



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

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

**“CRECIMIENTO INICIAL DE ALISO (*Alnus nepalensis* D. Don) EN DOS
PRÁCTICAS AGROFORESTALES ESTABLECIDAS, EN LA ZONA DE INTAG,
NOROCCIDENTE DEL ECUADOR”**

AUTOR

Danilo Geovanny Arteaga Velasco

DIRECTOR

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

IBARRA – ECUADOR

2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

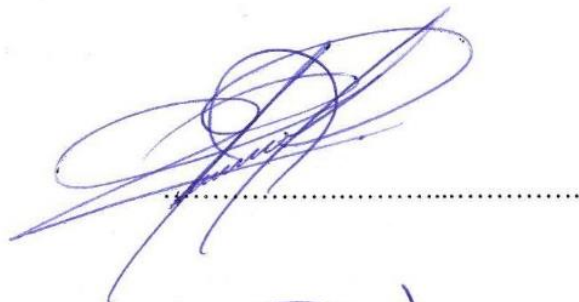
“CRECIMIENTO INICIAL DE ALISO (*Alnus nepalensis* D. Don) EN DOS PRÁCTICAS
AGROFORESTALES ESTABLECIDAS EN LA ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL
ECUADOR”

Trabajo de titulación revisado por el comité asesor, por lo cual se autoriza la presentación
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADO

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.
Director de trabajo de titulación



Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja, Esp.
Tribunal de trabajo de titulación



Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación



Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación



Ibarra – Ecuador

2018



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		
Cédula de ciudadanía:	0401734868	
Apellidos y nombres:	Arteaga Velasco Danilo Geovanny	
Dirección:	Carchi – Espejo – La Libertad	
Email:	arteagadanilo2706@gmail.com	
Teléfono fijo:	Teléfono móvil:	0990448853

DATOS DE LA OBRA	
Título:	“CRECIMIENTO INICIAL DE ALISO (<i>Alnus nepalensis</i> D. Don) EN DOS PRÁCTICAS AGROFORESTALES ESTABLECIDAS, EN LA ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR”
Autor:	Arteaga Velasco Danilo Geovanny
Fecha:	16 de julio del 2018
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniero Forestal
Director:	Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Danilo Geovanny Arteaga Velasco, con cédula de ciudadanía Nro. 0401734868; 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. CONSTANCIA

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.

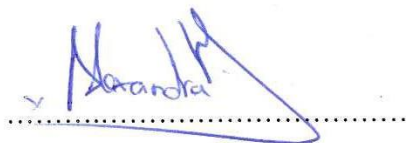
Ibarra, 16 de julio del 2018

EL AUTOR:



Danilo Geovanny Arteaga Velasco
C.I.: 0401734868

ACEPTACIÓN:



Ing. Betty Mireya Chávez Martínez
JEFA DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, Danilo Geovanny Arteaga Velasco, con cédula de ciudadanía Nro. 0401734868; 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 titulación denominado **“CRECIMIENTO INICIAL DE ALISO (*Alnus nepalensis* D. Don) EN DOS PRÁCTICAS AGROFORESTALES ESTABLECIDAS, EN LA ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR”** que ha sido desarrolla 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.

Danilo Geovanny Arteaga Velasco

C.I.: 0401734868

Ibarra, a los 16 días del mes de julio del 2018

REGISTRO BIBIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 16 de julio del 2018

Danilo Geovanny Arteaga Velasco: **“CRECIMIENTO INICIAL DE ALISO (*Alnus nepalensis* D. Don) EN DOS PRÁCTICAS AGROFORESTALES ESTABLECIDAS, EN LA ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR”** Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 16 de abril del 2018. 60 páginas.

DIRECTOR: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

- El objetivo general de la presente investigación fue: Determinar el crecimiento inicial de aliso (*Alnus nepalensis* D. Don) en dos prácticas agroforestales establecidas en la Zona de Intag, Noroccidente del Ecuador. Entre los objetivos específicos se encuentra: Determinar la sobrevivencia de la especie en las dos prácticas agroforestales, analizar el incremento corriente anual y el estado fitosanitario de las prácticas agroforestales y determinar los costos de establecimiento y manejo del primer año en cada una de las prácticas agroforestales.

Fecha: 16 de julio del 2018



.....
Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.
Director de trabajo de titulación



.....
Danilo Geovanny Arteaga Velasco
Autor

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia por ser quienes me apoyaron de manera incondicional para lograr cumplir mi preparación universitaria; a la memoria de mi Abuelita Carmen Velasco que su gran aspiración fue verme superar todo obstáculo.

A mis Padres Laureano Arteaga y Luz Velasco quienes en todo momento depositaron su confianza y fueron el motor para triunfar exitosamente en toda meta que me propusiese, inculcándome valores de respeto, honestidad, responsabilidad y guiándome por el camino correcto.

De igual manera a mi Hermano Santiago, quien estuvo presto a dar toda la ayuda que necesité.

AGRADECIMIENTO

Recalco un inmenso agradecimiento a mi familia quienes dieron su mejor esfuerzo para que pudiese culminar mi carrera universitaria.

De igual manera manifiesto admiración y gratitud a mi Director de este trabajo el Ing. Hugo Vallejos, que con su extensa pericia fue esencial para finalizar dicha investigación.

Agradezco a los Ingenieros: Carlos Arcos, María Vizcaino y Eduardo Chagna, por la paciencia prestada y por el asesoramiento técnico de este trabajo.

Al Sr. Eduardo Cevallos quien me facilito el sitio para la ejecución del ensayo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Págs.

HOJA DE APROBACIÓN DEL COMITÉ ASESOR	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UTN	iii
CESIÓN DE DERECHOS DE EL AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A FAVOR DE LA UTN	v
REGISTRO BIBIOGRÁFICO	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 General.....	2
1.1.2 Específicos	2
1.2 Preguntas directrices	2
CAPÍTULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1 Fundamentación legal	3

2.1.2 Línea de investigación	3
2.2 Fundamentación Teórica.....	3
2.2.1 Agroforestería	3
2.2.2 Ventajas de la agroforestería.....	4
2.2.3 Componentes de agroforestería.....	4
2.3 Clasificación de sistemas agroforestales.....	5
2.4 Árboles en linderos	7
2.5 Bosquete.....	8
2.6 Criterios técnicos para la selección de especies leñosas en prácticas agroforestales.....	8
2.7 Ubicación taxonómica	8
2.7.1 Descripción botánica.....	9
2.7.2 Propagación.....	9
2.7.3 Ecología	10
2.7.4 Plagas y enfermedades	10
2.8 Dasometría	10
2.9 Incremento corriente anual (ICA)	10
2.10 Incremento medio anual (IMA)	11
2.11 Crecimiento de los árboles.....	11
2.11.1 Altura total	11
2.11.2 Diámetro basal	11
2.11.3 Diámetro de copa	12
2.12 Materia Orgánica	12
2.13 Investigaciones relacionadas.....	12
2.13.1 Comportamiento inicial de Aliso (<i>Alnus nepalensis</i> D. Don) y Cedro tropical (<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>), asociados con brachiaria (<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf) y pasto miel (<i>Setaria sphacelata</i>).....	12
2.13.2 Análisis del comportamiento del aliso (<i>Alnus nepalensis</i> D. Don), asociado con brachiaria, (<i>Brachiaria decumbens</i>), pasto miel (<i>Setaria sphacelata</i>) y pasturas en monocultivo.....	13

CAPÍTULO III	14
MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Ubicación del sitio	14
3.1.1 Política	14
3.1.2 Geográfica.....	14
3.1.3 Límites	14
3.2 Datos climáticos.....	14
3.3 Materiales, equipos e insumos	14
3.3.1 Materiales	15
3.3.2 Equipos	15
3.3.3 Insumos.....	15
3.4 Metodología	15
3.4.1 Prácticas agroforestales.....	15
3.4.1.1 Ubicación de las prácticas.....	15
3.4.1.2 Diseño de las prácticas.....	16
3.4.1.2.1 Bosquete.....	16
3.4.1.2.2 Árboles en lindero.....	17
3.4.2 Labores culturales	17
3.4.3 Recopilación de datos	18
3.4.3.1 Supervivencia.....	18
3.4.3.2 Incremento corriente anual (ICA).....	18
3.4.3.3 Diámetro basal	19
3.4.3.4 Altura	19
3.4.3.5 Diámetro de copa.....	19
3.4.3.6 Estado fitosanitario	19
3.4.4 Determinación de costos.....	20
3.4.5 Estimadores estadísticos	21

CAPÍTULO IV	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1 Supervivencia de la especie en las dos prácticas agroforestales	22
4.2 Incremento corriente anual.....	24
4.3 Estado fitosanitario	27
4.4 Costos de las prácticas	28
CAPÍTULO V	29
CONCLUSIONES	29
CAPÍTULO VI	30
RECOMENDACIONES	30
CAPÍTULO VII	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
CAPITULO VIII	33
ANEXOS	33

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1 Clasificación de sistemas agroforestales	6
Figura 2 Diseño de bosquete	16
Figura 3 Diseño de árboles en lindero	17
Figura 4. Mapa de ubicación del estudio	34

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Componentes de un sistema agroforestal.....	5
Tabla 2. Categoría para evaluar sobrevivencia en plantaciones forestales	18
Tabla 3. Variables del estado fitosanitario.....	20
Tabla 4. Estimadores estadísticos	21
Tabla 5. Sobrevivencia de <i>Alnus nepalensis</i> D.Don en investigaciones relacionadas	23
Tabla 6. IMA en investigaciones relacionadas.....	25
Tabla 7. Analisis de correlación.....	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Págs.
Gráfico 1. Sobrevivencia.....	22
Gráfico 2. Incremento corriente anual.	24
Gráfico 3. Tendencia de crecimiento.	26
Gráfico 4. Estado fitosanitario.	27

ÍNDICE DE ANEXOS

	Págs.
Anexo 1. Criterios para la selección de especies para sistemas agroforestales	33
Anexo 2. Ubicación del sitio	34
Anexo 3. Analisis de suelo	35
Anexo 4. Costos de establecimiento y manejo del priemr año del bosque	378
Anexo 5. Costos de establecimiento y manejo del primer año del lindero	39
Anexo 6. Costo de establecimiento y manejo de bosque para una hectárea	40
Anexo 7. Costo de establecimiento y manejo de lindero para una hectárea	41
Anexo 8. Ilustraciones	41
Anexo 9. Lista de abreviaturas	44

TITULO: “CRECIMIENTO INICIAL DE ALISO (*Alnus nepalensis* D. Don) EN DOS PRÁCTICAS AGROFORESTALES ESTABLECIDAS, EN LA ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR”

Autor: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

Director de trabajo de titulación: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

Año: 2018

RESUMEN

En el año 1990 la cobertura vegetal natural de Ecuador fue de 15'519,590 ha que representó el 62,00% del territorio nacional. Para 2008 se redujo a 14'123,637 ha que representó el 57,00% esta reducción de 5% fue principalmente por el cambio de bosque nativo a pasturas o áreas agrícolas (Ministerio del Ambiente Ecuador [MAE], 2012) y al existir en el cantón Cotacachi una pérdida de 1301 hectáreas de bosque primario cada año (Periódico Intag, 2010), además los agricultores de la zona de Intag no cuentan con estudios de crecimiento inicial de *Alnus nepalensis* D. Don. En base a esta problemática se planteó la presente investigación cuyo objetivo principal fue: determinar el crecimiento inicial de aliso (*Alnus nepalensis*) en dos prácticas agroforestales establecidas, en la Zona de Intag, Noroccidente del Ecuador. Se realizó en el cantón Cotacachi, parroquia Peñaherrera, sector Conralá a una altitud de 1600 msnm, la práctica bosquete se estableció en un área 700 m², mientras que lindero en una extensión de 100 m lineales, las condiciones del sitio fueron: precipitación 1500 mm, las características del suelo presentaron características buenas en macro y micro nutrientes, pH: 6,4. Las variables en estudio fueron: sobrevivencia, altura, diámetro basal, diámetro de copa y estado fitosanitario. Para lo cual se tomó una medición inicial posteriormente cada tres meses durante un año. Analizados los datos se registraron coeficientes de correlación altamente significativos a nivel de 99 % de probabilidad estadística. El incremento corriente anual (ICA) para bosquete en las variables altura, diámetro basal y diámetro de copa fueron: 1,63 m, 2,96 cm y 1,24 m respectivamente, mientras que en lindero existió un ICA de 1,27 m, 1,76 cm y 0,85 m para las variables antes mencionadas. En lo referente a estado fitosanitario dominó plantas sanas. Mientras que para costos de establecimiento y manejo del primer año en bosquete se registró un costo total de \$176,75 dólares americanos y en lindero \$ 126,34 dólares americanos donde se contemplaron las siguientes actividades: preparación del terreno, plantación, manejo del primer año, asistencia técnica e imprevistos.

TITLE:"INITIAL GROWTH OF ALISO (*Alnus nepalensis* D. Don) IN TWO AGROFORESTRY SYSTEM ESTABLISHED, IN THE AREA OF INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR"

Author: Danilo Geovanny Arteaga Velasco.

Director of thesis: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

Year: 2018

ABSTRACT

In 1990, Ecuador's natural plant cover was 15,519,590 ha, which represents 62% of the national territory. For 2008 it was reduced to 14'123,637 ha, which represents 57%, mainly due to the change from native forest to pastures or agricultural areas (Ministry of Environment Ecuador [MAE], 2012). Based on this problem, the present investigation was proposed whose main objective was: to determine the initial growth of alder (*Alnus nepalensis* D. Don) in two agroforestry practices, established in the Intag Zone, Northwest of Ecuador. It was carried out in Cotacachi canton, Peñaherrera parish, Conraláa sector, an altitude of 1600 meters above sea level, the practice forest was developed in 700 m², while boundary was made in 100 linear meters, the climatic conditions were: precipitation 1500mm, the characteristics of the soil presented good characteristics in macro and micro nutrients, Ph: 6,4. The variables under study were: survival, height, basal diameter, crown diameter and phytosanitary status. An initial measurement was taken then every three months for one year. After twelve months, a highly significant correlation coefficient was recorded at the 99% statistical probability level. The current annual increase (ICA) for forest in the variables height, basal diameter and crown diameter were: 1,63 m, 2,96 cm and 1,24 m respectively, while in boundary there was an ICA of 1,27 m, 1, 76 cm and 0,85 m for the aforementioned variables dominating healthy plants. The following data was recorded: a total cost of USD 176,75 and border USD 126,34 where the following activities are contemplated: land preparation, planting, first year management, technical assistance and contingencies.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

En el año 1990 la cobertura vegetal natural de Ecuador fue de 15'519.590 ha que representó el 62 % del territorio nacional. Para 2008 se redujo a 14'123.637 ha que representó el 57 % esta reducción de 5 % fue principalmente por el cambio de bosque nativo a pasturas o áreas agrícolas (Ministerio del Ambiente Ecuador [MAE], 2012). A pesar de que existen normas que regule el aprovechamiento de madera existe explotación de manera ilegal de los recursos provenientes del bosque (García, Parra y Mena, 2014).

En el cantón Cotacachi, se pierden 1301 hectáreas de bosque primario cada año (Periódico Intag, 2010), además los agricultores de la zona de Intag no cuenta con estudios de crecimiento inicial de *Alnus nepalensis* D. Don, que en el año de 1995 se introdujo esta especie a la zona de Intag en el marco del proyecto SUBIR y por ser una especie de uso múltiple los agricultores lo aceptaron con facilidad, por tal motivo se planteó realizar esta investigación. Según Añazco (1996) en la región sierra los agricultores optan por establecer bosquetes y árboles en lindero

Con el presente estudio se analizó el comportamiento inicial de aliso en las prácticas antes mencionadas, los resultados que se logró alcanzar permitirán que los pequeños y medianos agricultores tengan una base técnica y puedan optar por la mejor práctica. Ya que *Alnus nepalensis* ofrece un gran potencial en madera, combustible y recuperación de suelos degradados, a fin de reducir el impacto negativo al bosque nativo.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Determinar el crecimiento inicial de aliso (*Alnus nepalensis* D. Don) en dos prácticas agroforestales, establecidas en la Zona de Intag, Noroccidente del Ecuador.

1.1.2 Específicos

- Determinar la sobrevivencia de la especie en las dos prácticas agroforestales.
- Analizar el incremento corriente anual y el estado fitosanitario de las prácticas agroforestales.
- Determinar los costos de establecimiento y manejo del primer año en cada una de las prácticas agroforestales.

1.2 Preguntas directrices

- ¿La sobrevivencia de *Alnus nepalensis* se ve influenciada por las prácticas agroforestales?
- ¿Cuál es el incremento corriente anual de las variables dendrométricas analizadas en las prácticas agroforestales?
- ¿Las dos prácticas agroforestales tienen el mismo costo de establecimiento?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.1.1 Plan Nacional para el Buen Vivir 2017 - 2021

El presente estudio se enmarca en el objetivo, política y lineamientos estratégicos siguientes.

Objetivo 3. Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

Política 3.3. Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017).

2.1.2 Línea de investigación

El estudio se enmarca en la línea de investigación de la carrera “Desarrollo agropecuario y forestal sostenible”.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Agroforestería

Ospina (2006) menciona que es una técnica productiva y de conservación de la naturaleza, donde existen formas de manejo y aprovechamiento de sistemas agroforestales para obtener una producción biodiversa, libre de agroquímicos, predominio de saberes tradicionales, diversificación de paisajes, aprovechamiento adecuado de recursos naturales y técnicas de bajo impacto ambiental.

Mientras que González *et al.* (2007) indica que es el manejo que se le da a un área determinada en donde implica la combinación y la interacción de especies leñosas (árboles, arbustos) con no leñosas (cultivos agrícolas) y/o especies de animales, para establecer se debe conocer las condiciones socioculturales y socioeconómicas de la población.

Nair *et al.* como se citó en Ammour *et al.* (2012) estimaron un total de 823 millones ha en todo el mundo bajo sistemas agroforestales para producción de madera distribuidas así: 516 millones ha con sistemas silvopastoriles y 307 millones ha con otras prácticas agroforestales.

2.2.2 Ventajas de la agroforestería

Según Ospina (2006) menciona las siguientes ventajas:

- Mantenimiento y recuperación de la fertilidad del suelo.
- Disminuye el efecto de la erosión.
- Creación de microclimas que protegen animales y cultivos.
- Diversificación de la producción.
- Sustentabilidad económica, ambiental y social.

2.2.3 Componentes de agroforestería

Ospina (2006) en un sistema existe componentes (leñoso, no leñoso y animales) (*ver tabla 1*), además de interacciones ecológicas, y arreglo tiempo – espacio. Es importante rescatar los saberes tradicionales ya que son técnicas de bajo impacto ambiental.

Tabla 1

Componentes de un sistema agroforestal

Componente vegetal leñoso	Componente vegetal no leñoso	Componente animal
Árboles (madera, leña, fruta)	Cultivos agrícolas transitorios	Mamíferos
Arbustos (leña, fruta, forraje, etc.)	Cultivos agrícolas semipermanentes	Reptiles
Helechos arborescentes	Plantas silvestres	Aves
Gramíneas gigantes (guadua)		Peces
Cactus gigantes (en desiertos)		Insectos

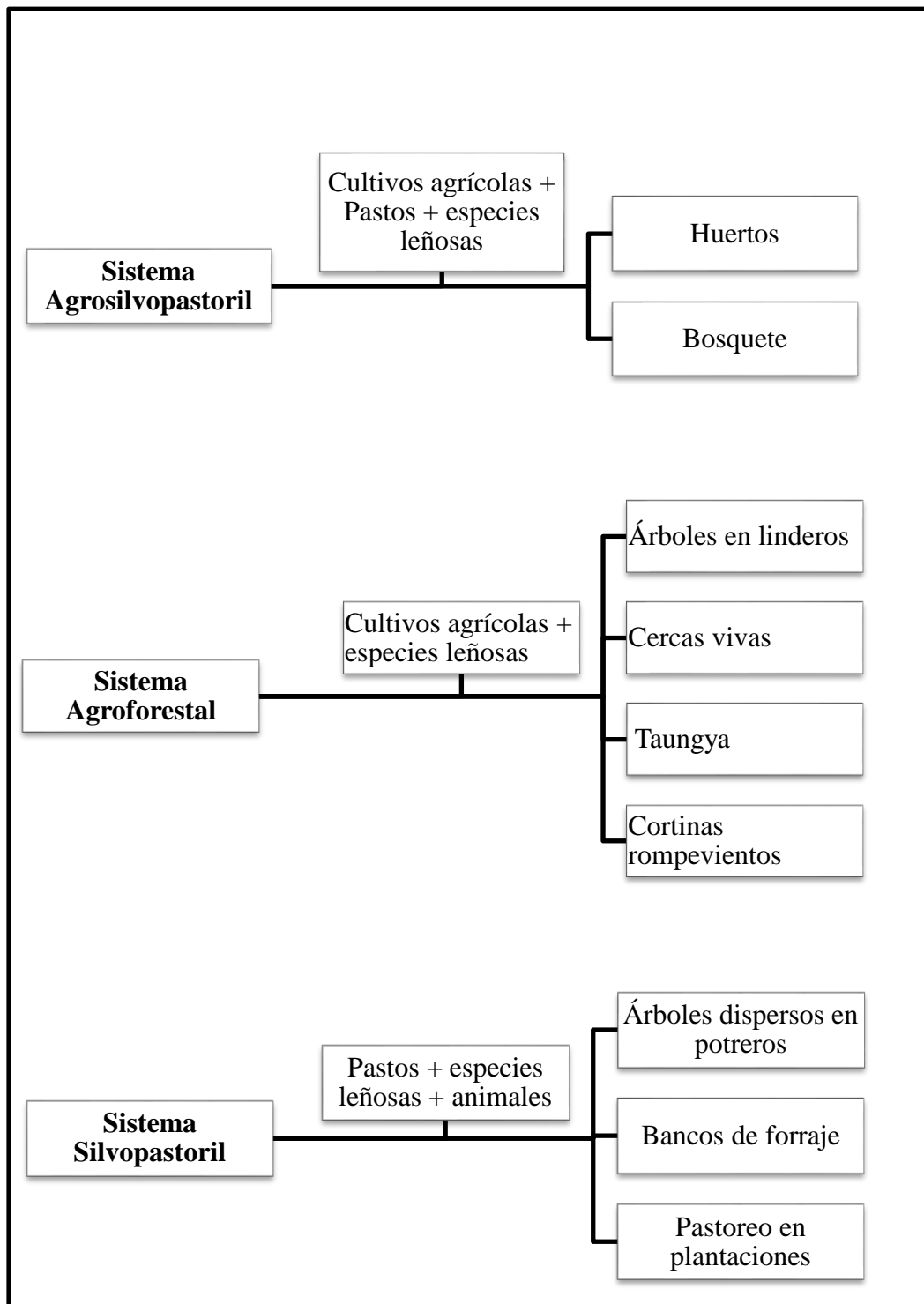
Fuente: Ospina (2006)

2.3 Clasificación de sistemas agroforestales

La clasificación debe realizarse mediante la asignación de categorías articuladas a sus componentes e interacciones, en donde las categorías de mayor jerarquía (sistema) contengan a las prácticas (Ospina, 2006).

Figura 2

Clasificación de sistemas agroforestales



Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

2.4 Árboles en linderos

Nair *et al.* como se citó en Ammour *et al.* (2012) un lindero es una línea de árboles que por lo general delimitan una propiedad interna o externamente y pueden estar asociados con cultivos agrícolas, pasturas y animales, sin embargo, no debe de confundirse con la práctica cercas vivas, pues éstas impiden el paso de animales.

La especie se elegirá según su valor comercial, además de un crecimiento rápido para disminuir costos de protección en una etapa juvenil y una copa no muy densa para que no proyecte sombra. El manejo silvicultural comprende: deshierbe, raleos podas, entre otros.

2.4.1 Ventajas y desventajas

Una ventaja según FAO (2001) menciona que se puede reducir la velocidad del viento hasta un 85 % en *Alnus acuminata*.

Según Beer como se citó en Ospina (2006) las ventajas y desventajas son las siguientes

- Delimitación clara de la finca.
- Producción de madera o frutos en áreas subutilizadas.
- Mejoramiento estético de la finca.
- Apto para pequeños agricultores.
- Reducción de la velocidad del viento

Desventajas:

- Costos iniciales de protección.
- Proyecta sombra a predios aledaños.

Carlson & Añaszo como se citó en Ospina (2006) menciona que en la Sierra Ecuatoriana las especies más utilizadas para linderos son las siguientes: *Alnus acuminata*, *Alnus nepalensis*, *Pinus radiata*, *Pinus patula*, *Cupressus*, *Prunus*, *Casuarina*.

2.5 Bosquete

Según Ospina (2006) se denominan también como lotes multipropósitos plantados o como resultado del manejo de regeneración natural de leñosas de uso artesanal o industrial de carácter tintóreo o tánico. Por lo general son áreas pequeñas, y su función principal es proveer leña, carbón vegetal, madera de distintos usos, además de los servicios ecosistémicos que éstos brindan; es una técnica de autoabastecimiento. La consideración técnica para ser incluidos en agroforestería es que estén en asocio con vegetación natural, pasto o cultivos agrícolas.

Lopez y Rocha (2007) menciona que en la Sierra Ecuatoriana se encuentran bosquetes principalmente de los géneros: *Alnus*, *Pinus*, *Acacia*, *Junglas*, *Cedrela*, *Eucalyptus*, *Cupressus*.

2.6 Criterios técnicos para la selección de especies leñosas en prácticas agroforestales

Existen algunos aspectos técnicos para la implementación adecuada de especies leñosas en las prácticas agroforestales (*ver anexo 1*).

2.7 Ubicación taxonómica

Familia:	Betulaceae
Nombre científico:	<i>Alnus nepalensis</i> D. Don
Nombres comunes:	Uti en Nepal, Piak en la India, aliso de Nepal en Ecuador.
Etimología:	Ramírez & Bustamante como se citó en Añazco, (1996) El nombre genérico de <i>Alnus</i> latín clásico para este género, <i>nepalensis</i> epíteto geográfico que alude a su localización en Nepal.

2.7.1 Descripción botánica

Alnus nepalensis es una especie caducifolia o semicaducifolia siendo una de las 35 especies que existen en el género *Alnus* a nivel mundial. Añazco (1996) menciona que tiene la capacidad de fijar nitrógeno gracias a la simbiosis radicular que se da por la acción de un actinomiceto del género *Frankia*.

Según Duke como se citó en Imaquingo y Naranjo (2010) es un árbol que puede llegar hasta los 30 m de altura y 60 cm de DAP, la corteza es verde oscuro o gris con presencia de lenticelas ordenadas de manera horizontal.

Orwa, Mutua, Kindt, Jamnadass (2009) las hojas son alternas, elípticas 6 - 20 cm de largo y de 5 - 10 cm de ancho, la superficie superior de la hoja es brillante de color verde oscuro, la parte inferior es pálida. Es una especie monoica. Los amentos masculinos son de color amarillo, 10 - 25 cm de largo y cuelgan en racimos al final de las ramas. Los amentos femeninos son mucho más cortos, erectos y leñosos, se producen en la ramificación lateral de las ramitas.

Según Duke como se citó en Imaquingo y Naranjo (2010) los frutos son de color marrón oscuro y de consistencia leñosa. Las semillas son de color marrón claro, circular y plana, con dos grandes alas membranosas, más de 2 mm de ancho, las semillas maduran de noviembre a marzo dependiendo de la localización geográfica.

2.7.2 Propagación

Según Napier (1989) en 1 kg puede existir entre 1,3 - 2,6 millones de semillas si es pura y se mantendrán viables por lo menos un año si son secadas y almacenadas correctamente.

Añazco (1996) menciona que a nivel de vivero las semillas empiezan a germinar a los tres días y a los ocho días todo está prácticamente terminando de germinar, a los siete meses se observa que la cantidad de raíces es mayor en número y longitud que *Alnus acuminata*. No requiere tratamiento pregerminativo, aunque humedecer la semilla por 12 horas acelera la germinación.

2.7.3 Ecología

Según Duke como se citó en Castillo (2012) el aliso crece a lo largo de toda la cordillera del Himalaya entre los 500 - 3000 msnm con precipitaciones que oscilan desde 500 – 2500 mm. Se encuentra de forma natural en bosque húmedo, o en climas templados, siendo una especie pionera crece bien a plena luz. Esta especie tiene un crecimiento lento en suelos erosionados o compactados pero crece bien en suelos húmedos.

En Ecuador dicha especie se encuentra en sitios con temperatura mínima anual de 4 °C, precipitación de 250 – 400 mm/año, en distintos pisos altitudinales 2000 - 2500 - 3300 msnm (Añazco, 1996).

2.7.4 Plagas y enfermedades

Sarango como se citó en Añazco (1996) el aliso es muy susceptible al ataque del gusano defoliador de hojas (*Lophocampa sp*), barrenador del tallo, saltón de hoja que chupa los brotes tiernos (*Aetalion sp*).

2.8 Dasometría

Jaramillo como se citó en Maigua (2014) menciona que es una rama de la Dasonomía es la ciencia que estudia la forma de medir alturas y diámetros de los árboles individuales y demás parámetros del bosque (frecuencia, dominancia Vol. IMA.).

2.9 Incremento corriente anual (ICA)

Segun Imaña Encinas (2008) incremento como tal es la manera de expresar el crecimiento en cualquier variable dendrométrica en función de un determinado periodo (días, meses, años). Mientras tanto ICA es el crecimiento ocurrido entre el inicio y el final de un periodo de 12 meses o dos años consecutivos. El mismo autor menciona que este crecimiento es conocido como crecimiento acumulado o simplemente como incremento anual (IA), correspondido a lo que el árbol creció en un año.

2.10 Incremento medio anual (IMA)

Este valor expresa la media del crecimiento total de una variable a cierta edad del árbol, el IMA es obtenido por la división del valor actual de alguna variable para la edad a partir del tiempo cero (Imaña y Encinas, 2008).

2.11 Crecimiento de los árboles

El crecimiento de los árboles puede ser medido a través del aumento a un valor mayor de una variable medible (altura, área basal, volumen, biomasa y otros) (Instituto Nacional De Bosques [INAB], 2014). Este crecimiento se refleja en el aumento de los tejidos (floema, xilema, parénquima, tallo) a través del tiempo en el cual se produce la división celular, elongamiento del meristema primario y engrosamiento de las células del meristema secundario. Imaña y Encinas (2008) otros factores que inciden directamente en el crecimiento son los factores climáticos, las características físicas y químicas del suelo (pedológicos), plagas o enfermedades, también se debe considerar acciones antrópicas como incendios.

2.11.1 Altura total

Es la distancia de manera vertical de un árbol a determinada edad desde un plano de referencia (suelo) con el punto deseado (ápice), este crecimiento se produce por la actividad de la yema apical o terminal a través de la división celular el cual se expresa en metros y es la modificación mas notoria del crecimiento especialmente en etapas juveniles (Imaña y Encinas, 2008).

2.11.2 Diámetro basal

Jaramillo como se citó en Maigua (2014) el diámetro es uno de los parámetros más importantes, sirve para determinar el área basal, volumen, crecimiento inicial y ésta es una dimensión lograda a una determinada edad en el fuste del árbol. Según Imaña y Encinas (2008) es denominado crecimiento secundario, por lo general el árbol crece primero en altura luego en diámetro, este crecimiento es influenciado por la actividad del cambium.

2.11.3 Diámetro de copa

Es el diámetro de la proyección de la copa sobre el suelo. Pocas veces tal proyección es circular, por lo que se debe medir dos diámetros a menara de cruz.

2.12 Materia Orgánica

La materia orgánica es esencial para la fertilidad y la buena producción forestal – agrícola, los suelos sin materia orgánica son suelos pobres y de características físicas inadecuadas para el crecimiento de las plantas.

El Bocashi es un abono orgánico con más contenido de materia orgánica 21,87 % pH: 7,66 N: 0,61 % P: 0,38%, K: 0,48 % resultado de un proceso de fermentación, su costo es inferior a un abono químico.

2.13 Investigaciones relacionadas

2.13.1 Comportamiento inicial de Aliso (*Alnus nepalensis* D. Don) y Cedro tropical (*Acrocarpus fraxinifolius*), asociados con brachiaria (*Brachiaria decumbens* Stapf) y pasto miel (*Setaria sphacelata*)

Según Imbaquingo & Naranjo (2010) los resultados de la investigación fueron los siguientes; Cuellaje presentó la mayor sobrevivencia con 100 %, mientras que San Luis obtuvo la menor con 85 % a los 12 meses de edad, probablemente debido a que el suelo presenta un alto grado de compactación y debido al ramoneo del ganado vacuno en el aliso.

Tuvieron un crecimiento en diámetro basal y altura a los doce meses de edad en el tratamiento A+B (*Alnus nepalensis* + *Brachiaria decumbens*) de 4,13 cm y 3,94 m, respectivamente fue el de mayor crecimiento, mientras el tratamiento A+S (*Alnus nepalensis* + *Setaria sphacelata*) con 154,77 cm, es el de mayor diámetro de copa.

2.13.2 Análisis del comportamiento del aliso (*Alnus nepalensis* D. Don), asociado con *brachiaria*, (*Brachiaria decumbens*), *pasto miel* (*Setaria sphacelata*) y pasturas en monocultivo.

Los resultados obtenidos por Castillo (2012), son los siguientes; la sobrevivencia de la especie *Alnus nepalensis* en los tratamientos establecidos en los diferentes sitios estudiados fue del 100%.

De las variables dasométricas evaluadas de *Alnus nepalensis*, se obtuvo un incremento de 5,47 cm en su diámetro basal; 4,25 cm de diámetro a la altura del pecho; 3,91 m en la altura total y 245,29 cm en el diámetro de copa, no se evidenció individuos torcidos ni bifurcados.

2.13.3 Construcción de modelos alométricos para la determinación de biomasa aérea en aliso de nepal (*Alnus nepalensis* D. Don) en la zona de Intag, andes del norte del Ecuador.

Una de las medidas más importantes para mitigar el cambio climático son las plantaciones forestales por ser uno de los mecanismos aceptados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) y porque los árboles cuando realizan la fotosíntesis capturan carbono. Para determinar la captura de Carbono (C) en las plantaciones forestales lo primordial es determinar la biomasa aérea. El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de generar modelos alométricos para la biomasa aérea del aliso de Nepal (*Alnus nepalensis* D. Don) a través del método destructivo de árboles. El estudio se condujo, en el sector La Delicia, parroquia Plaza Gutiérrez, cantón Cotacachi ubicado al noroccidente del Ecuador. Un total de nueve árboles fueron elegidos para el análisis. Se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP), el diámetro basal (Db), el ancho de copa (Ac) y altura total (Ht), variables independientes del modelo. Se apeó y seccionó al árbol en tres componentes: fuste, ramas y hojas. De cada componente se tomó 200 g para la determinación de materia seca y cálculo de la biomasa total, variable dependiente del modelo. Los modelos alométricos ajustados para predecir la biomasa aérea del aliso de Nepal fueron $B = -163,36 + 44,42 \ln (DAP \times DB)$ y $B = 37,157 + 1,75 \times 10^{-4} (DAP \times DB \times HT)$ los cuales mostraron altos coeficientes de determinación mayores a 0,93 y 0,90 respectivamente. Los modelos alométricos ajustados para esta especie podrán ser utilizados en condiciones similares a las del presente estudio para estimar la biomasa aérea de manera confiable.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del sitio

3.1.1 Política

El estudio se realizó en el sector Conralá, parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, ubicado a 55 km al sur - este del cantón Ibarra provincia de Imbabura.

3.1.2 Geográfica

El sector de Conralá se encuentra a $-78^{\circ} 31' 49''$ de longitud W, $0^{\circ} 20' 51''$ de latitud N, a 1620 msnm (*Ver figura 3 - anexo 2*).

3.1.3 Límites

Al norte con la provincia de Esmeraldas y parroquia Cuellaje, al sur con las parroquias Vacas Galindo y García Moreno, al este con las parroquias Apuela y Vacas Galindo y al oeste con la parroquia García Moreno. La propiedad limita al norte con camino público y propiedad de Dario Cevallos, al sur con vía Aguagram, al este con propiedad de Dario Cevallos y al oeste con vía pública.

3.2 Datos climáticos

La temperatura media anual es de $17,50^{\circ}\text{C}$, la precipitación promedio anual es de 1500 mm, los meses más lluviosos son de diciembre a mayo, mientras que los meses de menor precipitación comprenden junio y noviembre (PDOT GAD Peñaherrera, 2015).

3.3 Materiales, equipos e insumos

Los materiales equipos e insumos que se utilizaron en el desarrollo de la investigación fueron:

3.3.1 Materiales

- Cinta métrica.
- Flexómetro.
- Calibrador.
- Pala hoyadora.
- Machete.
- Útiles de escritorio.

3.3.2 Equipos

- Equipo informático.
- GPS.
- Cámara fotográfica.

3.3.3 Insumos

- Plantas de *Alnus nepalensis*.
- Bocashi (Abono orgánico).

3.4 Metodología

3.4.1 Prácticas agroforestales

3.4.1.1 *Ubicación de las prácticas*

Las prácticas se desarrollaron en los predios de propiedad del señor Eduardo Cevallos y fueron establecidas en febrero del 2016, siguiendo la metodología de Añazco (1996) la cual comprende las siguientes actividades: preparación del terreno, plantación, mantenimiento, asistencia técnica y administración.

3.4.1.2 Diseño de las prácticas

3.4.1.2.1 Bosquete

El bosquete fue establecido con 50 plantas en sistema tres bolillo a una distancia de 4 x 4 m (Ver figura 2), para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Su}{(m \times m) \times 0,866}$$

Fuente: Comisión Nacional Forestal (2010)

Donde:

- n** = Número de plantas.
- Su** = Superficie del campo en metros cuadrados.
- m x m** = Distancia entre plantas.
- 0,866** = Coeficiente ya calculado.

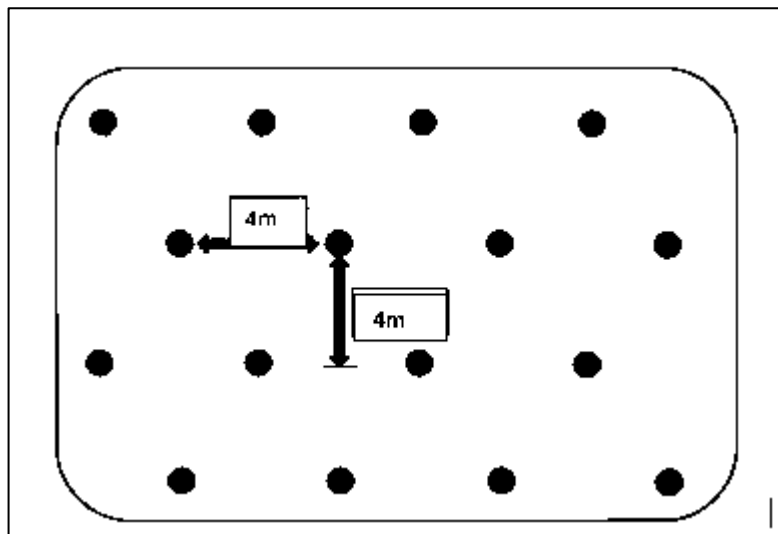


Figura 2. Diseño de bosquete

Elaborado por. Danilo Geovanny Arteaga Velasco

3.4.3 Recopilación de datos

Se tomó datos cuando se estableció la plantación, posteriormente a los 3, 6, 9 y 12 meses para todas las variables en estudio: sobrevivencia, altura, diámetro basal y diámetro de copa.

3.4.3.1 Sobrevivencia

La sobrevivencia fue determinada en base a la relación entre el número de plantas vivas y el número de plantas establecidas y se utilizó la metodología propuesta por Centeno (1993) para determinar la categoría reflejado por el porcentaje de sobrevivencia (*ver tabla 2*).

$$S\% = \frac{\text{Número de árboles vivos}}{\text{Número de árboles plantados}} \times 100$$

Fuente: Valenzuela Fabricio (2014).

Tabla 2

Categoría para la evaluación de la sobrevivencia de las plantas.

Categoría	Porcentaje de sobrevivencia
Muy bueno	80 – 100%
Bueno	60 – 79%
Regular	40 – 59%
Malo	< 40%

Fuente: Centeno (1993)

3.4.4.2 Incremento corriente anual (ICA)

Para determinar dicho incremento se empleó la ecuación de Imaña & Encinas (2008), que matemáticamente puede definirse como la diferencia de mediciones de alguna variable dasométrica como Dap y altura.

$$\text{ICA} = Y_{(t+1)} - Y_{(t)}$$

Donde:

ICA= Incremento corriente anual

$Y_{(t+1)}$ = Segunda dimensión de la variable considerada.

$Y_{(t)}$ = Medición inicial de la variable considerada.

3.4.3.3 Diámetro basal

Para cumplir la medición de esta variable con un calibrador pie de rey se realizó la medición en el punto de referencia y éste fue una estaca a 30 cm del suelo. Dicho punto ayudó a evitar tener datos sesgados por deslizamiento de tierra u otro material.

3.4.3.4 Altura

Con la ayuda de una regla graduada (5 m) se determinó el incremento en altura desde el punto de referencia (estaca a 30 cm) hasta el ápice.

3.4.3.5 Diámetro de copa

Se realizó una observación de manera directa y con la ayuda de una cinta métrica se tomó dos mediciones, para luego calcular un diámetro promedio.

3.4.3.6 Estado fitosanitario

Se utilizó la metodología propuesta por Murillo y Camacho (1997) en donde se realizaron observaciones cualitativas y los datos se tabularon en base a la siguiente información, (*ver tabla 3*).

Tabla 3*Variables del estado fitosanitario*

N°	Calidad	Parámetros
1	Sano	Plantas sin evidencia de problemas.
2	Aceptablemente sano	Plantas que presenten problemas fitosanitarios siempre y cuando no superen el 50% del follaje. Pérdida del eje dominante, pérdida del follaje en más del 50%, pudriciones, caídas de ramas, torcida, bifurcada.
3	Enfermo	Pérdida del eje dominante, pérdida del follaje en más del 50%, pudriciones, caídas de ramas, torcida, bifurcada.
4	Muerto	Planta ausente o muerta en pie.

Fuente: Murillo & Camacho (1997)

3.4.4 Determinación de costos

Para determinar costos de establecimiento y manejo del primer año para las prácticas bosque y lindero se empleó la metodología de Añazco (1996) en donde registraron todas las actividades además de insumos y para determinar el valor de un jornal se manejó el salario de un trabajador agrícola del año 2016 que fue de \$ 367,83 dólares americanos, más los beneficios de ley. En el *anexo 4* se detallan las actividades que se realizó en el establecimiento y manejo del primer año.

Mientras que para calcular la depreciación de las herramientas usadas en la investigación se utilizó el método de línea recta que fue tomado de Boletín de negocios y finanzas (2007).

$$D = \frac{C - S}{n}$$

Donde:**C=** Costo inicial**S=** Valor de salvamento**n=** vida útil

3.4.5 Estimadores estadísticos

Los estimadores estadísticos fueron tomados de Aguirre & Vizcaíno (2010) (*ver tabla 4*).

Tabla 4

Estimadores estadísticos

Medida estadística	Fórmula
Media	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$
Varianza	$S^2 = \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 / n}{n-1}$
Desviación estándar	$S = \sqrt{S^2}$
Coefficiente de variación	$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$
Error estándar de la media	$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$
Covarianza	$C_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i) / n}{n-1}$
Correlación	$r = \frac{C_{xy}}{\sqrt{S_x^2 \times S_y^2}}$
Prueba de “t” de Student	$t_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{x_c}}$

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la investigación se analizaron e interpretaron en función de los objetivos específicos.

4.1 Supervivencia de la especie en las dos prácticas agroforestales

A los 12 meses de edad bosquete alcanzó una supervivencia del 90 % correspondiente a 45 plantas vivas mientras que lindero logró 69,20% equivalente a 18 plantas (ver gráfico 1).

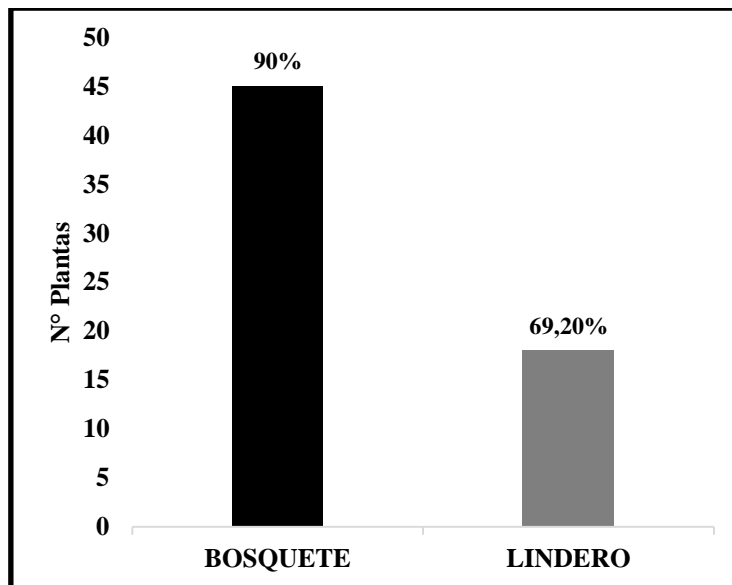


Gráfico 1. Supervivencia.

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

De acuerdo a Centeno (1993) una supervivencia muy buena corresponde entre el 80 al 100%, hay que mencionar que la práctica de bosquete se encuentra en esta categoría, el mismo autor menciona que valores entre el 60 y 79 % es considerada una supervivencia buena y la práctica lindero ingresa a dicha categoría, este valor es menor debido a que la práctica árboles en lindero fue afectada por un incendio forestal ocurrido a los nueve meses, sin embargo, dicha práctica tenía a las 8 meses de edad una supervivencia de 84,60 %.

Las condiciones ambientales en este estudio tales como: precipitación, altitud y temperatura, posiblemente no fueron muy favorables para el desarrollo de la especie, de igual manera presumiblemente influyó la época de plantación por presentar valores menores de sobrevivencia a los sitios estudiados por Imbaquingo y Naranjo (2010) (*ver tabla 5*). Es importante mencionar que el resultado del análisis de suelo en este estudio presentó buenas características en lo referente a materia orgánica, macro y micro elementos, pH (neutro) (*Ver anexo 3*).

Tabla 5

*Sobrevivencia de *Alnus nepalensis* en investigaciones relacionadas*

Investigador	Sistema	Sobrevivencia	Sitio	Altitud (msnm)	Precipitación (mm/año)	T. Prom (°C)
		100 %	Cuellaje San Joaquín	1970	1797,20	17,00
Imbaquingo y Naranjo	Sistema silvopastoril <i>Alnus nepalensis</i> - <i>Brachiaria decumbens</i>	85 %	Selva Alegre San Luis	1654	2191,40	18,10
		100 %	Selva Alegre Quininde Talacos	1734	2191,40	18,10
El presente estudio	Bosquete Lindero	90 % 69,20%	Peñaherrera Conrala	1600	1500,00	17,50

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

4.2 Incremento corriente anual

El incremento corriente anual (ICA) para bosqueque en las variables altura, diámetro basal y diámetro de copa fueron: 1,63 m, 2,96 cm y 1,24 m respectivamente, mientras que en lindero existió un ICA de 1,27 m, 1,76 cm y 0,85 m para las variables antes mencionadas (ver gráfico 2).

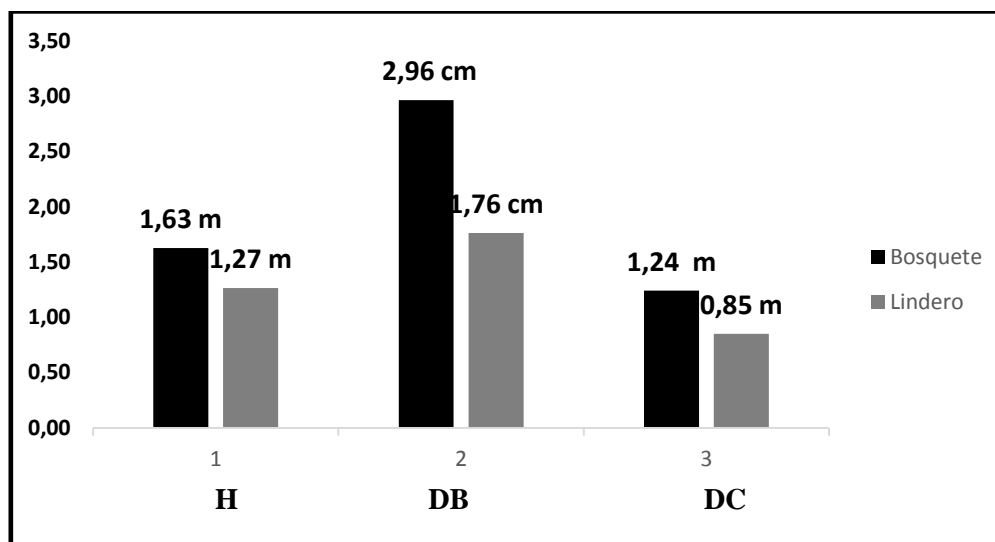


Gráfico 2. Incremento corriente anual.

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

En la tabla N° 6 se presenta valores de IMA (Incremento medio anual) para *Alnus nepalensis* analizado por algunos investigadores, en la que se visualiza diferencias aproximadamente del 100 % con este estudio en las variables altura y diámetro basal las cuales se probablemente se pueda atribuir a las condiciones ambientales principalmente la precipitación y altitud además de factores internos (genética de la planta), adicional a esto la práctica lindero presentó menor crecimiento por estar bajo sombra de árboles frutales adyacentes.

Tabla 6*IMA de investigaciones relacionadas*

Investigador	Práctica	H (m)	IMA		Sitio
			DB (cm)	DC (m)	
España (2016)	Plantación pura	3,24	5,59	1,82	Plaza Gutierrez - La Delicia
		4,14	4,95	1,41	Cuellaje - San Joaquín
		4,54	4,58	1,38	Selva Alegre - San Luis
Imbaquingo y Naranjo (2010)	Sistema silvopastoril <i>Alnus nepalensis</i> - <i>Brachiaria decumbens</i>	3,14	2,87	1,55	Selva Alegre - Quinde Talacos
En este estudio	Bosquete	1,63	2,96	1,24	Peñaherrera -
	Lindero	1,27	1,76	0,85	Conralá

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

La tendencia de crecimiento es lineal (*ver gráfico 3*) el cual es característico de crecimiento inicial; en donde se puede visualizar la variable altura y diámetro de copa crecen similares hasta el sexto mes tanto en bosque y lindero, luego se evidencia que la práctica lindero presenta una inflexión, mientras en la variable diámetro basal crecen similares solamente hasta el tercer mes y de igual manera la práctica lindero presenta una inflexión.

Dicho comportamiento en la práctica lindero presumiblemente se debe a la sombra que recibe de árboles adyacentes, además del estrés causado por agentes antrópicos en este caso un incendio forestal.

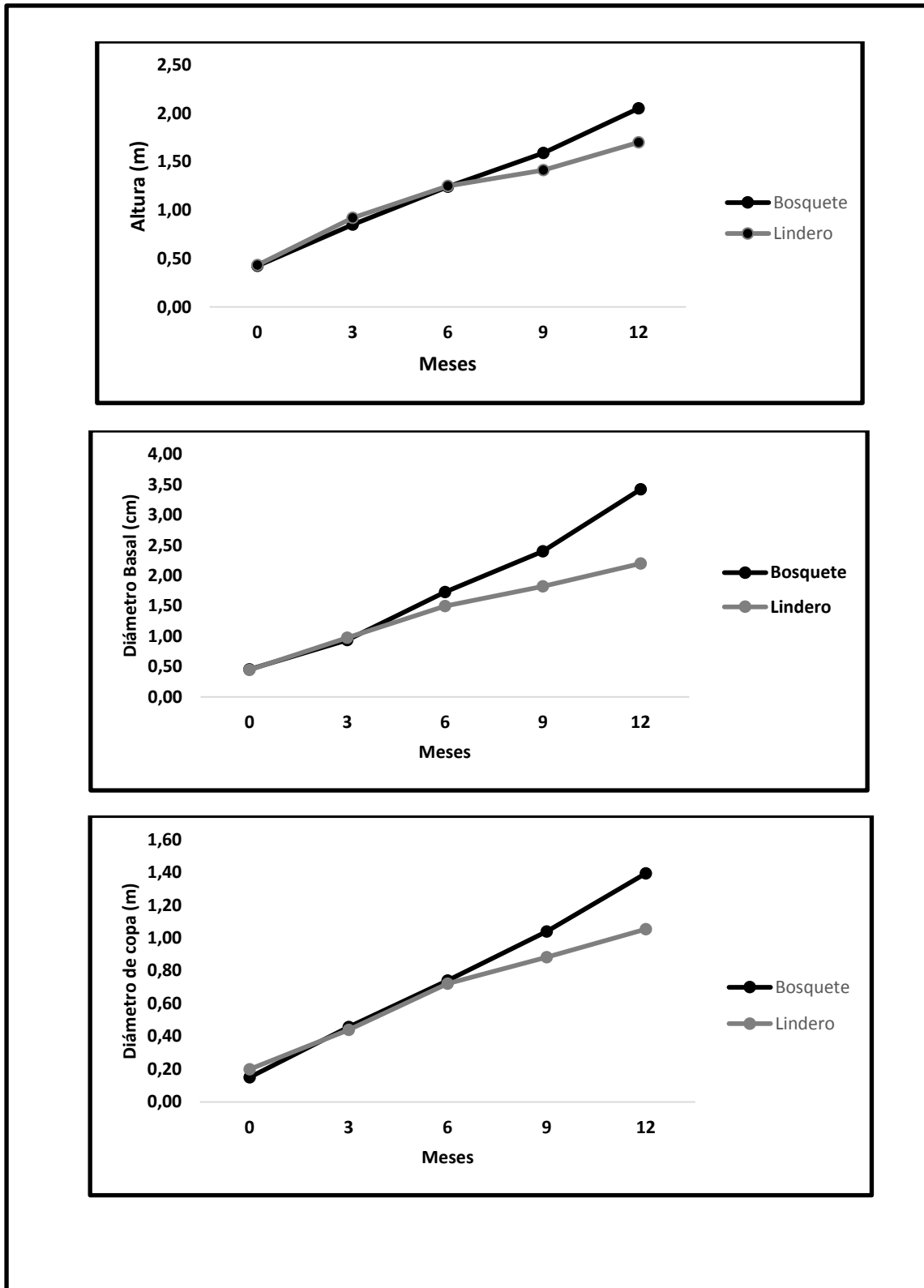


Gráfico 3. Tendencia de crecimiento.

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

Al realizar el análisis de correlación (*ver tabla 7*) entre las variables dasométricas, altura total – diámetro basal, diámetro basal – diámetro de copa, altura total – diámetro de copa, tanto en bosquete como para lindero se registraron coeficientes de correlación altamente significativos al nivel de 99 % de probabilidad estadística, por lo que se puede deducir que existe crecimiento proporcional en las variables antes mencionadas. Al igual que Imbaquingo y Naranjo (2010) registraron resultados altamente significativos al 99 % de probabilidad estadística para las variables altura, diámetro basal y diámetro de copa.

Tabla 7
Análisis de correlación

Práctica	Variables	r	Significancia	95%	99%
Lindero	HT VS DB	0,995125954	**	0,811	0,959
	DB VS DC	0,999486538	**		
	HT VS DC	0,992717264	**		
Bosquete	HT VS DB	0,993641219	**	0,811	0,959
	DB VS DC	0,995637646	**		
	HT VS DC	0,999501758	**		

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

4.3 Estado fitosanitario

De las observaciones cualitativas realizadas se obtuvo, para bosquete 88 % plantas sanas de un prendimiento del 90 %; mientras en lindero de una sobrevivencia de 69,20 % existió un porcentaje de 65,30 de plantas sanas.

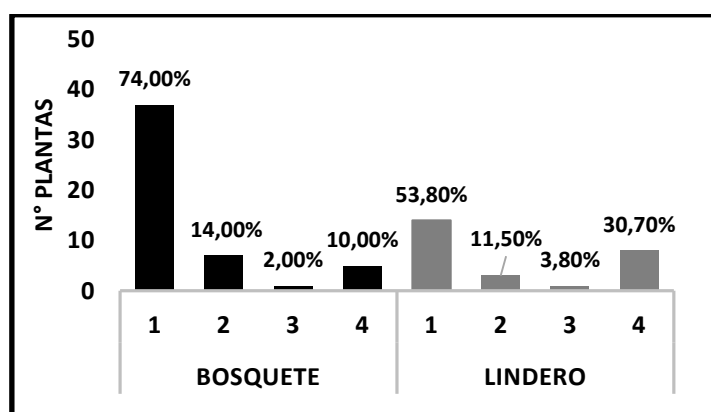


Gráfico 4. Estado fitosanitario.

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

Estos resultados se podrían atribuir a la buena calidad de la semilla (factores genéticos) y el buen manejo en el vivero (calidad de la planta), que bien son los factores más importantes para el éxito de la plantación, existiendo un porcentaje muy bajo de solo el 2 % de plantas enfermas en la práctica bosque, y para lindero el porcentaje de 3,80% de plantas enfermas. Imbaquingo y Naranjo (2010) al igual que en este ensayo no registraron presencia de plagas y enfermedades durante el periodo de investigación.

4.4 Costos de las prácticas

En la práctica bosque se registró un costo total de \$ 176,75 dólares americanos y en la práctica lindero un total de \$ 126,34 dólares americanos donde se contemplan las siguientes actividades: preparación del terreno, plantación, manejo del primer año, asistencia técnica e imprevistos (*ver anexo 4 –5*).

Imbaquingo y Naranjo (2010) registraron un costo de \$ 947,60 dólares americanos para una hectárea en sistema silvopastoril, en donde además de las plántulas existió un costo adicional de pasto (material vegetativo) y cercado con alambre de púa. En el presente ensayo en la práctica bosque cubre un área de 700m² y en la práctica lindero 100 metros lineales, para tener una referencia mayor se extrapoló a una hectárea con los rubros que permiten hacer esta función y el resultado fue para bosque \$ 701,92 dólares americanos y para lindero \$ 299,00 dólares americanos (*ver anexo 6 – 7*). Coincidiendo con MAGAP (2014) que en el programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales, en la región sierra y para *Alnus acuminata* a una densidad de 625 árb/ha (4x4) determinó un costo de \$ 710,00 dólares americanos por concepto de establecimiento y manejo del primer año.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- La sobrevivencia de *Alnus nepalensis* D. Don en la práctica bosque fue de 90 % mientras que en la práctica lindero fue de 69,20%.

- El incremento corriente anual para las variables evaluadas fueron: para altura: 1,63 m - 1,27 m, diámetro basal: 2,96 cm - 1,76 cm, diámetro de copa: 1,24 m - 0,85 m en las prácticas de bosque y lindero respectivamente.

- En las prácticas de bosque y lindero no se registró presencia de plagas y enfermedades durante la investigación.

- Los costos de establecimiento y manejo del primer años para bosque fue de \$ 176,75 dólares americanos en 700 m², y lindero de \$ 126,34 dólares americanos, en 100 metros lineales.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Difundir los resultados de la presente investigación a instituciones públicas y privadas para que fomenten plantaciones comerciales con dicha especie.

- Se propone realizar este tipo de investigaciones en áreas más extensas, como una hectárea, para evitar extrapolar costos.

- Seguir con investigaciones de la especie para dar seguimiento de su comportamiento en los posteriores años.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, C., & Vizcaíno, M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra: Universitaria.
- Ammour, T. Lóez, A. Andrade, H. Ordoñez, Y. Beer, J. Orozco, L. Somarriba, E. (2012). *Producción de madera en sistemas agroforestales en Centroamérica*. Turrialba: CATIE.
- Añazco, M. (1996). *El Aliso*. Quito.
- Castillo, N. (2012). *Análisis del comportamiento del aliso *Alnus nepalensis* D. Don, asociado con *brachiaria* *Brachiaria decumbens* Staff y pasto miel *Setaria sphacelata* (Schumach) Staff & C. E. Hubb y pasturas en monocultivo*. Ibarra - Universidad Técnica del Norte.
- Comisión Nacional Forestal. (2010). *Prácticas de reforestación Manual Básico*. Guadalajara: Marketing Group.
- Centeno, M. (1993) *Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua*. Managua, Nicaragua.
- Cuenta del desafío del milenio (2007) *Boletín de negocios y finanzas*. Honduras.
- Editores. (22 de Septiembre de 2010). Se analizan los bosques Inteños. *Periódico Íntag*.
- España, R. (2016). *Construcción de modelos alométricos para la determinación de biomasa aérea en aliso de nepal (*Alnus nepalensis* D. Don) en la zona de Intag, Andes del norte del Ecuador*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- GAD Peñaherrera (2015) *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. S.E
- García, M., Parra, D., y Mena, P. (2014). *El país de la biodiversidad Ecuador*. Quito: Fundación Botánica de los Andes y Fundación EcoFondo.
- Gonzales, E., y López, A. (2006). *Estudio de sobrevivencia y crecimiento de cinco especies forestales en la finca el plantel*. Nicaragua.
- Imaña, E. & Encinas, B. (2008) *Epidometría forestal*. Brazil. Edikapas C.A.

- Instituto Nacional de Bosques (2014) *Dinámica de crecimiento y productividad de 28 especies forestales en plantaciones de Guatemala*. Guatemala. INAB
- Imaquingo y Naranjo (2010) *Comportamiento inicial de Aliso (Alnus nepalensis D. Don) y Cedro tropical (Acrocarpus fraxinifolius), asociados con brachiaria (Brachiaria decumbens Stapf) y pasto miel (Setaria sphacelata)*. Ibarra - Universidad Técnica del Norte.
- López, M., Rocha, L., (2017) *Sistemas agroforestales*. Managua, Nicaragua - Universidad Nacional La Agraria.
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Linea Base de Deforestación del Ecuador Continental*. Quito - Ecuador.
- Maigua, P. (2014). *Cuantificación de biomasa mediante un estudio dendrométrico en cultivo de ciruelo, en la Granja experimental La Pradera* . Ibarra. Universidad Técnica del Norte.
- Murillo, O., & Camacho, P. (1997). *Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones*. Costa Rica.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2014). *Programa de incentivos para la reforestación con fines comerciales*. Guayaquil - Ecuador.
- Orwa, C. Mutua, A. Kindt, R. Jamnadass, R. (2009). *Agroforestry Database 4*.
- Ospina, A. (2006). *Agroforestería Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal*. Santiago de Cali: Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2001) *Estado actual de la información sobre árboles fuera del bosque*. FAO
- Santa, C. (1998) *Proyecto de manejo forestal sostenible*. Bolivia.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2017) *Plan nacional de desarrollo 2017 - 2021*. Quito - Ecuador: SENPLADES.

CAPITULO VIII

ANEXOS

Anexo 1.

Criterios técnicos para la selección de especies leñosas en tecnologías agroforestales

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	X	X	X	X													X
B				X								X	X		X		X
C	X	X	X	X								X					X
D	X	X		X	X	X	X		X			X	X				X
E	X			X	X	X											X
F	X				X	X	X				X	X		X			X
G	X		X	X	X		X					X	X		X		X
H				X	X	X		X		X	X	X	X		X		X
I	X	X	X	X	X		X										X
J	X	X	X	X	X				X	X							X
K		X		X		X						X		X		X	X
L	X	X			X							X	X				X
M	X	X		X								X					X
N	X	X										X	X		X		X
Ñ	X			X	X			X	X		X		X	X	X		X
O	X			X	X								X	X			X
P	X			X	X				X			X	X	X			X
Q													X		X	X	X

Fuente: Agroforestería (Ospina 2006).

Donde:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> A. Cerca viva. B. Árboles en linderos. C. Barrera rompe vientos. D. Árboles en contornos o terrazas. E. Tiras de vegetación en contorno. F. Árboles en pasturas. G. Árboles en cultivos transitorios. H. Árboles en cultivos permanentes. I. Banco de proteína. J. Cultivos en fajas. K. Huerto de plantación frutal. L. Lote multipropósito. M. Sistema taungya. N. Entomoforestería. | <ul style="list-style-type: none"> 1. Rápido crecimiento 2. Alta sobrevivencia luego del trasplante. 3. Alta capacidad de rebrote. 4. Sistema radicular profundo. 5. Hábil fijadora de N atmosférico. 6. No reproducirse sin control. 7. Generar poca sombra. 8. Producir abundante hojarasca. 9. Alta producción de follaje. 10. Hojas pequeñas. 11. Hojarasca de rápida descomposición. 12. No ser quebradizos. 13. Generar varios productos. 14. No tener corteza apetecible para los animales. |
|---|--|

Ñ. Sistema de chagras y tapado.

15. Tener larga vida.

O. Rastrojo o barbecho.

16. Tener abundante producción de frutos.

P. Acuaforestería

17. No presentar efectos alelopáticos nocivos.

Q. Huerto familiar.

Anexo 2.

Ubicación del sitio

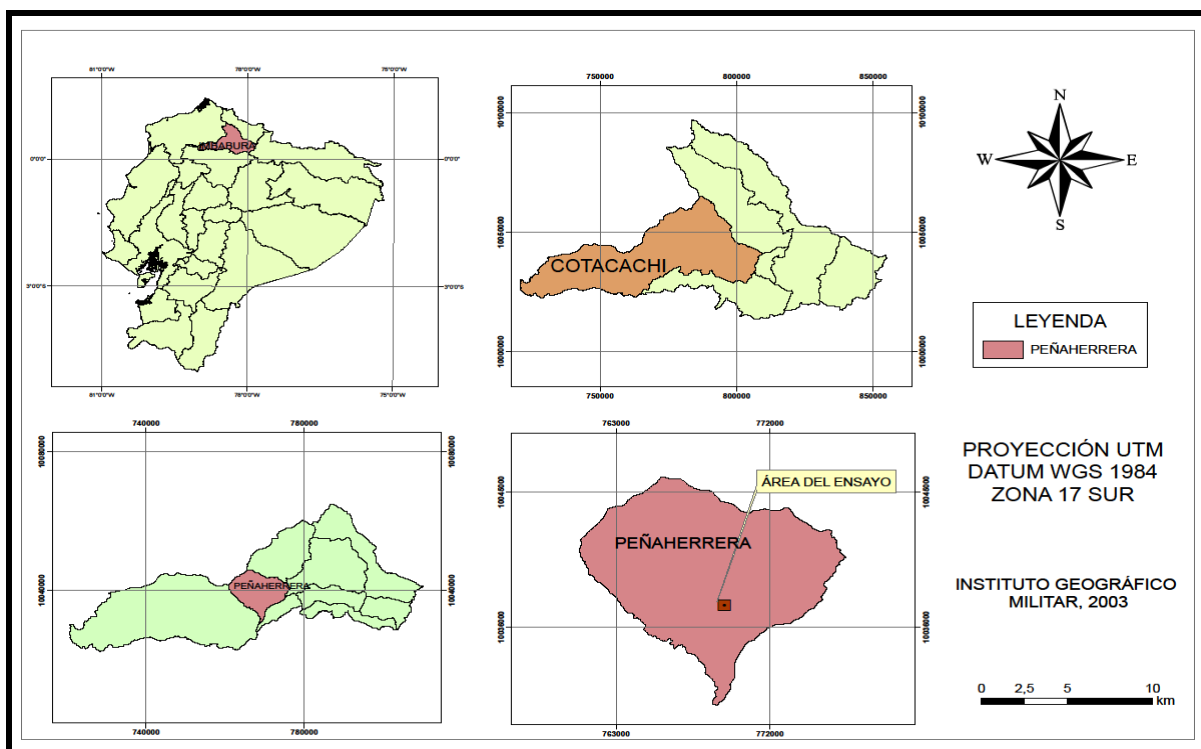


Figura 3. Mapa de ubicación del estudio

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

Anexo 3.

Análisis de suelo

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E17-1164
 Fecha emisión Informe: 20/07/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Danilo Arteaga / Agrocalidad Imbabura

Dirección: La Libertad

Provincia: Carchi

Cantón: Espejo

Teléfono: 0990448853

Correo Electrónico:
 arteagadanilo2706@gmail.com

N° Orden de Trabajo: 10-2017-020

N° Factura/Documento: 2939

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: ----	
Provincia: Imbabura	X: ----
Cantón: Cotacachi	Coordenadas: Y: ----
Parroquia: Peñaherrera	Altitud: ----
Muestreado por: Danilo Arteaga	
Fecha de muestreo: 05-07-2017	Fecha de inicio de análisis: 07-07-2017
Fecha de recepción de la muestra: 07-07-2017	Fecha de finalización de análisis: 20-07-2017

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-1415	M1	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,40
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	5,85
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,29
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	26,5
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,15
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	11,52
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	2,76
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	219,6
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	13,05
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	7,02
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	2,29

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	<1,0	0-0,15	0-10,0	<0,2	<1,0	<0,33	0-20,0	0-5,0	0-1,0	0-3,0
MEDIO	1,0-2,0	0,16-0,3	11,0-20,0	0,2-0,38	1,0-3,0	0,34-0,66	21,0-40,0	6,0-15,0	1,1-4,0	3,1-6,0
ALTO	>2,0	>0,31	>21,0	>0,4	>3,0	>0,66	>41,0	>16,0	>4,1	>6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6-6,4	6,5-7,5	7,6-8,0	8,1




AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO

**LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 TUMBACO - ECUADOR**

Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliar y Aguas

Parámetro	Unidad	Resultado	Unidad	Resultado
MO	%	1,0		
N	%	0,16		
P	mg/kg	11,0		
K	cmol/kg	0,2		
Ca	cmol/kg	1,0		
Mg	cmol/kg	0,34		
Fe	mg/kg	21,0		
Mn	mg/kg	6,0		
Cu	mg/kg	1,1		
Zn	mg/kg	3,1		

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

Anexo 4.*Costo de establecimiento y manejo del primer año en bosque, sistema tres bollilo*

Actividades	Unidad de medida	# Jornales	Costo/Jornal USD	Costo total USD
1.- Preparación del terreno				
a. Limpia	Jornal	1,00	17,33	17,33
b. Señalamiento	Jornal	1,00	17,33	17,33
c. Hoyado	Jornal	1,00	17,33	17,33
d. Depreciación de herramientas				17,50
Subtotal		3,00		69,49
2.- Plantación				
a. Número de plántulas	50 plantas		0,20	10
b. Transporte	30 km		1,00	30
c. Distribución de plántulas	Jornal	0,10	17,33	1,73
d. Plantación	jornal	1,00	17,33	17,3
e. Fertilización	0,5 qq		20,00	10,00
Subtotal		1,1		69,06
3.- Mantenimiento				
j. Coronamiento (3/año)	Jornal	1,00	17,33	17,33
Subtotal		1,00		17,33
4.-Asistencia técnica				12,46
Subtotal				12,46
5.-Imprevistos				8,41
Subtotal				8,41
TOTAL		5,10		176,75

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

Anexo 5.

Costo de establecimiento y manejo de primer año en lindero

Actividades	Unidad de medida	# Jornales	Costo/Jornal USD	Costo total USD
1.- Preparación del terreno				
a. Limpia	Jornal	0,50	17,33	8,67
b. Señalamiento	Jornal	0,50	17,33	8,67
c. Hoyado	Jornal	0,50	17,33	8,67
d. Depreciación de herramientas				17,50
Subtotal		1,50		43,51
2.- Plantación				
e. Número de plántulas	26 PLANTAS		0,20	5,20
f. Transporte	30 km		1,00	30,00
g. Distribución de plántulas	Jornal	0,10	17,33	1,73
h. Plantación	Jornal	0,50	17,33	8,67
i. Fertilización	0,25 qq			5,00
Subtotal		0,60		50,60
3.- Mantenimiento				
j. Coronamiento (3/año)	Jornal	1,00	17,33	17,33
Subtotal		1,00		17,33
4.-Asistencia técnica	8,00%			8,90
Subtotal				8,90
5.-Imprevistos	5,00%			6,00
Subtotal				6,00
TOTAL		3,10		126,34

Elaborado por: Danilo Geovanny Arteaga Velasco

Anexo 6.*Costo de establecimiento y manejo de primer año en una hectárea para bosquete*

Actividades	Unidad de medida	# Jornales	Costo/Jornal USD	Costo total USD
1.- Preparación del terreno				
a. Limpia	Jornal	3,00	17,33	51,99
b. Señalamiento	Jornal	3,00	17,33	51,99
c. Hoyado	Jornal	3,00	17,33	51,99
d. Depreciación de herramientas			17,50	17,50
Subtotal		9,00		173,47
2.- Plantación				
a. Número de plántulas	721		0,20	144,2
b. Transporte	30 km		1,00	30,00
c. Distribución de plántulas	Jornal	1,00	17,33	17,33
d. Plantación	jornal	3,00	17,33	52,00
e. Fertilización	7,5 qq			150,00
Subtotal		4,00		393,52
3.- Mantenimiento				
a. Coronamiento	Jornal	3,00	17,33	51,99
Subtotal		3,00		51,99
4.-Asistencia técnica	8,00%			49,50
Subtotal				49,50
5.-Imprevistos	5,00%			33,42
Subtotal				33,42
TOTAL		16,00		701,92

Anexo 7.*Costo de establecimiento y manejo de primer año de una hectárea para lindero*

Actividades	Unidad de medida	# Jornales	Costo/Jornal USD	Costo total USD
1.- Preparación del terreno				
a. Limpia	Jornal	2,00	17,33	34,66
b. Señalamiento	Jornal	2,00	17,33	34,66
c. Hoyado	Jornal	2,00	17,33	34,66
d. Depreciación de herramientas			17,50	17,50
Subtotal		6,00		121,48
2.- Plantación				
e. Número de plántulas	101		0,20	20,20
f. Transporte	30 km		1,00	30,00
g. Distribución de plántulas	Jornal	1,00	17,33	17,33
h. Plantación	jornal	1,00	17,33	17,3
i. Fertilización	2 qq			40,00
Subtotal		2,00		124,86
3.- Mantenimiento				
j. Coronamiento	Jornal	1,00	17,33	17,33
Subtotal		1,00		17,33
4.-Asistencia técnica	8,00%			21,10
Subtotal				21,10
5.-Imprevistos	5,00%			14,24
Subtotal				14,24
TOTAL		9,00		299,00

Anexo 6.

Ilustraciones



Medición altura



Medición diámetro basal



Medición diámetro de copa



Incendio ocurrido a los 9 meses de edad en la práctica lindero



Bosquete



Árboles en lindero

Anexo 7

Lista de abreviaturas.

MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador.
DAP	Diámetro a la altura del pecho.
H	Altura.
DB	Diámetro basal.
DC	Diámetro de copa.
ICA	Incremento corriente anual.
IMA	Incremento medio anual.
INAB	Instituto Nacional de bosques.
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.