <i>Plantaciones como sumideros de carbono</i> .....	5
1.2.4. <i>Plantaciones para conservación</i> .....	5
1.2.5. <i>Aliso en sistemas agroforestales y silvopastoriles</i> .....	6
1.3. <i>Alnus acuminata kunth</i> .....	6
1.3.1. <i>Descripción de la especie</i> .....	6
1.3.2. <i>Importancia ecológica</i> .....	8
1.3.3. <i>Taxonomía</i> .....	8
1.3.4. <i>Zonas de Vida</i> .....	8
1.4. Datos geográficos.....	9
1.4.1. <i>Relieve</i> .....	9
1.4.2. <i>Altitud</i> .....	9



<b>1.5. Dasometría</b> .....	10
<b>1.5.1. Variables dasométricas</b> .....	10
<b>1.6. Morfología</b> .....	11
<b>1.6.1. Morfometría</b> .....	11
<b>1.7. Pruebas estadísticas</b> .....	13
<b>1.7.1. U de Mann- Whitney</b> .....	14

## **CAPÍTULO II**

<b>2. MARCO METODOLÓGICO</b> .....	15
<b>2.1. Área de estudio de la investigación</b> .....	15
<b>2.1.1. Características generales del lugar</b> .....	15
<b>2.2. Materiales y equipos</b> .....	16
<b>2.2.1. Materiales</b> .....	16
<b>2.2.2. Equipos</b> .....	16
<b>2.2.3. Software</b> .....	16
<b>2.3. Metodología</b> .....	17
<b>2.3.1. Localización de las plantaciones en estudio</b> .....	17
<b>2.3.2. Registro y medición de los árboles</b> .....	17

## **CAPÍTULO III**

<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	23
<b>3.1. Determinación de los parámetros morfométricos</b> .....	23
<b>3.1.1. Número de árboles por parcela/ha</b> .....	23
<b>3.1.2. Diámetro promedio de los árboles de <i>Alnus acuminata</i></b> .....	24
<b>3.1.3. Área basal promedio de los árboles de <i>Alnus acuminata</i></b> .....	24
<b>3.1.4. Volumen promedio por árbol de <i>Alnus acuminata</i></b> .....	25

3.1.5. Prueba de normalidad .....	25
3.1.6. Prueba de Mann Whitney .....	26
3.2. Análisis de las relaciones morfométricas .....	27
3.2.1. <i>Porcentaje de copa</i> .....	27
3.2.2. <i>Grado de cobertura</i> .....	28
3.2.3. <i>Índice de copa</i> .....	28
3.2.4. <i>Forma de copa</i> .....	29
3.2.5. <i>Índice de espacio vital</i> .....	30
3.2.6. <i>Manto de copa</i> .....	30
3.2.7. <i>Esbeltez</i> .....	31
CONCLUSIONES.....	35
RECOMENDACIONES.....	36
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Taxonomía del aliso ( <i>Alnus acuminata</i> Kunth).....	9
<b>Tabla 2-3:</b>	Estimadores estadísticos plantación A . .....	23
<b>Tabla 3-3:</b>	Estimadores estadísticos plantación B.....	23
<b>Tabla 4-3:</b>	Díametro promedio de <i>Alnus acuminata</i> Kunth. ....	24
<b>Tabla 5-3:</b>	Área basal promedio de <i>Alnus acuminata</i> Kunth. ....	25
<b>Tabla 6-3:</b>	Volumen total promedio de <i>Alnus acuminata</i> Kunth. ....	25
<b>Tabla 7-3:</b>	Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.....	27
<b>Tabla 8-3:</b>	Prueba de Mann Whithney para las plantaciones A y B.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Modelo de un árbol latifoliado y sus relaciones morfométricas .....	12
<b>Figura 1-2:</b> Delimitación del área de estudio.....	17

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Porcentaje de copa.....	29
<b>Gráfico 2-3:</b>	Grado de cobertura.....	30
<b>Gráfico 3-3:</b>	Índice de copa .....	30
<b>Gráfico 4-3:</b>	Forma de copa.....	31
<b>Gráfico 5-3:</b>	Índice de espacio vital.....	32
<b>Gráfico 6-3:</b>	Manto de copa .....	32
<b>Gráfico 7-3:</b>	Esbeltez .....	33

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** FORMULARIO DE CAMPO

**ANEXO B:** PLANTACIONES EN ESTUDIO

**ANEXO C:** ESTABLECIMIENTO DE LAS PARCELAS

**ANEXO D:** MARCACIÓN DE LOS ÁRBOLES

**ANEXO E:** LEVANTAMIENTO DE LAS VARIABLES DASOMETRICAS

**ANEXO F:** TOMA Y REGISTRO DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO

**ANEXO G:** CULMINACIÓN DE LA TOMA DE DATOS

## RESUMEN

La presente investigación propuso establecer las relaciones morfométricas en dos plantaciones de *Alnus acuminata* kunth en la Zona Estepa Espinosa Montano Bajo de la Parroquia Cacha, Cantón Riobamba. Mediante el muestreo aleatorio con parcelas circulares temporales de un radio de 12,62 m con una intensidad del 5 %, se instalaron 4 parcelas en la plantación de Machangara (A) y Murugallo (B). Dentro de cada unidad de muestreo se tomaron los datos de las variables cuantitativas tales como el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, largo de copa y diámetro de copa. Así mismo, se registró parámetros cualitativos como bifurcación, torcedura basal, inclinación y el estado fitosanitario. Para el procesamiento de los datos de las variables cuantitativas, se aplicó el cálculo de estimadores estadísticos y pruebas de normalidad. De acuerdo a los resultados obtenidos la plantación B posee los mejores valores numéricos, encontrándose el porcentaje de copa de 81,54 %, mientras que para los valores adimensionales como el grado de cobertura que posee un alto gasto energético, en función del índice de copa que es superior con 0,49 a la plantación A, la forma de copa presentó un valor de 0,78 y un manto de copa de 0,60 por ende esta plantación se desarrolla en sitios de menor competencia, Por otro lado al analizar las variables morfométricas, en la cual la plantación B, presentó valores equilibrados en las relaciones morfométricas, mientras que la plantación A solo presentó mejores resultados en la esbeltez al reportar un valor que denota una resistencia mínima al daño mecánico. En función de los resultados obtenidos se recomienda utilizar esta especie con fines de conservación y recuperación de suelos con afloramiento de cangagua. Ya que esta especie presentó mejor adaptación en los suelos de Cacha a más de 3330 m.s.n.m.

**Palabras Clave:** <RELACIONES MORFOMETRICAS>, <ÍNDICE DE COPA>  
< ALISO (*Alnus acuminata*) >, <MONTANO BAJO>, <CACHA (PARROQUIA)>

  
D.B.R.A.I.  
Ing. Christian Castillo



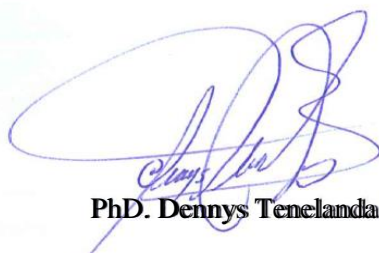
1867-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

This research aimed to establish the morphometric relationships in two plantations of *Alnus acuminata* kunth in the Low Montane Spiny Steppe Zone of the Cacha town, Riobamba City. A random sampling with temporary circular plots with a radius of 12.62 m with an intensity of 5 % was applied. 4 plots were installed in the Machangara (A) and Murugallo (B) plantations. Data on quantitative variables such as diameter at breast height (DBH), total height, crown length and crown diameter were collected within each sampling unit. Likewise, qualitative parameters such as bifurcation, basal twist, inclination, and phytosanitary status were recorded. For the data processing of the quantitative variables, the calculation of statistical estimators and normality tests were applied. According to the results obtained, plantation B has the best numerical values, finding the crown percentage of 81.54%, while for dimensionless values such as the degree of coverage that has a high energy expenditure, depending on the crown index which is higher with 0.49 than plantation A. The cup shape presented a value of 0.78 and a cup mantle of 0.60. Therefore, this plantation is developed in sites with less competition. On the other hand, when analyzing the morphometric variables, in which plantation B presented balanced values in morphometric relationships, while plantation A only presented better results in slenderness, reporting a value that denotes minimal resistance to mechanical damage. Based on the results obtained, it is recommended to use this species for purposes of conservation and recovery of soils with outcropping of cangagua, since this species presented better adaptation in Cacha soils at more than 3330 m.a.s.l.

**Keywords:** <MORPHOMETRIC RELATIONSHIPS>, <CROWN INDEX>, <ALDER (*Alnus acuminata*)>, <LOW MONTANO>, <CACHA (TOWN)>

Riobamba, September 12, 2022



PhD. Dennys Tenclanda López

ID number: 0603342189



## **INTRODUCCIÓN**

Los indicadores de gestión forestal sostenible son parte de los elementos de evaluación y control establecidos para evaluar la sostenibilidad del bosque (Pérez, et al, p. 96). La probabilidad de caracterizar a los rodales para la toma de elecciones sobre el desempeño silvicultural correcto o para objetivos de investigación, por medio de un conjunto de cálculos de las diversas variables dasométricas (Arias, 2005, p. 2). Por otra parte la composición de la masa forestal es un indicador de la estructura y del desempeño del ecosistema tanto en diversidad de especies como su repartición en el rodal (Luna y Hernández, 2008, p. 3).

En el Ecuador existen pocos estudios que contemplan mediciones detalladas de parámetros de copa, posiblemente por razones del tiempo requerido para la medición y principalmente por la falta de conocimiento sobre cómo emplear la información ya que variables como el diámetro a la altura del pecho, área basal, altura total, altura comercial y el volumen del fuste, son mediciones comunes usadas en la práctica forestal (Arias, 2005, p. 2).

El volumen es un parámetro bien conocido en el medio forestal, no así el manto de copa, forma de copa, índice de esbeltez o índice de espacio vital que son las llamadas relaciones morfométricas, las cuales han adquirido relevancia dada la oportunidad de utilizar estas relaciones como instrumentos prácticos en intervenciones silvícolas (Arias, 2005, p. 2).

La morfometría de un árbol a través de las variables de copa, brinda una buena idea de las relaciones interdimensionales como el espacio vertical ocupado por cada árbol, el grado de competencia, la estabilidad, la vitalidad y la productividad de cada árbol que se encuentra dentro de una plantación (Luna & Hernández, 2008, p. 70).

Por lo que el presente trabajo pretende determinar las diferencias en los patrones morfométricos de las plantaciones de *Alnus acuminata* kunth en la zona de Estepa Espinosa Montano Bajo de la Parroquia Cacha perteneciente al Cantón Riobamba, utilizando para ello variables de fácil medición con la finalidad de generar información que apoye la toma de decisiones en la aplicación de tratamientos silviculturales.

### **Problema**

En nuestro país, existe escasa información acerca de las relaciones morfométricas realizadas en plantaciones forestales, ya que este tipo de investigaciones son poco conocidas. Por lo cual este

estudio pretende determinar los parámetros morfométricos, con los cuales poder asegurar la futura disponibilidad de información, para consecuentemente lograr realizar un manejo sustentable de los recursos forestales.

En la parroquia Cacha, existe carencia de estudios sobre las relaciones morfométricas en las plantaciones de *Alnus acuminata* Kunth, lo que restringe la toma de decisiones para la aplicación de tratamientos silviculturales a las dos plantaciones en estudio con miras a que el GAD parroquial tenga los insumos necesarios para la elaboración de planes de manejo de estas plantaciones.

### **Justificación**

El trabajo resalta la utilidad de relacionar los estudios morfométricos entre dos plantaciones de *Alnus acuminata* Kunth, enfatizando en algunos parámetros que describen la arquitectura del árbol y que pueden ser utilizados en la descripción cuantitativa de plantaciones forestales en este caso para *Alnus acuminata* (Aliso), se describen los parámetros de la copa que pueden ser obtenidos a partir de mediciones básicas. Se efectúan comparaciones entre los datos de las variables morfométricas y se analiza el efecto del sitio. Cuyos indicadores morfométricos permite la toma de decisiones de manejo silvicultural de las plantaciones en estudio.

### **OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Establecer las relaciones morfométricas en dos plantaciones de *Alnus acuminata* kunth en la Zona Estepa Espinosa Montano Bajo de la Parroquia Cacha, Cantón Riobamba.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar los parámetros morfométricos que se presentan en las dos plantaciones de *Alnus acuminata* Kunth.
- Analizar los valores de los parámetros morfométricos que caracterizan a las dos plantaciones en estudio.

## **HIPÓTESIS**

### **HIPÓTESIS NULA**

No existe diferencias significativas entre las relaciones morfométricas de las dos plantaciones de *Alnus acuminata* Kunth.

### **HIPÓTESIS ALTERNANTE**

Existe al menos una diferencia significativa entre las relaciones morfométricas de las dos plantaciones de *Alnus acuminata* Kunth.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Generalidades

Los bosques plantados, están compuesto de árboles establecidos por plantación, rara vez se producen ecosistemas ricos en biodiversidad en comparación a los bosques naturales. Las plantaciones pueden brindar servicios ecosistémicos y es posible evaluar esos beneficios utilizando un enfoque sencillo. Esto permitirá una mejor comprensión sobre la capacidad que tienen diversos tipos de bosques plantados de brindar servicios, como madera, calidad del agua, captura de carbono o en materia de hábitat, y su contribución a las metas de restauración del paisaje forestal (Croft, 2017, párr. 2-4).

Al hacer las plantaciones, no se han considerado algunas características primordiales tales como sitio disponible. Si se hacen plantaciones en sitios donde el objetivo debe ser la protección de la cuenca o de las fuentes de agua, los árboles crecerán y en la cosecha al aplicar el tipo de tala rasa en las pendientes pronunciadas va a ocasionar degradación de suelo de tal forma que arrastrará diversos sedimentos, lo que contradice el objetivo inicial de la plantación. Esto es debido a que no se planificó correctamente la forestación; dicha planificación no se ajustó al objetivo al escogerse un sistema de forestación inapropiado. Otra situación que pasa constantemente es la reforestación de sitios abiertos en un bosque natural, realizada sin indagación previa ya que la regeneración natural puede ser un importante aliado para recuperar este bosque, sin necesidad de plantar (Voss et al., 2001:, p. 8).

### 1.2. Plantaciones forestales

Cabe recalcar que las plantaciones no son bosques, se los puede categorizar como agroecosistemas uniformes, que substituyen a los ecosistemas naturales y su diversidad biológica, pueden contener especies introducidas o indígenas que cumplan con los requisitos de una superficie mínima de 0.5 ha; una cubierta de copa de al menos el 10 por ciento de la cubierta de la tierra, y una altura total de los árboles adultos por encima de los 5 m (FAO, 1997, párr. 7). La sustitución de los ecosistemas naturales por plantaciones forestales en gran escala ocasionan impactos negativos al medio ambiente, los principales impactos que se pueden identificar es disminución del rendimiento hídrico, modificación de la estructura y composición de los suelos, variación de la riqueza de la fauna y la flora, expulsión de campesinos, nativos de

sus tierras y pérdida de sus medios de subsistencia (Abella, 1999, p. 7). Existen diferentes objetivos de las plantaciones, entre ellos:

### ***1.2.1. Plantaciones para pulpa***

Las plantaciones forestales con fines industriales ocupan más de 100 millones de hectáreas alrededor del planeta. Este modelo de plantación no tiene como objetivo sustentar a la sociedad local ni al ambiente, tampoco se fundamenta en las necesidades materiales y espirituales de las poblaciones locales. Su interés es generar materia prima barata para la industria papelera mundial, para garantizar el sobreconsumo de papel y productos derivados. El 29 % de la fibra usada en la industria del papel procede de plantaciones de crecimiento rápido y este valor está incrementando paulatinamente (Abella, 1999, p. 8).

### ***1.2.2. Plantaciones para madera***

En plantaciones para el aprovechamiento de madera, se establecen bajo ciertos parámetros en los cuales los árboles se plantan a densidades altas (1x1 m hasta 3x3 m, o más), según el objetivo de producción (leña, postes, pulpa, madera aserrada, protección) y los requerimientos de la especie para una formación del fuste adecuada, en consecuencia se puede garantizar que al realizar una buena planificación y establecimiento los árboles cumplirán con las características deseables en futuras cosechas (CATIE, 2012, p. 167).

### ***1.2.3. Plantaciones como sumideros de carbono***

Los ecosistemas boscosos presentan una gran importancia en el balance de carbono global al ser importantes reservorios y sumideros de carbono de la atmósfera en la tierra, a través del proceso de fotosíntesis, los bosques absorben CO<sub>2</sub> de la atmósfera a medida que crecen, almacenando grandes cantidades de carbono en la biomasa de sus hojas, ramas, tallos y raíces, mientras que por procesos fotosintéticos se liberan oxígeno hacia la atmósfera (Rügnitz, et al, 2009., p 15).

### ***1.2.4. Plantaciones para conservación***

Estas plantaciones se las realiza en zonas con fuertes pendientes, una de las características principales es crear una barrera vegetal que evite la movilización de sedimentos de las zonas altas a las más bajas, especialmente en la época de lluvias, complementariamente esta práctica ayuda a la formación de terrazas, de tal manera lograr incrementar la fertilidad del suelo y producción de los cultivos. Las especies que se utilizan con este fin deben contar con un sistema

radicular profundo para garantizar un buen prendimiento en el suelo. Las plantaciones para conservación de suelos, deben estar dispuestas en curvas de nivel perpendicular a la pendiente (Paredes, 2017., pp. 49-50).

### **1.2.5. Aliso en sistemas agroforestales y silvopastoriles**

Los árboles que se emplean en los sistemas agroforestales y silvopastoriles tienen diferentes propósitos tales como fijador nitrógeno atmosférico, potencial forrajero, servir de abono verde, leña, pulpa, madera, sombra y cortinas rompe vientos, además de contribuir a mejorar la fertilidad del suelo (López & Molina, 2007; citados en Salazar, 2018., p 2). El aliso (*Alnus acuminata*) es una especie de gran potencial para el control de erosión en suelos de fuerte pendiente fuertes e inestables, y para la recuperación de taludes, gracias a su sistema radicular superficial y extendido, también por el aporte al suelo con una alta cantidad de materia orgánica rica en nitrógeno que incrementa la fertilidad del suelo, especialmente por las hojas, las cuales se descomponen rápidamente (Morales, 2018., p. 55).

### **1.3. *Alnus acuminata* kunth**

El aliso *Alnus acuminata* Kunth, prospera en laderas de montañas muy inclinadas como es la vertiente oriental de la cordillera de Los Andes, con rangos de temperatura entre 4 a 27 °C, y precipitación variable 1000 a 3000 mm, condicionados por la gradiente altitudinal, *A. acuminata* entre otros conforman los bosques de niebla. Los suelos donde el aliso prospera son limosos o limo-arenosos de origen aluvial o volcánico (Ibisch & Mérida, 2003., p 275).

Es probablemente una especie arbórea con amplio rango latitudinal en el mundo (20° N a 28° S). En el Ecuador, el aliso se encuentra entre los 2300 y 2400 msnm (Agudo y Quisbert, 2016, p. 25). Esta especie es catalogada como pionera en fundamental en los periodos sucesionales tempranos, por ende posibilite una revegetación de zonas despobladas. Está especie se establece rápidamente en orillas de ríos, arroyos, zonas de deslizamientos y zonas degradadas por desmonte o sobre pastoreo, llegando a conformar zonas boscosas secundarias de destacable expansión al costado de otras especies. Es fundamental el uso de esta especie en los procesos de regeneración de los bosques por lo cual es sumamente empleada en programas de restauración de bosques nativos, por su capacidad de fijar nitrógeno de la atmósfera e incorporarlo en el suelo (Agudo y Quisbert, 2016, p. 25).

#### **1.3.1. Descripción de la especie**

Horn y Rodgers (1997, p. 45), indican las siguientes descripciones botánicas para la especie *Alnus acuminata* Kunth:

#### *1.3.1.1. Forma*

Árbol o arbusto perennifolio / caducifolio, de 10 a 25 m (hasta 30 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 35 a 40 cm (hasta 1 m). Algunos individuos llegan a superar los 42 m de altura en plantaciones.

#### *1.3.1.2. Copa / Hojas*

Copa estrecha (angosta) y piramidal (en plantaciones), en bosquetes sucesionales toma formas irregulares. Hojas con la lámina ovada, de 6 a 15 cm de largo y 3 a 8 cm de ancho, margen agudamente biserrado; el haz y el envés glabros en la madurez.

#### *1.3.1.3. Tronco / Ramas*

Tronco cilíndrico ligeramente ovalado, generalmente con varios troncos. En campo abierto desarrolla ramas gruesas desde la base mientras que en bosque denso alcanza una mayor proporción de tronco libre de ramas y nudos por una poda natural.

#### *1.3.1.4. Corteza*

Corteza lisa o ligeramente rugosa, escamosa en individuos viejos, con frecuencia marcada con arrugas transversales o constricciones circundantes.

#### *1.3.1.5. Flor(es)*

Inflorescencias masculinas en amentos de 5 a 10 cm de largo, generalmente en agrupaciones de 3; inflorescencias femeninas 3 a 4 en racimos, de 3 a 8 mm de largo en antesis; conos de 11 a 28 mm de largo y de 8 a 12 mm de diámetro.

#### *1.3.1.6. Fruto(s)*

Fruto elíptico a obovado, papiráceo a coriáceo, con el margen alado y estilo persistente. Las alas angostas de 2 a 2.3 mm de largo y 0.2 a 1 mm de ancho, el cuerpo de 1.5 a 3 mm de largo y 1.5 a 1.8 mm de ancho.

### 1.3.2. Importancia ecológica

La importancia ecológica de las especies secundarias es importante en las etapas sucesionales tempranas de los bosques de pino y en bosque mesófilo de montaña. Se establece rápidamente en espacios que dejan otros árboles llegando a formar de bosquetes secundarios de considerable extensión. El aliso es una especie importante en los procesos de regeneración de los bosques porque son catalogados como especies pioneras, se desarrollan bien en sitios perturbados y favorecen el establecimiento de otras especies dada su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico (Horn y Rodgers, 1997, p. 45).

### 1.3.3. Taxonomía

Heras y Durán ( 2016; párr. 1), establecen la siguiente descripción taxonomica.

**Tabla 1-1:** Taxonomía del aliso (*Alnus acuminata* Kunth).

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnaliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Fagales
<b>Familia:</b>	Betulaceae
<b>Especie:</b>	<i>Alnus acuminata</i> Kunth

Realizado por: León Danny, 2022.

### 1.3.4. Zonas de Vida

El concepto de zona de vida fue desarrollado por el naturalista estadounidense (Merriam, 1898; citados en Aróstegui, 2018:, pp. 11-12), como una forma de describir áreas con condiciones similares de comunidades de plantas y animales, lo cual describe los cambios en estas comunidades, así como la latitud y elevación constante periódicamente eran similares a los cambios observados con un aumento en la elevación, para una latitud constante a lo largo del tiempo (Aróstegui, 2018:, pp. 11-12).

#### 1.3.4.1. Estepa espinosa Montano-Baja



Esta condición es propia del callejón Interandino, formando llanuras, barrancos y valles muy secos. Esta formación se la encuentra a partir de los 2.000 metros hasta los 2.900 metros de altura sobre el nivel del mar. Sus límites de temperatura varían entre los 12 y 18° C, y recibe una precipitación media anual entre los 250 y 500 milímetros (Azogue et al., 2009: p. 19).

#### **1.4. Datos geográficos**

La parroquia Cacha cuenta con una población aproximada de 3376 habitantes, con una extensión de 2638,57 hectáreas, con respecto a su clima las comunidades de Cacha se encuentran en la parte alta de la cuenca Hidrográfica del río Pastaza, cuyo afluente principal es el río Chambo. Estas zonas son de precipitaciones variables, entre 410 hasta los 615mm de precipitación anual, mal distribuidas en el año. La mayor cantidad de lluvias se distribuye entre los meses de octubre a abril (invierno), mientras que los meses de junio a septiembre se caracteriza por una escasa precipitación (verano), como referencia en el levantamiento de información de 2015 se encuentra la presencia de sequías en 18 asentamientos humanos (94,70 % = 2587,20 ha), durante el período comprendido entre los años de 1980 a 2010, siendo más notoria su presencia en los meses de diciembre, enero, febrero, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre, ocasionando la pérdida total de los cultivos (Tenesaca, 2018, pp. 49-50).

##### **1.4.1. *Relieve***

El área de tierras que componen la parroquia de Cacha es bastante frágil. Sus suelos compuestos por la depresión central rellena con materiales volcánicos y recubrimientos erosionados. Se caracterizan por conservar una topografía irregular cuyas pendientes oscilan entre el 12 % y 60 %. La formación geológica de los suelos de Cacha es de procedencia volcánico terciario. Se los identifica como cangaguas, carecen de capa negra en región seca y, en las partes altas, de las comunidades de Chuyug y Rayo loma. Se debe subrayar que el sector se caracteriza por tener suelos secos, de más cuatro meses en el año, con una capa arable de menos de 0,45 m de profundidad (Gualan et al., 2015: p. 27).

##### **1.4.2. *Altitud***

La población de la parroquia está mayoritariamente concentrada en el sector (norte, sur, este, oriental de la parroquia), la cual se encuentra sobre los ejes viales que conectan con los cantones y parroquias vecinas la vía Riobamba-Cajabamba, vía Cruz loma-Obraje-Pucara, Quinche-Gaubug-Huagshi-CachatonChuyug), cuyos asentamientos humanos se localizan entre una

altitud entre 2800 y 3700 msnm, siendo el promedio de población por asentamiento humano de 220 pobladores (Tuabamba y Cruz, 2019, pp. 30-31).

## **1.5. Dasometría**

La Dasometría, como parte de la Dasonomía permite obtener las medidas de los árboles, como también determinar el volumen, desarrollo de los árboles y los bosques (Archila, 2014, p. 7). Por otro lado la Dasometría no es selectiva pues, no escoge el tipo de pertenencia de la especie le importa si la persona tiene los criterios mínimos de la variable. Esta ciencia instituye que el árbol, arbusto o planta, es considerado como una cantidad numérica y por esa razón, debería ser considerado como unidad unitaria de cálculo (Encinas, 2011, pp. 1-3).

### **1.5.1. Variables dasométricas**

#### **1.5.1.1. Diámetro a la altura del pecho (DAP)**

La medición se hace a 1,30 metros respecto al ras del suelo, en el supuesto que se encuentre presente aletas o diferencia la medición se realizará a 1 y 1,5 metros de elevación, la medición se realizara a 30 cm por arriba del defecto o aleta. Anterior a hacer la medición del DAP, se limpia la zona o parte a medir dejando independiente de protuberancias u obstáculos que perjudiquen la medición propiamente, es aplicable en árboles regulares; debiéndose desarrollarse la medición de la circunferencia a una altura de 1,30 m con interacción al suelo, el costo del diámetro; es obtenido de dividir el tamaño de la circunferencia entre 3,1416 ( $\pi$ ) (Gómez, 2013, p. 13).

#### **1.5.1.2. Altura del árbol**

La trascendencia dasométrica que tiene la elevación constituye una de las variables elemental al igual que el diámetro, el volumen de madera del árbol y sus elementos, sirven para establecer, describir el proceso de incremento del árbol y su incremento volumétrico. En el mismo sentido Cancino (2012, p. 34) indica que, en un árbol, casi constantemente, se da alguna interacción, denominadas relaciones alométricas, la más común en el sector forestal es la interacción existente entre la altura total del árbol y el diámetro a la altura del pecho (DAP) generalmente, cuanto más grande es el diámetro mayor es la altura total del árbol.

Además el mismo autor menciona que, en parte la estimación de las alturas de los árboles es complicada, todo lo opuesto, ocurre con la variable diámetro a la altura del pecho. De modo

que, existe una interacción entre los dos; es más cómodo y económico hacer un muestreo de los árboles, medirles la altura total y el DAP, de tal modo ajustar la interacción entre aquellas variables y después estimar la altura de cualquier árbol en el rodal, podría ser afectada por la calidad de lugar y otros componentes como el manejo, lo cual la hace variar de un rodal a otro.

#### *1.5.1.3. Diámetro de copa.*

Constituye una interesante característica dendrométrica, en la cuantificación de los efectos de los tratamientos silvícolas respecto al desarrollo de la copa, en cuanto más espacio dispone; y en la implementación de fotografía aérea con objetivos de inventario, de cubicación o estudio de vegetación. El cual es medido tomando en cuenta la proyección de la copa (Rondeux, 2010).

### **1.6. Morfología**

Los autores Perez y Restrepo (2008, p. 68), definen a la Morfología como la ciencia que estudia la manera de un determinado elemento, organismo o sistema. En la situación de ecosistemas, comprende el análisis del origen y de la influencia de la forma sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas.

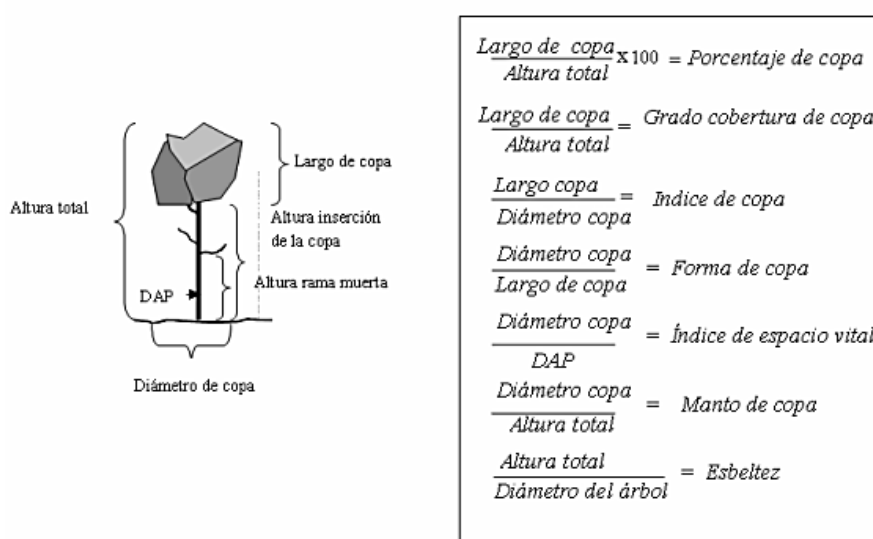
#### *1.6.1. Morfometría*

La morfometría trata de la cuantificación de los múltiples recursos de manera o fronteras morfométricos. Comprende, además, el grupo de procedimientos para medir las magnitudes físicas de un sistema. Los límites morfométricos son magnitudes usadas para representar las medidas del sistema (Perez y Restrepo, 2008, p. 68).

##### *1.6.1.1. Variables morfométricas*

De acuerdo a Arias (2005, p. 3) las principales fórmulas para el cálculo de los parámetros son las siguientes:

## PARÁMETROS DE COPA



**Figura 1-1.** Modelo de un árbol latifoliado y sus relaciones morfométricas

Autor: (Arias, 2005, p. 3)

### 1.6.1.2. Porcentaje de copa

El porcentaje de copa es valor numérico obtenido de la relación entre el largo de copa y la altura total de la especie forestal, este valor expresado con unidades de porcentaje es empleado como un indicador de la vitalidad de los árboles en modelos basados en el grado de competencia entre los individuos de una mismas plantación (Arias, 2005; p. 2).

### 1.6.1.3. Grado de cobertura de copa

El grado de cobertura es la proporción relativa a la altura total. Los autores (Luna y Hernández, 2008, p. 7), definen esta relación como el efecto de conservar un dosel frondoso que requiere un gasto mayor energía, para movilizar por toda copa del árbol los diversos nutrientes y agua que requiere la planta, pero tiene la ventaja de incrementar la capacidad fotosintética del individuo.

### 1.6.1.4. Índice de copa.

Arias (2005; p.2) define este parámetro como la relación entre las diversas relaciones de la copa como lo son el largo y el diámetro de la copa. Este valor ayuda a proponer iniciativas de la magnitud y estado de la copa del árbol. Hay marcadas diferencias entre especies sin embargo tienen la posibilidad de variar de manera significativa este valor según las condiciones del sitio. La densidad de siembra del rodal puede ser una posible causa del porque en sitios malos el índice de copa es menor con respecto a sitios buenos.

#### *1.6.1.5. Forma de copa*

De acuerdo a (Durló y Danardi, 1998; p. 58), mencionan que el valor numérico adimensional de la forma de copa va a disminuir mientras que el árbol vaya creciendo. Por otra (Durló, 2001), establece que mientras menor sea el valor numérico de la forma de copa, mayor será la productividad del árbol, consecuentemente la forma de copa se puede emplear como un criterio para planificar aclareos y un adecuado manejo forestal.

#### *1.6.1.6. Índice de espacio vital*

Se define como el área formada por la proyección perpendicular del dosel sobre el suelo y es calculada mediante el análisis de figuras geométricas o utilizando diámetros promedios, con el cual se obtendrán valores numéricos adimensionales, este índice determina el número de veces que el diámetro de copa incrementa en función del diámetro del árbol (Cámara y Snook, 2005, p. 63).

#### *1.6.1.7. Manto de copa*

El manto de copa podría ser considerado como “un indicador de la producción foliar de la masa forestal. El valor más alto de esta variable indica que el árbol se desarrolló bajo condiciones de menor competencia de espacio y de luz, por consiguiente, posee la capacidad de recibir energía solar e incrementar su tasa fotosintética” (Durló y Denardi, 1998; p. 58).

#### *1.6.1.8. Esbeltez*

La esbeltez es la interacción entre la altura y el diámetro del fuste. Este valor numérico es empleado como un indicador del equilibrio de los árboles dentro de una plantación y la capacidad de los mismos de resistir daños ocasionados por fuerzas mecánicas como lo es el viento. Para Sánchez et al (2019; p. 2), la esbeltez es un óptimo indicador para planificar actividades silviculturales y de manejo, en función a este valor cuando es mayor los árboles son más propensos a padecer daños por viento, por otro lado esta variable condiciona la magnitud e intensidad de raleo.

### **1.7. Pruebas estadísticas**

Las pruebas paramétricas son un tipo de pruebas de significación estadística que cuantifican la asociación o independencia entre una variable cuantitativa y una categórica. Las pruebas paramétricas exigen ciertos requisitos previos para su aplicación: la distribución Normal de la

variable cuantitativa en los grupos que se comparan, la homogeneidad de varianzas en las poblaciones de las que proceden los grupos y una  $n$  muestral no inferior a 30. Su incumplimiento conlleva la necesidad de recurrir a pruebas estadísticas no paramétricas. Las pruebas paramétricas se clasifican en dos: prueba  $t$  (para una muestra o para dos muestras relacionadas o independientes) y prueba ANOVA (para más de dos muestras independientes) (Berlanga, 2012, p. 83).

### ***1.7.1. U de Mann-Whitney***

De acuerdo a IBM (2021., párr. 1) el procedimiento Prueba  $U$  de Mann-Whitney emplea rangos para comprobar si los grupos de datos han sido extraídos de la misma población, esta prueba compara a las dos poblaciones muestreadas para identificar si son equivalentes en su ubicación, esta prueba se la emplea en casos en los que no es posible aplicar la prueba de  $t$  independiente, debido a que los datos no cumplen con determinados requisitos. Las observaciones de ambos grupos se combinan y clasifican, asignándose el rango de promedio en caso de producirse empates.

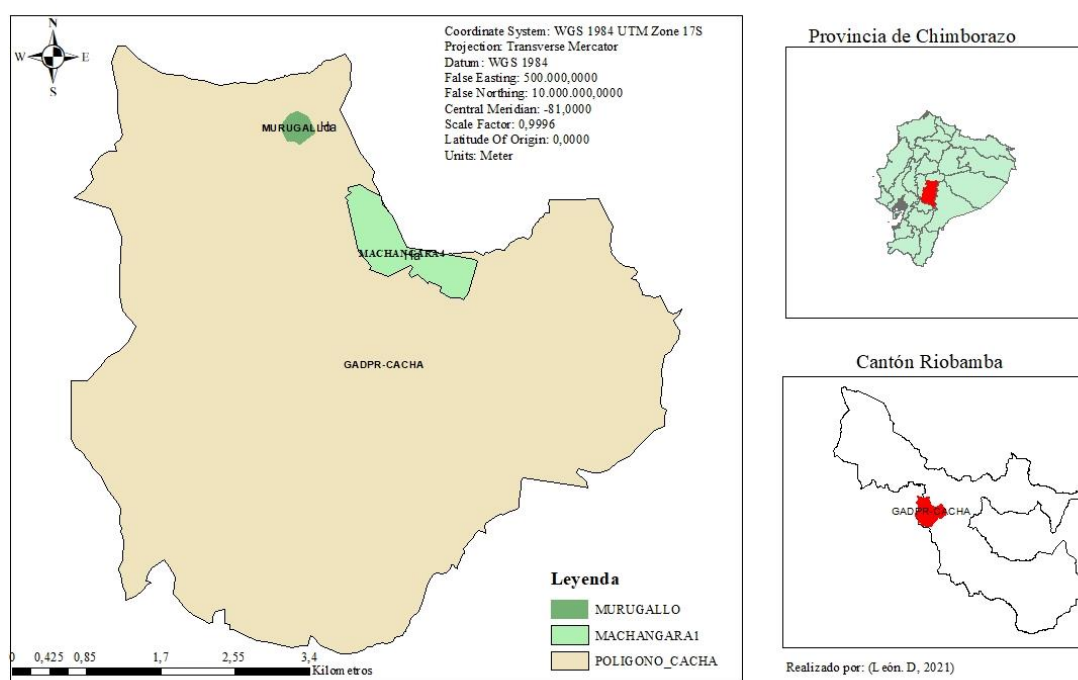
## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Área de estudio de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en la Parroquia Rural Cacha, localizada en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

#### Área de estudio en la Parroquia Cacha



**Figura 1-2.** Ubicación de las plantaciones en la Parroquia Cacha, perteneciente al Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo – Ecuador

Realizado por: León, D 2022.

#### 2.1.1. Características generales del lugar

Cacha es una parroquia rural del Cantón Riobamba, en la provincia de Chimborazo, con gran riqueza cultural Puruhá, que posee una población de 3376 habitantes aproximadamente, cuya extensión es de 2638,57 ha (Figura1-2), cuyas coordenadas geográficas es 1°42'00.0"S 78°40'00.0"W (CACHA, 2019, p. 26).

### 2.1.1.1. Ubicación geográfica

**Tabla 1-2:** Ubicación geográfica de las plantaciones en estudio

Nombre de la plantación	Coordenadas UTM, Zona 17s, WGS 84		Altitud Msnm
	Latitud	Longitud	
Machangara	-1,69573	-78,70745	3279
Murugallo	-1,68698	-78,71486	3344

Realizado por: León Danny, 2021.

### 2.1.1.2. Tipo de suelo

Cacha posee suelos de origen volcánico terciario y en su mayoría erosionado por acción del viento, agua y gravedad. Este tipo de suelos se los identifica como canchaguas y carecen de capa negra en zona seca (CACHA, 2019, p. 19).

## 2.2. Materiales y equipos

### 2.2.1. Materiales

- Bolsas plásticas, para proteger los instrumentos y libretas en caso de lluvias.
- Formularios de toma de datos en campo
- Lápices y borradores
- Pintura
- Teléfono celular

### 2.2.2. Equipos

- Cinta diamétrica y métrica
- Clinómetro
- Distanciómetro
- Hipsómetro
- Navegador (GPS)

### 2.2.3. Software



- Arc GIS v10.5 para el modelamiento geográfico
- Microsoft Excel 2013
- Microsoft Word 2013
- Microsoft PowerPoint 2013
- Software Spss

### **2.3. Metodología**

Para la presente investigación se utilizó la metodología generada por Valdivia Gómez et al (2015: pp. 25-27), quienes determinan una serie de procedimientos que se detallan a continuación:

#### **2.3.1. Localización de las plantaciones en estudio**

Para la delimitación del área de estudio se recorrió y recolectó datos con la ayuda de un GPS y con la guía de dirigente de las comunidades el mismo que conoce el lugar, posteriormente se utilizó el programa ArcGis para elaborar el mapa de la zona.

##### *2.3.1.1. Establecer parcelas temporales*

En cada sitio se establecieron 4 parcelas temporales de muestreos con una intensidad del 5 %, de una superficie de 500 m<sup>2</sup> cada una, las mismas que fueron instaladas de forma aleatoria en base a la superficie total de cada plantación de la especie en estudio, como se muestra en el anexo B.

#### **2.3.2. Registro y medición de los árboles**

Se realizó mediante la codificación y medición de los diferentes árboles ubicados dentro del radio de las parcelas de muestreo, en las cuales se levantó información de cuatro variables dasométricas consideradas para el estudio, como se muestra en el anexo C.

##### *2.3.2.1. Calculo del DAP*

A partir de la medición del CAP, con una cinta diamétrica a una altura de 1,30 m considerando las normas que rigen para este tipo de medidas, se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo del DAP.

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

Dónde:

DAP: Diámetro a la altura del pecho, (m)

CAP: Circunferencia a la altura del pecho, (m)

$\pi$ : 3.1416

#### 2.3.2.2. *Medición de la altura total*

La altura de un árbol se midió indirectamente, usando un hipsómetro (Suunto), y por principios trigonométricos se realizan los cálculos correspondientes, aplicando la fórmula:

$$\frac{\pm \% \text{ apice } \pm \% \text{ base}}{100} \times (\text{distancia})$$

Se utilizó un distanciómetro laser para medir la distancia desde un punto fijo hasta el árbol, desde este punto fijo se procedió a registrar los porcentajes de inclinación con ayuda del hipsómetro, estos datos se consideraron para el análisis estadístico.

Cabe mencionar que los porcentajes de inclinación registrados correspondiente a las alturas de los árboles si nos arrojan resultados con signos diferentes se suman y en caso de signos iguales se resta el valor mayor menos el valor menor.

#### 2.3.2.3. *Medición del diámetro de copa*

El diámetro de copa fue medido en dos direcciones, la dirección Norte-Sur y la dirección Este-Oeste y tomando como referencia la proyección de los extremos de la misma sobre el suelo, se midió con cinta métrica la distancia entre ambos extremos. Se reportó el promedio de las dos medidas tomadas.

$$Dc = \frac{\text{Medida 1} + \text{Medida 2}}{2}$$

Dónde:

Dc= Diámetro de copa

Medida1= Medida tomada en dirección Norte-Sur

Medida2= Medida tomada en dirección Este-Oeste

#### 2.3.2.4. Medición largo de copa

El largo de copa fue medido con una cinta métrica considerando que los árboles en estudio presenten alturas inferiores a diez metros, pero por facilidad se utilizó el clinómetro (Suunto) debido a la irregularidad del área de estudio.

#### 2.3.2.5. Base de datos

Una vez recolectado los datos se procedió a transcribirlos a una hoja de cálculo de Excel con el propósito de generar una base de datos que contenga las principales variables tomadas durante el desarrollo de la presente investigación.

#### 2.3.2.6. Parámetros de copa

Se aplicó las siguientes fórmulas para el cálculo de los parámetros morfométricos los cuales se describen a continuación:

- Porcentaje de copa

$$\frac{\text{Largo de copa}}{\text{altura total}} \times 100$$

- Grado cobertura de copa

$$\frac{\text{Largo de copa}}{\text{altura total}}$$

- Índice de copa

$$\frac{\text{Largo de copa}}{\text{Diámetro de copa}}$$

- Forma de copa

$$\frac{\text{Diámetro de copa}}{\text{Largo de copa}}$$

- Índice de espacio vital

$$\frac{\text{Diámetro de copa}}{DAP}$$

- Manto de copa

$$\frac{\text{Diámetro de copa}}{\text{Altura total}}$$

- Esbeltez

$$\frac{\text{Altura total}}{DAP}$$

### 2.3.2.7. Análisis estadístico

De forma inicial se realizó el cálculo de estimadores estadísticos a las variables dasométricas. Para ello se utilizó las siguientes fórmulas:

- Media

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Dónde:

$\bar{x}$ : Media

$\sum_{i=1}^n X_i$ : Sumatoria de todas las unidades de muestreo

n: Número de las unidades muestrales

- Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}}$$

Dónde:

**S**: Media

$\sum x^2$ : La suma elevado al cuadrado de todas las mediciones individuales

$(\sum x)^2$ : El cuadrado de la suma de las mediciones

n: Número de las unidades muestrales

- Coeficiente de variación

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}}$$

Dónde:

Cv: Coeficiente de variación

S: Desviación estándar

$\bar{x}$ : Media

- Error estándar

$$S_{\bar{x}} = \frac{\sqrt{S^2}}{n}$$

Donde:

$S_{\bar{x}}$ : Error estándar

$S^2$ : Varianza

n: Número de las unidades muestrales

- Error muestral

$$e = \frac{\acute{i}}{\sqrt{n}}$$

Donde:

e= error de muestreo

$\acute{i}$ = desviación típica muestral corregida

n: Número de las unidades muestrales

- Error relativo

$$Er = \frac{e * 100}{\bar{x}}$$

Donde:

e= error de muestreo

$\bar{x}$ : Media

- Limites

$$Lim = S\bar{x} \pm \bar{x}$$

Donde:

Lim: representa el límite puede ser superior e inferior

$S\bar{x}$ : Error relativo

$\bar{x}$ : Media

Posteriormente se comprobó la normalidad de los datos de las variables morfométricas, una vez que se verificó que los datos de todos los parámetros no cumplen con los supuestos de normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica U de Mann Whitney para dos muestras independientes. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Excel y el paquete profesional Spss.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Determinación de los parámetros morfométricos

##### 3.1.1. Número de árboles por parcela/ha

En la tabla 1-3 la plantación A, tiene un promedio de 28 árboles por parcela lo que corresponde a 560 árboles por hectárea, a comparación con la plantación B (Tabla 2-3), hay un promedio de 21,8 árboles por parcela lo que representa a 436 árboles por hectárea.

**Tabla 1-3 Estimadores estadísticos de las variables cuantitativas plantación A**

Variables		$\bar{X}$	S	Cv %	LS	LI	ER
Nº Parcelas	4						
Área neta de plantación (ha)	0,8						
Nº Árboles/Parcela		28					
Nº Árboles/ha		560					
DAP (m)		0,06	0,02	40,53	0,06	0,06	0,19
DAP/hectárea (m/ha)	33,6						
AB (m <sup>2</sup> )		0,03	0,16	564,04	0,03	0,03	2,65
AB/hectárea (m <sup>2</sup> /ha)	16,8						
Vt (m <sup>3</sup> )		0,10	0,66	630,86	0,11	0,10	2,97
Vt/ hectárea (m <sup>3</sup> /ha)	56						

Realizado por: León Orozco Danny, 2022.

Promedio ( $\bar{X}$ ), desviación estándar (S), Coeficiente de variación (CV %), Límite superior (LS), Límite inferior (LI), Error de muestreo relativo (ER), Diámetro a la altura del pecho (DAP), Área basal (AB), Volumen Total (VT).

**Tabla 2-3 Estimadores estadísticos de las variables cuantitativas plantación B**

Variables		$\bar{X}$	S	Cv %	LS	LI	ER
Nº Parcelas	4						
Área neta de plantación (ha)	1,94						

<b>Nº Árboles/Parcela</b>		21,8					
<b>Nº Árboles/ha</b>		436					
<b>DAP (m)</b>		0,11	0,03	32,39	0,11	0,11	0,17
<b>DAP/hectárea (m/ha)</b>	47,96						
<b>AB (m<sup>2</sup>)</b>		0,04	12,12	905,15	1,40	1,27	4,85
<b>AB/hectárea (m<sup>2</sup>/ha)</b>	17,44						
<b>Vt (m<sup>3</sup>)</b>		0,25	46,32	886,96	0,25	0,25	0,44
<b>Vt/ hectárea (m<sup>3</sup>/ha)</b>	109						

Realizado por: León Orozco Danny, 2022.

### 3.1.2. Diámetro promedio de los árboles de *Alnus acuminata*

El diámetro promedio de los árboles de la plantación A, perteneciente a Machangara es de 0,0600 m, el valor real de esta variable no es menor a 0,0599 m y tampoco mayor a 0,0601 m, a comparación de los árboles de la plantación B, perteneciente a Murugallo con un diámetro promedio 0,1064 m cuyo valor real de esta variable no es menor a 0,1063 m y tampoco mayor a 0,1066; tal como se expone en la Tabla 3-3.

**Tabla 3-3 Diámetro promedio de *Alnus acuminata*.**

<b>Plantación</b>	<b>DAP (m)</b>		
	$\bar{x}$	<b>LS</b>	<b>LI</b>
<b>A (Machangara)</b>	0,0600	0,0601	0,0599
<b>B (Murugallo)</b>	0,1064	0,1066	0,1063

Realizado por: León Orozco Danny, 2022.

### 3.1.3. Área basal promedio de los árboles de *Alnus acuminata*

El área basal promedio de los árboles de la plantación A es de 0,0279 m<sup>2</sup>, el valor real de esta variable no es menor a 0,0272 m<sup>2</sup> y tampoco mayor a 0,0287 m<sup>2</sup>, mientras que la plantación B presenta un promedio de área de 0,0395 m<sup>2</sup> cuyo valor real de esta variable no es menor a 0,0393 y tampoco mayor a 0,0396 m<sup>2</sup>, descrito en la Tabla 4-3.

**Tabla 4-3 Área basal promedio de *Alnus acuminata***

<b>Plantación</b>	<b>Área Basal (m<sup>2</sup>)</b>		
	$\bar{x}$	<b>LS</b>	<b>LI</b>



<b>A</b>	0,0279	0,0287	0,0272
<b>B</b>	0,0395	0,0396	0,0393

Realizado por: León Orozco Danny, 2022.

### 3.1.4. Volumen promedio por árbol de *Alnus acuminata*

El volumen promedio por árbol de la plantación A es de 0,1040 m<sup>3</sup>, el valor real de esta variable no es menor a 0,1009 m<sup>3</sup> y tampoco mayor a 0,1071 m<sup>3</sup>, en lo que discrepa a la plantación B con un volumen promedio 0,2536 m<sup>3</sup> cuyo valor real de esta variable no es menor a 0,2547 y tampoco mayor a 0,2525 m<sup>3</sup> descrito en la Tabla 5-3.

**Tabla 5-3 Volumen promedio de los árboles de *Alnus acuminata***

Plantación	Volumen/ árbol (m <sup>3</sup> /árbol)		
	$\bar{x}$	LS	LI
<b>A</b>	0,1040	0,1071	0,1009
<b>B</b>	0,2536	0,2547	0,2525

Realizado por: León Orozco Danny, 2022.

### 3.1.5. Prueba de normalidad

Para comprobar el supuesto de normalidad de las variables consideradas para el análisis estadístico se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, la cual presenta un nivel de significación (p) menor o mayor al 0,05. Los datos de ambas plantaciones (A y B) cumplen en ciertos parámetros y en otros no, probando que existe normalidad cuando su p valor es mayor a 0,05 y resultado contrario si su p valor < 0,05 (Tabla 6-3).

Para las variables dasométricas se puede apreciar que existe significancia en la plantación B. Por otra parte dentro de los parámetros morfométricos se puede denotar que existe significancia para el índice de copa, espacio vital y manto de copa en la plantación A.

**Tabla 6-3 Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirov**

Parámetros	Plantaciones	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
		Estadístico	Gl	Sig.
Altura Total (m)	A	,089	113	,027

	B	,061	87	,200*
Largo de copa (m)	A	,105	113	,004
	B	,074	87	,200*
Diámetro a la altura del pecho (m)	A	,284	113	,000
	B	,479	87	,000
Diámetro de copa (m)	A	,101	113	,006
	B	,056	87	,200*
Porcentaje de copa	A	,139	113	,000
	B	,110	87	,011
Grado de cobertura	A	,139	113	,000
	B	,110	87	,011
Índice de copa	A	,072	113	,200*
	B	,092	87	,064
Forma de copa	A	,145	113	,000
	B	,131	87	,001
Índice espacio vital	A	,062	113	,200*
	B	,147	87	,000
Manto de copa	A	,068	113	,200*
	B	,127	87	,001
Esbeltez	A	,086	113	,040
	B	,086	87	,138

Realizado por: León Orozco Danny, 2022.

### 3.1.6. Prueba de Mann Whitney

Dado que no todas las variables cumplen con el supuesto de normalidad al trabajar con los datos de las dos plantaciones en estudio (tabla 7-3), se procedió a aplicar la prueba U de Mann Whitney para determinar las diferencias significativas entre los parámetros morfométricos de las dos plantaciones evaluadas.

De acuerdo con el estadígrafo de U de Mann-Whitney, al reportar un valor de p (Sig. asintót. (bilateral)), igual a 0 o ligeramente superior en todos los parámetros, se opta por rechazar la hipótesis nula y se concluye que, si existe diferencias significativas de las 6 variables dasométricas y entre las 7 relaciones morfométricas de las dos plantaciones de *Alnus acuminata* evaluadas (tabla 7-3).

**Tabla 7-3 Prueba de Mann Whitney aplicada a las plantaciones Ay B**

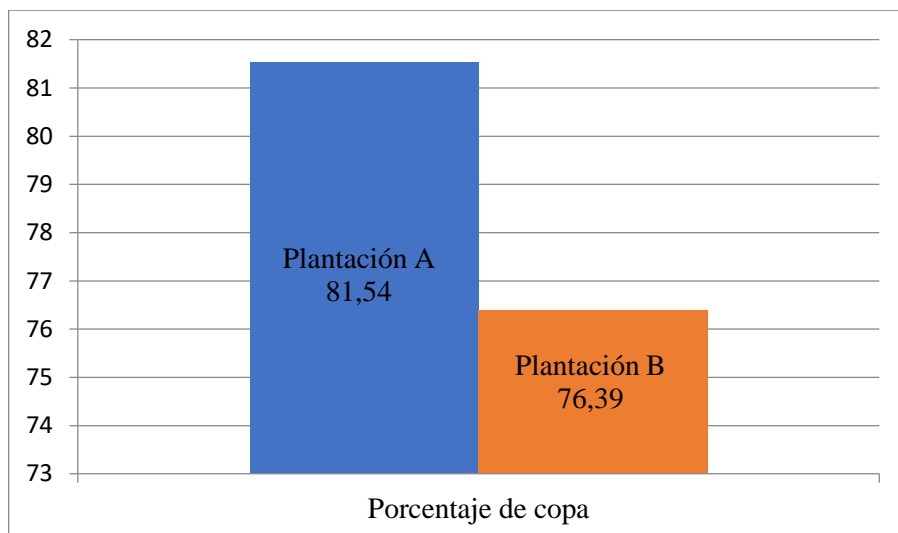
<b>Parámetros</b>	<b>U de Mann-Whitney</b>	<b>Z</b>	<b>Sig. asintót. (bilateral)</b>
Altura Total (m)	516	-10,842	0
Largo de copa (m)	950,5	-9,771	0
Diámetro a la altura del pecho (m)	1402,5	-8,664	0
Área Basal (m <sup>2</sup> )	1402,5	-8,664	0
Volumen total (m <sup>3</sup> )	908	-9,876	0
Diámetro de copa (m)	2682,5	-5,503	0
Porcentaje de copa	3504	-3,478	0,001
Grado de cobertura	3504	-3,478	0,001
Índice de copa	1597,5	-8,177	0
Forma de copa	1597,5	-8,177	0
Índice espacio vital	2528	-5,884	0
Manto de copa	1138,5	-9,308	0
Esbeltez	3189	-4,255	0

Realizado por: León Orozco Danny, 2022.

### **3.2. Análisis de las relaciones morfométricas**

#### **3.2.1. Porcentaje de copa**

Según los valores de las medianas para el porcentaje de copa, predomina la plantación A con un valor de 81,54 %, en referencia a la plantación B que reporta el 76,39 %, lo que significa que posee 5,15 % menos de vitalidad en comparación de la plantación A (gráfico 1-3).

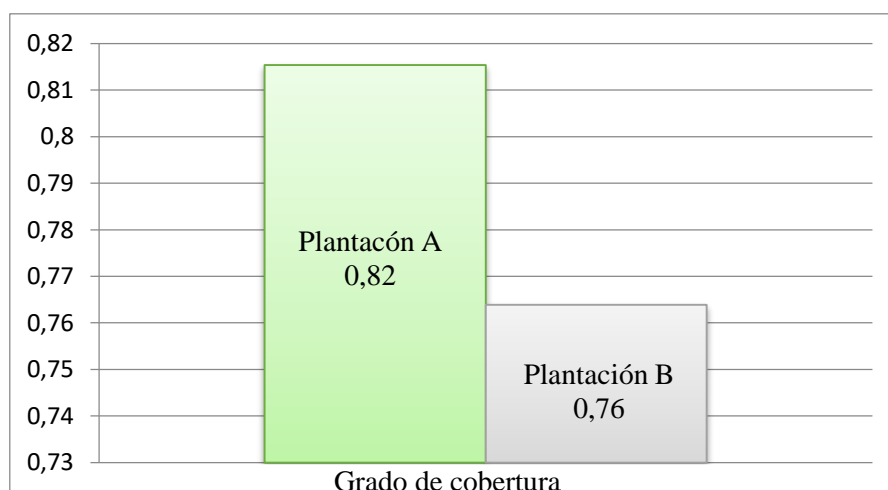


**Gráfico 1-3.** Porcentaje de copa de la plantación A y B

Realizado por: León, D. 2022

### 3.2.2. *Grado de cobertura*

La plantación A presenta un valor de 0,82 que es ligeramente superior a los 0,76, que presenta la plantación B, la diferencia de la plantación A con respecto a la plantación B es de 0,06 (Gráfico 2-3).



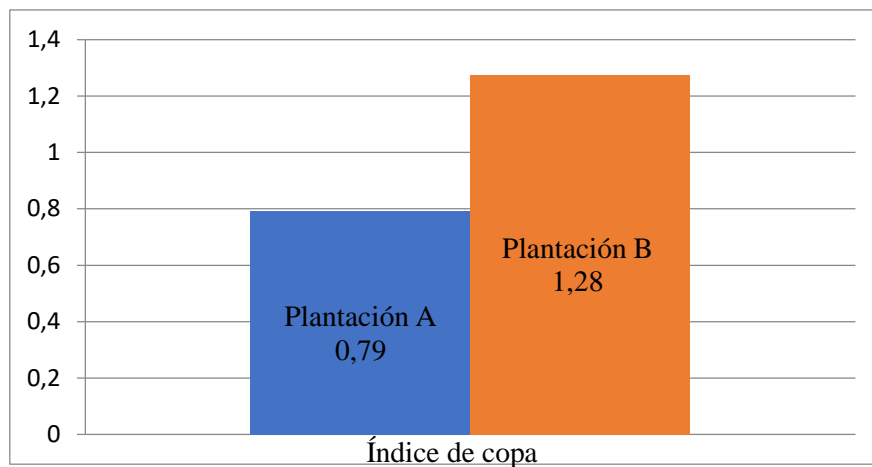
**Gráfico 2-3.** Grado de cobertura de la plantación A y B

Realizado por: León, D. 2022

### 3.2.3. *Índice de copa*

Para el parámetro índice de copa, destaca la plantación B con un valor de 1,28 por lo cual esta plantación presenta mejores condiciones edáficas para que los árboles se desarrollen adecuadamente, a diferencia de la plantación A, donde presento un valor de 0,79, lo que

representa que el sitio donde se establece esta plantación no presenta condiciones edáficas óptimas, para el desarrollo de los árboles de *Alnus acuminata* (Gráfico 3-3).

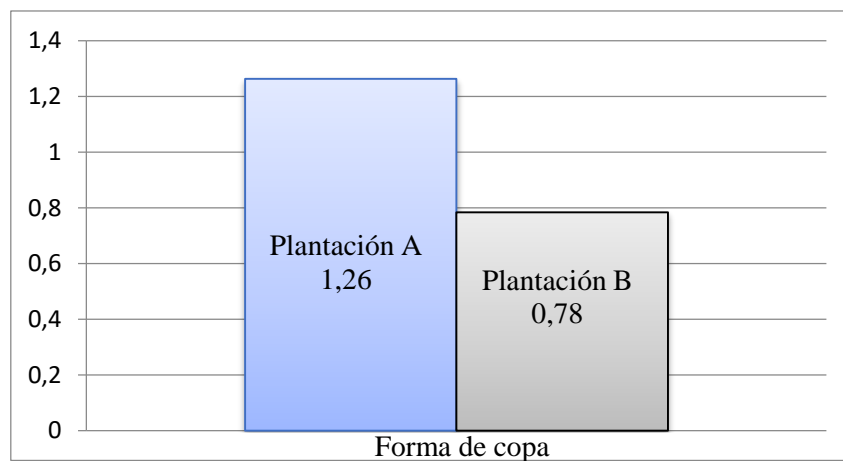


**Gráfico 3-3.** Índice de copa de las plantaciones A y B

Realizado por: León, D. 2022

#### 3.2.4. Forma de copa

En la plantación A se encontraron árboles de *Alnus acuminata* con mayor forma de copa con un valor de 1,26 mientras que en la plantación B registra un valor de 0,78 y al reportar este valor se infiere que esta plantación posee una mayor productividad por árbol (Gráfico 4-3).

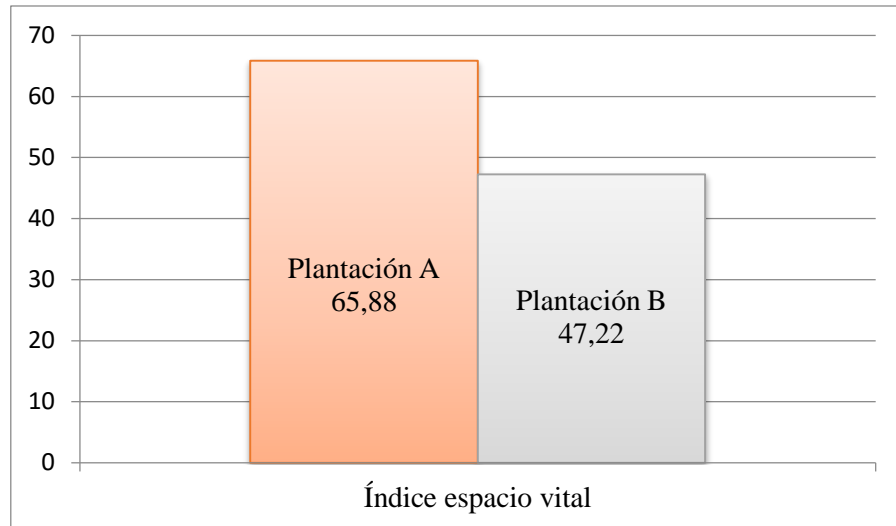


**Gráfico 4-3.** Forma de copa de las plantaciones A y B

Realizado por: León, D. 2022

### 3.2.5. Índice de espacio vital

En el gráfico 5-3 las plantaciones A y B presentan valores de 65,88 y 47,22 del índice de espacio vital, respectivamente. Sin embargo, los árboles de la plantación A presentan mayor área de espacio vital, con una diferencia de 18,66, con respecto a la plantación B.

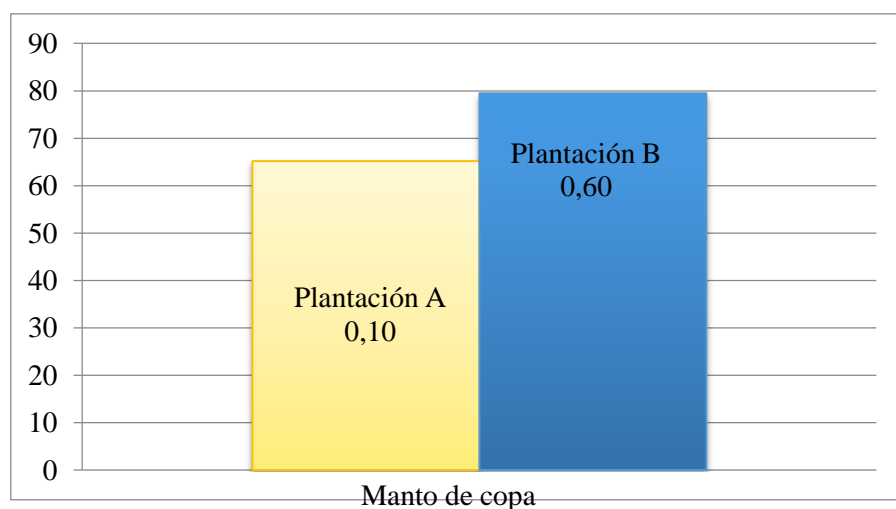


**Gráfico 5-3.** Índice de espacio vital de las plantaciones A y B

Realizado por: León, D. 2022

### 3.2.6. Manto de copa

En el gráfico 6-3, la plantación A presenta el mayor valor de manto de copa con el 0,10 siendo la plantación B con un menor valor del 0,60. La plantación A, denota una mayor producción foliar, por ende posee una mayor capacidad de recibir energía solar.

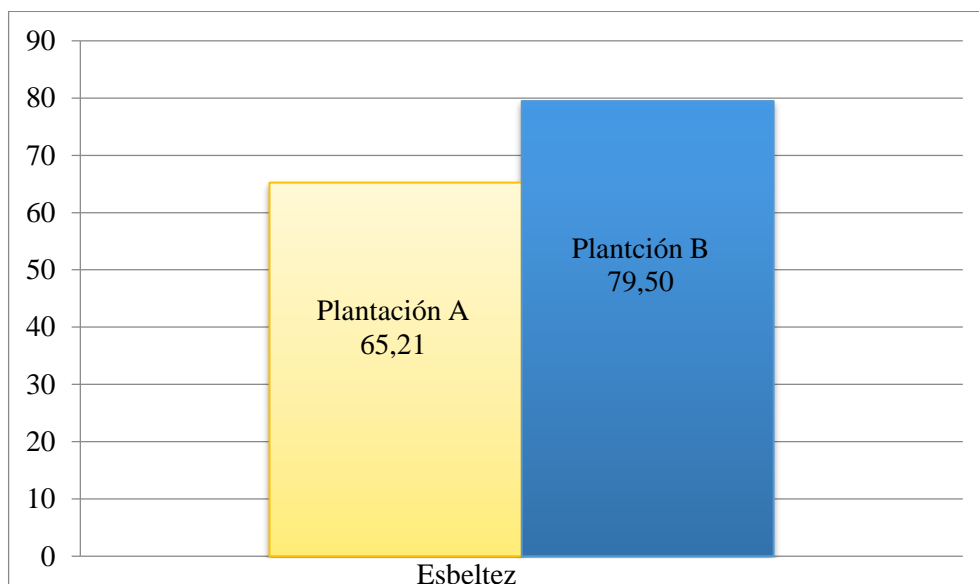


**Gráfico 6-3.** Manto de copa de las plantaciones A y B

Realizado por: León, D. 2022

### 3.2.7. Esbeltez

En el gráfico 7-3, la plantación A presentó un valor menor en relación a la plantación B con valores de 65,21 y 79,50 de árboles esbeltos, respectivamente. Las dos plantaciones de estudio presentan valores altos lo que genera mayor sensibilidad a padecer daños mecánicos, lo que condiciona la magnitud del raleo a emplearse.



**Gráfico 7-3.** Esbeltez de las plantaciones A y B

Realizado por: León, D. 2022

### 3.3. Discusión

La variación del crecimiento del diámetro entre las plantaciones estudiadas, determina que la plantación A presenta menor densidad de árboles promedio por hectárea (560 árboles/ha), lo que permite deducir que existe una reducción de la competencia de luz solar, agua, nutrientes y minerales entre árboles de la plantación. Esto influye para que no exista un crecimiento homogéneo en diámetro con relación a la plantación B, donde la densidad de árboles promedio por hectárea es mayor (436 árboles/ha), estos resultados se pueden contrastar por lo expuesto por (Ospina et al, 2005: p.17) mencionan que la densidad inicial de siembra debe ser de 1.111 árboles por hectárea y con el transcurso del tiempo y podas se recomiendan emplear densidades de 650 árboles por hectárea, puesto que el rápido crecimiento del aliso permite lograr una ocupación del terreno en poco tiempo, sin tener que hacer una entresaca temprana de tal manera lograr terminar con 350 árboles/ha a los 15 años.

Los resultados obtenidos en referencia al número de árboles concuerdan con Cisneros & Montero (2016, p 20) en su estudio titulado Selvicultura de *Alnus glutinosa*, en la que se determina los

rangos del número de árboles por hectárea en función de la densidad para la plantación A presenta (560 árboles/ha), que se encuentra dentro del rango máximo de 2500 árboles/ha, y el rango mínimo de 400 árboles/ha. Consecuentemente para la plantación B presenta una densidad de 436 árboles/ha, en comparación con los autores para esta plantación los resultados no concuerdan, debido a que este resultado no se encuentra dentro de los rangos propuestos de 500 a 700 árboles/ha. Esto se puede deber a condiciones propias de la zona como su suelo con afloramiento de cangagua, a la altitud que está por encima de los rangos establecidos por (Agudo y Quisbert, 2016, p. 25) en el determinan que el aliso en el Ecuador se encuentra a una altitud entre los 2300 y 2400 msnm.

El promedio estimado en altura total a los 7 años de las plantaciones de *Alnus acuminata* fue de 3,89 m en la plantación A y de 8,32 m en la plantación B. Es decir, la plantación B es superior a la plantación A, estos valores resultantes son inferiores al rango de 10 a 17 m de altura en 6 años de estar establecida la plantación, estos resultados fueron influenciados por las diversas condiciones climáticas y suelo indicado por (Ecuador Forestal, 2010, párr. 11), los mismos que recomiendan áreas con frecuente neblina y una precipitación anual entre 1000 a 3000 milímetros también la especie requiere suelos profundos, húmedos y ricos en humus. Por otro lado (Gualan et al., 2015: p. 27) infiere que estas alturas del aliso se encuentran por debajo del rango establecido, esto se pueden deber al tipo de suelo que presenta la parroquia Cacha el cual es de origen volcánico terciaria también conocido como cangaguas, además por poseer una capa arable de menos de 0,45 m de profundidad, por otro lado la topografía irregular influye debido a sus pendientes oscilan entre el 12 % y 60 %.

El diámetro a la altura del pecho promedio proyectado para la plantación A presento un valor de 33,60 m/ha, con un área basal de 16,8 m<sup>2</sup>/ha y un volumen de 56 m<sup>3</sup>/ha, y por otra parte la plantación B presento un promedio de diámetro a la altura del pecho de 47,96 m/ha, con un área basal de 17,44 m<sup>2</sup>/ha y un volumen de 109 m<sup>3</sup>/ha. Es decir, la plantación A y B tienen valores ligeramente superiores frente a los 14,80 m<sup>2</sup>/ha para una plantación de *Alnus acuminata* de 8 años de edad realizada en Costa Rica, presentado por Hughell & Camacho (1989, p. 4).

Dentro de las relaciones morfométricas encontramos el porcentaje de copa que es un indicador de la vitalidad de los árboles, obteniendo como resultados para la plantación A, un promedio de 81,54 % mientras que para la plantación B, se obtuvo un promedio de 76,39 % (Grafico 3-1) de acuerdo a (Obando, 2010. P 57) que realizó un estudio sobre suelos ñadis al sur de Chile, en la cual logro organizar a este indicador en diversas categorías una de las especies empleadas fue *Alnus glutinosa* de 13 años, en función de su copa el autor obtuvo un valor 74,3 % con una densidad poblacional de 1750 árboles/ha, en relación a lo obtenido en la presente investigación se obtuvo



una proyección promediada para la plantación A de 23,78 % y para la plantación B se obtuvo un valor de 18,51 %, estos valores se encuentran dentro de los rangos obtenidos en estudios previos, los cuales pueden deberse a las condiciones climáticas y edáficas de la zona.

Con base a la definición de (Luna y Hernández, 2008, p. 7), el grado de cobertura de copa es una relación proporcional entre la longitud y la altura total. El grado de cobertura de copa de acuerdo al (Grafico 3-2) fue de 82 % para la plantación A, mientras que para la plantación B se obtuvo un valor de 76 %, sin embargo, se debe considerar el gasto energético para movilizar nutrientes y agua por la copa de cada individuo, pero tiene la ventaja de mantener una mayor capacidad fotosintética al recibir una mayor cantidad de radiación solar. El estudio realizado por Gonzales et al (2017, p 15) reveló una alta relación entre las estructuras foliares y la actividad fotosintética mediado por la radiación solar, lo que le permitiría a esta especie adaptar su desarrollo y crecimiento según el estadio sucesional en el que se encuentre.

De acuerdo con Arias (2005), el índice de copa es un parámetro que representa un criterio útil en la evaluación de la calidad y productividad de un rodal. Se obtuvieron valores de 0,79 para la plantación A, mientras que para la plantación B se obtuvo un valor de 1,28 véase en el (Grafico 3-3); este es un índice para determinar la magnitud de la copa de árbol que tiene la posibilidad de determinar los efectos de las condiciones del sitio. Dado a lo observado en el área de estudio presenta suelos con afloramiento de cangagua, compactados y con baja fertilidad para ambas plantaciones, lo que se contrapone a lo mencionado por (Ecuador Forestal, 2010, párr. 8) donde el aliso se desarrolla mejor en suelos de origen volcánico desde arenoso hasta arcillosos a su vez también requiere un drenaje y humedad óptimas, consecuentemente dado que no cumple estos requerimientos los árboles crecen más lentamente y en base a los resultados obtenidos las condiciones edáficas de la plantación B, es ligeramente superior que las condiciones edáficas que se encuentran en la plantación A.

Durlo (2001), menciona que la forma de copa tiende a disminuir con el aumento en la altura del árbol y en comparación a lo obtenido en el presente estudio se obtuvieron valores de 1,26 para la plantación A y para la plantación B se obtuvo un valor de 0,78; de tal manera se puede contemplar que la plantación A presenta valores superiores a la plantación B, en referencia a lo mencionado por el autor se puede deducir que la plantación A, tiene una menor productividad y requiere de un mejor manejo forestal.

(Cámara y Snook, 2005, p. 63), mencionan que el espacio vital se expresa en el número de veces en la que el diámetro de copa es mayor al diámetro a la altura del pecho del mismo delimitando el espacio que el árbol requiere para desarrollarse; consecuentemente la plantación A tiene un

19,23 % más de espacio vital que la plantación B, estos valores aumentan a medida de que el diámetro del fuste se incrementa.

El manto de copa puede ser considerado como un indicador de la producción foliar de la masa forestal. Con base a lo obtenido en el Gráfico 3-6, se muestra que en la plantación A presento un valor de 0,10 mientras que para la plantación B se reportó un valor de 0,60, de tal manera la plantación A se desarrolla bajo condiciones de mayor competencia de espacio y luz, mientras que la plantación B tiene una menor capacidad de recibir energía solar por ende tiene menor capacidad fotosintética (Durló y Denardi, 1998).

El grado de esbeltez es un valor que se lo utiliza como un indicador de estabilidad en función de la relación entre la altura y el diámetro del fuste, el valor de esbeltez los árboles de la plantación A registró un valor de 65,21 por lo cual presenta una masa resistente (estable) en comparación a la plantación B que presenta un valor de 79,50 que bordea ligeramente el límite de una masa frágil (poco estable) por ende son más propensos a sufrir daños por fuerzas mecánicas (viento) (Gráfico 3-7). De acuerdo a lo establecido por Lozano (2017), el cual designa de manera genérica que el coeficiente de esbeltez debe ser menor a 80 para que la masa sea estable y si las plantaciones registran valores superiores a 80 se las categoriza como masa frágil y poco estable.

## CONCLUSIONES

La investigación realizada se enfoca en el análisis de variables morfométricas, los cuales presentan valores que no cumplen con los supuestos de normalidad. Por lo cual se empleó la prueba de Mann Whitney, la cual reporto valores de p (Sig. asintót. (bilateral)), igual a 0 en todos los parámetros por lo cual se optó por rechazar la hipótesis nula y se concluye que existe diferencias significativas entre las siete relaciones morfométricas de las dos plantaciones de *Alnus acuminata*.

Se encontraron 200 árboles en las dos plantaciones evaluadas, las cuales presentaron 113 árboles para la plantación A que está ubicada en la comunidad de Machangara y 87 árboles para la plantación B, ubicada en la comunidad de Murugallo; con un diámetro promedio entre 0,06 y 0,11 metros, en referencia a las demás variables dasométricas por hectárea presenta áreas basales de 16,8 y 17,44  $m^2/ha$  y volúmenes de 56 a 109  $m^3/ha$  respectivamente.

La plantación A, posee un valor elevado de vitalidad en función al grado de competencia según el análisis del porcentaje de copa, el valor de grado de copa es alto lo que conlleva a un gasto mayor de energía y agua durante el transporte de nutrientes, el valor del índice de copa de esta plantación no presenta condiciones edáficas óptimas debido a que en su mayoría presenta suelos compactados y con afloramiento de cangagua, la forma de copa y el índice de espacio vital de la plantación registra una menor productividad lo cual se puede evidenciar en la altura de sus árboles, analizando el manto de copa demuestra que los arboles de esta plantación se desarrollan bajo condiciones de competencias de espacio y luz, finalmente el valor la esbeltez muestra que tiene una resistencia mínima al daño mecánico.

La plantación B, presenta valores más equilibrados en las relaciones morfométricas, tiene una mayor tasa fotosintética que puede ser aprovechada según el grado de cobertura, también presenta mejor condición edáfica en función del índice de copa, consecuentemente la plantación presenta un mejor manejo debido a que esta plantación tiene una mejor productividad y presenta en su mayoría árboles más altos y vigorosos de acuerdo a los valores de grado de cobertura, forma de copa y porcentaje de copa, en esbeltez presenta un valor que tiende a la categoría de frágil y poco estable por lo que los árboles de esta plantación son más propensos a sufrir daños por fuerzas mecánicas.

## RECOMENDACIONES

Para obtener mejores resultados en las plantaciones de *Alnus acuminata* se sugiere realizar estudios complementarios de propiedades físico-químicas de los suelos, que integren las condiciones del sitio y del ambiente, la procedencia, calidad de las plántulas, protocolo de establecimiento y manejos silviculturales de la especie, considerando el objetivo inicial de la plantación.

Valorar el crecimiento de la plantación con una frecuencia de monitoreo entre tres a cinco años posterior a la siembra, además aplicar actividades de manejo silvicultural destinado a mejorar las condiciones de absorción de la tasa fotosintética con el propósito de mejorar el desarrollo de cada uno de los individuos de la especie evaluada.

Acorde a los resultados obtenidos se recomienda utilizar esta especie con fines de conservación y recuperación de suelos con afloramiento de cangagua. Ya que esta especie presentó mejor adaptación en los suelos de la parroquia Cacha a más de 3330 m.s.n.m. Para su establecimiento se debe realizar en época lluviosa, utilizando fertilizantes e hidrogel que ayuden a retener un mayor tiempo la humedad y un buen drenaje.

En función de los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se debe realizar estrategias de manejo silvicultural e implementar plantaciones de aliso con monitoreo en zonas degradadas por la erosión.

Se recomienda seguir con la investigación con otras especies que tengan el potencial de minimizar los procesos erosivos.

## GLOSARIO

**Aclareo:** Es una técnica muy parecida al pre- aclareo, pero se realiza después y cuando los árboles son mayores, de mayor diámetro (de 10 a 50 centímetros). Sirve para continuar con la distribución y mejoramiento de la población de árboles (SEMARNAT., 2009).

**Agroecosistemas:** cualquier tipo de ecosistema modificado y gestionado por los seres humanos con el objetivo de obtener alimentos, fibras y otros materiales de origen biótico (Gómez., 2001).

**Bosque mesófilo:** Se definen por la mezcla de elementos de muy diversas afinidades y se considera que tienen una composición biótica híbrida que representa un tipo de vegetación intermedia entre la vegetación tropical y la templada (Beltrán., 2010).

**Bosque natural:** se define como la tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea, se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma y árboles sembrados para la producción agropecuaria (IDEAM., 2010).

**Competencia:** Es la relación que existe entre individuos de la misma especie (intraespecífica) o de distintas especies (interespecífica), cuando los recursos del ecosistema en que se desarrollan son insuficientes para suplir las necesidades de todas los individuos que viven allí (Dimitri & Zavattieri., 1982).

**Dasometría:** Se encarga de los aspectos relacionados con la estimación métrica y cubicación de la masa forestal, la cual debe entenderse como el conjunto de árboles que conviven en un espacio común (Yner., 2014).

**Dasonomía:** Es la ciencia y práctica de la gestión de árboles y bosques para proporcionar una gama diversa de bienes y servicios de ecosistemas (USAID., 2015).

**GPS:** Es un servicio propiedad de los EE.UU. que proporciona a los usuarios información sobre posicionamiento, navegación y cronometría. Este sistema está constituido por tres segmentos: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento del usuario (GPS., 2022).

**Muestreo:** Garantiza que todos los individuos que componen la población blanco tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra (Otzen & Manterola., 2017).

**Silvicultura:** es un aprovechamiento de los bosques para necesidades humanas, pero siempre teniendo en cuenta el bienestar del propio bosque y su uso responsable (Garmica., 2021).

## BIBLIOGRAFÍA

**ABELLA, A.** "Plantaciones forestales impactos y luchas". *Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales*. [En línea] 1999, (Montevideo) p. 8. [Consulta: 22 noviembre 2021]. disponible en: [https://wrm.org.uy/es/files/2013/04/Plantaciones\\_forestales\\_Impactos\\_y\\_luchas.pdf](https://wrm.org.uy/es/files/2013/04/Plantaciones_forestales_Impactos_y_luchas.pdf)

**AGUDO PACHECO Edilberto, & QUISBERT GUARACHI Alicia Sonia.** "Modelos de aprovechamiento sostenible del Aliso (*Alnus Acuminata* Kunth) en zona de ladera de bosque de niebla" *Journal of the Selva Andina Biosphere* [En línea], 2016, (La Paz) 4, p. 38. [Consulta: 22 noviembre 2021]. ISSN 2308-3859. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v4n1/v4n1\\_a03.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v4n1/v4n1_a03.pdf)

**ARCHILA FUENTES, Luis Martin.** Productividad De Las Plantaciones Forestales En Los Diferentes Tipos De Raleos En La Region Ii Las Verapaces [En línea] (Sistematización de práctica profesional supervisada). Universidad Rafael Landívar, Alta Verapaz, Guatemala. 2014. p. 7 [Consulta: 2021-11-22]. Disponible en: [http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2802/Technical/PRODUCTIVIDAD%20DE%20LAS%20PLANTACIONES%20FORESTALES%20EN%20LOS%20DIFERENTES%20TIPOS%20DE%20RALEOS%20EN%20LA%20REGION%20II%20LAS%20VERAPACES.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/PRODUCTIVIDAD%20DE%20LAS%20PLANTACIONES%20FORESTALES%20EN%20LOS%20DIFERENTES%20TIPOS%20DE%20RALEOS%20EN%20LA%20REGION%20II%20LAS%20VERAPACES.pdf)

**ARIAS, Dagoberto.** "Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales". *Revista Forestal Kurú* [En línea], 2005, (Costa Rica) 2(5). p. 2. [Consulta: 22 noviembre 2021]. Disponible en: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/543/469>

**ARÓSTEGUI VÁSQUEZ Román.** Estudio hidrológico con fines de aprovechamiento hídrico en la Microcuenca de la quebrada Cachiyacu, ubicado en el distrito de San Antonio de Cumbaza, provincia de San Martín - Región San Martín. [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional De San Martín. Tarapoto, Perú. 2018, pp.11-12. [Consulta: 22 noviembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3193/CIVIL%20-%20Rom%c3%a1n%20V%c3%a1squez%20Ar%c3%b3stegui.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**AZOGUE, Abraham, et al.** "Plan de desarrollo de ordenamiento territorial de la parroquia Guasuntos" *Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Guasuntos* [En línea],

2009, (Alausi), p. 19. [Consulta: 22 noviembre 2021], disponible en: <https://guasuntos.gob.ec/la-parroquia/datos-generales.html?start=8>

**BELTRÁN Enrique** " BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA". *Museo De Las Ciencias Biológicas Iztacala*. [En línea], 2010, (México), p. 5. [Consulta: 22 Marzo 2022] <https://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/15044/00720123000097.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**BERLANGA SILVENTE Vanesa** "Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso Práctico". *Universitat de Barcelona. Institut de Ciències de l'Educació, 2012, d'innovació i recerca en educació*. [En línea], (Barcelona) 5(2), pp. 83-100. [Consulta: 22 noviembre 2021] <https://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/15044/00720123000097.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**CÁMARA CABRALE Luisa, & SNOOK Laura** "Producción de semillas de caoba en México: patrones de variación e implicaciones para la sostenibilidad". *Recursos Naturales y Ambiente* [En línea], 2005 (Mexico) 44, pp. 60-67. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/238659812\\_Produccion\\_de\\_semillas\\_de\\_caoba\\_en\\_Mexico\\_Patrones\\_de\\_variacion\\_e\\_implicaciones\\_para\\_la\\_sostenibilidad1/link/00b7d51d130aabd0d3000000/download](https://www.researchgate.net/publication/238659812_Produccion_de_semillas_de_caoba_en_Mexico_Patrones_de_variacion_e_implicaciones_para_la_sostenibilidad1/link/00b7d51d130aabd0d3000000/download)

**CANCINO CANCINO Jorge**. *Dendrometría Básica* [En línea]. Santiago de Chile, Universidad de Concepción, 2012. [Consulta: 22 noviembre 2021]. Disponible en: [http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/407/2/Dendrometria\\_Basica.pdf](http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/407/2/Dendrometria_Basica.pdf)

**CATIE**. "Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica". *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza* [En línea], 2012 (Costa Rica) 1(109), p.167. [Consulta: 20 de diciembre 2021]. Disponible en: <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1881>

**CISNEROS Oscar & MONTERO Gregorio**. *Selvicultura De Alnus glutinosa* [En línea]. España, Departamento de Investigación y Experiencias Forestales Valonsadero, 2016 [Consulta: 10 enero 2022]. Disponible en: <https://gregoriomontero.files.wordpress.com/2016/09/alnus-glutinosa-ok.pdf>

**CROFT CUSWORTH, Catriona.** "*Plantaciones forestales: ¿Desiertos verdes o bosques funcionales?*" [blog]. Centro para la Investigación Forestal Internacional, 10 de Febrero 2017, [Consulta: 17 de noviembre 2021] Disponible en: <https://forestsnews.cifor.org/48151/plantaciones-forestales-desiertos-verdes-o-bosques-funcionales?fnl=>

**DIMITRI M,J & ZAVATTIERI M,A.** "*Competencia*" [blog]. CONICET, 1982, [Consulta: 22 de Marzo 2022] Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v9n45/2007-1132-remcf-9-45-94.pdf>

**DURLO Antão, & DENARDI Luciano.** "*Morfometria De Cabralea canjerana, Em Mata Secundaria Nativa Do Rio Grande Do Sul*" *Centro de Pesquisas Florestal, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais* [En línea]. 1998, (Brasil) 8(1), pp. 55-56. [Consulta: 17 de noviembre 2021]. ISSN 0103-9954. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/pyjPYxXxNFK68rk79zmgwVj/?format=pdf&lang=pt>

**ECUADOR FORESTAL.** Fichas técnicas de Especies Forestales/ Ficha Técnica N°01 Aliso (*Alnus acuminata*). [En línea], 2010. [Consulta: 10 enero 2022]. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/ALISO.pdf>

**ENCINAS IMAÑA Jose.** "*Mensura dasométrica*". *Universidad de Brasilia Departamento de Engenharia Florestal* [En línea], 2011 (Brasilia) 1(2), pp. 1-3. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. ISBN 978-85-87599-37-7. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/333907727\\_Mensura\\_Dasometrica](https://www.researchgate.net/publication/333907727_Mensura_Dasometrica). ISBN: 978-85-87599-37-7

**Food and Agriculture Organization.** *Capítulo 3. Plantaciones forestales* [blog]. [Consulta: 19 de diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/y1997s/y1997s09.htm>

**GAD PARROQUIAL DE CACHA.** *Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial De Cacha* [blog]. [Consulta: 17 de noviembre 2021]. Disponible en: [http://www.cacha.gob.ec/images/R1.\\_PDOT\\_PARROQUIA\\_CACHA\\_2019\\_-\\_2023\\_1.pdf](http://www.cacha.gob.ec/images/R1._PDOT_PARROQUIA_CACHA_2019_-_2023_1.pdf)

**GARMICA** "*Qué es la silvicultura y su papel clave en la sostenibilidad* " [blog]. Garmica sostenibilidad, 14 de Septiembre 2021, [Consulta: 22 de marzo 2022] Disponible en: <https://www.garnica.one/blog/silvicultura-que-es-y-sus-funciones.html>



**GÓMEZ NAVARRO Rolando.** "Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna ". *Manual de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre* [En línea], 2013, (Perú) p. 59. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. Disponible en: [https://www.osinfor.gob.pe/portal/data/recurso/archivos/rp\\_063-2013-osinfor\\_manual.pdf](https://www.osinfor.gob.pe/portal/data/recurso/archivos/rp_063-2013-osinfor_manual.pdf)

**GÓMEZ Sal.** "Los Agroecosistemas" [blog]. Fundación Agroecosistema, 2001, [Consulta: 22 de marzo 2022] Disponible en: <https://www.agroecosistema.org/que-hacemos/los-agroecosistemas/>

**GONZÁLES Juan , et al.** "Caracterización fotosintética en plantas jóvenes y adultas de *Alnus acuminata* ("aliso del cerro") en las Yungas (Tucumán, Argentina)". *Lillo* [En línea] 2017, (Argentina), 54(1) p. 15. [Consulta: 20 Febrero 2022]. Disponible en: <http://www.lillo.org.ar/revis/lilloa/2017/v54n1/v54n1a05.pdf>

**GPS.** *El Sistema de Posicionamiento Global* [blog]. *Systems GPS.GOV*, 2022. [Consulta: 22 marzo 2022]. <https://www.gps.gov/systems/gps/spanish.php>

**GUALAN GANAN José Alberto, et al.** "Actualización Del Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial De La Parroquia Cacha.. Riobamba". *Gobierno Autónomo Descentralizado De La Parroquia Cacha* [En línea] 2015, (Ecuador), p. 27. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/34978231-Actualizacion-del-plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-de-la-parroquia-cacha.html>

**HERAS ULLOA Carolina Isabel, & DURÁN LEÓN Mateo David.** *Reserva del Parque Nacional Sangay* [blog]. [Consulta: 08 noviembre 2021]. Disponible en: <https://taxonomiabioblog.ups.edu.ec/taxonomia-del-aliso/>

**HORN, Sally P, & RODGERS, C.** "*Alnus acuminata* Kunth 1817". *Nova Genera et Species Plantarum* [En línea], 1997, (México) 2(20), pp. 45-46. [Consulta: 08 noviembre 2021]. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf)

**InfoStat.** *Infostat software estadístico* [blog]. *Universidad Nacional de Cordoba*, 2017. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=15>

**IBISCH, P.L, & MÉRIDA, G.** "Biodiversidad: La riqueza de Bolivia". *Researchgate* [En línea], 2003, (Bolivia) 1, p. 275. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. ISBN: 99905-66-25-9. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/328028130\\_Biodiversidad\\_-\\_riqueza\\_de\\_Bolivia](https://www.researchgate.net/publication/328028130_Biodiversidad_-_riqueza_de_Bolivia)

**IBM.** *Prueba U de Mann-Whitney* [blog]. *SPSS Statistics*, 2021. [Consulta: 22 Marzo 2022]. Disponible en: <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/beta?topic=tests-mann-whitney-u-test>

**IDEAM.** *MONITOREO DE LA SUPERFICIE CUBIERTA POR BOSQUE NATURAL* [blog]. *Monitoreo De Bosques y Recurso Forestal*, 2010. [Consulta: 22 Marzo 2022]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/superficie-cubierta-por-bosque-natural#:~:text=Para%20el%20SMByC%20el%20bosque,momento%20de%20su%20identificaci%C3%B3n%20y>

**MCROBERTS TOMPPONEN Ronald Erkki, & CZAPLEWSKI, Raymond.** "Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales". *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* [En línea], 2005, (New York), pp. 3-4. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. Disponible en: [https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/national\\_forest\\_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2\\_ES\\_\\_4\\_.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/Spanish/KR2_ES__4_.pdf)

**MORALES BETANCOURT Laura Nathalie.** Utilización de árboles fijadores de nitrógeno *Escallonia pendula* y *Alnus acuminata* para la recuperación de suelos erosionados [En línea]. (Trabajo de grado). (Ingeniería) Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Colombia. 2018, p. 55. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21708/1057586889.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**LOZANO MERINO Carlos.** *Gestión de montes* [En línea] Madrid-España, Editorial SÍNTESIS, 2017 [Consulta: 20 Marzo 2022] Disponible en: <https://www.sintesis.com/data/indices/9788490774601.pdf>

**LUNA NÁJERA Juan Abel, & HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ EneDino** "Relaciones morfométricas de un bosque coetáneo de la región de el Salto, Durango". *Ra Ximhai* [En línea] 2008, (México) 4(1), pp. 69-81. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. ISSN: 1665-0441. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46140105.pdf>

**OBANDO VALLEJOS Roberto Andrés.** Crecimiento y estado de *Alnus glutinosa*, *Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata* en un suelo ñadi, con diferentes tratamientos de drenaje, Región de Los Lagos, Chile [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Austral de Chile, Valdivia. 2010, p 57. [Consulta: 20 Febrero 2022]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/fifv182c/doc/fifv182c.pdf>

**OSPINA PENAGOS Carlos Mario, et al.** “Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana” Cenicafé [En línea]. 2005, (Colombia), p 17. [Consulta: 20 Febrero 2022]. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/aliso.pdf>

**OTZEN Tamara & MANTEROLA Carlos.** “Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio” *Int. J. Morphol* [En línea] 2017, (Chile) 35(1), p. 2. [Consulta: 22 de Marzo 2022]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

**PAREDEZ RODRIGUEZ Hugo.** “Plan de forestación y reforestación de la Provincia de Imbabura” *Prefectura de Imbabura* [En línea], 2017, (Ecuador) pp. 49-50 [Consulta: 20 de diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/CONGOPE%20PLAN%20FORESTAL.pdf>

**PERÉZ MARTINEZ Jineht, et al.** “Criterios e indicadores de gestión forestal por la excelencia” *Cooperativismo y desarrollo* [En línea], 2021, (Cuba) 9(1), p. 96. [Consulta: 17 de diciembre 2021]. ISSN 2310-340X RNPS 2349. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cod/v9n1/2310-340X-cod-9-01-93.pdf>

**PEREZ ROLDÁN Gabriel, & RESTREPO John Jairo.** "Fundamentos de Limnología neotropical" *Universidad de Antioquia* [En línea], 2008, (Colombia) 2(1), p 68. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. ISBN 978-958-714-144-3. Disponible en: [https://www.academia.edu/41460514/FUNDAMENTOS\\_DE\\_LIMNOLOGIA\\_NEOTROPICA\\_L\\_2DA\\_ED\\_ROLDAN\\_RAMIREZ](https://www.academia.edu/41460514/FUNDAMENTOS_DE_LIMNOLOGIA_NEOTROPICA_L_2DA_ED_ROLDAN_RAMIREZ)

**Resolución Presidencial N° 007-2009- OSINFOR** *Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna. Manual de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre.*

**RONDEUX Jacques.** "*Medición de árboles y masas forestales*". España: Grupo Mundi-Prensa. ISBN 10: 8484763862, p. 560

**RÜGNITZ Marcos, et al.** “Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales”. *ResearchGate* [En línea], 2009, (Perú) 1(11) p 15. [Consulta: 20 de diciembre 2021]. ISBN: 978-92-9059-254-9. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/259176045\\_Guia\\_para\\_la\\_determinacion\\_de\\_carbono\\_en\\_pequenas\\_propiedades\\_rurales](https://www.researchgate.net/publication/259176045_Guia_para_la_determinacion_de_carbono_en_pequenas_propiedades_rurales)

**SALAZAR CÁRDENAS Jacob Rolando.** Evaluación del crecimiento del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) y su influencia en un sistema silvopastoril ubicado en la parroquia El Carmelo provincia del Carchi [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Estatal Del Carchi, Ecuador. 2018, p 2. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/671/1/informe%20tesis%20imprimir%20%20Jacob%20Salazar.pdf>

**SÁNCHEZ María, et al. 2019.** "Esbeltez y fertilización mineral en plantaciones de *Pinus caribaea* en Cuba". *Madera y Bosques* [En línea], 2019, (Cuba) p. 11. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v25n2/2448-7597-mb-25-02-e2521777.pdf>

**SEMARNAT. 2009.** " Manual para beneficiarios: Aclareos y Podas". Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico [En línea], 2009, (México) p. 9. [Consulta: 22 de marzo 2022]. Disponible en: <https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/aclareos-y-podas.pdf>

**TUABAMBA Marcelo, & CRUZ Juan Pablo.** "Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial De La Parroquia Cacha. Riobamba" *Gobierno Autonomo Descentralizado de la Parroquia Cacha* [En línea], 2019, (Ecuador), pp. 30-31. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. Disponible en: <https://chimborazo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/1.-PDOT-Provincial.pdf>

**USAID. 2015.** " Pauta Ambiental Sectorial Dasonomía" *Gestión Ambiental Global* [En línea], 2015, (Estados Unidos), p. 08. [Consulta: 22 de marzo 2022]. Disponible en: [https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/Spanish\\_SectorEnvironmentalGuidelines\\_Forestry\\_2015.pdf](https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1860/Spanish_SectorEnvironmentalGuidelines_Forestry_2015.pdf)

**VALDIVIA GÓMEZ Jheyson Jerzel, et al.** “Morfometría de *Bertholletia excelsa* H.B.K., Aplicaciones en la selección de árboles semilleros en una concesión castañera ubicada en el centro poblado Planchón -Distrito Las Piedras –Tambopata -Madre De Dios” *EL*

CEPROSIMAD [En línea], 2015, (Perú) 03(1), pp. 25-27. [Consulta: 02 de diciembre 2021].  
Disponible en: <https://journal.ceprosimad.com/index.php/ceprosimad/article/view/21/19>

**VOSS Heerma, AGUIRRE VAN Nikolay y HOFSTEDE Robert.** "Sistemas forestales integrales para la Sierra del Ecuador". Proyecto en Investigaciones en ecosistemas Tropicales [En línea], 2001, (Ecuador) 1(1) pp. 8-13. [Consulta: 22 de noviembre 2021]. Disponible en: [https://digitalrepository.unm.edu/abya\\_yala/427/](https://digitalrepository.unm.edu/abya_yala/427/)

**YNER JUARÉZ Félix.** "Apuntes de clase y actividades prácticas". Dasometría [En línea], 2014, (Bolivia) p. 7. [Consulta: 22 de Marzo 2022]. Disponible en: [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76185/mod\\_folder/content/0/DASOMETRIA\\_Apuntes\\_de\\_Clase\\_y\\_Guia\\_de\\_Ac.pdf?forcedownload=1](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76185/mod_folder/content/0/DASOMETRIA_Apuntes_de_Clase_y_Guia_de_Ac.pdf?forcedownload=1)

DBRAI.  
Ing. Cristian Castillo





**ANEXO B:**

**REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS PLANTACIONES EN ESTUDIO Y ESTABLECIMIENTO DE LAS PARCELAS**

Machangara plantación (A)



Murugallo Plantación (B)



**Establecimiento de plantaciones por fotografías con dron**





**ANEXO C:**

**REGISTRO FOTOGRÁFICO DE MARCACIÓN DE LOS ÁRBOLES Y LEVANTAMIENTO DE LAS VARIABLES DASOMÉTRICAS**

Marcación de los árboles en cada una de las parcelas en estudio





MEDICIÓN DE DIÁMETROS Y ALTURA DE LOS ÁRBOLES.



TOMA Y REGISTRO DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO.





## CULMINACIÓN DE LA TOMA DE DATOS







epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 20 / 09 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Danny Javier León Orozco
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA FORESTAL
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Forestal
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

  
Ing. Cristhian Castillo



1867-DBRA-UTP-2022