



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Trabajo de Grado presentado como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Forestal**

**“ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PARCELAS PERMANENTES
EN PLANTACIONES PROTECTIVAS DE YAGUAL (*Polylepis racemosa*) EN
LA ZONA DE ANGOCHAGUA”**

AUTOR

Diego Alejandro Cruz Yépez

DIRECTOR

Ing. Segundo Fuentes Cáceres

IBARRA – ECUADOR

2015

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

“ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PARCELAS PERMANENTES EN PLANTACIONES PROTECTIVAS DE YAGUAL (*Polylepis racemosa*) EN LA ZONA DE ANGOCHAGUA”

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación como
requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA

Ing. For. Segundo Fuentes MSc.
Director de Tesis

Ing. María Vizcaíno
Tribunal de Grado

Ing. Karla Dávila
Tribunal de Grado

Ing. Hugo Vallejos
Tribunal de Grado



Ibarra – Ecuador

2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO 1	
Cédula de identidad:	100323773-0
Apellidos y nombres:	Cruz Yépez Diego Alejandro
Dirección:	Barrio Mariano Acosta Entrada la Florida
Email:	diegoalex.1@hotmail.com
Teléfono fijo:	2632-197 Teléfono móvil: 0992968702

DATOS DE LA OBRA	
Título:	“Establecimiento y evaluación de parcelas permanentes en plantaciones protectivas de yagual (<i>Polylepis racemosa</i>) en la zona de Angochagua”
Autor:	Diego Alejandro Cruz Yépez
Fecha:	10 de Abril del 2015
Solo para trabajos de grado	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ing. Forestal
Director:	Ing. For. Segundo Fuentes MSc.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Diego Alejandro Cruz Yépez, con cédula de ciudadanía Nro. **100323773-0**; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

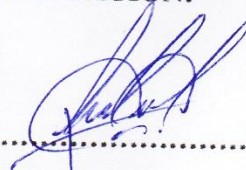
3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 10 de Abril del 2015

EL AUTOR:

ACEPTACION:



.....
Diego Alejandro Cruz Yépez

C.I.:100323773-0



.....
Ing. Betty Chávez
JEFE DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Diego Alejandro Cruz Yépez**, con cédula de identidad Nro. 100323773-0; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominada **“ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PARCELAS PERMANENTES EN PLANTACIONES PROTECTIVAS DE YAGUAL (*Polylepis racemosa*) EN LA ZONA DE ANGOCHAGUA”** que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Diego Alejandro Cruz Yépez

C.I.:100323773-0

Ibarra, a los 10 días del mes de Abril del 2015

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía:

FICAYA-UTN

Fecha: 10 de Abril del 2015

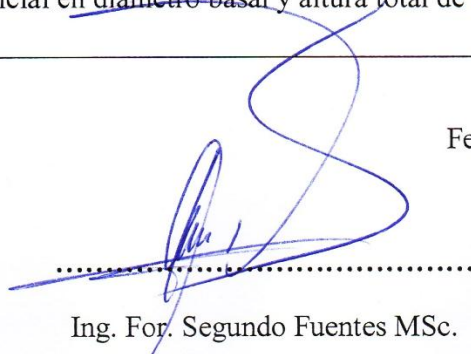
DIEGO ALEJANDRO CRUZ YÉPEZ: “Establecimiento y evaluación de parcelas permanentes en plantaciones protectivas de yagual (*Polylepis racemosa*) en la zona de Angochagua” /TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Forestal.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra. 10 de Abril del 2015. 75 páginas.

DIRECTOR: Ing. For. Segundo Fuentes

El objetivo principal de la presente investigación fue: Establecer y evaluar las parcelas permanentes en plantaciones protectivas de yagual (*Polylepis racemosa*) en la zona de “Angochagua” en Imbabura-Ecuador. Entre los objetivos específicos se encuentra: Establecer las parcelas permanentes para la toma de datos dasométricos, Determinar el porcentaje de sobrevivencia de la plantación de yagual y Evaluar el crecimiento inicial en ~~diámetro basal~~ y altura total de las plantas.

Fecha: 10 de Abril del 2015



.....

Ing. For. Segundo Fuentes MSc.

Director de Tesis



.....

Diego Alejandro Cruz Yépez

Autor

DEDICATORIA

La presente investigación se lo dedico principalmente a **DIOS**, que sin su mano divina no hubiese sido posible realizar este trabajo; a mis padres **ZOILA YÉPEZ Y MARCELO CRUZ** por su apoyo, amor, sabiduría cariño y sus consejos incondicionales hicieron posible que llegara a este momento. A mis hermanos **Marcelo, Christian, Jhonny** por su apoyo y comprensión incondicional. Quiero rendirle un agradecimiento a **Anita** por su apoyo a lo largo de estos últimos años, mil gracias.

DIEGO

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a la Universidad Técnica del Norte en especial a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, a la Carrera de Ingeniería Forestal por haberme abierto sus aulas durante el periodo de mi formación, a mis maestros que durante años supieron guiarme y formarme para que sus enseñanzas se vean plasmados en este trabajo muchas gracias.

Quiero dar mis más sinceros agradecimientos al **Ing. For. Segundo Fuentes Cáceres** por la paciencia prestada y por la ayuda desinteresada, **Ing. For. María Vizcaíno** por sus conocimientos y gran apoyo a lo largo de esta investigación, a la **Ing. Karla Dávila** por la paciencia y consideración que tuvo hacia mí, a **Ing. Hugo Vallejos** por sus comentarios y sugerencias y sus atinadas correcciones.

A todos que de una u otra forma me supieron colaborar les quedo inmensamente agradecido.

DIEGO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Págs.
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos	3
1.2 PREGUNTAS DIRECTRICES	3
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 FUNDAMENTOS LEGALES	4
2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
2.2.1 El Bosque	4
2.2.1.1 <i>Tipos de bosques</i>	5
2.2.2 Cobertura vegetal de los Andes del Ecuador	6
2.2.3 Páramos.....	7
2.2.3.1 <i>Importancia de los páramos</i>	7
2.2.3.2 <i>Tipos de páramos</i>	8
2.2.3.3 <i>Manejo del páramo</i>	9
2.3 DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO <i>POLYLEPIS</i>	10
2.3.1 Descripción botánica del yagual (<i>Polylepis racemosa</i>).....	11

2.3.2	Propagación del yagual (<i>Polylepis racemosa</i>).....	12
2.3.2.1	<i>Propagación sexual</i>	12
2.3.2.2	<i>Propagación asexual</i>	12
2.3.3	Ecología del yagual (<i>Polylepis racemosa</i>).....	14
2.3.4	Hábitat y distribución.....	14
2.3.5	Usos principales	15
2.4	PARCELAS PERMANENTES	16
2.4.1	Definición	17
2.4.2	Ubicación e instalación de parcelas permanentes.....	17
2.4.3	Tipos de parcelas.....	17
2.4.3.1	<i>Parcelas cuadradas y rectangulares</i>	17
2.4.4	Demarcación y señalamiento de parcelas permanentes.....	18
2.4.5	Medición del área.....	18
2.4.6	Tipos de muestreo en parcelas permanentes.....	18
2.4.7	Mantenimiento	19
2.4.8	Usos de las parcelas de medición permanente.....	19
2.4.9	Evaluación.....	20
2.5	RESULTADOS DE EXPERIENCIAS E INVESTIGACIONES RELACIONADOS	20

2.5.1	Plantaciones de yagual (<i>Polylepis racemosa</i>) realizadas por el Ministerio del Ambiente.....	20
2.5.2	Evaluación de sobrevivencia del yagual en plantaciones protectivas.....	20
3	MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SITIO DE ESTUDIO	22
3.1.1	Ubicación del ensayo	23
3.1.1.1	<i>Política</i>	23
3.1.1.2	<i>Geográfica</i>	24
3.1.2	Clima.....	24
3.1.3	Clasificación ecológica	24
3.1.4	Vegetación	24
3.1.5	Suelo	25
3.1.6	Materiales y equipos	25
3.1.6.1	<i>Herramientas</i>	25
3.1.6.2	<i>Materiales de oficina</i>	26
3.1.6.3	<i>Equipo</i>	26
3.2	METODOLOGÍA	26
3.2.1	Establecimiento de las parcelas	26
3.2.1.1	<i>Selección de la muestra</i>	26

3.2.1.2	<i>Delimitación de las parcelas</i>	27
3.2.1.3	<i>Determinación de la edad de plantación</i>	27
3.2.2	Determinación del porcentaje de sobrevivencia	27
3.2.2.1	<i>Sobrevivencia</i>	27
3.2.3	Determinación del diámetro basal y altura total	28
3.2.4	Toma de datos de campo.....	28
3.2.5	Evaluación de datos de campo.....	28
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1	SOBREVIVENCIA	30
4.2	DIÁMETRO BASAL	31
4.3	ALTURA TOTAL	35
4.4	ESTIMADORES ESTADÍSTICOS	38
4.4.1	Diámetro basal	38
4.4.2	Altura total	41
4.5	DISCUSIÓN	46
4.5.1	Sobrevivencia.....	46
4.5.2	Diámetro basal	46
4.5.3	Altura total	46
4.6	RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DIRECTRICES	47

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1	CONCLUSIONES.....	48
5.2	RECOMENDACIONES	49
6	BIBLIOGRAFÍA.....	50
7	ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Promedio de diámetro basal, altura total y espaciamiento del sitio “La Carbonería”	21
Tabla 2. Especies vegetales de la zona.....	25
Tabla 3. Fórmula del tamaño de la muestra y muestra ajustada	27
Tabla 4. Formula del porcentaje de sobrevivencia.....	28
Tabla 5. Estimadores estadísticos	29
Tabla 6. Formula “ <i>t</i> ” de Student.....	29
Tabla 7. Porcentaje de sobrevivencia por parcela	30
Tabla 8. Diámetro basal promedio por parcela en milímetros	32
Tabla 9. Altura total promedio por parcela en centímetros.....	35
Tabla 10. Estimadores estadísticos en diámetro basal a los doce meses	39
Tabla 11. Estimadores estadísticos en diámetro basal a los quince meses	39
Tabla 12. Estimadores estadísticos en diámetro basal a los dieciocho meses	40
Tabla 13. Estimadores estadísticos en altura total a los doce meses.....	41
Tabla 14. Estimadores estadísticos en altura total a los quince meses.....	42
Tabla 15. Estimadores estadísticos en altura total a los dieciocho meses.....	43
Tabla 16. Prueba de “ <i>t</i> ” de Student en diámetro basal	44

Tabla 17. Prueba de “*t*” de Student en altura total 45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Págs.
Grafico 1. Porcentaje de sobrevivencia en el sitio “La Carbonería”	21
Grafico 2. Porcentaje de sobrevivencia.....	31
Grafico 3. Promedios de diámetro basal en mm a los doce meses.....	32
Grafico 4. Promedios de diámetro basal en mm a los quince meses	33
Grafico 5. Promedios de diámetro basal en mm a los dieciocho meses.....	34
Grafico 6. Tendencia de crecimiento en diámetro basal de cada una de las parcelas.....	34
Grafico 7. Promedios de altura a los doce meses	36
Grafico 8. Promedios de altura a los quince meses.....	36
Grafico 9. Promedios de altura a los dieciocho meses	37
Grafico 10. Tendencia de crecimiento en altura de cada una de las parcelas	38

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Ubicación de la plantación de yagual con fines de protección y conservación	22
Figura 2. Ubicación de las parcelas muestreadas en la plantación de yagual.	23

**TITULO: “ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PARCELAS
PERMANENTES EN PLANTACIONES PROTECTIVAS DE YAGUAL
(*Polylepis racemosa*) EN LA ZONA DE ANGOCHAGUA”**

Autor: Diego Alejandro Cruz Yépez

Director Trabajo de Grado: Ing. For. Segundo Fuentes

Año: 2015

RESUMEN

La plantación protectora se encuentra en la provincia de Imbabura, en el Cantón Ibarra en la parte alta de la comunidad de Angochagua, con una extensión aproximada de 300 hectáreas de plantación distribuida en diferentes lotes. La zona de muestreo se encuentra localizada entre 3600 a 3800 msnm; según la clasificación de zonas de vida de Holdridge usada por Cañadas 1983 corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo. Se planteó como objetivo general: Establecer y evaluar las parcelas permanentes en plantaciones protectoras de yagual (*Polylepis racemosa*) en la zona de “Angochagua” y como específicos: a) establecer las parcelas permanentes para la toma de datos dasométricos; b) determinar el porcentaje de sobrevivencia de la plantación de yagual, y c) evaluar el crecimiento inicial en diámetro basal y altura total de las plantas. Las variables evaluadas fueron: sobrevivencia; diámetro basal y altura total. Se determinó que, la parcela número P5 con 98,44 % obtuvo la mayor sobrevivencia y, la parcela P3 con 90,99 % tuvo la menor sobrevivencia después del seguimiento que se realizó en tres mediciones durante seis meses. El mayor crecimiento en diámetro basal obtuvo la parcela P6 con 11,01 mm y, la que menores valores presentó fue la parcela P2 con 5,59 mm. La parcela P3 obtuvo el mayor crecimiento promedio en altura total con 53,99 cm por lo contrario la parcela P6 obtuvo el menor crecimiento con 35,50 cm.

TITLE: ESTABLISHMENT AND EVALUATION PERMANENT PLOTS IN
PROTECTIVE PLANTATIONS YAGUAL (*Polylepis racemosa*) IN THE
AREA "ANGOCHAGUA"

Author: Diego Alejandro Cruz Yépez

Director Work of Grade: Ing. For. Segundo Fuentes

Year: 2015

ABSTRACT

The protective plantation is located in the province of Imbabura, in the Canton Ibarra at the top Angochagua community, with an approximate area of 300 hectares of plantation distributed in different batches. The sampling area is located between 3600-3800 m; according to the classification of Holdridge life zones used by Canadas 1983 corresponds to the area of wet forest life. He was raised as a general goal: Develop and evaluate permanent plots in protective plantations yagual (*Polylepis racemosa*) in the area "Angochagua" and as specific: a) establishing permanent plots for taking dasometric data; b) determine the survival rate of planting yagual, c) evaluate the initial growth in basal diameter and total height of the plants. The variables evaluated were: survival; basal diameter and total height. It was determined that the plot number P5 with 98.44% had the highest survival and P3 plot with 90.99% had the lowest survival after monitoring was conducted in three measurements for six months. The greatest growth in basal diameter obtained the plot P6 with 11.01 mm and the lower values presented was the P2 plot with 5.59 mm P3 plot obtained the highest average growth in total height 53.99 cm by otherwise P6 plot had the lowest growth at 35.50 cm.

1 INTRODUCCIÓN

Saravia (1994), en este contexto, las parcelas permanentes de medición forman parte importante e integral del manejo sostenible del bosque y la conservación de áreas protegidas. Proveen datos (cuantitativos y cualitativos) sobre los cambios de la vegetación arbórea, junto a otras fuentes de información (inventarios forestales, ensayos silviculturales, estudios ecológicos y fenológicos) permitiendo construir modelos de estructura del bosque, para definir tipos e intensidades de tratamientos silviculturales.

Pinelo (1997), el conocimiento del comportamiento y dinámica de los bosques, es indispensable para aplicar el manejo forestal sustentable; pero, en muchos casos, no se cuenta con información periódica y secuencial, únicamente puntual, de momentos y áreas aisladas; razón por la cual no se llega al entendimiento de los diferentes procesos que se suscitan en los bosques.

Narváez (2001), señala que, una de las grandes urgencias para que los gobiernos, administración de áreas protegidas, campesinos, etc. puedan aplicar un manejo integral de este paisaje es el conocimiento del estado en que se encuentra el páramo, tomando en cuenta todos estos atributos. Porque evaluando, estudiando o monitoreando este ecosistema únicamente tomando en cuenta sus atributos biológicos sería una actividad muy limitada y no representaría la verdadera importancia de los diferentes grupos de interés en este ecosistema, cada uno con iguales derechos de control y acceso.

En la presente investigación se establecieron y evaluaron parcelas de medición permanentes, con la finalidad de mantener una base técnica que beneficie al desarrollo de la comunidad (investigadores e instituciones públicas y privadas), el ensayo servirá de referencia para la puesta en práctica de las recomendaciones contenidas en el texto con el propósito de impulsar el manejo sostenible de nuestros recursos.

A largo plazo el ensayo mantendrá datos muy relevantes para comprender el comportamiento de la especie, es por ello resaltar que, el impacto de la plantación forestal estará en función de las condiciones de humedad, las características físico-químicas, biológicas de suelo y la biodiversidad estarán direccionados al buen manejo silvicultural.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Establecer y evaluar las parcelas permanentes en plantaciones protectoras de yagual (*Polylepis racemosa*) en la zona de “Angochagua”

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Establecer las parcelas permanentes para la toma de datos dosimétricos.
- ✓ Determinar el porcentaje de sobrevivencia de la plantación de yagual.
- ✓ Evaluar el crecimiento inicial en diámetro basal y altura total de las plantas.

1.2 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ✓ ¿Cuáles serán los datos dosimétricos en las parcelas permanentes?
- ✓ ¿Qué porcentaje de sobrevivencia presenta la plantación de yagual?
- ✓ ¿Cuál será el crecimiento en diámetro basal y altura total de las plantas?

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 FUNDAMENTOS LEGALES

El presente estudio está enmarcado en la línea de investigación de la Carrera: “Producción y protección sustentable de los recursos forestales” y sustentados en los objetivos del Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV) 2013-2017 siguientes:

Objetivo 7: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global; respaldada en la política y lineamiento estratégico **7.3.** Consolidar la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza forestal, **literal g.** Desarrollar actividades de forestación, reforestación y revegetación con especies nativas y adaptadas a las zonas afectadas por procesos de deforestación, degradación, fragmentación, erosión, desertificación e incendios forestales.

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1 El Bosque

Galloway (citado por Guerrero 2012) indican que:

Los bosques son ecosistemas y hábitat de multitud de seres vivos ya que regulan el agua, conservan el suelo y la atmosfera, desempeñan un papel importante en la regulación climática, mantenimiento de fuentes de agua y en la conservación de los suelos. (p. 23)

Los principales bienes y servicios que nos presentan los bosques son:

- ✓ Protección contra la erosión
- ✓ Generación de biomasa.
- ✓ Regulación del clima.
- ✓ Captación y saneamiento de aguas superficiales y subterráneas.
- ✓ Protección de cuencas hidrográficas.

- ✓ Hábitat para especies de flora y fauna
- ✓ Conservación de la biodiversidad.
- ✓ Valores escénicos y paisajísticos.

2.2.1.1 Tipos de bosques

Los tipos de bosque se los resalta a continuación:

a) Bosques de protección y conservación

Debido a sus características biológicas y ubicación geográfica se conocen como bosques de protección y deben ser sujetos a un manejo destinado al resguardo de sus suelos, a mantener el equilibrio hídrico, a conservar y proteger las cuencas hidrográficas, la diversidad biológica y la captación de carbono. En general, aun siendo ecosistemas frágiles, no dejan de producir bellezas escénicas en flora y fauna, lo que facilita la actividad del ecoturismo, la investigación científica y el aprovechamiento de productos no maderables. Se puede resaltar que los bosques de protección y conservación son de tal importancia que mantienen intacto su flora y fauna, y permiten la investigación de especies propias y únicas a largo plazo. (Guerrero, 2010)

b) Bosque andino

Arce & Toivonen (2003) indican que:

El bosque de la parte alta de nuestras montañas, formado por árboles relativamente bajos y con hojas en promedio pequeñas, y con el sotobosque muy denso, a veces impenetrable. Las ramas y troncos suelen estar cubiertos por una gran cantidad de plantas epífitas. El bosque andino crece en la franja del clima frío y sus temperaturas pueden bajar mucho en la noche. Algunos bosques andinos crecen en zonas montañosas donde casi todo el tiempo se encuentran nubes: estos bosques son muy húmedos y se los conoce como bosques de niebla andinos. Otros bosques andinos pueden crecer en zonas secas, donde van siendo reemplazados por matorrales semiáridos. (p. 12)

Bussman & Rainer (2005) mencionan que:

Las plantas y animales del bosque andino presentan un alto grado de endemismo, con muchas especies restringidas a áreas relativamente pequeñas. La diversidad global de los bosques andinos en Ecuador es muy alta. Por lo que la importancia de estos bosques radica en que son de ambientes de alta energía y de abundancia de agua, en forma de humedales y complejas redes hídricas que drenan hacia las partes medias y bajas de las cuencas, donde se asienta gran parte de la población andina.

Guerrero (2010) concluye que:

Los bosques representan uno de los ecosistemas más amenazados del mundo, pero al mismo tiempo cumplen un rol central en la ecología alto andina, como hábitat de muchas especies de plantas y animales y como importante fuente de recursos para los habitantes locales. Se puede mencionar que el bosque andino se caracteriza por tener temperaturas bajas con una variedad de plantas y animales únicos, la altitud de este tipo de bosque oscila entre los 1000m.s.n.m hasta un límite de 3400 – 3600m.s.n.m; estos bosques regulan el aporte de agua que desciende de los páramos facilitando el crecimiento de plantas propias de la zona.

2.2.2 Cobertura vegetal de los Andes del Ecuador

Baquero *et al.* (2004) afirman que:

Según el mapa de clasificación de la vegetación remanente de los andes del Ecuador la vegetación actual de los Andes ecuatorianos cubre 60593 km², desde los 800 m en la cordillera oriental y 400 m. en la occidental hasta las cumbres andinas. En esta área se encuentran 19 diferentes formaciones vegetales que potencialmente habrían cubierto 106648 km², una parte de su actual remanencia se encuentra protegida dentro de las áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador y el 43,18% de este territorio corresponde a zonas intervenidas. (p. 17)

“Las capas de briófitas se llenan de agua de lluvia y neblina y retienen esta agua dentro de su estructura. Mostraron que la retención de agua por las epífitas equivale a algunos milímetros de precipitación” (Martín *et al.*, 1991, p. 78).

2.2.3 Páramos

Los páramos son ecosistemas tropicales de montaña, ubicadas en un rango altitudinal que van de 3000 a 4300m.s.n.m, por lo general son hogares de numerosas comunidades que se caracteriza por presencia de frailejones y especies nativas de altura así:

Tobar (2001) manifiesta que:

Los páramos están cubiertos por la vegetación de pajonal característica que se presenta en los andes septentrionales desde los 3600 hasta los 4000 msnm y en los andes meridionales a menor altura. En estos hay formaciones vegetales especiales, como las del páramo de El Ángel, en la Provincia del Carchi, caracterizado por bosques peculiares formados por especímenes leñosos como la *Espeletia* o frailejón. Cabe señalar que, en ciertos lugares escarpados de los páramos se encuentran bosques que han logrado escapar al pastoreo excesivo y a la quema o que crecen en condiciones edafoclimáticas particulares. (p. 11)

2.2.3.1 Importancia de los páramos

“Los páramos son ecosistemas semi-húmedos y fríos que en el Ecuador se encuentran formando un corredor casi intacto sobre la Cordillera de los Andes, por encima del límite superior actual o potencial del bosque” (Mena, 2001, p. 45).

Mena et al. (2001) señalan que:

Los páramos forman un ejemplo ideal para aplicar la visión del ecosistema, porque su importancia para la sociedad ecuatoriana y para el mundo en general se caracteriza por sus atributos biológicos, pero también sus atributos geográficos, sociales y económicos como menciona la Convención de Diversidad Biológica. (p. 87)

“Las plantas están muy adaptadas a las condiciones climáticas extremas, que también resulta en una gran fragilidad de su biodiversidad: con poco disturbio, se pierde una gran cantidad de las especies típicas del páramo” (Verweij 1995, p. 49).

Medina & Mena, (2001) manifiestan que:

Más interesante para grandes grupos de pobladores Andinos que los atributos biológicos son los geográficos. Especialmente el rol del páramo como regulador hídrico determina probablemente más que cualquier otra característica su valor para la población. Todas las grandes ciudades de los Andes del Norte dependen para su agua potable y para la mayoría de su electricidad del agua de páramo, pero también el campo, especialmente en la Sierra seca de Venezuela y el centro del Ecuador produce los alimentos gracias al agua de riego proveniente del páramo. (p. 29)

El suelo en sí ayuda a que el páramo tenga un gran valor ecológico. En primer lugar, el suelo orgánico es la clave detrás de la regulación hídrica pero este suelo en sí, especialmente en zonas de origen volcánico, es un almacén de carbono y un potencial de productividad agrícola aprovechado para papas, habas, mellocos y pasto para ganado. Específicamente el suelo aporta con las plantas ya que se han adaptado favorablemente a estos suelos ricos en minerales, las comunidades se han beneficiado ya que han podido mantener sus cultivos de ciclo corto (Podwojewski & Poulénard 2000).

Ramón (2002) menciona que:

La diversidad del páramo no está reflejada solo en su flora, fauna y paisaje, sino que también en sus habitantes. La diversidad cultural y étnica hace que la alta montaña, aparte de la Amazonía, sea el único lugar donde todavía se hallan rasgos del Ecuador nativo, indígena. La mayor población indígena Quichua hablante vive en los páramos, practica su agricultura con algunas prácticas muy tradicionales, habla su idioma, tiene su cultura y vestimenta y está en un continuo proceso de cambio y adaptación, lo que quiere decir que es una cultura diversa y viva. (pg. 19)

2.2.3.2 Tipos de páramos

“Los tipos de páramo varían según su altura y su temperatura basándonos en estos dos factores, se identifican los siguientes tipos de páramo” (Bernal, 2000, p. 54)

✓ El subpáramo:

Es un páramo que tiene muchos arbustos y árboles relativamente bajos. Se encuentra sobre el bosque montano y su temperatura suele ser de unos 10 °C.

✓ Páramo:

Es el páramo estándar. Está lleno de pastizales, arbustos y matorrales principalmente. Su temperatura suele ser de unos 5 °C.

✓ Superpáramo:

Algunos llegan a considerarlos como una tundra. La vegetación está compuesta por pastizales y arbustos, pero también se encuentra mucho musgo. También suelen divisarse pequeñas lagunas llenas de juncos y las temperaturas rondan los 2 °C, por lo que es el tipo de páramo más frío.

2.2.3.3 Manejo del páramo

✓ **Experiencias de manejo realizadas por: ECOPAR-ECODES**

Posner (2001) indica que:

La experiencia de manejo de páramos en la comunidad de Yatzaputzán se ejecuta con el apoyo del Instituto de Ecología y Desarrollo de las Comunidades Andinas (IEDECA), institución que tiene presencia en el sector desde hace seis años con actividades de manejo de páramos, sistemas de producción, manejo de animales y, riego. Se trata de páramos húmedos ubicados en las estribaciones del nevado Chimborazo, los cuales han estado sujetos a fuertes presiones de pastoreo. El sobrepastoreo de ovejas estaba degradando el páramo, especialmente en el daño a la paja y la roturación del suelo, provocando la desaparición de algunos arbustos y fauna silvestre. (p. 16)

Bussink (2001) afirma que:

Con la eliminación del pastoreo en la zona de protección del páramo que alcanza las 1050 ha, que luego de dos años se aprecia una restauración del pajonal alcanzando una altura de hasta 1,2 m, están apareciendo arbustos como la chuquiragua (*Chuquiragua jussieu*), valeriana y piquil (*Gynoxys* sp.), también animales como los conejos (*Sylvilagus brasiliensis*), el lobo de páramo (*Pseudalopex culpaeus*) y curiquingues (*Phalacrocorax carunculatus*). Las diferentes especies vegetales ayudan a mantener intacto los recursos naturales en especial el recurso hídrico el pajonal y las especies arbóreas son como un colchón de agua que no permite que el agua se escurra. La plantación de yagual en el páramo se la realizó con la finalidad de recuperar

cobertura vegetal para incrementar la interceptación de lluvia, ganar mayores niveles de retención e infiltración de agua lluvia y, favorecer la condensación de agua de neblina.

Hijmans (2001) menciona que:

El mayor beneficio ambiental que se visualiza en estos momentos, es la recuperación de la biodiversidad del páramo, y con ello la capacidad de retención e infiltración de agua; debido a la eliminación del pastoreo de ovejas. El impacto ambiental visible de la plantación de yagual hasta estos momentos es su contribución a la interceptación e infiltración de lluvia en las áreas desprovistas de paja. Un efecto adicional en los próximos años será el favorecimiento de mejores condiciones para el apareamiento de más arbustos y fauna. (p. 18)

2.3 DESCRIPCIÓN DEL GENERO *POLYLEPIS*

Lusty (2000) señala que:

Polylepis se caracteriza por estar compuesto por pequeños árboles y arbustos de aproximadamente 2-5 m de alto. Posee hojas compuestas por folíolos pequeños, gruesos, cubiertos por resina y tricomas. El tronco es retorcido y cubierto por una corteza café-rojiza, que se desprende en delgadas láminas. Las flores son pequeñas, agrupadas en racimos y el número varía según la especie. Las flores son polinizadas por el viento y poseen características típicas de esta forma de polinización; es decir, flores con pétalos reducidos, estambres sobresalientes y un estigma amplio. Los frutos son aquenios, dispersados por el viento. Este tipo de especie posee una gran adaptación a climas muy fríos la corteza de este tipo de especie es laminada que rodea a todo el tronco, protegiendo contra heladas.

Chepstow (2000) mencionó que:

El género *Polylepis* es taxonómicamente muy complejo. Este incluye más de veinte especies distribuidas a lo largo de los Andes. Se encuentra dentro de la familia Rosaceae, la cual incluye a las rosas. El grupo se encuentra dentro de la tribu Sanguisorbeae, que comprende hierbas y pequeños arbustos. *Polylepis* posee una relación evolutiva muy cercana con el género "*Acaena*",

con el que comparte varias características morfológicas, especialmente una corteza rojiza que se desprende en láminas, inflorescencias axilares y parcialmente colgantes. (p. 10)

Entre los caracteres morfológicos que se utiliza para diferenciar las especies de *Polylepis* se encuentran:

- ✓ Grado de congestión de las hojas,
- ✓ Presencia o ausencia de estipulas, tamaño e investidura,
- ✓ Presencia o ausencia y el tipo de tricomas y
- ✓ Tamaño, forma, grosor y vestidura de foliolos.

“En el Ecuador se conocen seis especies algunas de este género forman bosquetes otras se les encuentra en asociaciones estas son: *Polylepis incana*, *Polylepis lanuginosa*, *Polylepis microphylla*, *Polylepis pauta*, *Polylepis reticulata*, *Polylepis sericea*, *Polylepis weberbaueri*” (Palacios 2011, p. 356).

2.3.1 Descripción botánica del yagual (*Polylepis racemosa*)

Brako (2001) indica que, las características de *Polylepis racemosa* son:

Familia:	Rosaceae
Nombre científico:	<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav
Sinónimos botánicos:	<i>Polylepis australis</i> , <i>P. pepeii</i> , <i>P. tarapacana</i> ,
Nombres comunes:	yagual, queñua, queñual y qiwuña

✓ **Árbol**

Abarca árboles o arbustos retorcido y puede ser único o con varios tallos. El árbol tiene abundantes ramificaciones que muchas veces nacen de la base del tronco. La copa generalmente es difusa e irregular, la corteza es rojiza y delgada que se desprende en láminas papiráceas (de allí se deriva su nombre poli = muchas, lepis = escama) útiles al momento de soportar las bajas temperaturas a las que están expuestos (4 – 14 °C).

✓ **Hojas**

Son compuestas imparipinnadas con un número variable de foliolos de acuerdo a la especie. Por lo general los foliolos son de color verde claro a verde oscuro brillante en el haz, lisos y con el

envés blanquecino grisáceos a amarillo y pubescente. Sus nervaduras son bien marcadas, el tamaño de las hojas puede variar según la especie, las condiciones donde crece, siendo más grande en terrenos húmedos.

✓ **Flores y frutos**

Son incompletas, sin corola ni nectario, se agrupan en racimos con cinco a diez flores cada uno. El fruto es seco drupáceo de unos cinco milímetros de largo a cuatro milímetros de ancho. (p. 3)

2.3.2 Propagación del yagual (*Polylepis racemosa*)

2.3.2.1 Propagación sexual

El tiempo entre el florecimiento y la madurez de los frutos es cerca de los dos meses y una vez que los frutos están maduros caen muy pronto. Ya que en la propagación sexual interviene los gametos sexuales masculino y femenino, polen y ovulo originando un nuevo ser. Entonces es necesario seguir de cerca el desarrollo para estar seguro de que la cosecha se ha hecho en el momento preciso. Cada inflorescencia contiene un limitado número de frutos y dada la baja capacidad de germinación considerables cantidades tienen que ser recogidas (Branbyge, citado por León 2008).

2.3.2.2 Propagación asexual

La propagación asexual consiste en que de un ser vivo ya desarrollado se desprende una sola célula o trozos del cuerpo, los que por procesos son capaces de formar un individuo completo. (Barahona citado por León 2008) afirma que; “La forma más común de propagación del yagual (*Polylepis racemosa*) es por los siguientes métodos: por esquejes o ramillas, por estacas convencionales o por acodos”

“La propagación asexual se la realiza en el vivero utilizando “esquejes preformados” que son ramas con “chichones”, o sea raíces preformadas. Este procedimiento se ha probado con éxito en *Polylepis racemosa*, existiendo un crecimiento y desarrollo de los plantones rápido” (Pretell 1985 p. 23).

✓ **Esquejes**

Hartmann (citado por Valenzuela 2014) dice que:

La propagación por esquejes, consiste en que de la planta madre se corta una porción de tallo, raíz u hoja; después de lo cual esa porción se coloca bajo ciertas condiciones ambientales favorables y se induce a que forme raíces y tallos, obteniéndose con ello una planta nueva, independiente idéntica a la planta madre, en las especies que se pueden propagar por esquejes éste método tiene numerosas ventajas, de unas cuantas plantas madres es posible iniciar nuevas plantas en un espacio limitado, es económico, rápido, simple y no requiere las técnicas especiales de injerto. Esta técnica ha favorecido a los silvicultores ya que ha facilitado la reproducción de nuevos individuos sin alterar su estructura física del ADN. La planta madre por lo general, se reproduce exactamente sin cambio genético.

Ocaña (1991) afirma que:

Es más fácil encontrar los esquejes en los árboles viejos, aislados, en las ramas que contengan humedad en la corteza y en los primeros meses de lluvia. Debido a que este tipo de árboles contienen un mayor número de ramificaciones formadas, es conveniente plantar el mismo día de recolección, en caso contrario se debe conservar los esquejes en musgo o tierra húmeda, para plantar, cada esqueje se corta un centímetro más debajo de las raíces preformadas y se podan las hojas dejando una sola.

✓ **Estacas**

Padilla (2008) menciona que:

Para obtener el material vegetativo hay que seleccionar el árbol padre fijándose en las características fenotípicas; la época más recomendable es poco después de haber empezado la época invernal ya que esto estimula a las yemas para que emitan las protuberancias o raíces adventicias preformadas. Las estacas deben ser semi leñosas, de un diámetro mayor a 1centímetro. Y una longitud de 15 a 20 centímetros cortadas en forma de bisel y con por lo menos 2 a 3 yemas; luego estas se siembran ubicándolas de forma inclinada, introduciendo aproximadamente 1/3 de la estaca. Una vez establecidas estas, hay que ponerlas bajo sombra. (p, 24)

✓ **Acodos**

Chiclote (1985) coincide que:

El acodado es un método de propagación en el cual se provoca la formación de raíces adventicias a un tallo que está todavía adherido a la planta madre. Luego, el tallo enraizado, acodado se separa para convertirlo en una nueva planta que crece sobre sus propias raíces. La rama acodada sigue recibiendo agua y minerales debido a que no se corta el tallo y el xilema permanece intacto. En consecuencia, el acodado no depende del periodo de tiempo que una rama separada (estaca) puede mantenerse antes de que efectúe el enraizado, este método se lo ha realizado en *Polylepis racemosa* obteniendo buenos resultados. (p. 24)

2.3.3 Ecología del yagual (*Polylepis racemosa*)

Loján (2003) menciona que:

Las condiciones ecológicas de los bosques de *Polylepis* se pueden caracterizar principalmente en relación a condiciones de temperatura, humedad y tipos de suelos, debido a su localización están sujetos a amplias fluctuaciones de temperatura máximas del día y heladas nocturnas, estas fluctuaciones presentan estrés para las plantas sobre todo a altitudes por encima de los 4000 msnm; la gran mayoría de las especies muestran adaptaciones a temperaturas bajas, consistentes con cambios morfológicos, como gruesas cortezas y el crecimiento en cojines en Azorella o fisiológicas como la resistencia al congelamiento. El yagual es una especie de la parte alta de nuestras montañas a pesar de ser introducida se ha adaptado propiciamente al clima, esta especie se caracteriza por crecer en competencia es decir una vez que sobrepasa al pajonal la especie crece favorablemente.

2.3.4 Hábitat y distribución

Edge (2012) menciona que:

El género *Polylepis* se encuentra distribuido en Suramérica, específicamente a lo largo de la Cordillera Andina. El género se distribuye desde Venezuela y Colombia hasta el norte de Chile y centro de Argentina. Las especies se distribuyen a lo largo o por encima de la línea de árboles, a lo largo de la cordillera de los Andes y sistemas serranos relacionados, desde el norte de

Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, hasta el norte de Chile, y el noroeste y centro de la Argentina, hasta la altiplanicie de la Pampa de Achala.

Muchas de las especies por ejemplo (*P. pepei*, *P. tarapacana*, *P. besseri*) suelen habitar las zonas de líneas de árboles (zonas de transición entre los bosques montanos y zonas alpinas) y formar pequeños parches, comúnmente presentes en laderas de montañas y quebradas rocosas. Los bosques de *Polylepis tarapacana* pueden llegar a crecer a altitudes extremas (4000 - 4500 msnm), el bosque de *P. tarapacana* en las faldas del nevado Sajama (Parque Nacional Sajama, Bolivia) es considerado como uno de los bosques más altos del mundo, distribuido entre los 4200 y 5200 msnm. (p. 1)

Simpson (1986) menciona que:

La hipótesis ambiental propone que los bosques se encuentran asociados a las laderas y quebradas rocosas porque estos actúan como cobertizos contra las fluctuaciones drásticas de temperatura, heladas nocturnas y vientos helados. Los bosques de *Polylepis* son ecosistemas que albergan una fauna y flora única, especialmente aves especialistas de hábitat y con altos niveles de endemismo. Estos bosques también representan uno de los habitantes más vulnerables de los altos Andes por la fuerte presión antropogénica existente, ya que constituyen el único recurso maderable en esas alturas. (p. 1)

2.3.5 Usos principales

Esta especie es más utilizada en la agroforestería, protección de viviendas, cercos vivos y ornamentales. La madera se emplea como leña, elaboración de yugos y para producir carbón (árboles de sombra), en medicina tradicional sus hojas son utilizadas para curar resfríos, en industrias como curtiembre en piel de animales. Es importante resaltar que el yagual es de suma importancia para las comunidades de nuestros andes ya que aportan con varios beneficios y servicios. En los últimos años se ha vuelto de gran valor ya que provee de: protección del suelo, aporte de biomasa vegetal, protección de cuencas hidrográficas, hábitat para animales, regulación de microclimas. (Ospina, 2006)

Loján (2003) señala que:

Otro de los servicios importantes que presta esta especie la captación de humedad de la niebla en su movimiento horizontal en zonas persistentes movidas por el viento, la captación de agua oscila entre 15% a 20% de lluvias ordinarias en zonas húmedas (2000 a 3000 mm/año) y hasta el 50% - 60% en las cumbres de la cordilleras. La importancia que se debe dar a las plantaciones protectivas ya que son proveedores de servicios ambientales, en particular el servicio ambiental hídrico, recuperación y protección de suelos y micro-cuencas. (p. 93)

2.4 PARCELAS PERMANENTES

“Las parcelas permanentes en el Ecuador busca promover la conservación de la diversidad de los diferentes tipos de vegetación y el uso sostenible de los recursos naturales, para lo cual es fundamental conocer cómo cambian estos complejos ecosistemas en el tiempo y en el espacio” (Campbell *et al.* 2002, p. 35).

Kent y Cooker, (1995) mencionan que:

El uso de parcelas permanentes permite detectar los cambios espaciales y temporales de la vegetación, así como describir detalladamente el hábitat dentro de un sitio particular, brindando información útil para predecir los cambios futuros a partir de la distribución actual de las especies. Así, estas parcelas proporcionan a las personas encargadas del manejo y la toma de decisiones, las herramientas necesarias para establecer áreas prioritarias de conservación, y para diseñar investigaciones futuras encaminadas hacia su protección o su recuperación. (p. 41)

Además del inventario inicial de la vegetación obtenido en las parcelas es necesario cuantificar los cambios que ocurren a largo plazo para identificar los vacíos de conocimiento y las estrategias que se deben seguir para cubrirlos. Principalmente el crecimiento en altura total, diámetro basal y sobrevivencia los mismos que determinaran datos que sirvan de base técnica. Esto se puede lograr por medio del monitoreo de aspectos como la composición, la estructura, el crecimiento, la mortalidad y la supervivencia de las especies, de uno o varios sitios determinados (Comiskey *et al.* 1999).

2.4.1 Definición

“Es aquella que se establece con el fin de que se mantenga indefinidamente en el bosque y cuya adecuada demarcación permita la ubicación exacta de sus límites y puntos de referencia a través del tiempo, así como de cada uno de los individuos que la conforman, los cuales se analizan por medio de observaciones periódicas que permiten obtener el mayor volumen de información de un sitio y comunidades determinadas” (Bolfor 2003, p. 3).

2.4.2 Ubicación e instalación de parcelas permanentes

Brenes (1995) afirma que:

Las parcelas deben ser establecidas dentro de los estratos seleccionados, considerando aspectos como: condiciones de sitio, topografía, suelos, pedregosidad, uso anterior del sitio, métodos de preparación del terreno, mantenimiento y material vegetativo. Todos estos factores pueden influir y/o modificar el crecimiento de una especie en un determinado estrato de la plantación. Es importante poder cubrir las diferentes condiciones de sitio y crecimiento dentro de la plantación. (p. 56)

2.4.3 Tipos de parcelas

2.4.3.1 Parcelas cuadradas y rectangulares

Jaramillo (2008) menciona que:

Las parcelas cuadradas se deben emplear cuando se necesita saber el número de especies por hectárea, y la dinámica de un bosque durante un determinado tiempo, por lo que se aconseja dar esta forma, a las parcelas permanentes, de igual manera; Las parcelas rectangulares son las que han dado mejores resultados en bosques, ya que son fáciles de establecer y controlar, el largo de la parcela se hace coincidir con la línea de muestreo o trocha, en consecuencia, el ancho es fácil de controlar y las parcelas quedan como una cantidad continua de sub fajas ubicadas sobre un mismo eje central. (p. 97)

2.4.4 Demarcación y señalamiento de parcelas permanentes

Rivas, (2001) señala que:

Las parcelas deben marcarse en el terreno de manera que, se puedan reubicar en el futuro por personas o técnicos diferentes a los que las establecieron originalmente, con el fin de facilitar y asegurar las mediciones futuras sin errores. Para tal efecto, se recomienda delimitar las esquinas de las parcelas con postes de concreto o tubos plásticos enterrados, dejando al menos un metro afuera de la superficie del suelo. En caso de no contar con postes, se pueden hacer zanjas en el suelo en las esquinas, éstas pueden ser de un metro de largo a cada lado de la esquina, con un ancho de 15 a 20 cm y de unos 25 a 30 cm de profundidad. Además, marcando con cinta plástica, pintura o placas metálicas, los tres árboles del borde de cada esquina, facilita la reubicación y medición de los árboles en mediciones futuras. (p. 35)

2.4.5 Medición del área

Bruce & Schumacher (2001) mencionan que:

Una vez establecidas las parcelas en plantaciones con espaciamiento regular, debido a que éste normalmente no es exacto, se debe medir la superficie exacta de la parcela cuadrada o rectangular, para lo cual se recomienda medir los cuatro lados de la parcela y la pendiente para realizar los cálculos correspondientes corrigiendo por la pendiente. Al medir el área el técnico debe colocarse en el centro del callejón (entre las líneas de plantación), respetando el espaciamiento real de los árboles. (p. 36)

2.4.6 Tipo de muestreo en parcelas permanentes

Contreras et al. (1999) mencionan que:

Según la Norma Técnica 248/98, si la superficie de la concesión o propiedad es menor a 20000 ha, el tamaño de las parcelas permanentes que se instalen tendrá una superficie de 0.25 ha. Para superficies más extensas, cada parcela permanente tendrá una superficie no mayor a 1 ha, no descartando la instalación de parcelas de 0.25 ha en superficies mayores a 20000 ha. Respecto a la forma, se recomienda instalar parcelas cuadradas, sean éstas de 100 x 100 m (1 ha) para superficies mayores a 20000 ha y 50 x 50 m (0.25 ha) para superficies menores. En las parcelas permanentes se medirán todos los individuos. (p. 3)

2.4.7 Mantenimiento

Ugalde (2000) indica que:

Especialmente cuando las parcelas se establecen en plantaciones jóvenes se recomienda hacer limpiezas y verificar que las señas de ubicación y delimitación sean fácil de localizar. En lugares propensos a incendios forestales es necesario mantener franjas cortafuegos para evitar la pérdida de árboles o parcelas completas. En vista de que si no se realiza líneas corta fuegos los bosques son propensos a irremediables pérdidas de flora y fauna. En algunos casos puede ser necesario hacer unas cercas para no permitir la entrada de animales como ganado, que podrían dañar los árboles o influir en las condiciones normales del sitio o en los tratamientos del experimento.

2.4.8 Usos de las parcelas de medición permanente

Bustamante (2003) menciona que:

Las parcelas permanentes son uno de los pilares principales en manejo e investigación forestal. Las predicciones de crecimiento y producción, basadas en datos de parcelas permanentes, tienen implicaciones directas para la toma de decisiones de los inversionistas en manejo de bosque o plantaciones forestales. Las parcelas permanentes permiten, a los forestales e investigadores forestales, observar diversas variables económicas y ecológicas relevantes, y coleccionar evidencia objetiva en términos de información base. Dicha información es por lo general usada para construir, mejorar o actualizar modelos o procesos estadísticos que son empleados para entender mejor y predecir el desarrollo del bosque o rodal. Los resultados también son útiles en la identificación de indicadores para el manejo sostenible del bosque. Por lo general, el diseño de las parcelas permanentes debe ser planificado con cuidado, con el objetivo de que estas produzcan información tal y se proteja la inversión realizada. Muchos forestales en la actualidad no tienen presente que hace más de cien años, este fue uno de los temas principales de discusión que dio origen a la Unión Internacional de Organizaciones para la Investigación Forestal, con el fin de que la información forestal tuviera una homogenización y una estandarización. (p. 29)

2.4.9 Evaluación

“Se recomienda hacer mediciones anuales o cada dos años dependiendo del crecimiento de las especies. Las principales variables a medir son diámetro, altura total y sobrevivencia” (Ugalde, 2000, p. 18).

2.5 RESULTADOS DE EXPERIENCIAS E INVESTIGACIONES RELACIONADOS

2.5.1 Plantaciones de yagual (*Polylepis racemosa*) realizadas por el Ministerio del Ambiente

El Ministerio del Ambiente en cumplimiento de las disposiciones por la Presidencia de la Republica y ejecución del Plan Nacional de Desarrollo se define como meta, de reforestación para el periodo 2010 al 2013 realizar reforestación con fines de protección y conservación en una superficie de 40000 ha. Durante el año 2011 se provee alcanzar las 10000 ha, para efecto se ha establecido que deben ser cumplidas por parte de las Direcciones Provinciales. Identificándose las áreas potenciales, definición y levantamiento de la cartografía, contacto y capacitación de los beneficiarios, y como prioridad realizar en áreas frágiles como en los páramos.

Con lo mencionado y en coordinación con la Dirección Nacional Forestal se provee realizar plantaciones de protección en la Carbonería.

- ✓ Área: 1324,64 ha
- ✓ Especie: *Polylepis racemosa*, *Polylepis incana*, *Polylepis reticulata*
- ✓ Fecha de establecimiento: 6 Octubre 2012
- ✓ Altura promedio de la planta: 30 cm

2.5.2 Evaluación de sobrevivencia del yagual en plantaciones protectivas.

El Ministerio del Ambiente mediante acuerdo con las comunidades próximas a la Carbonería, ha ejecutado el proyecto de plantaciones protectivas en las haciendas del el Pantanal y la Carbonería, utilizando como prioridad especies forestales nativas de la zona como el yagual (*Polylepis racemosa*, *Polylepis incana*, *Polylepis reticulata*), que en esta investigación se planteó como

objetivo general: Evaluar la sobrevivencia del yagual (*Polylepis* sp.) en plantaciones protectoras en la zona de la Carbonería y el Pantanal; y como específicos: a) Evaluar la sobrevivencia del yagual, b) Analizar los parámetros dendrométricos del yagual, c) Determinar el estado fitosanitario de la plantación de yagual. En la metodología se consideró la identificación de la plantación; se determinó la muestra a evaluar, para posteriormente implementar las parcelas, y recolectar información de: altura y área basal; estado fitosanitario; mortalidad o ausencia de plántulas. Determinándose los resultados resumidos en el gráfico 1 y tabla 1.

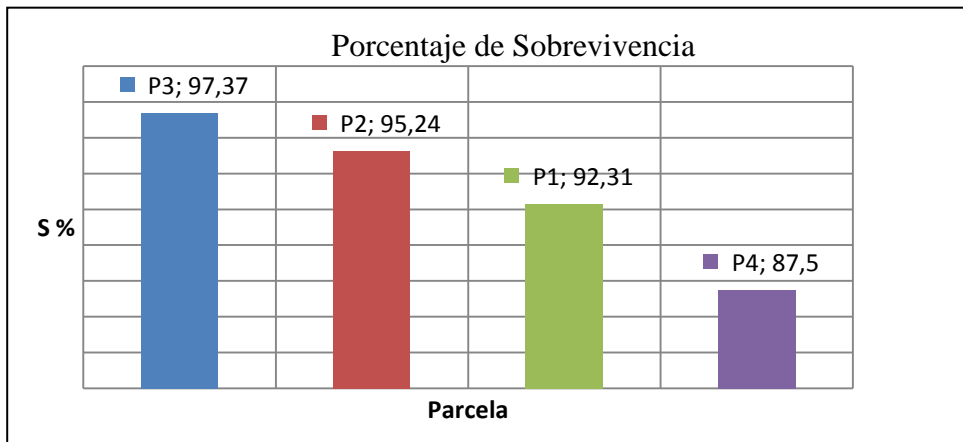


Gráfico 1. Porcentaje de sobrevivencia en el sitio “La Carbonería”

Fuente: Guerrero (2012)

Tabla 1. Promedio de diámetro basal, altura total y espaciamiento del sitio “La Carbonería”

Nº Parcela	Diámetro Basal (mm)	Altura total (cm)	Espaciamiento	
			X	Y
P1	6	22,5	4,95m	5,60m
P2	9	25,8	2,73m	2,07m
P3	6	30,1	2,75m	2,03m
P4	5	24,4	4,43m	4,50m

Fuente: Guerrero (2012)

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL SITIO DE ESTUDIO

La plantación protectora se encuentra en la parte alta de la comunidad de Angochagua, con una extensión aproximada de 300 hectáreas de plantación distribuida en diferentes lotes. La zona de muestreo se encuentra localizada entre 3600 a 3800 msnm.

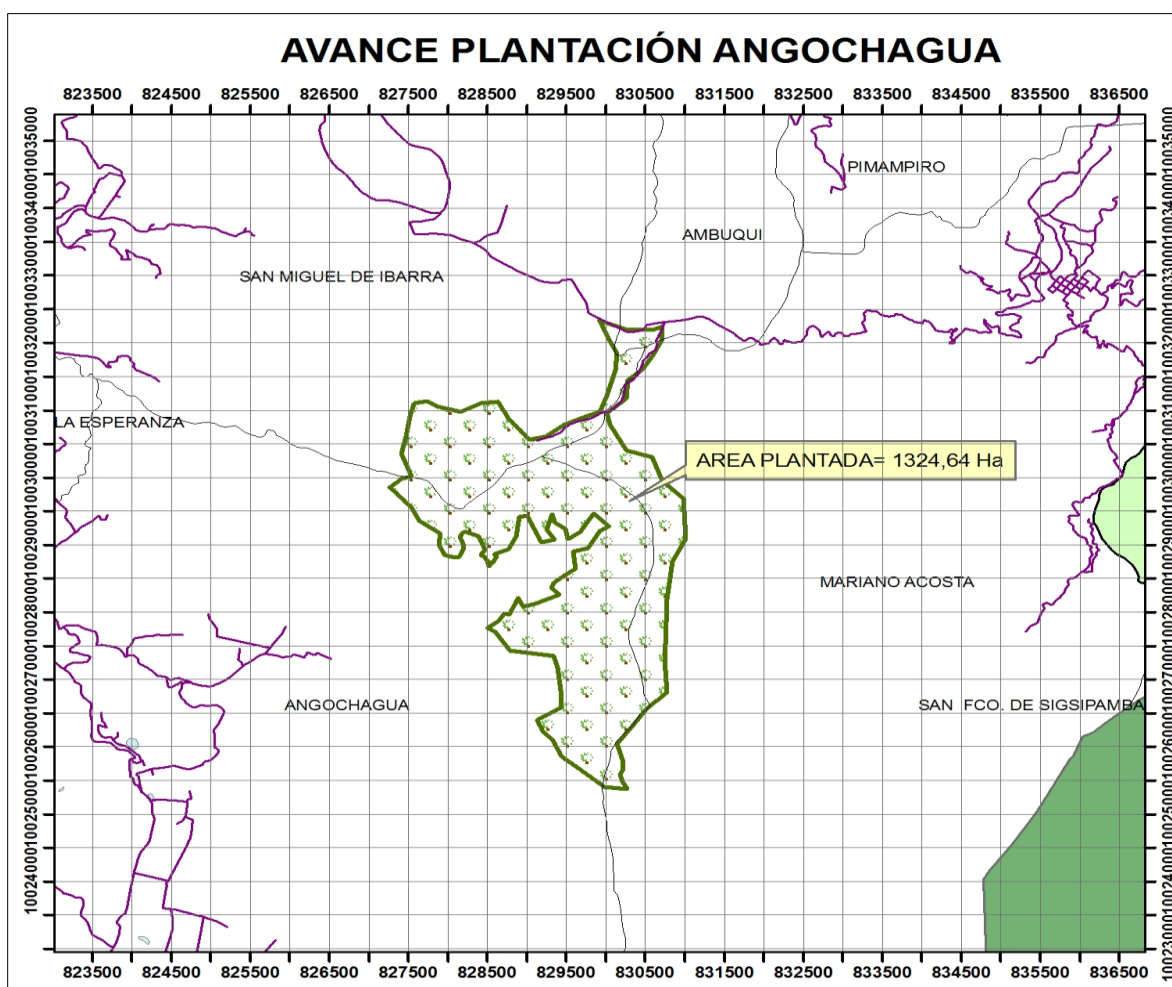


Figura 1. Ubicación de la plantación de yagual con fines de protección y conservación Angochagua.

Elaborado por: MAE (2012)

3.1.1 Ubicación del ensayo

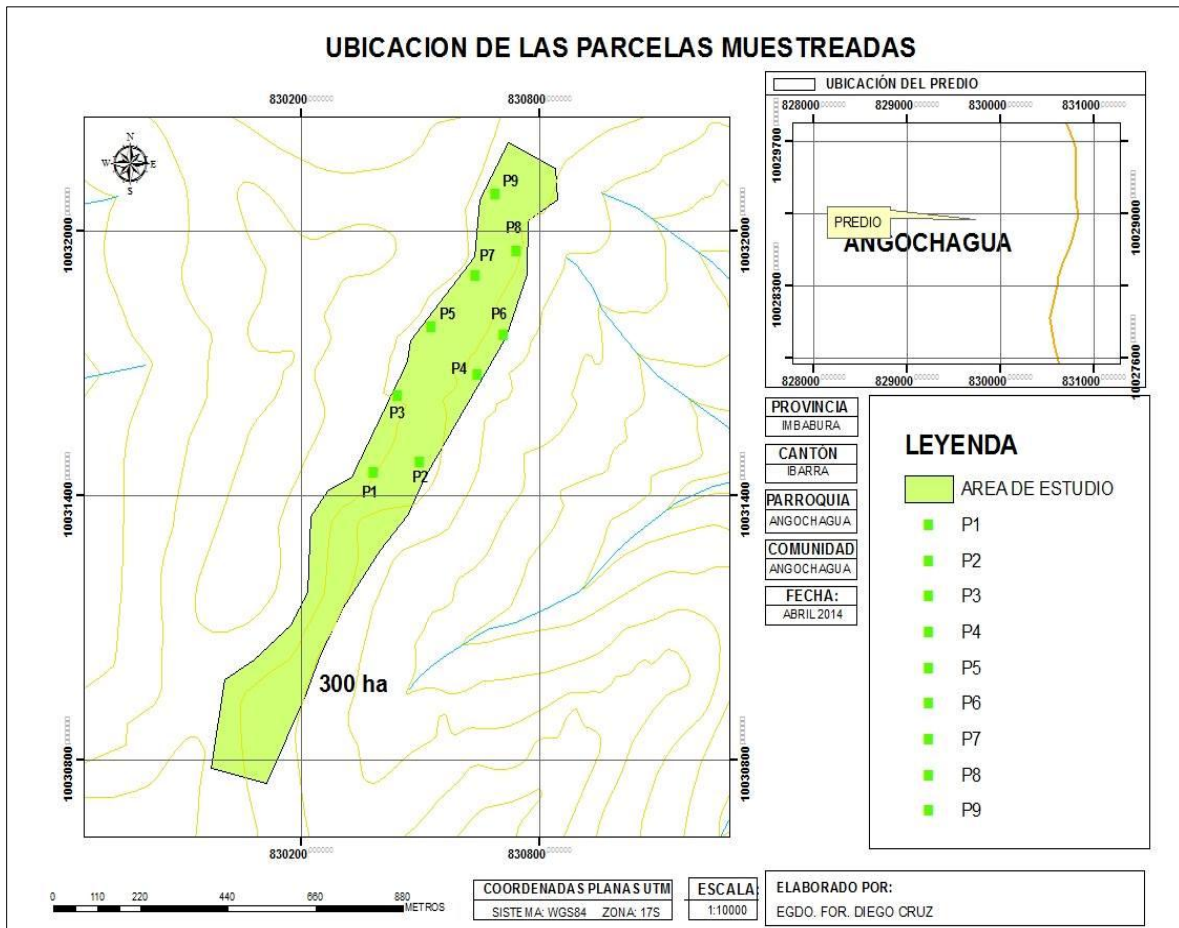


Figura 2. Ubicación de las parcelas muestreadas en la plantación de yagual.

Elaborado por: Diego Cruz

3.1.1.1 Política

- ✓ Zona: 1
- ✓ Provincia: Imbabura
- ✓ Cantón: Ibarra
- ✓ Parroquia: Angochagua
- ✓ Comunidad: Angochagua

a) Límites

- ✓ Al norte: Ibarra y La Esperanza, cantón Ibarra, provincia de Imbabura
- ✓ Al sur: parroquia Olmedo, cantón Cayambe, provincia de Pichincha.
- ✓ Al este: parroquia San Pablo del Lago y González Suárez, cantón Otavalo, provincia de Imbabura.
- ✓ Al oeste: parroquia Mariano Acosta, cantón Pimampiro, provincia Imbabura.

3.1.1.2 Geográfica

La Parroquia se encuentra entre las siguientes coordenadas:

- ✓ Al norte: 823980,195 E - 10031770,485 N
- ✓ Al sur: 817633,536 E – 10017461,04 N
- ✓ Al este: 831021,69 E – 10029461,036 N
- ✓ Al oeste: 817637,726 E – 10017474,941 N

3.1.2 Clima

Datos climáticos de la zona:

- ✓ Temperatura: 9 -12 °C
- ✓ Precipitación media anual: 950,1 – 2000 mm/anales
- ✓ Estación lluviosa: Noviembre - Mayo
- ✓ Estación seca: Junio – Octubre

3.1.3 Clasificación ecológica

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge usada por Cañadas 1983 corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo.

3.1.4 Vegetación

En esta zona se encuentran las siguientes especies vegetales:

Tabla 2. Especies vegetales de la zona

Familia	Nombre científico	Nombre común
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	Colca
Asteraceae	<i>Dilpostephium rupestre</i>	Yuracfanga
Asteraceae	<i>Gynoxis</i> sp.	Piquil
Buddleaceae	<i>Buddleia incana</i>	Quishuar
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Chachacoma
Myrsinaceae	<i>Rapanea dependens</i>	Samil
Araliaceae	<i>Oreopanax</i> sp.	Pumamaqui

Elaborado por: Diego Cruz

3.1.5 Suelo

Según el Diagnóstico Territorial y Plan de Manejo Ambiental realizado en Angochagua en el año 2007, la formación de los suelos de la parroquia de Angochagua es de proyecciones volcánicas; son ricos en materia orgánica, con presencia de carbono, calcio, potasio; son suelos blandos con un promedio de profundidad de 1 m; de textura fina, coloración negra, poseen alta retención de humedad; pueden ser suelos: limo – arenosos, areno – limosos, sin presencia de cangahua.

3.1.6 Materiales y equipos

Los materiales, equipos y herramientas que se emplearon en la presente investigación se consignan a continuación.

3.1.6.1 Herramientas

- ✓ Cabo o soga
- ✓ Calibrador
- ✓ Cinta métrica.
- ✓ Hoyadora
- ✓ Navaja
- ✓ Piola
- ✓ Tubos PVC

3.1.6.2 *Materiales de oficina*

- ✓ Esferos
- ✓ Hojas de campo
- ✓ Lápices
- ✓ Tablero

3.1.6.3 *Equipo*

- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Computadora
- ✓ GPS

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Establecimiento de las parcelas

3.2.1.1 *Selección de la muestra*

Para la selección de la muestra se analizó los siguientes criterios:

- ✓ Gradiente de altitud
- ✓ Condición de sitio
- ✓ Distribución geográfica de la plantación
- ✓ Topografía

Posteriormente se aplicó la ecuación del tamaño de muestra y tamaño de muestra ajustada determinándose nueve parcelas a muestrear con un área de 2,25 ha; se establecieron parcelas cuadrangulares con una dimensión de 50 × 50 m; es decir 2500 m².

Tabla 3.Fórmula del tamaño de la muestra y muestra ajustada

Tamaño de muestra	Tamaño de la muestra ajustada
$n = \frac{t_{\alpha}^2 S^2}{E^2}$	$n_2 = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$

Fuente: Aguirre & Vizcaíno (2010)

3.2.1.2 Delimitación de las parcelas

Se delimitó las parcelas ubicando en cada esquina de las mismas, plintos con tubo PVC, que posteriormente se realizó la codificación, indicando el número de parcela, además se tomó un punto con el GPS para su respectiva georeferenciación y ubicación en el mapa.

Con el objeto de identificar los árboles, estos se numeraron mediante su ubicación en el campo; para su mejor identificación se los registró de este a oeste y de norte a sur tomando como base la visibilidad desde los plintos de delimitación.

3.2.1.3 Determinación de la edad de plantación

En base a los registros obtenidos en la Dirección Provincial del Ministerio del Ambiente se estableció, que la plantación tiene una edad de 12 meses con un diámetro promedio de 5 mm y una altura promedio de 30 cm y se elaboró un mapa con esa información.

3.2.2 Determinación del porcentaje de sobrevivencia

3.2.2.1 Sobrevivencia

Este valor se obtuvo de la medición de cada uno de los individuos al interior de las parcelas; mediante la relación entre el número de árboles vivos y el número de árboles totales establecidos.

Tabla 4. Fórmula del porcentaje de sobrevivencia

Fórmula del porcentaje de sobrevivencia
$S = \frac{\text{número de plantas vivas}}{\text{número de plantas establecidas}} \times 100$

Fuente: Aguirre & Vizcaíno (2010)

3.2.3 Determinación del diámetro basal y altura total

a) Diámetro basal

Se midió el diámetro basal mediante la utilización del pie de rey al ras del nivel medio del suelo.

b) Altura total

La altura se midió desde el nivel medio del terreno hasta el ápice vegetativo de cada uno de los individuos, esta actividad se la realizó con la ayuda de una cinta métrica graduada al centímetro completo.

3.2.4 Toma de datos de campo

Se recolectó la información de campo cada tres meses (Junio, Septiembre y Diciembre) con el fin de obtener un conocimiento preciso sobre el comportamiento de la especie en las condiciones edafoclimáticas del sitio.

3.2.5 Evaluación de datos de campo

Con los datos obtenidos de sobrevivencia diámetro basal y altura total de las diferentes parcelas de la plantación se calcularon los siguientes estimadores estadísticos.

Tabla 5. Estimadores estadísticos

Varianza:	$S^2 = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 / n}{n - 1}$
Desviación estándar	$S = \sqrt{S^2}$
Coefficiente de variación:	$CV = \frac{S}{x} \times 100$
Error estándar de la media	$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$
IMA (Incremento Medio Anual)	$IMA = \frac{\bar{x}}{EDAD}$

Fuente: Aguirre & Vizcaíno (2010)

Con el incremento medio anual además se procedió a realizar pruebas de “t” de Student entre las diferentes parcelas registradas en el sitio de investigación.

Tabla 6. Formula “t” de Student

“t” de Student
$t_c = \frac{IMA_1 - IMA_2}{Sc}$

Fuente: Aguirre & Vizcaíno (2010)

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la presente investigación se han obtenido los siguientes resultados y a partir de la información generada se realiza las discusiones.

4.1 SOBREVIVENCIA

Se determinó porcentajes de sobrevivencia a dieciocho meses de edad entre 90,99 y 98,44%; con un promedio total de 96,28%, lo cual permite inferir que existe una excelente sobrevivencia. Cabe destacar que durante el periodo de evaluación (Junio, Septiembre y Diciembre) no se evidenció mortalidad, en la tabla 6 se muestra los porcentajes de las tres mediciones.

Tabla 7. Porcentaje de sobrevivencia por parcela

Parcelas	S%
P5	98,44
P4	97,46
P1	97,44
P7	96,95
P9	96,83
P6	96,46
P2	96,00
P8	95,93
P3	90,99
% Total	96,28

Elaborado por: Diego Cruz

En el gráfico 2 se representan los porcentajes de supervivencia, destacándose que todas las parcelas presentan supervivencias superiores al 90%.

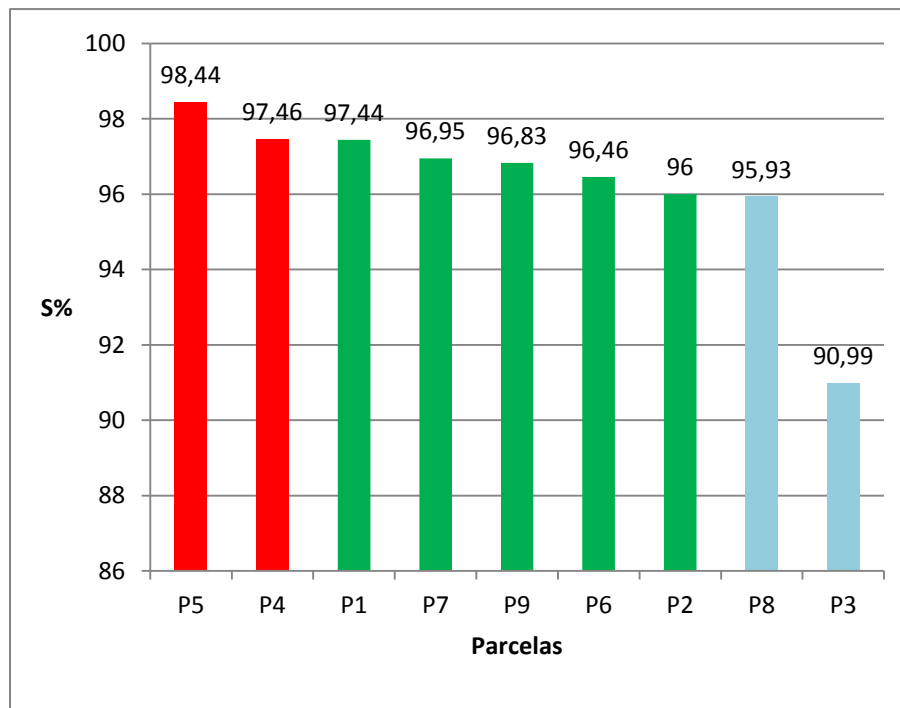


Grafico 2. **Porcentaje de supervivencia**

Elaborado por: Diego Cruz

4.2 DIÁMETRO BASAL

En la tabla 8 se registran los valores de diámetro basal por parcela y por medición; donde se destaca la parcela P6, que presentó los mayores valores en las tres mediciones; mientras que la parcela P2 fue la que menores valores promedios presentó.

Tabla 8. Diámetro basal promedio por parcela en milímetros

Parcela	12 meses	15 meses	18 meses
P1	5,65	6,61	7,56
P2	4,584	5,09	5,59
P3	7,82	8,75	9,68
P4	7,07	8,07	9,07
P5	7,77	8,77	9,77
P6	9,01	10,01	11,01
P7	7,82	8,88	9,94
P8	7,56	8,82	10,08
P9	7,16	8,66	10,16
Promedio	7,16	8,18	9,21

Elaborado por: Diego Cruz

4.2.1 Diámetro basal promedio a los doce meses

En el grafico 3 se observa que las parcelas P6 y P7 con 9,01 y 7,82 mm de diámetro basal, son las que presentan los mejores promedios, a diferencia de las parcelas P1 y P2 con 5,65 y 4,58 que obtuvieron los menores valores promedio. Los promedios obtenidos corresponden a los doce meses de medición.

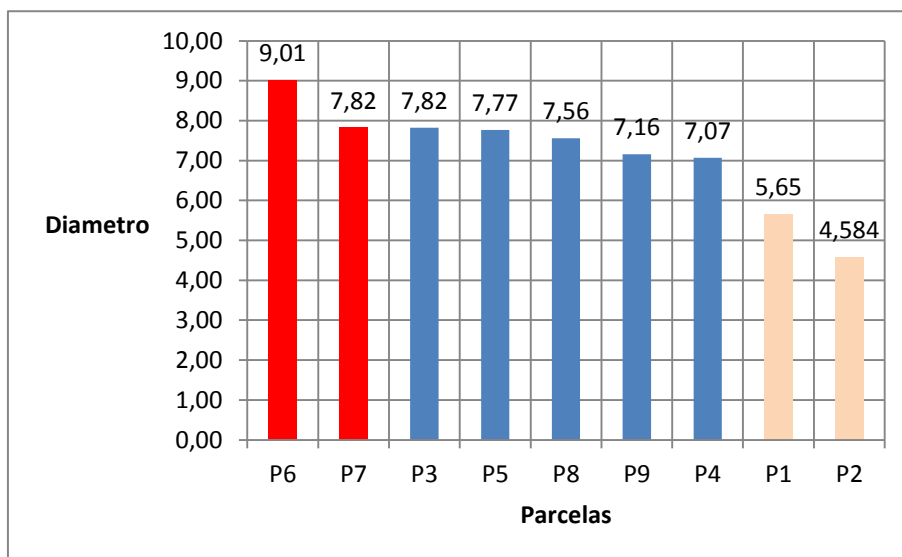


Grafico 3. Promedios de diámetro basal en mm a los doce meses

Elaborado por: Diego Cruz

4.2.2 Diámetro basal promedio a los quince meses

En el grafico 4 se observa que las parcelas P6 y P7 tienen el mayor crecimiento en diámetro basal con 10,01 y 8,88 mm por lo contrario las parcelas P1 y P2 son las que tienen el menor crecimiento en diámetro basal.

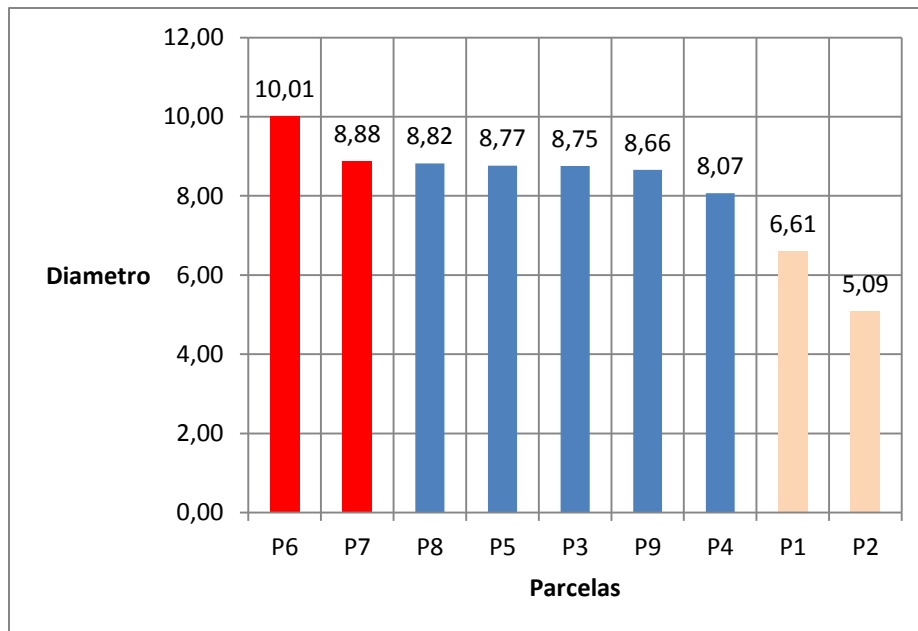


Grafico 4. Promedios de diámetro basal en mm a los quince meses

Elaborado por: Diego Cruz

4.2.3 Diámetro basal promedio a los dieciocho meses

En el grafico 5 se destaca la parcela P9 con 10,16 mm que tuvo un incremento en diámetro basal a diferencia de la parcela P6 11,01 mm que se mantiene constante su promedio de diámetro. La parcela P2 con 5,59 mm es la que menor crecimiento presenta después de las tres mediciones.

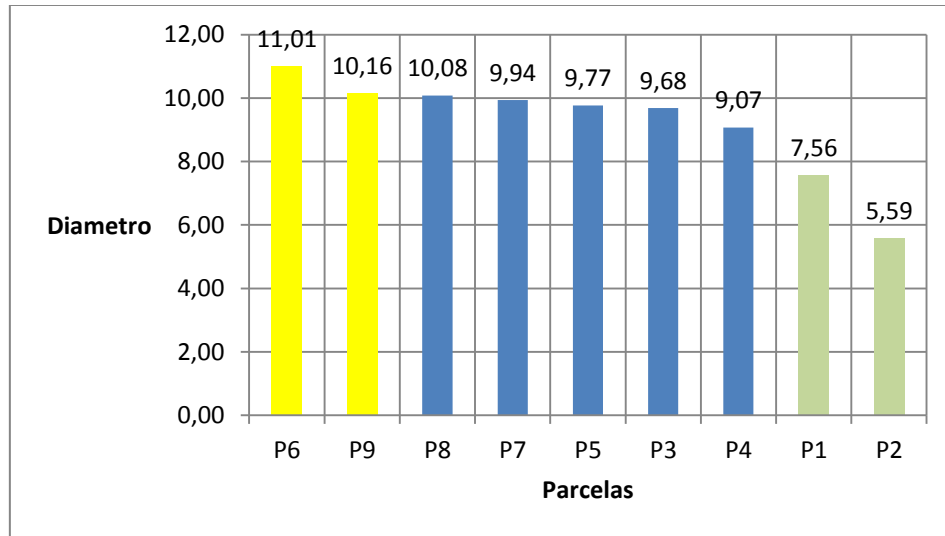


Grafico 5. Promedios de diámetro basal en mm a los dieciocho meses

Elaborado por: Diego Cruz

En el grafico 6 se observa la tendencia de crecimiento en cada una de las parcelas, liderando la parcela P6 que durante el periodo de investigación fue la que presentó los mayores valores promedios; mientras que la parcela P2 es la que obtuvo los menores valores.

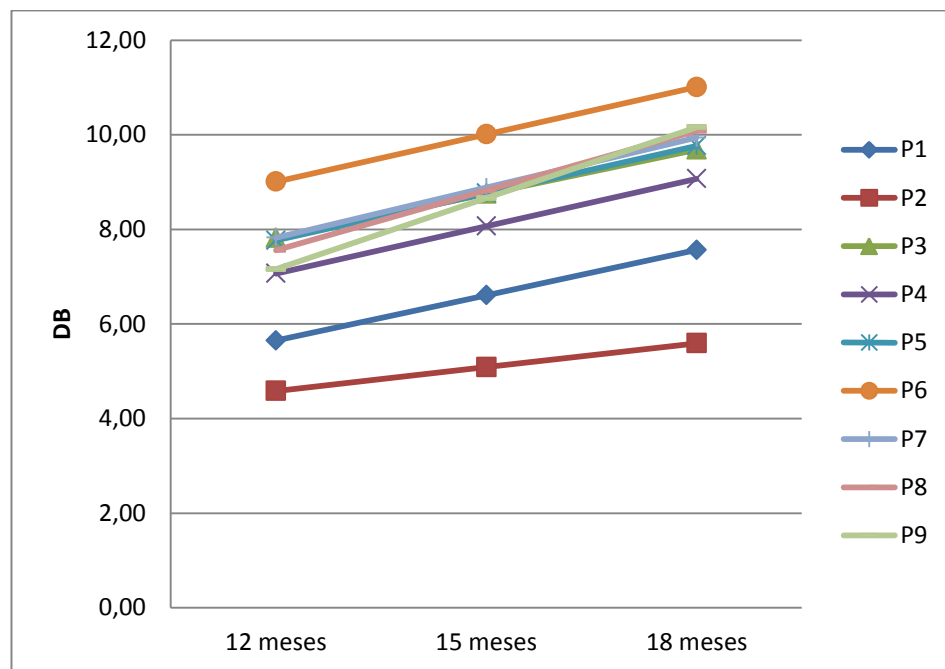


Grafico 6. Tendencia de crecimiento en diámetro basal de cada una de las parcelas

Elaborado por: Diego Cruz

4.3 ALTURA TOTAL

En la tabla 9 se registran los valores promedio por parcela de la altura total, de cada una de las mediciones realizadas. Donde se destaca la parcela P3, que presentó los mayores valores en cada una de ellas con 49,83cm a los doce meses, 51,79 cm a los quince meses y 53,99 cm a los dieciocho meses, mientras que la parcela P6 fue la que menores valores promedios en altura total presentó con 30,69 cm a los doce meses, 33,10 cm a los quince meses y 35,50 cm a los dieciocho meses.

Tabla 9. Altura total promedio por parcela en centímetros

Parcela	12 meses	15 meses	18 meses
P3	49,83	51,79	53,99
P7	46,47	48,87	51,26
P4	44,67	47,06	49,45
P9	43,87	46,28	48,69
P8	42,57	45,05	47,53
P1	36,21	38,37	40,54
P2	31,336	33,54	35,74
P6	30,69	33,10	35,50
Promedio	40,88	43,2	45,54

Elaborado por: Diego Cruz

4.3.1 Altura total promedio por parcela en centímetros a los doce meses.

En el grafico 7 se representan los valores de altura resaltando la parcela P3 que tuvo un promedio de altura de 49,83 cm a los doce meses de la medición. Por otro lado la parcela P6 presenta el menor promedio en altura con 30,69 cm.

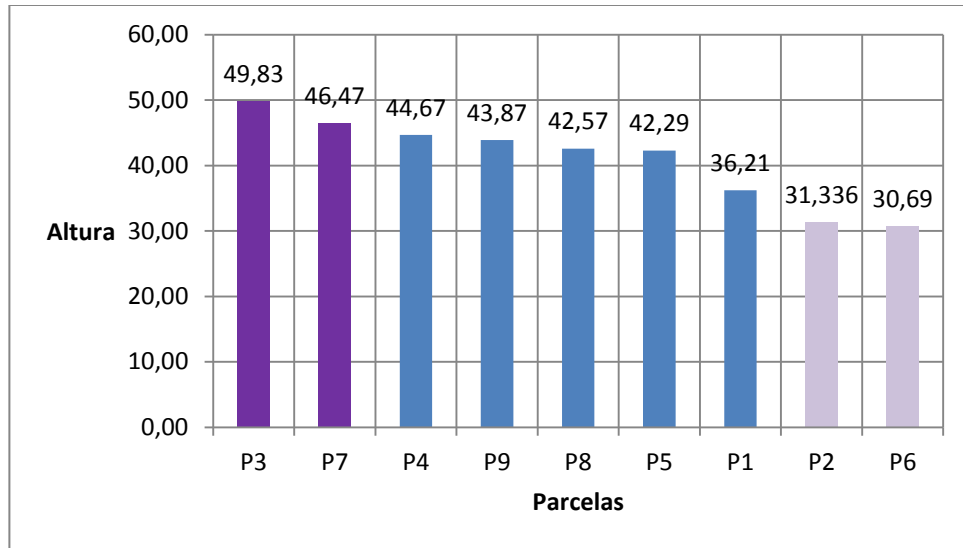


Grafico 7. Promedios de altura a los doce meses

Elaborado por: Diego Cruz

4.3.2 Altura total promedio por parcela en centímetros a los quince meses.

En el grafico 8 se representan los valores de altura resaltando la parcela P3 que tuvo un promedio de altura de 51,79 cm a los quince meses de la medición. Por otro lado la parcela P6 presenta el menor promedio en altura con 33,10 cm. Por lo tanto se puede afirmar que en las parcelas se mantuvo constante el crecimiento durante los tres meses.

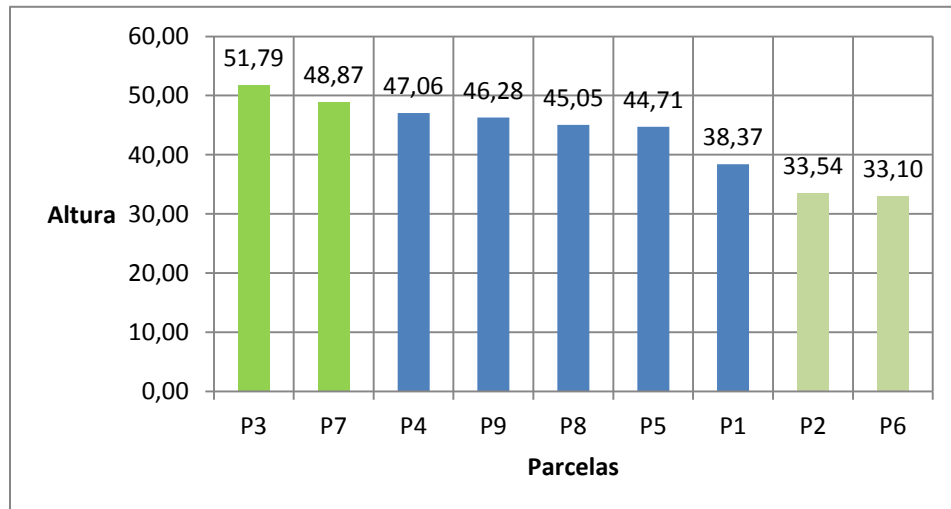


Grafico 8. Promedios de altura a los quince meses

Elaborado por: Diego Cruz

4.3.3 Altura total promedio por parcela en centímetros a los dieciocho meses.

En el grafico 9 se representan los valores de altura resaltando la parcela P3 que tuvo un promedio de altura de 53,99 cm a los dieciocho meses de la medición. Por otro lado la parcela P6 presenta el menor promedio en altura con 35,50 cm.

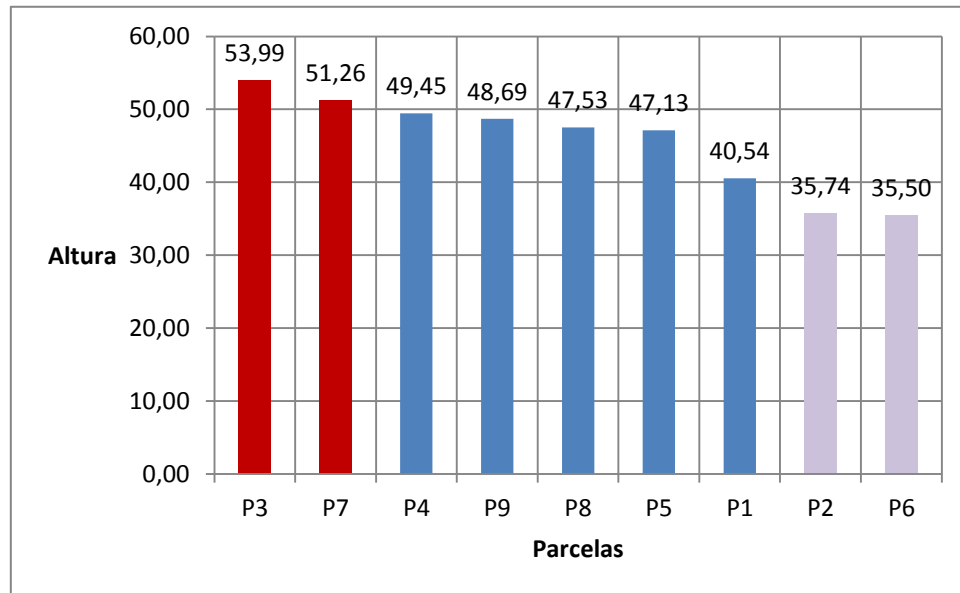


Grafico 9. Promedios de altura a los dieciocho meses

Elaborado por: Diego Cruz

En el grafico 10 se observa la tendencia del crecimiento promedio en altura total de cada una de las parcelas, liderando la parcela P3 que durante el periodo de investigación fue la que presentó los mayores valores promedios; mientras que la parcela P6 es la que obtuvo los menores valores.

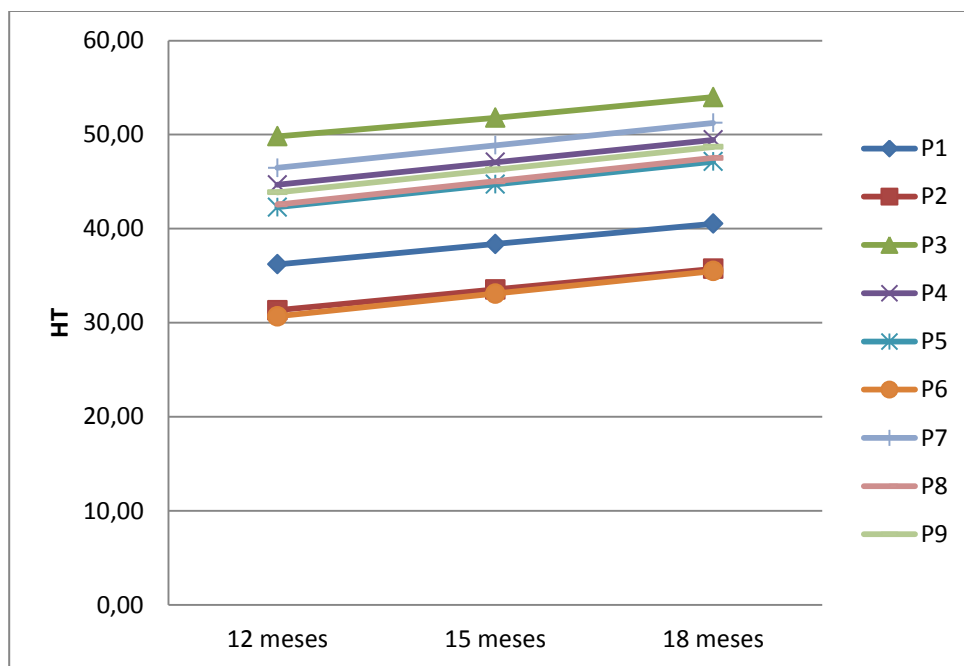


Grafico 10. **Tendencia de crecimiento en altura de cada una de las parcelas**

Elaborado por: Diego Cruz

4.3 ESTIMADORES ESTADÍSTICOS

4.4.1 Diámetro basal

Al determinar los estimadores estadísticos del diámetro basal a los doce meses se evidencian desviaciones estándar de la media (S), del orden del 1,85 a 3,70 que indican que existen en las parcelas rango de datos de agrupados a dispersos.

En cuanto al coeficiente de variación (CV) se registraron porcentajes entre el 27,71 y 41,93% que permiten inferir que esta variable presenta valores en el rango de relativamente homogéneos y relativamente heterogéneos.

Los errores estándar de las medias ($S\bar{x}$) calculados fueron de 0,17 a 0,31; lo que permite deducir que las medias determinadas para cada una de las parcelas, son representativas de las mismas.

Tabla 10. Estimadores estadísticos en diámetro basal a los doce meses

Primera Medición					
Parcela	S²	S	CV	S\bar{x}	IMA
P1	3,59	1,90	33,55	0,18	5,65
P2	3,422	1,850	27,71	0,165	4,58
P3	10,75	3,28	41,93	0,31	7,82
P4	5,48	2,34	33,13	0,22	7,07
P5	7,33	2,71	34,86	0,24	7,77
P6	13,67	3,70	41,04	0,35	9,01
P7	6,59	2,57	32,81	0,22	7,82
P8	5,63	2,37	31,37	0,21	7,56
P9	6,61	2,57	35,93	0,23	7,16
E%	14,171				

Elaborado por: Diego Cruz

Al establecer los estimadores estadísticos del diámetro basal a los quince meses se demuestran desviaciones estándar de la media (S), del orden del 1,83 a 3,70 que indican que existen en las parcelas rango de datos de agrupados a dispersos.

En cuanto al coeficiente de variación (CV) se registraron porcentajes entre el 25,32 y 37,62% que permiten deducir que esta variable presenta valores en el rango de relativamente homogéneos y relativamente heterogéneos.

Los errores estándar de las medias ($S\bar{x}$) calculados fueron de 0,17 a 0,35; lo que permite deducir que las medias determinadas para cada una de las parcelas, son representativas de las mismas.

Tabla 11. Estimadores estadísticos en diámetro basal a los quince meses

Segunda Medición					
Parcela	S²	S	CV	S\bar{x}	IMA
P1	3,34	1,83	27,64	0,17	5,08
P2	3,40	1,84	36,26	0,17	3,91
P3	10,84	3,29	37,62	0,31	6,73
P4	5,48	2,34	29,02	0,22	6,21
P5	7,33	2,71	30,89	0,24	6,74
P6	13,67	3,70	36,94	0,35	7,70

P7	6,55	2,56	28,82	0,22	6,83
P8	6,04	2,46	27,86	0,22	6,79
P9	6,61	2,57	25,32	0,23	7,81
E%	13,813				

Elaborado por: Diego Cruz

Al determinar los estimadores estadísticos del diámetro basal a los dieciocho meses se demuestran desviaciones estándar de la media (S), del orden del 1,77 a 3,70 que indican que existen en las parcelas rango de datos de agrupados a dispersos.

En cuanto al coeficiente de variación (CV) se registraron porcentajes entre el 23,38 y 34,27 que permiten deducir que esta variable presenta valores en el rango de relativamente homogéneos y relativamente heterogéneos.

Los errores estándar de las medias ($S\bar{x}$) calculados fueron de 0,16 a 0,35; lo que permite deducir que las medias determinadas para cada una de las parcelas, son representativas de las mismas.

Tabla 12. Estimadores estadísticos en diámetro basal a los dieciocho meses

Tercera Medición					
Parcela	S²	S	CV	\bar{Sx}	IMA
P1	3,13	1,77	23,38	0,16	4,73
P2	3,39	1,84	32,92	0,16	3,50
P3	11,02	3,32	34,27	0,32	6,05
P4	5,48	2,34	25,82	0,22	5,67
P5	7,33	2,71	27,72	0,24	6,10
P6	13,67	3,70	33,58	0,35	6,88
P7	6,57	2,56	25,78	0,22	6,21
P8	6,58	2,57	25,45	0,23	6,30
P9	6,61	2,57	25,32	0,23	6,35
E%	13,771				

Elaborado por: Diego Cruz

4.4.2 Altura total

Al interpretar los estimadores estadísticos de altura total a los doce meses se demuestran desviaciones estándar de la media (S), del orden del 7,71 a 16,95 que indican que existen en las parcelas rango de datos de agrupados a dispersos.

En cuanto al coeficiente de variación (CV) se registraron porcentajes entre el 23,60 y 40,36 que permiten deducir que esta variable presenta valores en el rango de relativamente homogéneos y relativamente heterogéneos.

Los errores estándar de las medias ($S\bar{x}$) calculados fueron de 0,73 a 1,61; lo que permite deducir que las medias determinadas para cada una de las parcelas, son representativas de las mismas.

Tabla 13. Estimadores estadísticos en altura total a los doce meses

Primera Medición					
Parcela	S^2	S	CV	$S\bar{x}$	IMA
P1	99,50	9,97	27,54	0,92	36,21
P2	75,39	8,68	40,36	0,78	31,34
P3	287,36	16,95	34,02	1,61	49,83
P4	143,95	12,00	26,86	1,10	44,67
P5	99,59	9,98	23,60	0,88	42,29
P6	59,41	7,71	25,12	0,73	30,69
P7	169,59	13,02	28,02	1,14	46,47
P8	111,36	10,55	24,79	0,95	42,57
P9	166,34	12,90	29,40	1,15	43,87
E%	12,523				

Elaborado por: Diego Cruz

Al determinar los estimadores estadísticos de altura total a los quince meses se demuestran desviaciones estándar de la media (S), del orden del 7,61 a 17,01 que indican que existen en las parcelas rango de datos de agrupados a dispersos.

En cuanto al coeficiente de variación (CV) se registraron porcentajes entre el 22,24 y 32,85 que permiten deducir que esta variable presenta valores en el rango de relativamente homogéneos y relativamente heterogéneos.

Los errores estándar de las medias ($S\bar{x}$) calculados fueron de 0,72 a 1,61; lo que permite deducir que las medias determinadas para cada una de las parcelas, son representativas de las mismas.

Tabla 14. Estimadores estadísticos en altura total a los quince meses

Segunda Medición					
Parcela	S^2	S	CV	$S\bar{x}$	IMA
P1	96,25	9,81	25,57	0,91	29,52
P2	73,56	8,58	25,57	0,77	25,80
P3	289,46	17,01	32,85	1,61	39,84
P4	141,91	11,91	25,31	1,10	36,20
P5	98,84	9,94	22,24	0,88	34,39
P6	57,96	7,61	23,00	0,72	25,46
P7	168,88	13,00	26,59	1,14	37,59
P8	110,64	10,52	23,35	0,95	34,65
P9	163,62	12,79	26,27	1,14	37,45
E%	11,850				

Elaborado por: Diego Cruz

Al determinar los estimadores estadísticos de altura total a los dieciocho meses se demuestran desviaciones estándar de la media (S), del orden del 7,53 a 16,94 que indican que existen en las parcelas rango de datos de agrupados a dispersos.

En cuanto al coeficiente de variación (CV) se registraron porcentajes entre el 21,08 y 31,37 que permiten deducir que esta variable presenta valores en el rango de relativamente homogéneo.

Los errores estándar de las medias ($S\bar{x}$) calculados fueron de 0,71 a 1,61; lo que permite deducir que las medias determinadas para cada una de las parcelas, son representativas de las mismas.

Tabla 15. Estimadores estadísticos en altura total a los dieciocho meses

Tercera Medición					
Parcela	S²	S	CV	\bar{S}_x	IMA
P1	94,00	9,70	23,92	0,90	25,33
P2	72,16	8,49	23,77	0,76	22,34
P3	286,84	16,94	31,37	1,61	33,75
P4	140,60	11,86	23,98	1,09	30,91
P5	98,68	9,93	21,08	0,88	29,46
P6	56,71	7,53	21,21	0,71	22,19
P7	168,54	12,98	25,33	1,13	32,04
P8	110,03	10,49	22,07	0,95	29,71
P9	163,62	12,79	26,27	1,14	30,43
E%	11,292				

Elaborado por: Diego Cruz

4.4 PRUEBA DE “t” de Student

4.5.1 Diámetro basal

Al realizar la prueba de “t” de Student, comparando el incremento medio anual (IMA) en diámetro basal a los dieciocho meses de edad entre las parcelas; se estableció que todas las parcelas presentan un IMA estadísticamente similar al 95% de probabilidad estadística.

Tabla 16. Prueba de “t” de Student en diámetro basal

Comparación	tc	Sig	Comparación	tc	Sig	Comparación	tc	Sig	$t_{\alpha 0,05}$	$t_{\alpha 0,01}$
P1 vs P2	-0,378	ns	P2 vs P7	0,542	ns	P4 vs P8	0,105	ns	1,960	2,576
P1 vs P3	0,190	ns	P2 vs P8	0,564	ns	P4 vs P9	0,112	ns		
P1 vs P4	0,218	ns	P2 vs P9	0,57	ns	P5 vs P6	0,075	ns		
P1 vs P5	0,258	ns	P3 vs P4	-0,047	ns	P5 vs P7	0,016	ns		
P1 vs P6	0,259	ns	P3 vs P5	0,006	ns	P5 vs P8	0,028	ns		
P1 vs P7	0,300	ns	P3 vs P6	0,067	ns	P5 vs P9	0,035	ns		
P1 vs P8	0,321	ns	P3 vs P7	0,018	ns	P6 vs P7	-0,068	ns		
P1 vs P9	0,329	ns	P3 vs P8	0,029	ns	P6 vs P8	-0,058	ns		
P2 vs P3	0,367	ns	P3 vs P9	0,034	ns	P6 vs P9	-0,053	ns		
P2 vs P4	0,493	ns	P4 vs P5	0,068	ns	P7 vs P8	0,014	ns		
P2 vs P5	0,485	ns	P4 vs P6	0,128	ns	P7 vs P9	0,021	ns		
P2 vs P6	0,409	ns	P4 vs P7	0,090	ns	P8 vs P9	0,007	ns		

Elaborado por: Diego Cruz

4.5.2 Altura total

Al realizar la prueba de "t" de Student, comparando el incremento medio anual (IMA) en altura a los dieciocho meses de edad entre las parcelas; se determinó que todas las parcelas presentan un IMA estadísticamente similar al 95% de probabilidad estadística.

Tabla 17. Prueba de "t" de Student en altura total

Comparación	tc	Sig	Comparación	tc	Sig	Comparación	tc	Sig	$\alpha_{0,05}$	$\alpha_{0,01}$
P1 vs P2	-0,036	ns	P2 vs P7	0,080	ns	P4 vs P8	-0,010	ns	1,960	2,576
P1 vs P3	0,045	ns	P2 vs P8	0,081	ns	P4 vs P9	-0,003	ns		
P1 vs P4	0,047	ns	P2 vs P9	0,069	ns	P5 vs P6	-0,092	ns		
P1 vs P5	0,043	ns	P3 vs P4	-0,013	ns	P5 vs P7	0,019	ns		
P1 vs P6	-0,042	ns	P3 vs P5	-0,023	ns	P5 vs P8	0,002	ns		
P1 vs P7	0,050	ns	P3 vs P6	-0,068	ns	P5 vs P9	0,007	ns		
P1 vs P8	0,043	ns	P3 vs P7	-0,008	ns	P6 vs P7	0,084	ns		
P1 vs P9	0,039	ns	P3 vs P8	-0,021	ns	P6 vs P8	0,089	ns		
P2 vs P3	0,066	ns	P3 vs P9	-0,015	ns	P6 vs P9	0,073	ns		
P2 vs P4	0,081	ns	P4 vs P5	-0,012	ns	P7 vs P8	-0,017	ns		
P2 vs P5	0,083	ns	P4 vs P6	-0,088	ns	P7 vs P9	-0,010	ns		
P2 vs P6	-0,002	ns	P4 vs P7	0,007	ns	P8 vs P9	0,005	ns		

Elaborado por: Diego Cruz

4.6 DISCUSIÓN

4.6.1 Supervivencia

En la presente investigación se obtuvo una supervivencia promedio de 96,2% en el periodo de dieciocho meses de establecida la plantación; según Guerrero (2012) registró en la Carbonería y El Pantanal un porcentaje de supervivencia promedio del 93,52 % al cabo de doce meses.

Cabe destacar que los ensayos establecidos se encuentran a la misma gradiente de altitud (3640-3800 m.s.n.m) existiendo variación en el periodo de tiempo y condiciones climáticas, así se puede deducir los resultados superiores de la presente investigación es debido a: Topografía, clima y competencia entre especies.

4.6.2 Diámetro basal

En la presente investigación ubicada a una altitud de 3800 m.s.n.m. se obtuvo un diámetro basal promedio de 9,21 mm y Guerrero (2012), en la Carbonería y El Pantanal ubicada en la Provincia de Imbabura-Ecuador a una altitud de 3640 m.s.n.m. teniendo un diámetro basal promedio anual del 6,44 mm.

La diferencia del diámetro basal se deduce a la condición del sitio, distribución geográfica de la plantación y la topografía.

4.6.3 Altura total

Una vez concluida la investigación se registró una altura total promedio de 45,54 cm y Guerrero (2012) en la Carbonería y El Pantanal se obtuvo 26,11 cm. Con los datos obtenidos de las dos investigaciones se puede describir que existen diferencias.

Las diferencias se atribuyen a las condiciones de sitio ya que en la Carbonería y El Pantanal existe presencia antrópica de pastoreo e incendios, mientras que Angochagua lugar de la presente investigación es conservada y posee condiciones climáticas y de suelo favorable; dando así una mayor adaptabilidad de la especie.

4.7 RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Los datos dasométricos en las parcelas permanentes fueron?

El Ministerio del Ambiente a través de la Dirección Provincial Ambiental de Imbabura se encuentra promoviendo y ejecutando plantaciones protectivas, los ensayos realizados es parte integral de las acciones, siendo así las parcelas permanentes de la investigación aportan con información de altura total, diámetro basal y sobrevivencia para la toma de decisiones y la masificación de la especie en los programas de forestación y restauración.

¿El porcentaje de sobrevivencia que presentó la plantación de yagual fue?

El análisis de sobrevivencia en las parcelas se evidenció porcentajes que oscilan entre los 90,99 % hasta 98,44%; con una sobrevivencia promedio de 96,28%. Lo que permite aseverar que la especie en estudio se adapta al lugar y siendo una especie potencial para programas de reforestación y restauración.

¿El crecimiento en diámetro basal y altura total de las plantas fueron?

Se determinaron un promedio de diámetro basal acumulado a los dieciocho meses de 9,21mm, con un IMA de 6,44mm/año; en cambio, en altura total acumulado se obtuvo una media general de 45,54cm con un IMA de 34,25 cm/año; en base a estos resultados se puede deducir que la especie se encuentra en una gradiente de altitud y condiciones edafoclimáticas favorables.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Luego de tabulados los datos e interpretados los resultados se tiene las siguientes conclusiones:

- ✓ Se instaló nueve parcelas de 2500 m² distribuidos de acuerdo a los estratos seleccionados donde se consideró topografía, pendiente, condiciones de sitio y clima.
- ✓ Al final de la investigación la sobrevivencia es de 98.44 % en la parcela P5 y con 90,99 % para la parcela P3, esta variación es debido a las condiciones climáticas existentes en la zona de investigación.
- ✓ Referente al crecimiento en diámetro basal la parcela P6 tiene 11,01 mm y la parcela P2 con 5,59 mm, demostrando así la parcela P6 una tendencia de mayor crecimiento debido a la ubicación y topografía del suelo.
- ✓ Con relación a la altura la parcela P3 obtuvo el mayor crecimiento promedio con 53,99 cm y la parcela P6 con 35,50 cm, de los datos obtenidos se puede inferir que la competencia contribuye al crecimiento de esta especie.

5.2 RECOMENDACIONES

Con las conclusiones y aprendizajes de la presente investigación se recomienda:

- ✓ Por los resultados de adaptación obtenidos en la presente investigación y por ser una especie multiuso que brinda beneficios sociales, económicos y ambientales se recomienda utilizar en programas de reforestación y restauración forestal, como también para aprovechamiento de productos forestales no maderables.
- ✓ Al Ministerios del Ambiente, a través de la Dirección Provincial de Imbabura continuar con el seguimiento de las parcelas permanentes y tomas de datos que permita disponer información para futuras investigaciones.
- ✓ A los estudiantes que están por culminar la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica del Norte, realizar investigaciones de la especie (***Polylepis racemosa***) en otras condiciones edafoclimáticas que permitan determinar la sobrevivencia en el tiempo.
- ✓ Para programas y proyectos con fines de reforestación y restauración se sugiere utilizar el (***Polylepis racemosa***) debido a su adecuada adaptación y crecimiento.
- ✓ Dar a conocer los resultados de la presente investigación a los estudiantes e investigadores de especies nativas en el campo forestal.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Arce & Toivonen, 2002. Descripción del género *Polylepis* y reporte de especies reportadas FANPE/ GTZ
- Baltodano J, 2007 Bosque, cobertura y uso forestal del Estado de la Nación.
- Bolfor. 2003. Ciclos de Corta en Bosques Tropicales de Bolivia.
- Brako, L. & J. L. Zarucchi. (eds.) 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 45: i–xl, 1–1286.
- Brenes, G. (1990). Notas Curso de Silvicultura del Bosque Natural. Programa de Licenciatura en Silvicultura Tropical. Dpto. Ing. Forestal. ITCR.
- Bussman, RAINER (2005) Conservación de la naturaleza Áreas Protegidas Biodiversidad Fauna y Flora Investigación.
- Caballero, D & Zerecero, L. (2001). Necesidad de investigación sobre plantaciones forestales con especial interés en su evaluación. In memoria de la Primera Reunión Nacional sobre plantaciones forestales. INIF. SARH. Pub. Esp. No. 13. p 73 - 78.
- Cabrera W. Aspectos Fisiológicos en la formación de raíces adventicias Universidad Agraria la Molina 1999, pg.4.
- Campbell et al. (2002). Parcelas de medición permanente en bosques andinos.
- Chepstow-Lusty, A. & M. Winfield (2000). «Inca agroforestry: lessons from the past». *Ambio* 6 (9): pp. 322-328. espacios. En: Unasyuva. Vol 51, No. 200. Roma.
- Comiskey et al. (1999) Inventarios forestales de *Polylepis*
- Edge, 3548 09 octubre 2012 Plantas en peligro de extinción Queñua.

- Fjeldså, J. & M. Kessler (1996). Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highlands on Peru and Bolivia, a contribution to sustainable natural resource management in the Andes. Copenhagen: NORDECO.
- Freddy Contreras Claudio Leño Juan Carlos Licona Erhard Dauber Lars Gunnar Nils Hager Carlos Caba; Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs) Santa Cruz de la Sierra, Bolivia 1999.
- Galloway, D. Los líquenes del bosque templado de Chile en Ecología de los bosques nativos de Chile. J. Armesto, C. Villagrán, M.K. Arroyo, eds. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 1996. pp. 101-112
- Grijpma, P. (1998). Producción forestal. 2ª. Ed. Sep-Trillas. México. 134 pp.
- Jaramillo A. Planificación y Tabulación de datos de campo Universidad Técnica del Norte Carrera de Ingeniería Forestal, 2008.
- Kent y cooker (1995) Parcelas de medición en Bosques Andinos en el Ecuador.
- Kessler, M. (2006). Bosques de *Polylepis sp.* en Bolivia. Cochabamba – Bolivia.
- Klein, C. 2000. Inventario y evaluación de árboles fuera del bosque en grandes
- Macbride, J. F. 1938. Rosaceae, Flora of Peru. Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 13(2/3): 1063–1119.
- Molina, M. (1988). Parcelas de Bosque Permanente en Bosque Natural. Tenoforestdel Norte, S.A. (Mimeo). 11 pp.
- Palomino, C. W.; Samochuallpa, S. E.; Ferro M., G. (2008). Especiación y endemismo en aves de los bosques de *Polylepis*, Peru. Ponencia Presentada en el VIII Neotropical Ornithological Congress, Venezuela,
- Pinelo, I.M. 1997. Dinámica del Bosque Petenero. Avances de Investigación en Petén, Guatemala. Serie Técnica N° 296 CATIE.

- Rivas, T.D. 2001. Instrumentos de medición forestal. Presentación en Power Point diapositivas. Chapingo, México.
- Romahn, C., H. Ramírez y Treviño J. (1994). Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. 354 pp. Autónoma Chapingo. 136 pp.
- Romoleroux, E. (2009). Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador. Eco Ciencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA. Quito.
- Santillán, J. (1986). Elementos de dasonomía. Tesis profesional. Chapingo.
- Saravia, P. 1994. Guía para la Instalación de Parcelas Permanentes de Medición, para Estudios de Crecimiento y Rendimiento (PPM) en Lomerío Santa Cruz-Bolivia.
- Simpson, B. (1986). «Speciation and specialization of *Polylepis* in the Andes». *F. Vullemier & M. Monasterios (eds.). High altitude tropical biogeography*. Oxford: American Museum of Natural History, Oxford University Press.
- Torrez, H. (2005). Implementación de Parcelas Permanentes de Muestreo en Plantaciones Forestales para el Trópico de Cochabamba: Tesis Licenciatura en ingeniería forestal. Tarija - Bolivia.

7 ANEXOS

✓ Establecimiento de las parcelas



Fotografía 1. Identificación del área de estudio



Fotografía 2. Ubicación de las parcelas de muestreo



Fotografía 3. Hoyado para la ubicación de los tubos PVC

✓ **Determinación del porcentaje de sobrevivencia**



Fotografía 4. Sobrevivencia de los árboles



Fotografía 5. Árboles vivos

✓ **Determinación del diámetro basal y altura total**



Fotografía 6. Toma de datos diámetro basal



Fotografía 7. Toma de datos altura total



Fotografía 8. Materiales de medición