



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo para la obtención del
título de Ingeniera Forestal**

**“DETERMINACIÓN DEL IMPACTO FORESTAL DEL ALISO (*Alnus
acuminata* HBK), ASOCIADO A CULTIVOS DE CICLO CORTO CON Y
SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA EL CARMELO PROVINCIA
DEL CARCHI”**

AUTORA

Cindy Johanna Arciniegas Rosero

DIRECTORA

Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja

**IBARRA - ECUADOR
2017**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

"DETERMINACIÓN DEL IMPACTO FORESTAL DEL ALISO (*Alnus acuminata* HBK), ASOCIADO A CULTIVOS DE CICLO CORTO CON Y SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA EL CARMELO PROVINCIA DEL CARCHI"

Trabajo de Titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERA FORESTAL

APROBADO

Ing. María Isabel Vizcaino Pantoja,
Directora de Trabajo de Titulación



Ing. Mario Añazo, Mgs.
Tribunal de Trabajo de Titulación



Ing. Fabián Chicaiza, MSc.
Tribunal de Trabajo de Titulación



Ing. Eduardo Chagna, Mgs.
Tribunal de Trabajo de Titulación



Ibarra - Ecuador
2017



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 identidad:	0401856885
Apellidos y nombres:	Cindy Johanna Arciniegas Rosero
Dirección:	Calle Carchi y García Moreno, El Carmelo, Carchi
Email:	arciniegascindy@gmail.com
Teléfono fijo:	062202060
Teléfono móvil:	0967176863

DATOS DE LA OBRA	
Título:	Determinación del impacto forestal del aliso (<i>Alnus acuminata</i> HBK), asociado a cultivos de ciclo corto con y sin fertilizante, en la parroquia El Carmelo provincia del Carchi.
Autora:	Cindy Johanna Arciniegas Rosero
Fecha:	09 de enero del 2017
Solo para trabajos de grado	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ing. Forestal
Directora:	Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Cindy Johanna Arciniegas Rosero, con cédula de ciudadanía Nro. 0401856885; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de titulación 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, 08 de enero del 2017.

LA AUTORA:

.....
Cindy Johanna Arciniegas Rosero
C.I.: 0401856885

ACEPTACIÓN:

.....
Ing. Chávez Betty
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, **Cindy Johanna Arciniegas Rosero**, con cédula de identidad Nro. **0401856885**; 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 **"DETERMINACIÓN DEL IMPACTO FORESTAL DEL ALISO (*Alnus acuminata* HBK), ASOCIADO A CULTIVOS DE CICLO CORTO CON Y SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA EL CARMELO PROVINCIA DEL CARCHI"** que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniera 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.

Cindy Johanna Arciniegas Rosero
C.I.:0401856885

Ibarra, a los 08 días del mes de enero del 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA -UTN

Fecha: 08 de enero del 2017

Arciniegas Rosero Cindy Johanna: "Determinación del impacto forestal del aliso (*Alnus acuminata* HBK), asociado a cultivos de ciclo corto con y sin fertilizante, en la parroquia El Carmelo Provincia del Carchi" / TRABAJO DE TITULACIÓN. Ingeniera Forestal.

Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería Forestal, Ibarra, 08 de enero del 2017. 117 páginas.

DIRECTOR: Ing. Vizeaino Pantoja María Isabel

El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar el impacto ecológico y económico del sistema agroforestal estructurado con la especie forestal Aliso (*Alnus acuminata* H.B.K) y cultivos de ciclo corto, maíz (*Zea mays* L.) y haba (*Vicia faba* L). En la parroquia El Carmelo.

Fecha: 08 de enero del 2017

.....
Ing. María Isabel Vizeaino Pantoja
Directora de Trabajo de Titulación

.....
Cindy Johanna Arciniegas Rosero
Autora

DEDICATORIA

MI TESIS LA DEDICO A JOSE FREDY ROSERO ERAZO, QUIEN SIEMPRE CON SU DECIR “ESTUDIAR ES TODO” PARA TI MI NEGRITO POR QUE SIEMPRE ESTARÁS EN MI MENTE Y MI CORAZÓN.

A MIS PADRES ROSA Y OLJER Y A MIS HERMANOS QUE SON MI TODO, MI PILAR, MI EJEMPLO Y PORQUE SON MI VIDA.

A MI HIJA ALISSON ROSSANA QUE ES MI RAZÓN DE VIVIR Y A MIS SOBRINOS ADAM, AXEL Y ALDAIR QUE SON MI MAYOR FELICIDAD Y A QUIENES AMO CON TODO MI CORAZÓN.

A MI ESPOSO MAURICIO PAREDES QUE ES MI FUERZA, MI MOTIVACIÓN.

AGRADECIMIENTO

Es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justa y consecuente con todas las personas que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a su feliz término, expresándoles mis agradecimientos.

A ti mi DIOS por darme la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa, por bendecirme y hacer cumplir mi sueño.

A mis padres Oljer y Rosa que con su sacrificio, su apoyo, su ejemplo de lucha y honestidad, su amor, su comprensión y su ayuda en los momentos más difíciles. Gracias por todo papá y mamá; me han dado todo lo que soy como persona y una carrera para mi futuro y sobre todo por creer en mí.

A mi abuelito Eustorgio, a mis hermanos Soraya, Rosita y Luis, a mi cuñado Javier por estar presentes y acompañándome para poderme realizar, a Giomis y Manolo por estar siempre conmigo alegrándome cada instante, y a toda mi familia que constantemente ha estado pendiente de mí, los amo.

A mi esposo Mauricio Paredes quien con su amor, su estímulo y su apoyo lograré cumplir mis metas.

A Heriberto Tucanes, Rosa Ana Tapia, Gloria y Verónica Tucanes por permitirme realizar la Tesis en su terreno y por su ayuda.

A mi directora de Tesis Ing. María Vizcaíno, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

ÍNDICE

	PÁGS.
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVI
CAPÍTULO I.....	3
1 MARCO CONTEXTUAL.....	3
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
<i>1.2.1 Objetivo general.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>4</i>
1.3 HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II	5
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	5
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.3 REVOLUCIÓN VERDE.....	6
<i>2.3.1 Impactos sociales, económicos y ambientales de la Revolución Verde.....</i>	<i>6</i>
2.4 ALISO	7
<i>2.4.1 Descripción dendrológica.....</i>	<i>7</i>
<i>2.4.2 Distribución geográfica</i>	<i>9</i>
<i>2.4.3 Características nitrificantes.....</i>	<i>9</i>
<i>2.4.4 Plagas y enfermedades forestales (detección y control).....</i>	<i>10</i>
<i>2.4.5 Manejo de densidades</i>	<i>11</i>
<i>2.4.6 Usos.....</i>	<i>12</i>
<i>2.4.7 Importancia.....</i>	<i>12</i>
<i>2.4.8 Impactos forestales de Alnus acuminata H. B. K.....</i>	<i>13</i>
2.5 HABA (<i>VICIA FABAL</i>).....	13

	PÁGS.
2.5.1 Manejo del cultivo.....	14
2.5.2 Cosecha.....	14
2.5.3 Almacenamiento.....	15
2.6 MAÍZ (ZEA MAYS)	15
2.6.1 Requerimientos edáficos	15
2.6.2 Requerimientos climáticos	15
2.6.3 Plagas.....	16
2.6.4 Prácticas culturales	16
2.6.6 Cosecha.....	16
2.6.7 Almacenamiento.....	17
2.7 AGROFORESTERÍA	17
2.7.1 Clasificación de los sistemas agroforestales	17
2.7.2 Importancia.....	19
2.7.3 Interacciones en agroforestería	19
2.8 NITRÓGENO.....	21
2.9 CARBONO	21
2.10 RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO	22
CAPÍTULO III.....	23
3 MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO	23
3.1.1 Ubicación.....	23
3.1.2 Datos climáticos.....	24
3.1.3 Clasificación ecológica.....	25
3.1.4 Características edáficas.....	25
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS	26
3.2.1 Materiales y equipos de oficina	26
3.2.2 Materiales, herramientas, equipos e insumos de campo	26
3.3 MÉTODOS.....	27
3.3.1 Revisión y sistematización de literatura	28
3.3.2 Características del ensayo	28

	PÁGS.
3.4 MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO	29
3.4.1 <i>Análisis de suelo</i>	29
3.4.2 <i>Limpieza del área del ensayo</i>	29
3.4.3 <i>Surcado</i>	29
3.4.4 <i>Siembra de haba y maíz</i>	29
3.4.5 <i>Labores culturales</i>	30
3.4.6 <i>Fertilización</i>	30
3.4.7 <i>Puntos de referencia</i>	30
3.4.8 <i>Mediciones</i>	30
3.4.9 <i>Cosecha de los cultivos</i>	31
3.5 TRATAMIENTOS	31
3.6 VARIABLES A EVALUAR.....	31
3.7 TOMA DE DATOS.....	32
3.7.1 <i>Diámetro a la altura del pecho (dap)</i>	32
3.7.2 <i>Altura total (ht)</i>	32
3.7.3 <i>Forma</i>	32
3.7.4 <i>Diagnostico Fitosanitario de la especie forestal y especies de cultivos de ciclo corto</i>	33
3.7.5 <i>Altura de copa (hc)</i>	34
3.7.6 <i>Diámetro de copa (dc)</i>	34
3.7.7 <i>Volumen</i>	34
3.7.8 <i>Nitrógeno incorporado al suelo</i>	35
3.7.9 <i>Carbono incorporado al suelo</i>	35
3.7.10 <i>Biomasa seca</i>	35
3.7.11 <i>Captura de carbono</i>	35
3.7.12 <i>Relación C/N</i>	36
3.7.13 <i>Materia orgánica</i>	36
3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	36
3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	36
3.9.1 <i>Modelo estadístico</i>	36
3.10 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	37

	PÁGS.
3.10.1 Análisis de varianza (ADEVA).....	37
3.10.2 Análisis funcional.....	37
3.10.3 Análisis de correlación	37
3.10.4 Análisis de regresión.....	38
3.11 ANÁLISIS DE COSTOS (RELACIÓN COSTO-BENEFICIO)	38
CAPÍTULO IV	39
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)	39
4.1.1 Sobrevivencia.....	39
4.1.2 Diámetro basal (db) ADEVA final y Duncan final (6,33 años).....	39
4.1.3 Diámetro a la altura de pecho e Incremento medio anual ADEVA final, Duncan final y cuadro de imas (6,33 años).	41
4.1.4 Altura total e incremento medio anual (ht e ima) ADEVA final y Duncan final (6,33 años).	42
4.1.5 Forma ADEVA final y Duncan final (6,33 años).	43
4.1.6 Altura de copa (hc) ADEVA final y Duncan final (6,33 años).....	44
4.1.7 Diámetro de copa (dc) ADEVA final y Duncan final (6,33 años)	45
4.1.8 Volumen (vol.) ADEVA final y Duncan final (6,33 años).....	46
4.1.9 Nitrógeno incorporado al suelo	47
4.1.10 Carbono incorporado al suelo cuadro.....	48
4.1.11 Biomasa seca y carbono capturado	48
4.1.12 Relación C/N.....	48
4.1.13 Materia orgánica.	49
4.1.14 Diagnostico fitosanitario de la especie forestal y especies del cultivo de ciclo corto.....	49
4.2 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.....	50
4.3 ANÁLISIS DE REGRESIÓN	52
4.4 RELACIÓN DE LAS VARIABLES DASOMÉTRICAS CON EL CULTIVO.....	56
4.5 ANÁLISIS DE COSTOS	59
4.5.1 Producción de haba	59

	PÁGS.
4.5.2 <i>Producción de maíz</i>	59
4.5.3 <i>Relación costos – beneficios</i>	60
4.6 DISCUSIÓN	61
4.6.1 <i>Sobrevivencia</i>	61
4.6.2 <i>Crecimiento en altura</i>	61
4.6.3 <i>Crecimiento en diámetro basal</i>	62
4.6.4 <i>Forma</i>	62
4.6.5 <i>Coficiente de correlación</i>	62
4.6.6 <i>Coficiente de regresión</i>	63
4.6.7 <i>Relación C/N</i>	63
4.6.8 <i>Costo/Beneficio</i>	63
CAPÍTULO V	65
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
5.1 CONCLUSIONES	65
5.2 RECOMENDACIONES	66
CAPÍTULO VI	67
6 BIBLIOGRAFÍA.....	67
CAPÍTULO VII	72
7 ANEXOS.....	72
7.1 CUADROS	72
7.2 GRÁFICOS.....	89
7.3 FOTOGRAFÍAS.....	90
7.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS	98

ÍNDICE DE FIGURAS

	<i>PÁGS.</i>
Figura 1: Descripción de la especie, (<i>Alnus acuminata</i> H.B.K).....	7
Figura 2: Nódulos nitrificantes del Aliso.....	10
Figura 3: Mapa de ubicación del área del ensayo.....	23

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<i>PÁGS.</i>
Gráfico 1: Diagrama ombrotérmico	25
Gráfico 2: dap – producción.....	56
Gráfico 3: ht – producción	57
Gráfico 4: dc – producción.....	57
Gráfico 5: Carbono – producción	58
Gráfico 6: Nitrógeno – producción	58
Gráfico 7: Evaluación de la producción de haba.	59
Gráfico 8: Evaluación de la producción de maíz.	60

ÍNDICE DE TABLAS

	<i>PÁGS.</i>
Tabla 1: Parámetros de la relación Carbono/Nitrógeno.....	22
Tabla 2: Materiales y equipos de oficina	26
Tabla 3: Materiales, herramientas, equipos e insumos de campo.....	26
Tabla 4: Resumen de resultados	27
Tabla 5: Descripción del ensayo	28
Tabla 6: Descripción de los tratamientos.....	31
Tabla 7: Descripción de los códigos	32
Tabla 8: Análisis de varianza del diseño de bloques al azar.....	37
Tabla 9: Análisis de Varianza y coeficiente de variación del Diámetro basal.....	40
Tabla 10: Prueba de Duncan del diámetro basal.....	40
Tabla 11: Análisis de Varianza y coeficiente de variación del Diámetro a la altura de pecho e incremento medio anual.....	41
Tabla 12: Prueba de Duncan del Diámetro a la altura de pecho e incremento medio anual.....	42
Tabla 13: Análisis de Varianza y coeficiente de variación de la altura total e incremento medio anual.....	42
Tabla 14: Prueba de Duncan de la altura total e incremento medio anual.....	43
Tabla 15: Análisis de Varianza y coeficiente de variación de la Forma.....	43
Tabla 16: Análisis de Varianza y coeficiente de variación de la altura de copa..	44
Tabla 17: Prueba de Duncan de la altura de copa.....	45

	<i>PÁGS.</i>
Tabla 18: Análisis de Varianza y coeficiente de variación del Diámetro de copa.	45
Tabla 19: Análisis de Varianza y coeficiente de variación del Volumen.	46
Tabla 20: Prueba de Duncan del Volumen.	47
Tabla 21: Análisis de suelo de nitrógeno.	47
Tabla 22: Análisis de suelo de nitrógeno.	47
Tabla 23: Carbono sin fertilizante.	48
Tabla 24: Carbono con fertilizante	48
Tabla 25: Análisis de suelo de materia orgánica.	49
Tabla 26: Análisis de suelo de materia orgánica.	49
Tabla 27: Análisis de correlación entre diámetro basal – diámetro a la altura de pecho y diámetro a la altura de pecho – altura total.	50
Tabla 28: Análisis de correlación entre altura total – altura de copa y diámetro basal – diámetro de copa.	51
Tabla 29: Análisis de correlación entre diámetro a la altura de pecho – diámetro de copa y diámetro de copa – altura de copa.	51
Tabla 30: Análisis de correlación entre diámetro basal – altura total e incremento medio anual del diámetro a la altura de pecho – incremento medio anual de la altura total.	52
Tabla 31: Análisis de regresión entre diámetro basal y diámetro a la altura de pecho.	52
Tabla 32: Análisis de regresión entre diámetro a la altura de pecho y altura total.	53
Tabla 33: Análisis de regresión entre altura total y altura de copa.	53

	<i>PÁGS.</i>
Tabla 34: Análisis de regresión entre diámetro basal y diámetro de copa.....	54
Tabla 35: Análisis de regresión entre diámetro a la altura de pecho y diámetro de copa.	54
Tabla 36: Análisis de regresión entre diámetro de copa y altura de copa.....	55
Tabla 37: Análisis de regresión entre diámetro basal y altura total.	55
Tabla 38: Análisis de regresión entre incremento medio anual del diámetro a la altura de pecho e incremento medio anual de la altura total.	56
Tabla 39: Producción de haba.....	59
Tabla 40: Producción de maíz.....	60

TÍTULO: DETERMINACIÓN DEL IMPACTO FORESTAL DEL ALISO (*Alnus acuminata* HBK), ASOCIADO A CULTIVOS DE CICLO CORTO CON Y SIN FERTILIZANTE, EN LA PARROQUIA EL CARMELO PROVINCIA DEL CARCHI.

Autor: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

Director de trabajo de titulación: Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja

Año: 2017

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general: determinar el impacto ecológico y económico del sistema agroforestal estructurado con la especie forestal Aliso (*Alnus acuminata* H.B.K) y cultivos de ciclo corto maíz (*Zea mays* L.) y haba (*Vicia faba* L), se planteó los siguientes objetivos específicos: a) determinar las diferentes interacciones entre la especie forestal Aliso (*Alnus acuminata*) y los cultivos de ciclo corto maíz y haba, b) analizar la fijación de nitrógeno y carbono por la especie forestal y conocer la relación C/N en el suelo, c) calcular la productividad y el rendimiento económico de los cultivos de ciclo corto de haba y maíz. Para la ejecución del ensayo se analizaron distintas variables de las cuales se consiguió una sobrevivencia al 100%, respecto al diámetro basal, altura total e incremento medio anual, diámetro a la altura de pecho e incremento medio anual, diámetro de copa, altura de copa, forma y volumen, se obtuvieron valores altamente significativos al 95% de probabilidad estadística, mientras que en el coeficiente de variación se encontraron valores que demuestran diferencias altamente significativas para los tratamientos sin embargo el ensayo es muy homogéneo, en la prueba de medias de Duncan se formaron dos a tres rangos, destacándose el tratamiento **T1:** Aliso solo, **T2:** Aliso + fertilizante y **T3:** Aliso + habas. Los porcentajes alcanzados de nitrógeno, carbono y materia orgánica incorporados en el suelo fueron altos en todos los tratamientos. La relación de C/N se encontró excesividad de estos elementos. El costo-beneficio total fue de USD 1004/ha de rentabilidad teniendo así los mejores tratamientos **T3:** (Aliso + haba) y **T4:** (Aliso + maíz) que presentaron el mejor asocio entre la especie forestal y agrícola.

TITLE: DETERMINATION OF FOREST IMPACT OF ALISO (*Alnus acuminata* HBK), ASSOCIATED WITH SHORT CYCLE CROPS WITH AND WITHOUT FERTILIZER IN CARMEL PARISH CARCHI PROVINCE.

Author: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

Director of thesis: Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja

Year: 2017

SUMMARY

The present research had as general objective: to determine the ecological and economic impact of the agroforestry system structured with the forest species Aliso (*Alnus acuminata* HBK) and crops of short cycle maize (*Zea mays* L.) and bean (*Vicia faba* L), it was proposed The following specific objectives: a) to determine the different interactions between the Aliso (*Alnus acuminata* HBK) forest species and the short cycle maize and bean crops, b) to analyze nitrogen and carbon fixation by the forest species and to know the C/N ratio In the soil, c) to calculate the productivity and the economic yield of the short cycle crops of bean and maize. For the execution of the test we analyzed different variables of which a 100% survival was achieved, regarding the basal diameter, total height and mean annual increment, diameter at breast height and mean annual increase, crown diameter, crown height , Shape and volume, highly significant values were obtained at 95% statistical probability, while in the coefficient of variation values were found that demonstrate highly significant differences for the treatments, however the test is very homogeneous, in the Duncan test of means Two to three ranks were formed, being the treatment **T1:** Aliso single, **T2:** (Aliso + fertilizer) and **T3:** (Aliso + beans). The percentages of nitrogen, carbon and organic matter incorporated in the soil were high in all treatments. The C/N ratio was found to be excessive. The total cost-benefit was USD 1004/ha of profitability, thus having the best treatments **T3:** (Aliso + beans) and **T4:** (Aliso + maize) that presented the best association between the forest and agricultural species.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL

1.1 INTRODUCCIÓN

En Ecuador los recursos naturales se encuentran en un proceso de deterioro, debido al uso de prácticas de producción poco compatibles con la conservación del ambiente; promovidas fundamentalmente por el modelo de agricultura denominado “revolución verde” que se introdujo en el país alrededor de la década de los años 60 (Segrelles, 2011).

En nuestro país la agricultura ha tenido muchos procesos de evolución empezando por la Reforma Agraria, la cual se fortaleció con la explotación forestal, debido al crecimiento demográfico; como alternativa se presenta la Agroforestería que es un campo de acción diseñado para la recuperación de bosques y la conservación de suelos.

En la investigación de Tucanes (2009) se manifiesta que la mayoría de personas de El Carmelo se dedican a la actividad agrícola, interesándoles los ingresos económicos que produce esta actividad, mas no la protección del suelo; por lo que es necesario integrar estas prácticas agroforestales, ya que ésta es ecológicamente sustentables y al mismo tiempo rentables.

En el presente ensayo se obtuvo información que demuestra la importancia, y eficacia del sistema agroforestal, se evidencia con el análisis de la producción de los cultivos de ciclo corto, la adición de materia orgánica por parte de los árboles, la cantidad de carbono y nitrógeno que es fijado en un ecosistema forestal, la cual promueve una relación carbono/nitrógeno acorde a los requerimientos del tipo de suelo predominante en el área de estudio.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Determinar el impacto ecológico y económico del sistema agroforestal estructurado con la especie forestal Aliso (*Alnus acuminata* H.B.K) y cultivos de ciclo corto, maíz (*Zea mays* L) y haba (*Vicia faba* L) en la parroquia El Carmelo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar las diferentes interacciones entre la especie forestal Aliso y los cultivos de ciclo corto maíz y haba.
- Analizar la fijación de nitrógeno y carbono por la especie forestal y conocer la relación C/N en el suelo.
- Calcular la productividad y el rendimiento económico de los cultivos de ciclo corto de haba y maíz.

1.3 HIPÓTESIS

Hipótesis nula H_0 = El Aliso presenta un impacto similar en los distintos tratamientos.

$$u_1 = u_2 \dots \dots \dots = u_n$$

Hipótesis alterna H_i = El Aliso presenta un impacto diferente en por lo menos una de las asociaciones investigadas.

$$u_1 \neq u_2 \dots \dots \dots \neq u_n$$

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Línea de investigación

El estudio se enmarcó en la línea de investigación de la carrera de Ingeniería Forestal, “**Producción y protección sustentable de los recursos forestales**” en el cual se garantiza la ejecución de tareas orientadas a la concienciación de los ciudadanos frente a los derechos de la naturaleza para promover la sostenibilidad ambiental, esta propuesta ambiental se inserta en los objetivos del plan nacional del Buen Vivir (PNBV, 2013-2017).

Objetivo 7:

Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global, respaldada en las políticas y lineamientos estratégicos.

7.3 Consolidar la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza forestal.

Literal b) Incluir esquemas de agroforestería y silvicultura con perspectiva paisajística en los planes de manejo y gestión de los recursos forestales maderables y no maderables.

7.8 Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental en los procesos de extracción, producción, consumo y pos consumo.

Literal b) Fomentar actividades económicas alternativas sustentables a la extracción de los recursos naturales para disminuir la contaminación ambiental.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.3 REVOLUCIÓN VERDE

Revolución Verde consistió en utilizar estrategias de cultivo y el aprovechamiento de variedades mejoradas de maíz y trigo, sembrando una sola especie en un terreno durante todo el año llamado (Monocultivo), empleando técnicas de producción modernas y la aplicación de grandes cantidades de agua, fertilizantes y plaguicidas. Con estas variedades y procedimientos, la producción es de dos a cinco veces superior que con las técnicas y variedades tradicionales de cultivo.

2.3.1 Impactos sociales, económicos y ambientales de la Revolución Verde

2.3.1.1 Impactos sociales y económicos

Faiguenbaum (2008) plantea que uno de los impactos sociales fue: favorecer a medianos y grandes empresarios capitalizados, especialmente en zonas de alto potencial, excluyó a pequeños productores o zonas de bajo potencial (pobreza, migración) produciendo desigualdades económicas y agrícolas.

También Faiguenbaum (2008) dice que los efectos sociales de la adopción de la revolución verde fueron el marginar a gran parte de la población rural, haciendo que se incremente la diferencia entre los campesinos pobres y los ricos y aumentar la dependencia de los predios agrícolas, debido a la degradación de los recursos naturales, en especial la erosión de los suelos, porque se observa que la productividad agrícola comenzó a declinar en algunos granos para los últimos años, denotando cierto agotamiento del modelo.

2.3.1.1 Impactos ambientales

En cuanto a los impactos ambientales Faiguenbaum (2008) menciona que, la agricultura moderna ha multiplicado los impactos negativos sobre el ambiente, los principales son: la erosión del suelo, salinización y anegamiento de suelos muy irrigados, uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas, agotamiento de acuíferos, pérdida de diversidad genética, deforestación y consumo de combustibles fósiles y liberación de gases invernadero; son problemas muy importantes que afectan a los cultivos agrícolas, debido al desplazamiento de cientos de variedades locales por variedades de alto rendimiento, que han sido y son desarrolladas en centros de investigaciones, que por lo general requieren grandes desembolsos de dinero para comprar insumos agrícolas.

2.4 ALISO

2.4.1 Descripción dendrológica

Palacios (2011) manifiesta que es una especie de crecimiento rápido cuyas dimensiones promedio a los 30 años de edad es condiciones naturales son 25 m de altura y 60 cm de diámetro. En la (Figura 1) indica la especie (*Alnus acuminata* H.B.K) con sus respectivas hojas y frutos.

Figura 1: Descripción de la especie, (*Alnus acuminata* H.B.K)



Fuente: Pion, 2014 Pág. 25.

- **Árbol:** El Aliso es un árbol de mediana estatura aunque a veces depende las condiciones naturales para encontrar ejemplares hasta de 30m de altura y diámetros de hasta 70cm (Añazco, M. 1996).
- **Corteza:** La corteza describe Palacios (2011). “De color morena, con lenticelas dispersas, formando líneas transversales”.
- **Copa:** “La copa es estrecha, de hojas simples, alternas y puntiagudas y con los bordes aserrados de color verde oscuro” (CATIE, 1995).
- **Raíz:** Describiendo la raíz de (*Alnus acuminata*) CONAFO (1997) menciona que presenta un sistema radical poco profundo, amplio y extendido. En la raíz se puede observar nódulos relacionados con la simbiosis que presenta este árbol con *Frankia alnii* (bacteria filamentosa fijadora de nitrógeno atmosférico). Gracias a esta simbiosis el aliso es capaz de colonizar suelos pobres y fertilizar éstos donde crece, acumulado una extraordinaria cantidad de materia orgánica en un tiempo relativamente corto.
- **Hojas:** La descripción que realiza Palacios (2011) afirma que son hojas simples, un poco corrugadas y el haz es brillante y alternas en las ramas; el envés es pardo y sobresalen ciertos nervios que en el haz se encuentran hundidos estos son más observables cuando las hojas son jóvenes.
- **Inflorescencia e infrutescencia:** Palacios (2011) en este caso el autor define a la “Inflorescencia masculina que tiene un aumento pendiente, hasta 15 cm de largo; flores cremas; inflorescencia femenina un aumento erguido, 1.5 – 3 cm de largo” Pág. 477, mientras que CATIE (1995) se refiere a “las infrutescencias como conos o piñas pequeñas (estróbilos) dehiscentes, de 1.5 a 3.3 cm de largo y 1.2 a 2.0 cm de ancho, redondos y con escamas leñosas persistentes; son de color verde amarillento y luego marrón al madurar”.
- **Semillas:** “Son elípticas, planas, muy pequeñas (0.65 a 1.34mm de largo) y aladas, lo cual facilita su dispersión por el viento” (CATIE, 1995).

2.4.1.1 Fenología

Según la descripción de Añazco (1996) “es positivo que en un país como el nuestro la tierra proporcione plantas, árboles que proporcionen frutos todo el tiempo, existiendo variaciones para no fomentar el monocultivo que hace daño a las practicas agrícolas y sobre todo vuelve vulnerable al suelo. La fecha de fructificación se encuentra entre los meses de febrero hasta junio teniendo la mayor fructificación de toda el área de cultivo”.

2.4.2 Distribución geográfica

Palacios (2011) menciona que el aliso “crece en bosques húmedos. En el occidente por arriba de los 900 m y en el lado oriental entre 1900 y hasta los 3500msnm. A menudo forma rodales puros sobre deslaves, taludes de carreteras y áreas disturbadas”.

2.4.3 Características nitrificantes

Tortora (2007) menciona que el nitrógeno se fija mediante un proceso de simbiosis entre la planta y la bacteria (*Frankia alnii*). La planta le suministra al microorganismo condiciones anaerobias y nutrientes y este fija el nitrógeno para que ésta pueda incorporarlo a las proteínas. El aliso está infectado por un actinomiceto (*Frankia*) simbiótico y forma nódulos de la raíz fijadores de nitrógeno. En la (Figura, 2) se muestra los nódulos nitrificantes de la especie Aliso (*Alnus acuminata*).

Figura 2: Nódulos nitrificantes del Aliso



Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero.

2.4.4 Plagas y enfermedades forestales (detección y control)

- Principalmente Añazco (1996) describe al **Gusano defoliador de hojas (*Lophocampa sp*)**: es normalmente una mariposa, esta hace que se caigan prematuramente las hojas de las ramas; este proceso afecta la producción de alimentos de las plantas, haciendo que se distorsione su desarrollo por la falta de clorofila.
- También menciona al **Barrenador del Aliso**: este barrenador se alimenta de los tallos y ramas, cuando ya está infectado se encuentran muchos agujeros llenos de aserrín y al mismo tiempo el árbol toma un color marrón oscuro. El tratamiento más adecuado para este tipo de insectos es podando las partes más afectadas, realizando los cortes cuidadosamente para que no emitan sustancias que atraigan al insecto (Añazco, 1996).

- Y finalmente Añezco (1996), detalla al **Coleóptero del aliso** (*Hilaris bates*): este insecto le atrae anidar en este tipo de árboles; las especies adultas gustan alimentarse de las flores y corteza. El tratamiento correcto para este insecto es cortar la parte más afectada mediante raleos o también con la quema de este material.

2.4.5 Manejo de densidades

Existen algunas experiencias de las empresas reforestadoras en cuanto a la densidad de siembra y el momento oportuno de hacer las intervenciones dentro de la plantación para obtener una mayor productividad, se mira el crecimiento de especies forestales a hasta los 15 años. (Ver anexo 1A). Por lo general, se inicia con densidades de siembra altas de 1.111 a 1.666 árboles por hectárea y los primeros raleos (extracción de árboles mal formados, delgados o con problemas fitosanitarios) se hacen a los dos años de establecida la plantación.

En estos casos el producto de allí extraído normalmente, no tiene ningún valor comercial pero se logra influir en la forma de los fustes en los dos primeros años, para luego del raleo, tener una mayor amplitud y calidad en los árboles remanentes, favoreciendo su desarrollo, se resumen los crecimientos y rendimientos del aliso en cuatro diferentes localidades de Colombia y tres localidades de Costa Rica. (Ver anexo 1A). (Ospina, 2005).

INIAP (2005) sobre este tema manifiesta “crecimiento y rendimiento de dos especies arbóreas bajo sistemas agroforestales durante diez años consecutivos”. (Ver anexo 2A).

Se evidencia altos porcentajes de sobrevivencia en todas las especies nativas plantadas, pero estas tasas de sobrevivencia están muy relacionadas con el microambiente de plantación. En general, se puede distinguir la existencia de tres grupos de especies en función del microambiente de plantación.

El primer grupo conformado por especies sin preferencia de condiciones específicas, donde la cobertura de luz es indiferente: *Alnus acuminata* (Aa), *Cedrela montana* (Cm), *Tabebuia chrysantha* (Tc) y *Cupana sp.* (Cu). El segundo grupo, está incluido por especies que para su sobrevivencia prefieren la protección de un dosel protector, en los cuales las plantaciones forestales maduras pueden cumplir el papel de facilitador para su desarrollo (MAGAP, 2014). Los valores de sobrevivencia para cada especie se presentan en el siguiente gráfico. (*Ver anexo B1*).

2.4.6 Usos

El aliso tiene múltiples usos provenientes de la madera, de la corteza, de las hojas y de las raíces, se usa como combustible a manera de leña, en el caso de troncos, ramas gruesas y viejas, se utiliza para hacer carbón, se emplea como materia prima para la fabricación de arados, timones, yugos, cabos y postes.

De la madera se obtienen vigas y soleras para casas y también se elaboran artesanías, adornos, y obras finas (CATIE, 2000). Esta especie tiene otros usos como: la corteza se usa en tintorería para obtener un teñido color canela porque contiene taninos. La madera es muy resistente al agua, por lo que se usa en la construcción de viviendas. Con sus hojas los campesinos suelen tapar el maíz en la elaboración de la “chicha de jora”. Este tipo de árbol tiene propiedades curativas, las hojas molidas se aplican como desinflamante, en infusiones se toma contra el reumatismo y los resfríos.

2.4.7 Importancia

El Aliso (*Alnus acuminata*), es una de las primeras especies utilizada en sistemas agroforestales, las plantaciones asociadas con cultivos de ciclo corto benefician el suelo no solo por el aporte de nitrógeno sino por la gran cantidad de hojarasca que estimula el reciclaje de nutrientes, se usa también en la protección

de cuencas hidrográficas para estabilizar laderas, debido al sistema radicular amplio que le permite crecer en suelos poco profundos (FAO, 2013).

2.4.8 Impactos forestales de *Alnus acuminata* H. B. K

- **Impactos al suelo**

CENICAFE (2009) describe los impactos en el suelo como: cobertura de hojarasca, conservación de suelo / control de la erosión, protección de cuencas, debido a que estabiliza pendientes y esencialmente actúa directamente para la fijación de nitrógeno. Algunas especies de aliso contribuyen con 40 a 320 kg/N/ha/año en condiciones de campo, y en algunos casos ha llegado a los 780 kg/N en un período de cinco años. Esta capacidad varía con las condiciones climáticas, mejora la fertilidad del suelo / barbecho. Beneficia los cultivos que crecen junto a esta especie y potencia la recuperación de terrenos degradados. Es excelente para colonizar suelos por los minerales y nutrientes que contienen como los que quedan luego de un derrumbe o la construcción de una carretera.

- **Impactos al ambiente**

CANABIO (2011) menciona que los impactos ambientales son más utilizados como: barrera rompevientos, cerca viva en los agrohábitats, ornamental, sombra / refugio. El Aliso se ha asociado con maíz y fréjol, pastos, café, mora silvestre, helechos de exportación ya que mejora la disponibilidad de nutrientes para realizar el acompañamiento fotosintético; este árbol posee follaje palatable rico en nitrógeno que completa la nutrición para el ganado, por su forma y tipo de sombra se utiliza para aguardar el ganado en linderos de potreros.

2.5 HABA (*Vicia faba* L)

El haba (*Vicia faba* L) según Peralta (1993) es un cultivo tradicional de la sierra ecuatoriana, los campesinos por lo general la siembran asociándola con

otros productos como: maíz, melloco, quinua, entre las más conocidas. Es una legumbre que contiene fósforo, vitamina C y un alto contenido en fibra, por lo que es muy apreciada en la dieta de las personas por ser sana y saludable; es muy resistente a las bajas temperaturas y las semillas secas se las puede guardar varios años sin que pierda su viabilidad y sus nutrientes.

2.5.1 Manejo del cultivo

- **Suelos y preparación:** El cultivo puede desarrollarse en diferentes condiciones edafoclimáticas, principalmente que sean profundos con buena cantidad de materia orgánica el suelo debe prepararse con anticipación para romper el ciclo de plagas y enfermedades; la mejor manera de preparar el suelo es realizar una arada completa, estar bien mullido y surcado esto se puede realizar con máquinas, yuntas, palas con la facilidad que tenga el agricultor (León, 2010).
- **Siembra:** Según las investigaciones de Box (2014) las semillas de haba se colocan al fondo del surco, normalmente se deben poner de 2 a 3 habas por sitio y a una distancia de 60 a 80cm entre plantas; luego se procede al tapado de la semilla, esto se lo realiza de forma planificada y organizada por el campesino ubicando una capa de tierra a 1 o 2cm en el surco.

2.5.2 Cosecha

- Para la cosecha en grano verde INIAF (2012) menciona que se realiza en forma manual y por lo menos se efectúan dos cosechas, en la primera se recoge hasta el 70% de vainas verdes y después de 15 días la segunda recolección.
- La cosecha de grano seco se realiza en forma manual, cuando las vainas están secas (color negro). La trilla se puede realizar en forma manual o

mecanizada, de esta manera se obtiene un grano de buena calidad (INIAF, 2012).

- INIAF (2012) describe que para obtener una excelente semilla se deben escoger los surcos más sobresalientes y cosechar por separado las mejores plantas, seleccionadas por: su vigor, sanidad (libres de virus) y en competencia completa; de éstas se obtendrá las vainas de los tercios inferiores de la planta y una vez bien secas se trillarán manualmente o con vara.

2.5.3 Almacenamiento

Las semillas deben conservar su viabilidad, germinación y vigor hasta el momento en que serán utilizadas, a fin de asegurar el desarrollo de una nueva planta y con ello la producción de más cosechas, el almacenamiento se lo debe realizar en: lugares frescos (10 a 12°C), secos (60% de humedad relativa); y con humedad del grano inferior al 13% de humedad (Guzmán, 2010).

2.6 MAÍZ (*Zea mays*)

2.6.1 Requerimientos edáficos

Los requerimientos edáficos para el maíz se necesitan principalmente “Suelos francos, franco arcillosos y franco arenosos, con buen drenaje y pH 6,5 a 7,5 11” (Ruiz, 2013).

2.6.2 Requerimientos climáticos

Precipitación:	700 – 1300 mm
Temperatura:	12 – 18 °C

2.6.3 Plagas

Azurdia (2013) manifiesta que las plagas que se presentan en el maíz son: **Cogollero** (*Spodoptera frugiperda*), este causa mayor problema en las fases iniciales del cultivo. **Gusano de la mazorca** (*Heliothis sp*), ataca los granos en la mazorca. **Tierreros** (*Agrotis sp.*) afectan a los primeros estadios de la planta. **Afidos** (*Rhopalosiphum maidis*), atacan las hojas y transmiten virus. Y **Gorgojos** (*Sitophilus zeamais*), atacan a los granos en almacenaje.

2.6.4 Prácticas culturales

Preparación del suelo: según Chemical (2005) “consiste en arada, rastrada y surcado, además recomienda hacerlo con dos meses de anticipación”. Esta práctica es muy importante para que los nutrientes estén listos para albergar la semilla y empoderar el cultivo.

Chemical (2005) describe que en la siembra del maíz la cantidad debe ser de 25 a 30 kg de semilla/ha; con surcos de 80cm y normalmente se colocan dos semillas cada 50cm o una semilla cada 25cm.

Controles fitosanitarios: Para el control de insectos como: cogollero, barrenadores, gusano de la mazorca, tierreros se recomienda la aplicación de los siguientes principios activos: Endosulfan, clorpirifos y cipermetrina y para la prevención y el control de enfermedades se pueden utilizar: antracnosis, mancha de la hoja, recomendamos la aplicación de los principios activos: Clorotalonil, mancozeb, difenoconazol, ciproconazol (Chemical, 2005).

2.6.6 Cosecha

“Esta debe realizarse cuando el grano esté suficientemente seco; cuando está con alto contenido de humedad se dificulta su conservación, debido a que los

granos se deterioran y rompen, haciéndolos susceptibles a pudriciones” (Chemical, 2005).

2.6.7 Almacenamiento

El almacenamiento se lo debe realizar “Guardando el grano seco con un 10 a 12 % de humedad; en un sitio seco, ventilado y limpio. Evitar la presencia de insectos y ratones”. Es de gran importancia proteger el grano seco puesto que se realiza una gran inversión en este tipo de producto para que esté listo sin ninguna infección por bacterias u hongos para su comercialización.

2.7 AGROFORESTERÍA

La Agroforestería está presente en todas las regiones tropicales del mundo, siendo significativo en las zonas templadas y tropicales, tanto en producciones locales y globales. Estos sistemas desempeñan un papel estratégico para ayudar al cumplimiento de los objetivos clave de desarrollo nacional, especialmente los relacionados con la erradicación de la pobreza, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental (Andrade, 2014).

Lo más importante de este sistema es la producción de alimentos, y la conservación del medio ambiente, considerando que los árboles asociados con distintos cultivos ayudan a mejorar la polinización, el control natural de plagas, y se obtiene una mayor producción es por eso que la agroforestería se considera un sistema esencial en el manejo de una finca.

2.7.1 Clasificación de los sistemas agroforestales

Se clasifican de varias maneras según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales y económicas vigentes. (CATIE, 2011). Los sistemas agroforestales se aplican en la

agricultura, ganadería y producción de madera de acuerdo a las necesidades de cada una de estas actividades.

2.7.1.1 Sistemas agroforestales secuenciales.

Emilio (2009) describe a este tipo de sistemas agroforestales secuenciales, deberán tener un planificación sistemática de orden y de tiempo entre las cosechas anuales y la plantación de árboles; es decir que los cultivos anuales y las especies leñosas como son los árboles y arbustos son cultivados en asociación de acuerdo al tiempo y a la rotación para que existan interacciones ecológicas sin dañar el ecosistema y las condiciones de vida del ambiente tanto de la naturaleza como del campesino.

2.7.1.2 Sistemas agroforestales simultáneos.

CATIE (2011) los sistemas agroforestales simultáneos consisten en la asociación simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple, y/o ganadería. Estos sistemas incluyen asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes, huertos caseros mixtos y sistemas agrosilvopastoriles. Este sistema permite desarrollar nuevos y variados nutrientes del suelo para aprovecharlos en el cultivo de otros productos.

2.7.1.3 Sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompevientos.

Son hileras de árboles que se utilizan para delimitar propiedades o servir de protección para otros componentes u otros sistemas y se los considera como sistemas complementarios de los sistemas nombrados anteriormente (EMILIO, 2009).

2.7.2 Importancia

La importancia de la Agroforestería radica en los beneficios ambientales y socioeconómicos para las comunidades rurales, traducidos en la conservación de suelos, producción de maderas y productos agropecuarios en una misma superficie y al mismo tiempo. Los sistemas agroforestales permiten interacciones simbióticas ecológicas y económicas entre componentes maderables y no maderables para aumentar, sostener y diversificar la producción total de la tierra.

Menciona Añazco (1996) que La Agroforestería tiene diversas funciones como: disminuye la velocidad del viento, protege la erosión del suelo para así mantener su fertilidad; además este sistema evita daños en los cultivos, se reduce la evaporación rápida de las lluvias; con la asociación de la siembra de plantas fijadoras de nitrógeno como son: principalmente el Aliso, leguminosas, casuarinas etc. Se potencia la fertilidad del suelo para otras siembras con la rotación de cultivos; en zonas con heladas las especies arbustivas y arbóreas abrigan el ambiente o desvían el aire helador, todo esto representa un apoyo fundamental para lograr una agricultura sostenible en las regiones de clima frío.

2.7.3 Interacciones en agroforestería

López, (2007) menciona que aproximadamente 650 especies arbóreas fijadoras de nitrógeno. La mayoría de éstas son leguminosas originarias de los trópicos y de los subtrópicos. Al menos otras 9 familias de plantas tienen asociación con actinomicetos. La mayoría de las especies fijadoras de nitrógeno son arbustos o árboles pequeños de bosques secundarios; a menudo estas especies son componentes de sistemas agroforestales.

Según la FAO citado por Botero y Russo (1998) en la agroforestería desarrollada con AFN (Árboles fijadores de nitrógeno), se crean interacciones biológicas, ecológicas y económicas, las cuales pueden contribuir a lograr una producción sostenible. Los sistemas que incorporan árboles y arbustos perennes

tienen la ventaja de producir leña, frutos, forraje y otros productos, además disminuyen los riesgos de producción ante las variaciones de la estación y en general, mantienen y mejoran el suelo.

Borel (1987) describe que los AFN incrementan el nivel de nitrógeno en el suelo debido a su capacidad de fijarlo de la atmósfera, a través de la simbiosis con bacterias en sus raíces, y por medio del aporte de materia orgánica al suelo a través de la caída periódica o estacional, natural o provocada (cosecha), de hojas, flores, frutos, ramas y raíces muertas. Además, sus raíces pueden absorber nutrientes de capas profundas del suelo y traerlos a la superficie, haciéndolos disponibles para la pastura o para el cultivo agrícola asociado. En algunos casos, pueden incrementar la disponibilidad de fósforo (simbiosis con micorrizas), calcio, potasio y magnesio.

Los AFN pueden competir con la pastura y con los cultivos agrícolas por agua, nutrimentos, luz y espacio. Los efectos de la competencia pueden ser mayores si los requerimientos de ambos componentes son similares. La caída natural de hojas y las podas ayudan a incrementar la disponibilidad de agua, de luz y de nutrimentos para todos los componentes del sistema. La selección apropiada de especies y las podas selectivas (en cuanto a espacio climatizar e intervalos de tiempo entre cortes) contribuyen a reducir la competencia entre los componentes en agrosilvopasturas. (Borel, 1987).

Botero (1992) menciona también que los (AFN), acelera el reciclaje de nutrimentos en el suelo, hecho a través de los residuos de los cultivos agrícolas, de los forrajes o de las heces y orina depositada por animales durante el pastoreo.

Los arbustos y los árboles pueden mejorar las condiciones físicas del suelo; su efecto de descompactación es positivo y relevante en áreas degradadas, a causa de la compactación del suelo, ocasionada por la mineralización y pisoteo continuo del ganado (Botero, 1992).

2.8 NITRÓGENO

El Nitrógeno (N) es un nutriente esencial para las plantas, es un elemento necesario en la composición de proteínas, ácidos nucleicos y otros componentes celulares como la clorofila, que es el elemento más primordial para las plantas. Es un elemento que se lo clasifica como macronutriente que interviene en el rendimiento y la calidad del producto que se obtendrá en la actividad agrícola. (Allan, 2014).

La deficiencia del nitrógeno se evidencia en las plantas porque disminuye su crecimiento, las hojas se vuelven muy pequeñas y no sirven para realizar el proceso de sintetizar la clorofila; es decir, sin el nitrógeno o con la alteración de éste en todo proceso de cultivos no se formarían las proteínas vegetales.

2.9 CARBONO

Para Benjamín (2008) la fijación de carbono por bacterias y animales, es otra manera de disminuir la cantidad de dióxido o (bióxido) de carbono disponible. Dentro del contexto forestal el dióxido de carbono ambiental es absorbido mediante la fotosíntesis en los procesos de metabolismo de los vegetales. En la masa forestal, sistema agroforestal, el cultivo, la plantación, cubierta forestal entre los más importantes, el dióxido de carbono actúa en todas las composiciones estructurales de la planta participa principalmente en la alimentación de la célula vegetal y así la planta pueda fortalecerse.

Hay que indicar que una planta para que pueda desarrollarse necesita de nutrientes que le ofrece el dióxido de carbono que permita endurecer su follaje, sus ramas, flores, frutos, yemas de crecimiento, así como la altura y el grosor de su tronco. La parte alta del árbol o la copa necesita espacio para poder obtener la energía solar sobre las hojas, esta interacción con el sol hace que aporte materia orgánica al suelo; porque al degradarse se incorpora de a poco y da origen al

humus, para que se complete el ciclo de dióxido de carbono al entorno y dé continuidad a otros procesos conocidos mejor con el nombre de biogeoquímicos.

2.10 RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO

FAO (2013) manifiesta que la relación Carbono/Nitrógeno, varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de carbono (%C total) sobre el contenido de nitrógeno total (%N total) de los materiales a compostar. Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1.

Tabla 1: Parámetros de la relación Carbono/Nitrógeno

C:N	Causas Asociadas		Soluciones
>35:1	Exceso de Carbono	Existe en la mezcla una gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse.	Adición de materiales en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N
15:1 - 35:1 Rango ideal			
<15:1	Exceso de Nitrógeno	En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoníaco liberado.	Adición de material con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

Fuente: FAO (2003). Pág. 29.

Según el autor Melchor, (2011) describe que la relación de carbono y nitrógeno, es un proceso de mineralización que esta principalmente influenciado por factores ambientales como: temperaturas, pH, humedad y aireación, se puede describir que, la mineralización es óptima en pH neutro a ligeramente ácido y a una temperatura de 30° C, también el exceso de humedad retarda la mineralización y limita la disponibilidad de estos elementos.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

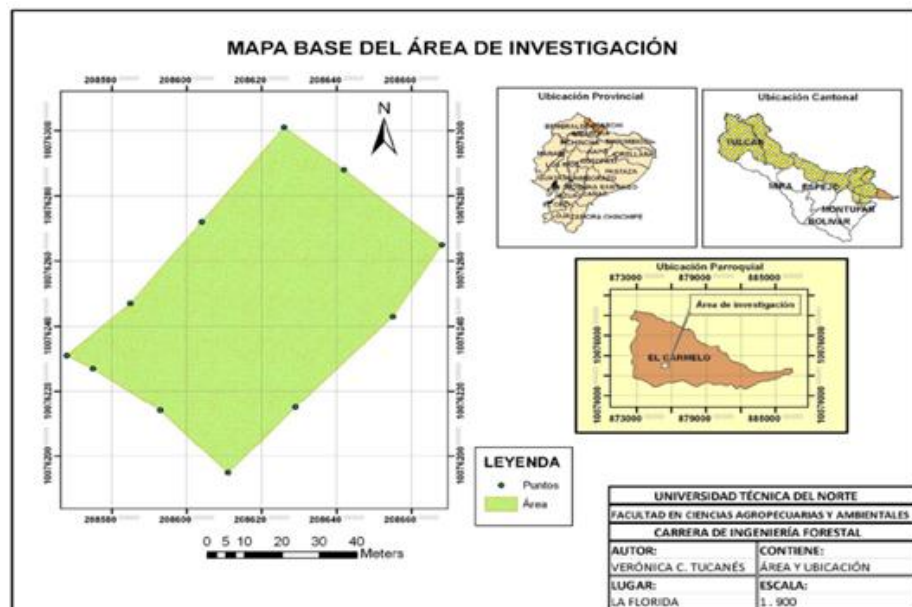
En este capítulo se define los materiales, equipos y talento humano que se utilizó para el desarrollo de esta investigación que benefició al dueño del terreno y a los moradores del sector. En la metodología se define el proceso que se manejó para definir la determinación del impacto forestal del aliso (*Alnus acuminata* HBK), asociado a cultivo de ciclo corto en la parroquia El Carmelo.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO

3.1.1 Ubicación

La presente investigación se realizó en el predio del Sr. Heriberto Tucanes, ubicado en el sector La Florida. La superficie total es de 5781.25m².

Figura 3: Mapa de ubicación del área del ensayo.



Fuente: Tucanes, (2011). Pág. 33

3.1.1.1 Ubicación política

El área de estudio se encuentra ubicada en:

Provincia:	Carchi
Cantón:	Tulcán
Parroquia:	El Carmelo
Sector:	La Florida Alta

3.2.1.2 Ubicación geográfica

El proyecto, se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas:

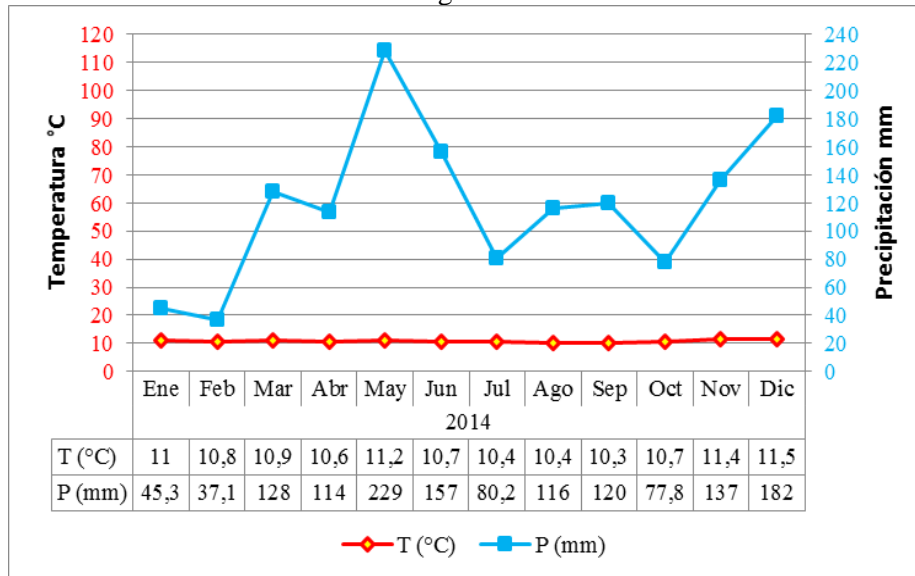
Latitud:	0 ° 39'40" N
Longitud:	77 ° 35' 58" W
Altitud:	2 900 msnm
Área experimental:	5 781.25 m ² (92.5m x 62.5m)

3.1.2 Datos climáticos

Los datos climáticos tomados para la investigación se encuentran en la estación meteorológica de El Carmelo, Cantón Tulcán, Provincia del Carchi en el periodo 2014.

Tipo de clima:	Ecuatorial frío de alta montaña
Precipitación promedio anual:	118,54mm
Temperatura media:	10,83°C
Temperatura máxima:	20°C

Gráfico 1: Diagrama ombrotérmico



Elaborado por: Arciniegas Rosero Cindy Johanna

Fuente: Estación meteorológica de El Carmelo.

3.1.3 Clasificación ecológica

Según la descripción del Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental publicado por el MAE en el 2012, el área de estudio se encuentra clasificado como: “Bosque siempreverde montano del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes”; y de acuerdo al sistema Holdrige, complementado por Camacho, el Aliso se desarrolla bien en la región bioclimática corresponde a la formación ecológica b. h. MB (bosque húmedo Montano Bajo).

3.1.4 Características edáficas

De acuerdo a los análisis de suelo realizados en el laboratorio de la Prefectura del Carchi, En el (*Anexo 3A*) se presentan la descripción de los suelos del área de ensayo con mayor claridad.

Textura: Franco arenosa

PH: Fuertemente ácido

Topografía: 15% al 20 % de inclinación.

Profundidad efectiva del suelo: La profundidad efectiva de estos suelos se encuentra en un promedio de 80 a 100cm.

Materia orgánica en el suelo: Muy alto

Nitrógeno: Alto

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 Materiales y equipos de oficina

En la tabla 2 se describen de una manera detallada los equipos y materiales que se utilizaron en la investigación para realizar los cálculos respectivos.

Tabla 2: Materiales y equipos de oficina

MATERIALES	EQUIPOS
Cuadernos	Computadora
Bolígrafos	Impresora
Hojas	Material Fotográfico
Calculadora	GPS

Elaborado por: Arciniegas Rosero
Cindy Johanna

3.2.2 Materiales, herramientas, equipos e insumos de campo

Para el trabajo de campo en la tabla 3 se mencionan cada uno de ellos.

Tabla 3: Materiales, herramientas, equipos e insumos de campo

MATERIALES	HERRAMIENTAS	EQUIPOS	INSUMOS
Libreta de campo	Palas	Balanza	Fertilizante (Fórmula compuesta)
	Carretilla	Cámara fotográfica	Semilla certificada de haba
	Azadones		
Bolígrafos	Flexómetro	GPS	Semilla certificada de maíz
	Machetes		

Elaborado por: Arciniegas Rosero Cindy Johanna

3.3 MÉTODOS

El ensayo está basado en la investigación de Tucanés (2009) su tema fue: “Crecimiento inicial del Aliso (*Alnus acuminata* HBK) asociado con haba, maíz con y sin fertilizante en la parroquia El Carmelo provincia del Carchi”, una plantación de 5 años de edad, cuyas características edafoclimáticas se las describe claramente y de una forma detalla en el anexo 3A.

Los resultados que se obtuvieron se los analizaron e interpretaron en base a los objetivos planteados, estudiando así la sobrevivencia, el diámetro a la altura de pecho y altura total que se las puntualiza en la tabla 4.

Tabla 4: Resumen de resultados

TRATAMIENTOS	DAP (mm)	ALTURA (cm)	SOBREVIVENCIA (%)
T1 Aliso solo	15,69	113,07	97,92
T2 Aliso + fertilizante	15,93	109,90	98,38
T3 Aliso + habas	14,69	108,32	98,38
T4 Aliso + maíz	16,17	115,88	97,92
T5 Aliso + maíz + fertilizante	16,22	109,09	98,38
T6 Aliso + habas + fertilizante	15,86	106,86	98,38
Promedio	15,76	110,52	98,23

Fuente: Tucanes, (2011). Pág. 33.

En el ensayo la plantación inicial fue de 864 plantas, el número total de individuos vivos 850, en 6 meses de la investigación se observó un 98,23% de sobrevivencia, teniendo el menor porcentaje en los tratamientos **T1** (Aliso solo) y el **T4** (Aliso + maíz) con un valor de 97,92%.

La producción de los cultivos se obtuvo en los tratamientos: **T3** (Aliso + haba) 20qq dando un ingreso de 400USD; y en el **T6** (Aliso + habas + fertilizante) 28qq con una entrada de 560USD. En los tratamientos **T4** (Aliso + maíz) 12qq obteniendo un ingreso de 180USD y en el **T5** (Aliso + maíz + fertilizante) la producción fue de 16qq con un ingreso de 240USD.

Teniendo los costos finales del ensayo que fueron 6197,23USD/ha, y el ingreso total de los cultivos de 2386,89USD/ha, obteniendo así un costo/beneficio de - 3810,34USD/ha, cabe recalcar que en esta etapa de la producción se toman en cuenta los costos del establecimiento de la plantación. (Ver anexo 5A).

3.3.1 Revisión y sistematización de literatura

La revisión y sistematización de literatura en documentos digitales e impresos, se realizaron de manera continua durante el tiempo que duró la investigación; esto con el fin de obtener mayor información para la ejecución del proyecto y el análisis de los resultados que se obtuvieron en la investigación.

3.3.2 Características del ensayo

En el siguiente cuadro (tabla 5), se resume la superficie parcial de cada una de los tratamientos y del total de la investigación.

Tabla 5: Descripción del ensayo

ÌTEM	UNIDAD	VARIABLE
Especies forestales por unidad experimental	36	Árboles
Unidades experimentales por tratamiento	24	Bloques
Tratamientos	6	Tratamientos
Especies forestales por tratamiento	36	Árboles
Especies forestales en el ensayo	864	Árboles
Distancia de plantación	2.5 x 2.5	M
Superficie por unidad experimental	15 x 15	M
Superficie por tratamiento	225	m ²
Superficie total	5 781.25	m ²

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

Se tomado como punto de partida de una plantación de cinco años investigada por Tucanes (2009) con una misma línea basa incrementando un bloque testigo de haba y un bloque testigo de maíz.

3.4 Manejo específico del ensayo

3.4.1 Análisis de suelo

Se realizó un análisis inicial del suelo, tomando muestras de 1Kg de tierra a 20 cm de profundidad, se tomaron seis muestras de toda el área una por cada tratamiento, esto se lo hizo al principio y al final de la investigación.

3.4.2 Limpieza del área del ensayo

Se realizó un deshierbe o limpieza del área del ensayo, para volver a limitar las 24 parcelas de (15 x 15m) y poder realizar el surcado correspondiente para el sembrío del haba y maíz.

3.4.3 Surcado

Con la ayuda de palas y picos en los distintos tratamientos: **T3** (Aliso + haba), **T4** (Aliso + maíz), **T5** (Aliso + maíz + fertilizante) y finalmente en el **T6** (Aliso + haba + fertilizante) se realizó el surcado en los diferentes bloques y así se procedió a establecer el sembrío de haba y maíz.

3.4.4 Siembra de haba y maíz

Con la utilización de un chaquin (Palo puntiagudo usado para hacer los hoyos y sembrar), se estableció el cultivo de haba y maíz en la fecha más idónea y empleando la metodología tradicional del sector; para la siembra se adoptaron las siguientes medidas: tanto el haba y el maíz a 80cm entre plantas.

- En caso que exista irregularidad de la precipitación se procederá a regar.

3.4.5 Labores culturales

Se procedió a realizar las alzadas de tierra o llamados también aporques; esta técnica permite ofrecer mayor consistencia y fortalecimiento de la planta para conseguir que crezcan nuevas raíces que aseguren la nutrición más completa de esta y mediante el riego y deshierbes se conserva la humedad por más tiempo, estas actividades se las realiza considerando las necesidades del cultivo y la época en que se encontraban.

3.4.6 Fertilización

En base a los resultados de los análisis de suelo y acogiéndose a las recomendaciones de éstos, se realizó la fertilización en los distintos tratamientos: **T2** (Aliso + fertilizante), **T5** (Aliso + maíz + fertilizante) y **T6** (Aliso + habas + fertilizante). La técnica que se utilizó fue poner el abono en forma de corona alrededor de la base del árbol, empleando una primera dosis a los 60 días, se colocó la cantidad de 300g y una segunda dosis a los 120 días con la misma cantidad, utilizando un total de 120000g en todos los bloques en un total de 432 árboles.

3.4.7 Puntos de referencia

Se estableció puntos de referencia; para las mediciones de cada árbol se colocó estacas de 5cm de distancia, para que cada medición se lleve a cabo de un solo punto de referencia.

3.4.8 Mediciones

Se tomaron mediciones periódicas de las variables a evaluar cada 60 días.

3.4.9 Cosecha de los cultivos

Después que se cosechó el maíz y el haba se realizó una evaluación económica de la producción, biomasa total, fijación de nitrógeno y carbono de la especie forestal.

3.5 Tratamientos

Se realizó un diseño de bloques al azar, con seis tratamientos, cuatro repeticiones y los bloques testigos de haba y maíz. En la tabla 6 se describen cada uno de los tratamientos que se estudió con su codificación respectiva.

Tabla 6: Descripción de los tratamientos

TRATAMINETOS	CÓDIGO	ESPACIAMIENTO		
		Aliso (m)	Habas (cm)	Maíz (cm)
T1 Aliso solo	Al	2,5 x 2,5		
T2 Aliso + fertilizante	Al + f	2,5 x 2,5		
T3 Aliso + habas	Al + ha	2,5 x 2,5	0,80	
T4 Aliso + maíz	Al + ma	2,5 x 2,5		0,80
T5 Aliso + maíz + fertilizante	Al + ma + f	2,5 x 2,5		0,80
T6 Aliso + habas + fertilizante	Al + ha + f	2,5 x 2,5	0,80	
Bloque testigo (habas)	ha		0,80	
Bloque testigo (maíz)	ma			0,80

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

3.6 Variables a evaluar

- Diámetro basal (db)
- Diámetro a la altura de pecho e incremento medio anual (dap e ima)
- Altura total e incremento medio anual (ht e ima)
- Forma
- Diagnostico fitosanitario de la especie forestal y especies del cultivo de ciclo corto
- Altura de copa (hc)

- Diámetro de copa (dc)
- Volumen (vol)
- Nitrógeno incorporado al suelo
- Carbono incorporado al suelo
- Biomasa seca
- Relación C/N
- Materia orgánica

3.7 Toma de datos

3.7.1 Diámetro a la altura del pecho (dap)

Con la utilización de una cinta diamétrica se tomaron las distintas mediciones en cada uno de los arboles a 1,30 metros del nivel del suelo.

3.7.2 Altura total (ht)

Se tomaron las respectivas mediciones de las alturas de los árboles, desde un punto de referencia que fue una estaca clavada a 5cm de la base del árbol, hasta el ápice de cada uno de estos.

3.7.3 Forma

Se tomaron en cuenta la forma del árbol asignándole los siguientes códigos que se describen en la (tabla 7):

Tabla 7: Descripción de los códigos

CLASIFICACIÓN	PUNTAJE
Recto	3
Torcido	2
Bifurcado	1

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

3.7.4 Diagnostico Fitosanitario de la especie forestal y especies de cultivos de ciclo corto

En caso de encontrar daños en la plantación y cultivos de ciclo corto se tomaron las siguientes medidas:

Análisis para determinar los causantes de enfermedades:

- Para hongos, bacterias y virus, llevar al laboratorio muestras frescas de la parte afectada (raíces, tallos, hojas, flores o frutos).
- Si se trata de cultivos anuales trasladar toda la planta.
- Luego de recolectar las muestras introdúzcalas en bolsas de plástico excepto flores y frutos, éstos deben colocarse en fundas de papel; consérvelas en un lugar fresco.
- Enviar la muestra al laboratorio con todos los datos respectivos, preferiblemente el mismo día de colectada.

Análisis para determinar el daño causado por malezas:

Para la identificación de malezas que interfieren en sus cultivos se recomienda

- Colectar las malezas con flores, hojas y tallos, enviarlas al laboratorio en un lapso no mayor de 24 horas
- En lo posible no deben estar atacadas por patógenos o insectos.

Análisis para determinar el daño causado por insectos plaga:

- Por medio de una inspección visual percatarse de cuál o cuáles insectos son los responsables del problema.
- Es importante saber cuáles son los cultivos aledaños al lote afectado.
- Colectar por lo menos unos 20 especímenes y colocar en alcohol al 70% (excepto mariposas que deben traerse en fundas de papel).

- Incluya si es posibles larvas, pupas y adultos que usted conozca del insecto.
- Si los insectos están dentro de los frutos traer ½ a 1 kg de muestra en recipientes de boca ancha cubierta con tela nylon.
- Enviar la muestra a un laboratorio con todos los datos, preferiblemente el mismo día de colectada la muestra.

3.7.5 Altura de copa (hc)

La altura de la copa se midió desde un punto de referencia (estaca clavada), en el suelo de 5cm junto al Aliso; hasta la rama inicial que aparentemente competía con el desarrollo del fuste principal (inicio de la copa), y el resultado se le restó de la altura total y así se obtuvo la altura de la copa.

3.7.6 Diámetro de copa (dc)

Con la ayuda de una cinta diamétrica, se realizaron la medición al diámetro de las copas de los árboles.

3.7.7 Volumen

Con el árbol en pie el volumen fue calculado con la ayuda de la fórmula:

$$\text{Vol} = \text{AB} * \text{H} * 0.7854$$

Aguirre, & Vizcaíno, (2010).

Dónde:

Vol. = Volumen en m³

AB = Área Basal en m²

H = Altura en m.

Aguirre, & Vizcaíno, (2010).

3.7.8 Nitrógeno incorporado al suelo

Se tomaron muestras de 1Kg de tierra a 20 cm de profundidad, total seis muestras de toda el área de estudio. Así se obtuvo los resultados del nitrógeno incorporado en el suelo (*Ver Anexo IA*).

3.7.9 Carbono incorporado al suelo

Se tomaron muestras de 1Kg de tierra a 20 cm de profundidad, seis muestras del área de estudio, una por cada tratamiento. En base a los resultados de los análisis, se obtuvo la incorporación de carbono en el suelo (*Ver Anexo IA*).

3.7.10 Biomasa seca

La estimación de la biomasa seca para las especies arbóreas presenta un gran interés en estudios de flujos de nutrientes en ecosistemas. Para realizar la apreciación de la biomasa seca se tumbó un árbol desde la raíz y colocó a secar y luego se lo pesó y se realizó el peso de la biomasa seca total.

3.7.11 Captura de carbono

Para la captura de carbono se utilizó la metodología sugerida por Coronado (2007), las muestras colectadas en campo se llevan a laboratorio para ponerlas en hornos de convección y así conocer la cantidad de humedad y materia seca que cada una posee, teniendo la biomasa se procede a calcular el contenido del carbono utilizando el factor de 0.5 el cual nos hace referencia a que todo ser vivo sin agua corporal posee 50% de moléculas de carbono (Pág. 3).

3.7.12 Relación C/N

Para la obtención del carbono/nitrógeno se realizó dos análisis de suelo al principio y al final de la investigación, mediante los resultados el porcentaje total de carbono (%C total) se lo dividió para contenido de nitrógeno total (%N total).

3.7.13 Materia orgánica

Se tomó una muestra de 1kg de tierra a los 20 cm de profundidad, esto se lo realizó al inicio y al final del ensayo en un sitio específico para enviar al laboratorio, y así obtener la cantidad de materia orgánica existe en la plantación.

3.8 Diseño experimental

Para la investigación se tiene un área de 5781.25m², manteniendo el mismo diseño de bloques al azar con seis tratamientos, cuatro repeticiones y dos parcelas testigo; cada parcela está representada por 36 árboles de Aliso.

3.9 Análisis estadístico

3.9.1 Modelo estadístico

En el modelo estadístico se utilizó:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Aguirre, & Vizcaíno, (2010).

Dónde:

Y_{ij} = Observación en particular

μ = Media general

τ_i = Efecto de tratamiento

β_j = Efecto de bloque

ϵ_{ij} = Error experimental

Aguirre, & Vizcaíno, (2010).

3.10 Análisis de información

Con los datos de las variables en estudio se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

3.10.1 Análisis de varianza (ADEVA)

Se realizó el análisis de varianza del diseño en bloques al azar de acuerdo al desglose presentado en el siguiente cuadro (tabla 8).

Tabla 8: Análisis de varianza del diseño de bloques al azar

FV	GL
Bloques	$(n - 1) = (4 - 1) = 3$
Tratamientos	$(t - 1) = (6 - 1) = 5$
Error	$(t - 1)(n - 1) = (6 - 1)(4 - 1) = 15$
Total	$(n \times t) - 1 = (4 \times 6) - 1 = 23$

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

3.10.2 Análisis funcional

Se empleó la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística, con la finalidad de determinar las diferencias entre los tratamientos investigados.

3.10.3 Análisis de correlación

El análisis de correlación se efectuó en los diferentes tratamientos para determinar el grado de asociación entre las variables:

- **db-dap** = (diámetro basal – diámetro a la altura de pecho)
- **db-ht** = (diámetro basal – altura total)
- **dap-ht** = (diámetro a la altura de pecho – altura total)
- **hc-ht** = (altura de copa – altura total)
- **ima dap –ima ht** = (incremento medio anual * diámetro a la altura de pecho) – (incremento medio anual * altura total)
- **hc-dc** = (altura total – diámetro de copa)

3.10.4 Análisis de regresión

Para el análisis de regresión se determinaron entre las siguientes variables:

- **db-ht** = (diámetro basal - altura total)
- **dap-ht** = (diámetro a la altura de pecho – altura total)

3.11 Análisis de costos (relación costo-beneficio)

Con los costos totales del manejo de los tratamientos y el rendimiento económico de la producción de los cultivos de haba y maíz, se estableció la relación costo/beneficio; esta relación se la determinó realizando una pequeña resta de los ingresos totales por tratamiento y su relativa interpolación a hectárea.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación se analizaron e interpretaron en base a los objetivos específicos planteados, en el presente capítulo se describen los resultados de la sexta medición; mientras que, las mediciones de la primera hasta la quinta medición (*Ver Anexo 6A*).

4.1 Análisis de varianza (ADEVA)

4.1.1 Supervivencia

La plantación inicial fue de 864 árboles, 36 árboles por tratamiento, a la edad de 5 años 6 meses, en la investigación se observó una supervivencia al 100%.

4.1.2 Diámetro basal (db) ADEVA final y Duncan final (6,33 años)

En el análisis de varianza se observa para la fuente de variación bloque, un Fisher calculado no significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; mientras que, en los tratamientos se registra un Fisher calculado de 14,69 valor altamente significativo a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística como lo describe la tabla 9.

Tabla 9: Análisis de Varianza y coeficiente de variación del Diámetro basal.

F.V.	SC	Gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$	
Bloque	1,19	3	0,4	0,31	ns	3,29	5,42
Tratamiento	94,63	5	18,93	14,69	**	2,90	4,56
Error	19,33	15	1,29				
Total	115,15	23					
			CV=	4,11			

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

El coeficiente de variación obtenido de 4,11 permite inferir, que a pesar de encontrarse diferencias altamente significativas para tratamientos el ensayo es muy homogéneo.

En la prueba de medias de Duncan se formaron dos rangos, destacándose el tratamiento **T3:** Aliso + habas sin fertilizante con una media de 29,93cm de diámetro basal mientras que el tratamiento **T5:** Aliso + maíz + fertilizante se ubica al final de la tabla con un promedio de 25,01cm con el menor crecimiento como se lo observa en la tabla 10.

Tabla 10: Prueba de Duncan del diámetro basal.

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso +habas	29,93	A
T1: Aliso solo	29,73	A
T2: Aliso + fertilizante	29,55	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	26,67	B
T4: Aliso + maíz	25,99	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	25,01	B

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.1.3 Diámetro a la altura de pecho e Incremento medio anual ADEVA final, Duncan final y cuadro de imas (6,33 años).

En el resultado del análisis de varianza se observa para la fuente de variación bloque, un Fisher calculado no significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; mientras que, en los tratamientos se registra un Fisher calculado de 14,69 valor altamente significativo a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística así lo resume el siguiente cuadro (tabla 11).

Tabla 11: Análisis de Varianza y coeficiente de variación del Diámetro a la altura de pecho e incremento medio anual.

F.V.	SC	GI	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$	
Bloque	1,19	3	0,4	0,31	ns	3,29	5,42
Tratamiento	94,63	5	18,93	14,69	**	2,90	4,56
Error	19,33	15	1,29				
Total	115,15	23					
			CV=	4,98			

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

El coeficiente de variación se adquirió valores de 4,98 asiente deducir que a pesar de descubrirse diferencias altamente significativas para tratamientos el proyecto es muy uniforme.

En la prueba de medias de Duncan se establecieron dos rangos, recalándose el tratamiento **T3**: Aliso + habas sin fertilizante con una media de 24,93cm del diámetro a la altura de pecho e incremento medio anual, mientras que el tratamiento **T5**: Aliso + maíz + fertilizante se coloca al final de la tabla con un promedio de 20,01cm con el mínimo crecimiento como lo describe a continuación la tabla 12.

Tabla 12: Prueba de Duncan del Diámetro a la altura de pecho e incremento medio anual.

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso +habas sin fertilizante	24,93	A
T1: Aliso solo	24,73	A
T2: Aliso + fertilizante	24,55	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	21,67	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	20,99	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	20,01	B

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.1.4 Altura total e incremento medio anual (ht e ima) ADEVA final y Duncan final (6,33 años).

Según el análisis de varianza se analiza para la fuente de variación bloque, un Fisher calculado no significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95% de probabilidad estadística; mientras que, en los tratamientos se verifica un Fisher calculado de 48,15 valores altamente significativo a su correspondiente tabular al 95%, la descripción específica se encuentra en la tabla 13.

Tabla 13: Análisis de Varianza y coeficiente de variación de la altura total e incremento medio anual.

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$	
Bloque	0,27	3	0,09	0,86	ns	3,29	5,42
Tratamiento	25,35	5	5,07	48,15	**	2,90	4,56
Error	1,58	15	0,11				
Total	27,2	23					
	CV=					4,45	

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

A pesar de encontrarse diferencias altamente significativas para los tratamientos la investigación sigue siendo muy homogénea, según el coeficiente de variación obtenido de 4,45.

En la prueba de medias de Duncan se formaron tres rangos, recalándose el tratamiento **T1:** Aliso solo con una media de 8,37cm de la altura total e

incremento medio anual, mientras que el tratamiento **T5**: Aliso + maíz + fertilizante se sitúa al final de la tabla con un promedio de 5,26cm con el mínimo crecimiento como lo describe el siguiente cuadro (tabla 14).

Tabla 14: Prueba de Duncan de la altura total e incremento medio anual.

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1 Aliso solo	8,37	A
T2 Aliso + fertilizante	8,07	A
T3 Aliso + habas sin fertilizante	7,86	A
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	7,28	B
T5 Aliso + maíz + fertilizante	6,92	B
T6 Aliso + habas + fertilizante	5,26	C

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.1.5 Forma ADEVA final y Duncan final (6,33 años).

La variable forma se determina para la fuente de variación bloque, en la medición final se encontraron diferencias no significativas al 95% de probabilidad estadística, mientras que, en los tratamientos se encontró un valor de 1,18 altamente significativas al 99% de probabilidad estadística, en la tabla 15 se lo detalla perfectamente.

Tabla 15: Análisis de Varianza y coeficiente de variación de la Forma.

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,01	3	0,005	0,83	ns	3,29	5,42
Tratamiento	0,03	5	0,01	1,18	**	2,90	4,56
Error	0,09	15	0,01				
Total	0,14	23	0				
			CV=	2,64			

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

En la medición final de la forma se encuentra un coeficiente de variación de 2,64 a pesar de las diferencias significativas en el proyecto.

4.1.6 Altura de copa (hc) ADEVA final y Duncan final (6,33 años)

En lo referente al Fisher calculado en el análisis de varianza para la altura de copa, se obtiene un valor no significativo al 95% de probabilidad estadística; en cuanto a los tratamientos se calcula un Fisher de 25,88 una cantidad altamente significativo como se lo puede observaren la tabla 16.

Tabla 16: Análisis de Varianza y coeficiente de variación de la altura de copa.

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,47	3	0,16	2,12	ns	3,29	5,42
Tratamiento	9,56	5	1,91	25,88	**	2,90	4,56
Error	1,11	15	0,07				
Total	11,13	23					
			CV=	7,15			

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

La investigación sigue siendo homogénea, teniendo en cuenta las diferencias altamente significativas para los tratamientos observando los resultados del coeficiente de variación de 7,15.

De la prueba de Duncan para la altura de copa aquí se distinguen tres rangos, sobresaliendo el tratamiento **T6:** Aliso + habas + fertilizante con un incremento de 4,93 y con un valor mínimo de 3,09 para el tratamiento **T3:** Aliso + habas sin fertilizante así lo define el siguiente cuadro (tabla 17).

Tabla 17: Prueba de Duncan de la altura de copa.

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T6: Aliso + habas + fertilizante	4,93	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	4,31	B
T1: Aliso solo	3,64	C
T5: Aliso + maíz + fertilizante	3,54	C
T2: Aliso + fertilizante	3,3	C
T3: Aliso +habas sin fertilizante	3,09	D

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.1.7 Diámetro de copa (dc) ADEVA final y Duncan final (6,33 años)

En la ADEVA para la fuente de variación bloque, se encuentra un Fisher calculado no significativo al 95% de probabilidad estadística y para los tratamientos un Fisher calculado de 0,63 altamente significativo al 99% de probabilidad estadística así se lo describe en la tabla 18.

Tabla 18: Análisis de Varianza y coeficiente de variación del Diámetro de copa.

F.V.	SC	gl	CM	F	$F\alpha_{0,05}$	$F\alpha_{0,01}$
Bloque	3,5	3	1,17	0,95 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	3,88	5	0,78	0,63 ^{**}	2,90	4,56
Error	18,47	15	1,23			
Total	25,86	23				
			CV=	63,02		

****:** Altamente significativo

*****: Significativo

ns: No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

El coeficiente de variación obtenido de 63,02 permite inferir que a pesar de encontrarse diferencias altamente significativas para tratamientos el ensayo es muy homogéneo.

4.1.8 Volumen (vol.) ADEVA final y Duncan final (6,33 años)

Según el análisis de varianza bloque, con un Fisher calculado no significativo al 95% de probabilidad estadística y una diferencia altamente significativa de 17,43 para tratamientos al 99% de probabilidad estadística, así lo representa la tabla 19.

Tabla 19: Análisis de Varianza y coeficiente de variación del Volumen.

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,005	3	0,002	0,86 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	0,17	5	0,03	17,43 ^{**}	2,90	4,56
Error	0,03	15	0,002			
Total	0,2	23				
			CV=	12,54		

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

A pesar de encontrarse diferencias altamente significativas para los tratamientos la investigación sigue siendo muy homogénea, según el coeficiente de variación obtenido de 12,54.

En la prueba de medias de Duncan se formaron tres rangos, recalándose el tratamiento **T1**: Aliso solo con una media de 0,45cm de la altura total e incremento medio anual, mientras que el tratamiento **T5**: Aliso + maíz + fertilizante se sitúa al final de la tabla con un promedio de 0,23cm con el mínimo crecimiento como lo describe la tabla 20.

Tabla 20: Prueba de Duncan del Volumen.

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1 Aliso solo	0,45	A
T2 Aliso + fertilizante	0,43	A
T3 Aliso + habas sin fertilizante	0,41	A
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	0,32	B
T5 Aliso + maíz + fertilizante	0,27	B C
T6 Aliso + habas + fertilizante	0,23	C

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.1.9 Nitrógeno incorporado al suelo

El nitrógeno incorporado en el área de investigación que se obtuvo en los tratamientos que no se utilizó fertilizante, un incremento total de 0,1% un nivel bajo, así lo representa la tabla 21.

Tabla 21: Análisis de suelo de nitrógeno.

Análisis inicial de suelo de tratamientos sin fertilizante					
Unidad	Elemento	Año 5		Año 6	
		Valor	Nivel	Valor	Nivel
Ppm	N	0,4	Alto	0,5	Excesivo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

El nitrógeno incorporado en el área de ensayo en los tratamientos que se utilizó fertilizante tenemos un incremento total de 1,33% un nivel muy alto como se lo observa en el siguiente cuadro (tabla 22).

Tabla 22: Análisis de suelo de nitrógeno.

Análisis inicial de suelo de tratamientos con fertilizante					
Unidad	Elemento	Inicial 5 años		Final 6 años	
		Valor	Nivel	Valor	Nivel
Ppm	N	0,35	Alto	1,68	Excesivo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.1.10 Carbono incorporado al suelo cuadro

El carbono incorporado en el área de ensayo en los tratamientos que no se utilizó fertilizante, se gana un incremento total de 0,89% un nivel alto, la tabla 23 lo describe detalladamente.

Tabla 23: Carbono sin fertilizante

Análisis inicial de suelo de tratamientos sin fertilizante					
Unidad	Elemento	Año 5		Año 6	
		Valor	Nivel	Valor	Nivel
%	Carbono	5.28	Muy alto	6.17	Alto

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

El carbono incorporado en el área de investigación en los tratamientos que se utilizó fertilizante se obtuvo un incremento total de 0,5% un nivel alto como se lo observa en el siguiente cuadro (tabla 24).

Tabla 24: Carbono con fertilizante

Análisis inicial de suelo de tratamientos con fertilizante					
Unidad	Elemento	Inicial 5 años		Final 6 años	
		Valor	Nivel	Valor	Nivel
%	Carbono	5.8	Alto	6.3	Alto

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.1.11 Biomasa seca y carbono capturado

Utilizando los resultados de la biomasa seca se realizaron las estimaciones para generalizar un nivel de captura de carbono por el sistema agroforestal (*Ver anexo 7A*).

4.1.12 Relación C/N

En el **T1** Aliso solo 1:3; **T2** (Aliso + fertilizante) 1:1, y **T6** (Aliso + habas + fertilizante) 1:12 se encontró exceso de nitrógeno debido al abundante humedad, a las bajas temperaturas y al pH fuertemente ácido y en los tratamientos **T3** (Aliso + habas sin fertilizante) 662:1 **T4** (Aliso + maíz sin fertilizante) 527:1 y en el **T5**

(Aliso + maíz + fertilizante) 234:1 exceso de carbono en base a las bajas temperaturas y por ello el proceso de mineralización es lento; (*Ver anexo 8A*).

4.1.13 Materia orgánica.

El incremento de materia orgánica que se realizó mediante el análisis de suelo, la tabla 25 lo redacta en forma clara y detallada.

Tabla 25: Análisis de suelo de materia orgánica.

Análisis inicial de suelo de tratamientos sin fertilizante					
Unidad	Elemento	Año 5		Año 6	
		Valor	Nivel	Valor	Nivel
%	Materia orgánica	8,85	Muy alto	11	Muy Alto

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

La materia orgánica que se encontró incorporada en la investigación fue de 4,02% siendo un nivel muy alto así lo define el siguiente cuadro (tabla 26).

Tabla 26: Análisis de suelo de materia orgánica.

Análisis inicial de suelo de tratamientos con fertilizante					
Unidad	Elemento	Inicial 5 años		Final 6 años	
		Valor	Nivel	Valor	Nivel
%	Materia orgánica	10	Alto	14,02	Excesivo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.1.14 Diagnostico fitosanitario de la especie forestal y especies del cultivo de ciclo corto

Dentro de la investigación no se encontraron enfermedades ni insectos que atacaran, tanto a la especie forestal como a los cultivos.

4.2 Análisis de correlación

Se realizó el análisis de correlación para determinar el grado de asociación entre las variables dasométricas:

En lo referente al diámetro basal-diámetro a la altura del pecho y diámetro a la altura del pecho- altura total siendo altamente significativa al 99% para todos los tratamientos, así lo describe la tabla 27.

Tabla 27: Análisis de correlación entre diámetro basal – diámetro a la altura de pecho y diámetro a la altura de pecho – altura total.

Tratamiento	db-dap	dap-ht	F $\alpha_{0,01}$	F $\alpha_{0,05}$
T1 Aliso solo	1,00**	1,00**	0,754	0,864
T2 Aliso + fertilizante	1,00**	1,00**		
T3 Aliso + habas sin fertilizante	1,00**	1,00**		
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	0,99**	1,00**		
T5 Aliso + maíz + fertilizante	1,00**	1,00**		
T6 Aliso + habas + fertilizante	1,00**	1,00**		

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns: No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

En lo que respecta a altura total-altura de copa demostraron que son altamente significativos para los tratamientos **T6** (Aliso + habas + fertilizante) y no significativos para los tratamientos restantes y para la asociación entre diámetro basal-diámetro de copa se demostró la no significancia para los tratamientos **T1** (Aliso solo), **T6** (Aliso + habas + fertilizante) y **T5** Aliso + maíz + fertilizante y para los tratamientos restantes quedando significativos al 95% de probabilidad estadística como lo indica la tabla 28.

Tabla 28: Análisis de correlación entre altura total – altura de copa y diámetro basal – diámetro de copa.

Tratamiento	ht-hc	db_dc	F $\alpha_{0,01}$	F $\alpha_{0,05}$
T1 Aliso solo	-0,525 _{ns}	0,655 _{ns}	0,754	0,864
T2 Aliso + fertilizante	-0,555 _{ns}	0,828*		
T3 Aliso + habas sin fertilizante	-0,538 _{ns}	0,828*		
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	0,998**	0,639 _{ns}		
T5 Aliso + maíz + fertilizante	0,992**	-0,781*		
T6 Aliso + habas + fertilizante	0,629 _{ns}	-0,005 _{ns}		

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

En lo relacionado al diámetro a la altura de pecho-diámetro de copa según los tratamientos **T2** (Aliso + fertilizante), **T3** (Aliso + habas sin fertilizante) y **T4** (Aliso + maíz sin fertilizante) significativos al 95% y los demás tratamientos no significativos y para diámetro de copa-altura de copa el **T1** (Aliso solo) altamente significativo al 99%, **T5** (Aliso + maíz + fertilizante) significativo al 95% de probabilidad estadística y los tratamientos: **T2** (Aliso + fertilizante), **T3** (Aliso + habas sin fertilizante), **T6** (Aliso + habas fertilizadas) y **T4** (Aliso + maíz sin fertilizante) no significativos así lo describe la tabla 29.

Tabla 29: Análisis de correlación entre diámetro a la altura de pecho – diámetro de copa y diámetro de copa – altura de copa.

Tratamiento	dap_dc	dc_hc	F $\alpha_{0,01}$	F $\alpha_{0,05}$
T1 Aliso solo	0,655 _{ns}	-0,987**	0,754	0,864
T2 Aliso + fertilizante	0,828*	-0,559 _{ns}		
T3 Aliso + habas sin fertilizante	0,828*	-0,546 _{ns}		
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	0,655 _{ns}	0,660 _{ns}		
T5 Aliso + maíz + fertilizante	-0,781*	-0,698 _{ns}		
T6 Aliso + habas + fertilizante	-0,005 _{ns}	0,774*		

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

Lo que acierta al diámetro basal-altura de copa e ima diámetro a la altura de pecho-ima altura total siendo altamente significativos al 99% para todos los tratamientos, en la tabla 30 lo detalla perfectamente.

Tabla 30: Análisis de correlación entre diámetro basal – altura total e incremento medio anual del diámetro a la altura de pecho – incremento medio anual de la altura total.

Tratamiento	db-ht	imadap- imaht	F $\alpha_{0,01}$	F $\alpha_{0,05}$
T1 Aliso solo	1,000**	1,000**	0,754	0,864
T2 Aliso + fertilizante	1,000**	1,000**		
T3 Aliso + habas sin fertilizante	1,000**	1,000**		
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	0,999**	1,000**		
T5 Aliso + maíz + fertilizante	1,000**	1,000**		
T6 Aliso + habas + fertilizante	1,000**	1,000**		

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.3 Análisis de regresión

Se realizó el análisis de regresión para establecer el coeficiente de determinación (R^2) y se define que los pares de datos de las variables diámetro basal – diámetro a la altura de pecho se ajustan casi perfectamente a la recta de regresión así lo indica la tabla 31.

Tabla 31: Análisis de regresión entre diámetro basal y diámetro a la altura de pecho.

Tratamiento	db-dap	R ²
T1 Aliso solo	$y=1x-5$	1,000
T2 Aliso + fertilizante	$y=1x-5$	1,000
T3 Aliso + habas sin fertilizante	$y=1x-5$	1,000
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	$y=0,9447x-3,5366$	0,9987
T5 Aliso + maíz + fertilizante	$y=x-5$	1,000
T6 Aliso + habas + fertilizante	$y=1,0321x-2,0076$	0,3954

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

En el análisis de regresión se establece el coeficiente de determinación (R^2) y se especifica que los pares de datos de las variables diámetro a la altura de pecho – altura total se enlazan perfectamente a la recta de regresión como lo define la tabla 32.

Tabla 32: Análisis de regresión entre diámetro a la altura de pecho y altura total.

Tratamiento	dap-ht	R^2
T1 Aliso solo	$y=0,4x-1,522$	1,000
T2 Aliso + fertilizante	$y=0,4052x-1,8768$	0,9999
T3 Aliso + habas sin fertilizante	$y=0,4x-2,112$	1,000
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	$y=0,4x-1,388$	1,000
T5 Aliso + maíz + fertilizante	$y=0,4x-1,476$	1,000
T6 Aliso + habas + fertilizante	$y=0,4x-2,744$	1,000

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

Los pares de datos de las variables altura total – altura de copa mediante el análisis de regresión se forma el coeficiente de determinación (R^2), se considera que en la recta de regresión se ajustan imperfectamente, en la tabla 33 se detalla cada análisis por tratamiento.

Tabla 33: Análisis de regresión entre altura total y altura de copa.

Tratamiento	ht-hc	R^2
T1 Aliso solo	$y=2,4821x+24,044$	0,2759
T2 Aliso + fertilizante	$y=2,6036x+23,938$	0,3080
T3 Aliso + habas sin fertilizante	$y=-2,6x+23,146$	0,2898
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	$y=0,9571x-2,0399$	0,9968
T5 Aliso + maíz + fertilizante	$y=0,8071x-1,284$	0,9834
T6 Aliso + habas + fertilizante	$y=1,0321x-2,0076$	0,3954

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

Observando el análisis de regresión se constituye el coeficiente de determinación (R^2), y se justifica que en los pares de datos de las variables diámetro basal – diámetro de copa relacionan indistintamente en la recta de regresión así lo indica la tabla 34.

Tabla 34: Análisis de regresión entre diámetro basal y diámetro de copa.

Tratamiento	db_dc	R ²
T1 Aliso solo	$y=0,0071x+1,4495$	0,4286
T2 Aliso + fertilizante	$y=0,0116x+1,3002$	0,6862
T3 Aliso + habas sin fertilizante	$y=0,0114x+1,1003$	0,6857
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	$y=0,0066x+1,4492$	0,4089
T5 Aliso + maíz + fertilizante	$y=-0,0314x+2,3644$	0,6101
T6 Aliso + habas + fertilizante	$y=-0,0014x+2,6133$	2E-05

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

El siguiente cuadro (tabla 35), indica lo concerniente a los pares de datos de las variables diámetro a la altura de pecho – diámetro de copa, en el análisis de regresión se considera el coeficiente de determinación (R²) y se analiza que dichos pares se unen imperfectamente.

Tabla 35: Análisis de regresión entre diámetro a la altura de pecho y diámetro de copa.

Tratamiento	dap-dc	R ²
T1 Aliso solo	$y=0,0071x+1,4853$	0,4286
T2 Aliso + fertilizante	$y=0,0116x+1,3581$	0,6862
T3 Aliso + habas sin fertilizante	$y=0,0114x+1,1575$	0,6857
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	$y=0,0071x+1,4705$	0,4286
T5 Aliso + maíz + fertilizante	$y=-0,0314x+2,2073$	0,6101
T6 Aliso + habas + fertilizante	$y=-0,0653x+1,7317$	0,2343

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

Se realizó el análisis de regresión para establecer el coeficiente de determinación (R²) y se define que los pares de datos de las variables diámetro de copa – altura de copa no se ajustan de manera perfecta a la recta de regresión como lo describe la tabla 36.

Tabla 36: Análisis de regresión entre diámetro de copa y altura de copa.

Tratamiento	dc-hc	R²
T1 Aliso solo	$y=-171x+287,34$	0,9744
T2 Aliso + fertilizante	$y=-76x+127,84$	0,3124
T3 Aliso + habas sin fertilizante	$y=-76,5x+113,14$	0,2986
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	$y=23,2x-32,886$	0,4358
T5 Aliso + maíz + fertilizante	$y=-5,6471x+12,968$	0,4871
T6 Aliso + habas + fertilizante	$y=1,7027x-1,1751$	0,5984

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

En el análisis de regresión para establecer el coeficiente de determinación (R^2), se define que los pares de datos de las variables diámetro basal – altura total se ajustan perfectamente a la recta de regresión así lo define la tabla 37.

Tabla 37: Análisis de regresión entre diámetro basal y altura total.

Tratamiento	db-ht	R²
T1 Aliso solo	$y=0,4x-3,522$	1
T2 Aliso + fertilizante	$y=0,4052x-3,9028$	0,999
T3 Aliso + habas sin fertilizante	$y=0,4x-4,112$	1
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	$y=0,3779x-2,8026$	0,999
T5 Aliso + maíz + fertilizante	$y=0,4x-3,476$	1
T6 Aliso + habas + fertilizante	$y=0,4x-4,744$	1

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

Las variables diámetro a la altura de pecho e ima – altura total e ima, en el análisis de regresión se considera el coeficiente de determinación (R^2) y se analiza que dichos pares se unen imperfectamente, según la tabla 38.

Tabla 38: Análisis de regresión entre incremento medio anual del diámetro a la altura de pecho e incremento medio anual de la altura total.

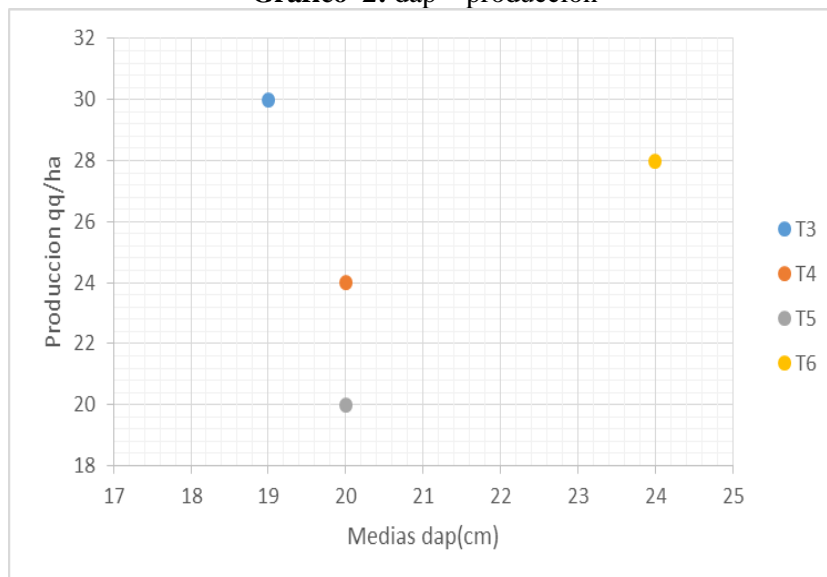
Tratamiento	imadap-imaht	R ²
T1 Aliso solo	$y=0,3111x+0,1069$	1
T2 Aliso + fertilizante	$y=0,295x+0,1309$	1
T3 Aliso + habas sin fertilizante	$y=0,278x+0,1467$	1
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	$y=0,3013x+0,1188$	1
T5 Aliso + maíz + fertilizante	$y=0,2897x+0,1327$	1
T6 Aliso + habas + fertilizante	$y=0,1787x+0,2662$	1

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.4 Relación de las variables dasométricas con el cultivo

En el gráfico 2 se observa que la mejor producción de haba se encuentra asociada con el menor crecimiento del aliso mientras que la producción de maíz no presenta interacción con el DAP.

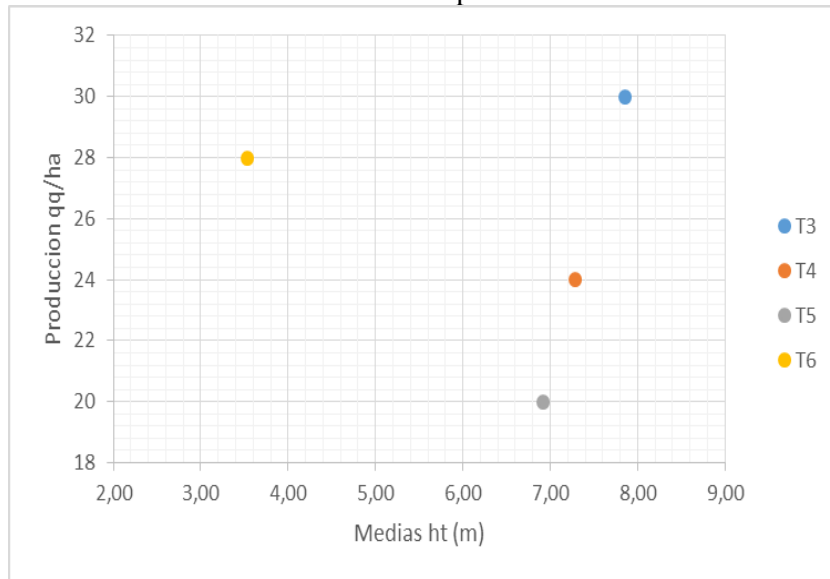
Gráfico 2: dap – producción



Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

En la relación de la altura total vs producción, se puede describir que la mejor producción de haba se encuentra asociada a los mayores alturas totales de la especie, en cuanto al maíz tiene una producción similar y no tiene interacción en base al ht, así se observa en el gráfico 3.

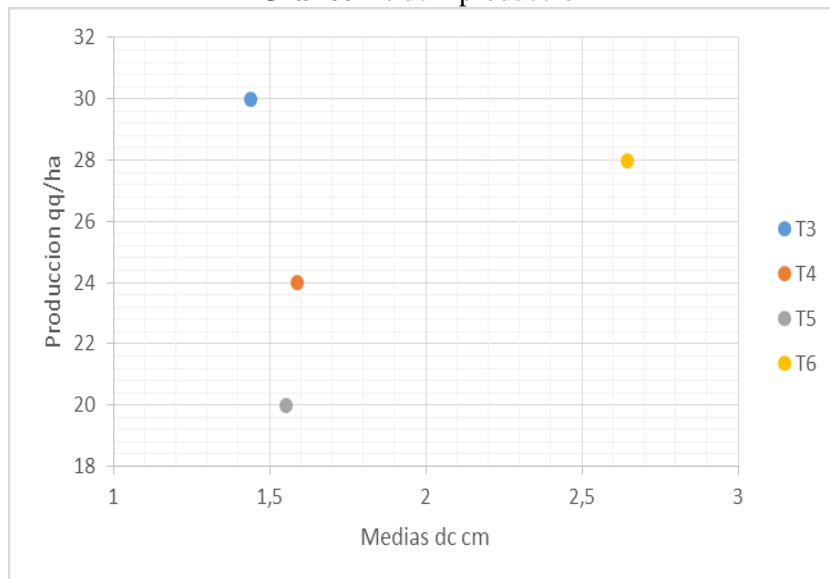
Grafico 3: ht – producción



Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

En gráfico 4 se presenta que la mejor producción de haba se encuentra asociada con el menor diámetro de copa de la especie, mientras que la producción de maíz no realiza interacción en base al diámetro de copa.

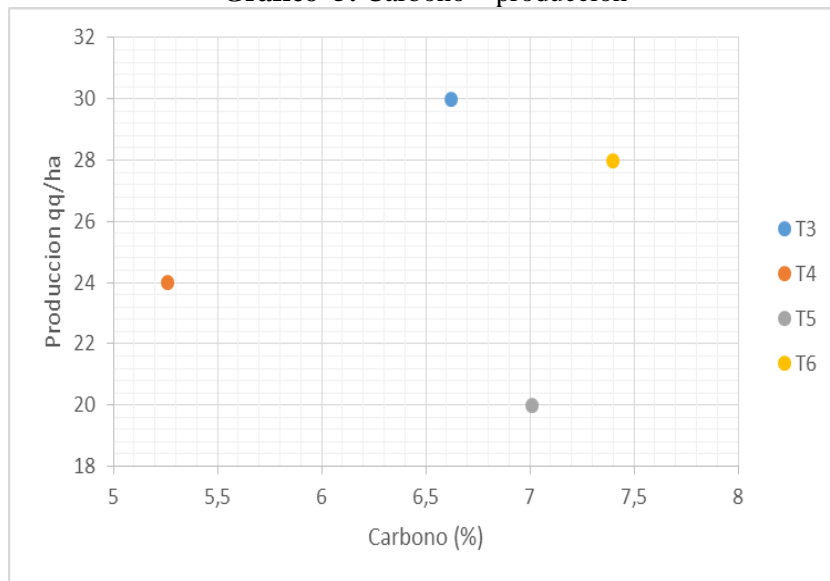
Grafico 4: dc – producción



Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

En el siguiente gráfico se observa que la mejor producción de haba se encuentra asociada a un porcentaje medio de carbono, mientras que la producción de maíz no realiza interacción en base al carbono.

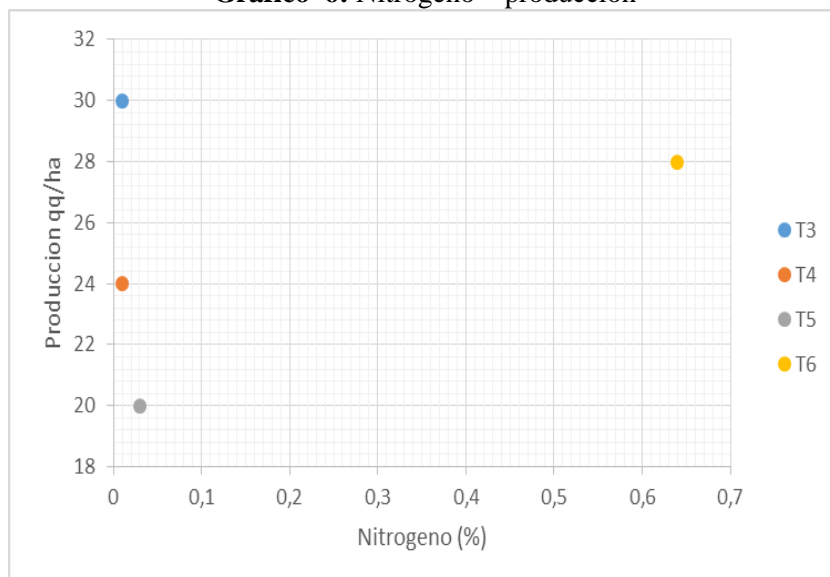
Grafico 5: Carbono – producción



Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

La mejor producción de haba se encuentra asociada con el menor porcentaje de nitrógeno, en cuanto a la asociación de maíz es casi similar y no existe ningún tipo de interacción, así se lo describe el gráfico 6.

Grafico 6: Nitrógeno – producción



Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.5 Análisis de costos

4.5.1 Producción de haba

En la tabla 39 describe detalladamente la producción el cultivo de haba.

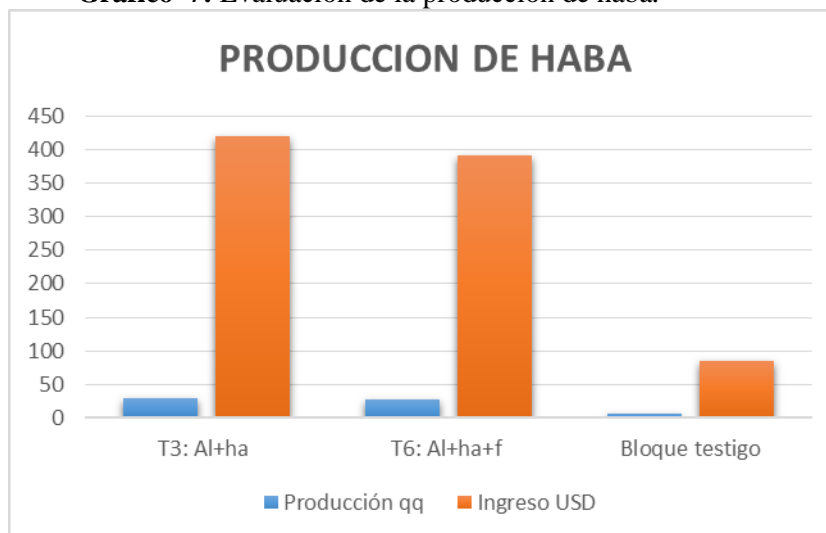
Tabla 39: Producción de haba

	Producción qq	Ingreso USD
T3: Al+ha	30	420
T6: Al+ha+f	28	392
Bloque testigo	6	84

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

En el grafico 7 representa la evaluación del cultivo de haba indicando el mejor tratamiento.

Gráfico 7: Evaluación de la producción de haba.



Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.5.2 Producción de maíz

Cada uno de los tratamientos del cultivo de maíz y su productividad se describe en la tabla 40.

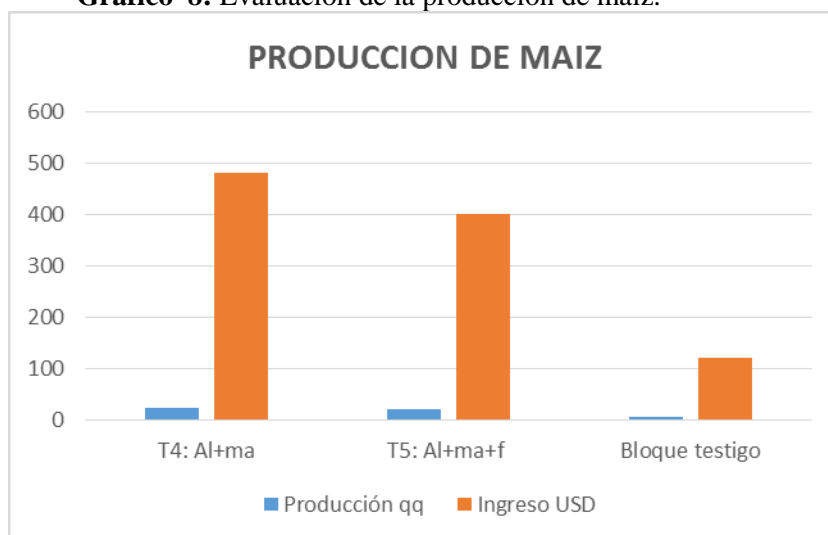
Tabla 40: Producción de maíz.

	Producción qq	Ingreso USD
T4: Al+ma	24	480
T5: Al+ma+f	20	400
Bloque testigo	6	120

Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

La evaluación de la productividad de los cultivos de maíz se observa en el gráfico 8, indicando el mejor tratamiento.

Gráfico 8: Evaluación de la producción de maíz.



Elaborado por: Cindy Johanna Arciniegas Rosero

4.5.3 Relación costos – beneficios

Los costos del manejo de los tratamientos se tomaron de los 0 hasta los 12 meses, dando un valor total de USD 892 /ha, mientras que el ingreso total (cultivos de haba y maíz) de USD 1896,00 /ha, con una relación costo-beneficio total de USD 1004 /ha de rentabilidad (*Ver Anexo 9A*).

Teniendo así a los mejores tratamientos: **T3:** Al + ha (Aliso + haba) y **T4:** Al + ma (Aliso + maíz) que presentaron el mejor asocio entre la especie forestal y agrícola.

Cabe mencionar que la producción en general bajó en rendimiento debido a la falta de precipitaciones en el área de investigación.

4.6 Discusión

4.6.1 Sobrevivencia

En la presente investigación a los 6,33 años fue del 100% de sobrevivencia, igual a la registrada por Tucanes (2009) de porcentajes iguales a la investigación sobre la sobrevivencia del registrada por el MAGAP (2014) que obtuvo un 100% en 7 años de edad.

La sobrevivencia a los 6,33 años en esta investigación presenta valores al 100% debido a que no se encontraron enfermedades y ningún tipo de malezas al igual que las citas por MAGAP y Tucanes.

4.6.2 Crecimiento en altura

En el presente ensayo, a los 6,33 años se alcanzó una altura total promedio de 7,29m y un incremento medio anual de 1,22m, superior a la medición registrada por Tucanes (2009) a los 12 meses de 1,11m. Con una referencia mayor para INIAP (2010) a los 6 años que registró una altura de 6,58m y el incremento medio anual de 1,09m siendo inferior a la investigación realizada y superior a los datos de Ospina (2010) a los 6 años con una altura promedio de 6,87m (1,15 ima).

El incremento medio anual en altura total fue superior a los valores citados anteriormente, debido a las condiciones edafoclimáticas del sitio caracterizadas por: **precipitación:** 118,54mm, **temperatura promedio:** 17.4 °C. Suelos con texturas **franco arenoso**, **topografía:** 15% al 20% Inclinada. **pH:** 5.28 Fuertemente ácido. **Nitrógeno:** 1,48ppm **fósforo**, presenta un nivel excesivo de 40ppm, **potasio**, presenta un nivel alto de 0.416meq/100/ml, **materia orgánica** de 11% un porcentaje alto y una profundidad efectiva del suelo de 80 – 100cm.

Diferente a las citas por INIAP (2010) y Ospina (2010) que tienen una profundidad del suelo menor a 60cm, precipitación mayor a 200mm.

4.6.3 Crecimiento en diámetro basal

Relacionando los resultados del diámetro a la altura de pecho a los 6,33 años alcanzó un diámetro promedio de 23,10cm con un incremento medio anual de 3,85cm, superior a los incrementos realizados por Tucanes (2009) a los 12 meses de 15,76mm. Con un diámetro superior de la investigación de Ospina (2010) a los 6 años de 14,80cm (2,46cm ima). INIAP (2010) hasta los 6 años registró una altura de 11cm (1,83cm ima), siendo inferior a la investigación realizada.

El incremento a los 6 años en diámetro basal del aliso en esta investigación presenta valores superiores respecto a otras investigaciones, debido a las condiciones edafoclimáticas del sitio, que en las fuentes citadas anteriormente tienen una profundidad menor, una textura de suelo franco arcilloso un pH ligeramente ácido.

4.6.4 Forma

Teniendo en cuenta la forma de los árboles en los 6,33 años se encontraron un 69,33% de árboles rectos, comparando con Tucanes (2009), que obtuvo un 100%, y con un 55% en la investigación de Rivadeneira (2009). El porcentaje obtenido no llega a un 100% ya que los árboles son utilizados para cercas vivas y la entrada de ganado.

4.6.5 Coeficiente de correlación

Del análisis de correlación de la investigación a los 6,33 años consiguió un coeficiente de correlación promedio de 1,00 altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística relacionado al que obtuvo Tucanes (2009) de 0,963 estos coeficientes ponen en manifiesto la tendencia de la especie a tener un

alto grado de asociación entre las variables dasométricas: diámetro basal, diámetro a la altura de pecho, diámetro de copa, altura total, altura de copa, ima del diámetro a la altura de pecho e ima de la altura total.

4.6.6 Coeficiente de regresión

En el análisis de regresión en la investigación en los 6,33 años consiguió un coeficiente de regresión promedio de 1,00 altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística estos coeficientes ponen en conocimiento la tendencia de la especie al tener un alto grado de asocio entre las variables dasométricas y al poder incluirse en cualquier ecuación ya que indica un ajuste perfecto en la regresión lineal.

4.6.7 Relación C/N

La relación C/N que se obtuvo en la presente investigación en los tratamientos **T1** (Aliso solo) 1:3, **T2** (Aliso + fertilizante) 1:1 y **T6** (Aliso + habas + fertilizante 1:12) en los cuales encontró exceso de nitrógeno y en los tratamientos (**T3** Aliso + habas sin fertilizante) 662:1, **T4** (Aliso + maíz sin fertilizante) 527:1 y en el **T5** (Aliso + maíz + fertilizante) 234:1 exceso de carbono; relacionando con la investigación de (Moran, 2012). El follaje del aliso posee una relación C/N inferior a 25, muy beneficiosa para el suelo, el aliso con una relación C/N de 20,6 tiene hojas poco lignificadas y ricas en nitrógeno.

4.6.8 Costo/Beneficio

Los costos del manejo de la investigación se tomaron de los 5 años hasta los 6,33 años, dando un valor total de USD 892 /ha, mientras que el ingreso total (cultivos de haba y maíz) de USD 1896,00 /ha, con una relación costo-beneficio total de USD 1004 /ha de rentabilidad.

En cuanto a los mejores tratamientos tenemos el **T3**: Al + ha (Aliso + haba) y **T4**: Al + ma (Aliso + maíz) que presentaron el mejor asocio entre la especie forestal y agrícola. Relacionando con la investigación de Tucanes (2009) con una relación costo – beneficio total de USD -3810.34 /ha, debido a que en esta etapa de producción se asumen los altos costos de establecimiento de la plantación y los mejores tratamientos en la investigación fueron: **T2**: Al+ma+f (Aliso + maíz + fertilizante), el tratamiento **T6**: Al+ha+f (Aliso + haba + fertilizante).

Cabe recalcar que la mejor asociación es el Aliso con el cultivo agrícola sin la utilización de fertilizantes existiendo una rentabilidad alta.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ✚ Las mejores interacciones se encontraron en la producción de haba con el asocio de la especie forestal (*Alnus acuminata*), y en la producción de maíz no se observó ningún tipo de interacciones.
- ✚ En los tratamientos que se utilizó fertilizante se obtuvo el porcentaje más alto de fijación de nitrógeno, con un incremento del 1,33%; mientras que, la mayor fijación de carbono se encontró en los tratamientos que no se utilizó fertilizante, con un incremento del 0,89%.
- ✚ En cuanto a la relación C/N se determinó una excesividad de carbono y nitrógeno, debido a la existencia de alta humedad, temperaturas bajas y un pH fuertemente ácido, estos factores retardan la mineralización y limitan la disponibilidad de estos elementos para las plantas.
- ✚ El mejor rendimiento de los cultivos se lo obtuvo en el tratamientos **T3**: Al + ha (Aliso + haba) con 30qq/ha y un ingreso de USD 420 /ha; seguido por **T4**: Al + ma (Aliso + maíz) con 24qq/ha y USD 480/ha de ingresos netos.
- ✚ El costo total de los tratamientos, desde los 5 hasta los 6,33 años fue de USD 892/ha, mientras que el ingreso neto (cultivos de haba y maíz) fue de USD 1896,00/ha, con una relación costo-beneficio total de USD 1004,5/ha teniendo así una rentabilidad alta en cuanto a la asociación de la especie forestal con el cultivo.

5.2 Recomendaciones

- ✚ Continuar con la evaluación del ensayo establecido, con el fin de afianzar los conocimientos sobre el comportamiento de la especie forestal.
- ✚ En condiciones edafoclimáticas similares se plantea establecer prácticas agroforestales asociando Aliso con el cultivo de haba, puesto que presentó el mejor asocio y una rentabilidad alta.
- ✚ Se debería establecer ensayos de asociación de Aliso con otros cultivos agrícolas o pasturas, con diferentes espaciamientos, para analizar su interacción.
- ✚ En prácticas agroforestales asociadas con la especie arbórea aliso se propone no utilizar fertilizantes.
- ✚ Se plantea realizar un plan de intervención silvicultural ya que esta plantación requiere del conocimiento de la dinámica y estructura de la masa forestal, así como de la calidad de sitio y aplicación de tratamientos silviculturales.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, C., & VIZCAÍNO, M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra: Editorial Universitaria.
- AGUIRRE, W. (2007). *Enriquecimiento de plantaciones forestales como herramienta para la rehabilitación de ambientes degradados en la region sur Ecuatoriana*. Loja.
- ALDRICH. (18 de febrero de 2010). *SN*. Obtenido de SN: <http://www7.uc.cl/sw>
- ANDRADE Y CERDA, (2000). *Dasometría y mediciones de sombra (Soluciones para el Ambiente y Desarrollo*. CATIE. [en línea] Disponible en: <http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Agroforesteria%20Tropical/AT511/Curso%20Bases%20T%C3%A9cnicas%20Agroforestales/3.%20Dasometr%C3%ADa%20y%20Medici%C3%B3n%20de%20Sombra/Dasometr%C3%ADa%20y%20Medici%C3%B3n%20de%20Sombra.pdf> [fecha de consulta: 06 junio 2014].
- ANDRADE Y CERDA, (2000). *Dasometría y mediciones de sombra (Soluciones para el Ambiente y Desarrollo*. CATIE. [en línea] Disponible en: <http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Agroforesteria%20Tropical/AT511/Curso%20Bases%20T%C3%A9cnicas%20Agroforestales/3.%20Dasometr%C3%ADa%20y%20Medici%C3%B3n%20de%20Sombra/Dasometr%C3%ADa%20y%20Medici%C3%B3n%20de%20Sombra.pdf> [fecha de consulta: 06 junio 2014].
- AÑAZCO, M. 1996. *El Aliso, (Alnus acuminata) Proyecto desarrollo Forestal Campesino de los Andes en el Ecuador (DFC)*. Quito-Ecuador. Pág. 166.

- AREVALO Y CATUCUAMBA, (2007). *Mejoramiento de la calidad de las galletas de harina de trigo mediante la adición de harina de haba (Vicia faba l.) y de panela como edulcorante. Tesis de grado para optar por el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica Del Norte. Ibarra, EC. Pág. 8.*
- AZURDIA, D. C. (2013). *Cultivos Nativos de Guatemala. Guatemala: Consejo Nacional de Areas Protejidas.*
- BENJAMÍN, J. A. (2008). *Cómo entender el manejo forestal, la captura de carbono y el pago de servicios ambientales. CULTURA CIENTÍFICA, 30.*
- BOX, J. M. (10 de Marzo de 2014). *Tecnicoagricola. Obtenido de Tecnicoagrícola: <http://www.tecnicoagricola.es/el-cultivo-de-las-habas/>*
- BUSTOS, D. 2008. *Establecimiento de un sistema agroforestal con dos especies leguminosas para la recuperación de suelos degradados en la micro cuenca de San Pedro Mixtepec, Juquila, Oaxaca. (Tesis, para obtener el grado de Licenciado en Ingeniería Forestal). Pág. 45.*
- CANABIO. *Alnus acuminata H.B.K. [en línea] Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf [fecha de consulta: 03 junio 2014].*
- CATIE. (2000). *Productividad de los Sistemas Silvopastoriles en Moropotente, Esteli, Nicaragua. CATIE. Recuperado el 6 de Mayo de 2014, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0327E/A0327E.PDF>*
- CENICAFE, (2010). *Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de manera en la zona andina colombiana.*
- CEVALLOS, J. A. (4 de junio de 2011). *Materia organica del suelo. Obtenido de Materia organica del suelo: <http://www.monografias.com/trabajos87/materia-organica-del-suelo/materia-organica-del-suelo.shtml>*
- CHEMICAL, C. (2005). Maiz. *Cultivo maiz, 25.*

- CONAFOR, (2013). *Alnus acuminata H.B.K.* [en línea] Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/882Alnus%20acuminata.pdf> [fecha de consulta: 03 junio 2014].
- CONCHA, A. (2007). *Manejo en vivero de cinco especies arbóreas nativas de regeneración natural para repoblación en el bosque de Huayropungo, comunidad de palo blanco, provincia del Carchi. Tesis de grado para optar por el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables.* Universidad Técnica Del Norte. Ibarra, EC. Pág. 10.
- CORONADO, I. F. (2007). *Avances de la medición de carbono en bosques, plantaciones y sistemas agroforestales de Guatemala.* Guatemala: CATIE.
- ENRÍQUEZ, H. (2015). “*Propagación vegetativa de quishuar (Buddleja incana) y aliso (Alnus acuminata) empleando tres enraizadores en la Granja Experimental Yuyucocha, de la Universidad Técnica del Norte*”. Ibarra: Universidad Tecnica del Norte.
- FAO, RAÚL BOTERO Y RICARDO O. RUSSO, (1998). *Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales.* San José de Costa Rica.
- FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor.* Santiago de Chile: FAO.
- GALEAS Y GUEVARA, (2012). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental.* Ministerio de Ambiente del Ecuador. Pág. 33.
- GUZMÁN, M. J. (2010). *Almacenamiento y conservación de granos y semillas.* Secretaria de Agricultura Ganaderia Desarrollo Rural Pesca y Alimentacion, 10.
- HERNÁN JAIR ANDRADE, P. (2014). *Agroforestería neotropical.* Reviste de la red Agroforestal de Universidades de Colombia, 26.
- INIAF. (13 de Noviembre de 2012). *Manual de cultivo de Haba.* Obtenido de Manual de cultivo de Haba: <http://www.amdeco.org.bo/archivos/manualdelcultivodelhaba.pdf>

- INIAP. (2005). *Sistemas agroforestales aplicables en la sierra ecuatoriana*. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- JIMENEZ, L. (2012). (Atlas). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial cantón Tulcán*. Alcaldía Cantón Tulcán. Pág. 10.
- LEÓN, L. F. (2010). *Producción comercial y de Semilla de Haba*. Quetzaltenango: ICTA.
- LOJAN I.L, (1992); *Verdor de los Andes: Árboles y Arbustos Nativos para el Desarrollo Forestal Altoandino*. Editor Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en los Andes, Costa Rica. Pág. 87.
- LÓPEZ, D. M. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- MAGAP. (2014). *Programa de incentivos para reforestación*. Sembremos un futuro mejor, 38.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN, (2004). *Propiedades físico-mecánicas del Aliso, Alnus acuminata H.B.K, proveniente de Chalaca- Piura. (Tesis inédita de Ingeniero Forestal)*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú. Pág. 13.
- MORAN, Y. (2012). *Efecto de la incorporación de hojarasca de especies arbóreas sobre el co₂, ph y fósforo en un suelo vitric haplustand*. Revista de ciencias agrícolas, 24.
- N, E. T. (2003). *Calculo de fertilizacion para especies forestales con fuentes simple*. Plantacion forestal, 28.
- NAVALL, M. (2011). *La Integración Silvopastoril*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado el 14 de Mayo de 2014, de http://inta.gob.ar/documentos/otra-mirada-del-control-del-renoval-la-integracionsilvopastoril/at_multi_download/file/Navall%202011%202daJAT%20Control%20Renoval%20SdE.pdf

- OSPINA, A. 2001. *Memoria del taller regional de intercambio de experiencias: "Tecnologías Locales en Agroforestería"*. Buga, Colombia. Pág. 36.
- PALACIOS, W. 2011. *El aliso, (Alnus acuminata) Árboles del ecuador, familias y géneros y especies de árboles*. Quito – Ecuador. Pág. 477.
- PENAGOS, CARLOS MARIO OSPINA. (01 de Enero de 2005). *Guías Silviculturales*. Obtenido de Guías Silviculturales: <http://www.cenicafe.org/es/publications/aliso.pdf>
- PERALTA, L (1995). *Guía para el cultivo de Haba (Vicia fava L)*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. EC. Pág. 1.
- PION, A (2014). *Guías de fotografías de Colombia – Alnus Acuminata*. Cundinamarca. Pág. 70.
- RUIZ, E. M. (16 de Enero de 2013). *Manual Técnico de Cultivo de Maiz*. Obtenido de Manual Técnico de Cultivo de Maiz: <http://www.monografias.com/trabajos94/manual-tecnico-semillero-maiz-m28-t-ucayali/manual-tecnico-semillero-maiz-m28-t-ucayali.shtml>
- S/N. (8 de Marzo de 2012). *Sistemas Agrosilvopastoril*. Obtenido de SistemasAgrosilvopastoril:<http://www.buenastareas.com/ensayos/Sistema-Agrosilvopastoril/3631853.html>
- TORTORA, G. J. (2007). *Introducción a la Microbiología*. ARGENTINA : MEDICA PANAMERICADA S.A.
- TUCANÉS, V. (2011). *Crecimiento inicial del aliso (Alnus acuminata HBK) asociado con haba, maiz con y sin fertilizante en la parroquia El Carmelo, Provincia del Carchi*. Ibarra. EC.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1 Cuadros

ANEXO 1A

Tabla 3. Proyección en la producción de Aliso, en un ciclo de producción de 15 años

Edad en años (t)	Número de individuos por ha (N)	Díámetro normal proyectado en cm (d)	Altura total en m proyectada (h)	Volumen con corteza (cc) (m ³ /árbol)	Número de árboles extraídos por entresaca (n)	Volumen extraído por entresaca (m ³ /ha)	Número de árboles remanentes por ha (Nf)	Volumen en pie árboles remanentes m ³ /ha
1	1111	2,38	2,0	0,001			1.111	0,69
2	1111	6,20	6,1	0,011			1.111	12,27
3	1111	8,00	8,2	0,024			1.111	26,36
4	1111	9,40	9,8	0,038			1.111	42,43
5	1111	11,80	12,8	0,076			1.111	84,41
6	833	14,80	13,1	0,121	278	33,75	833	101,12
7	833	16,00	13,9	0,149		41,50	833	124,36
8	833	17,70	15,2	0,197		54,85	833	164,35
9	833	18,70	18,5	0,261		72,59	833	217,50
10	625	19,30	19,0	0,285	208	59,19	625	177,86
11	625	21,20	20,8	0,370		77,05	625	231,51
12	625	22,80	22,2	0,454		94,45	625	283,79
13	350	23,60	22,9	0,500	275	137,40	350	174,88
14	350	24,20	23,5	0,537		147,73	350	188,03
15	350	24,40	24,0	0,556		152,95	350	194,56

Fuente: Ospma. (2010)

ANEXO 2A

Tabla 6.16 **Crecimiento** y rendimiento de dos especies arbóreas bajo sistemas agroforestales durante diez **años** consecutivos.

Años	Altura total (m)		DAP (m)		Volumen de madera m ³ ha ⁻¹		Volumen de leña m ³ ha ⁻¹		Material producto de las podas t ha ⁻¹	
	Acacia	Aliso	Acacia	Aliso	Acacia	Aliso	Acacia	Aliso	Acacia	Aliso
1995	1,139	0,660	0,027	0,021	0,035	0,014	0,024	0,009		
1996	3,149	2,794	0,027	0,021	0,104	0,066	0,069	0,044		
1997	4,835	4,178	0,056	0,048	0,724	0,454	0,482	0,303	0,591	0,422
1998	6,052	5,382	0,091	0,066	2,255	1,045	1,503	0,697	2,216	1,097
1999	7,727	6,117	0,122	0,095	4,975	2,483	3,317	1,656		
2000	8,660	6,580	0,144	0,110	7,513	3,526	5,009	2,350		
2001	11,305	8,411	0,160	0,117	12,014	4,922	8,009	3,281	3,060	1,060
2002	11,919	8,660	0,171	0,119	14,591	5,400	9,727	3,600	1,340	2,137
2003	12,533	8,910	0,183	0,123	17,519	5,910	11,679	3,940		
2004	13,165	9,322	0,203	0,129	22,550	6,729	15,033	4,486		

Fuente: INIAP. (2010)

ANEXO 3A

Análisis inicial de suelo de tratamientos sin fertilizante									
Unidad	Elemento	Inicial		Final 1 año		Inicial 5 años		Final 6 años	
		Valor	Nivel	Valor	Nivel	Valor	Nivel	Valor	Nivel
%	N	0,49	Medio	0,60	Exceso	0,4	Alto	0,5	Excesivo
%	C					5,28	Alto	6,17	Alto
%	Materia O					11	Muy alto	11,56	Muy Alto
	pH					5,18	Fuertemente ácido		
us	Salinidad					133	Bajo no salino		

Análisis inicial de suelo de tratamientos con fertilizante									
Unidad	Elemento	Inicial		Final		Inicial 5 años		Final 6 años	
		Valor	Nivel	Valor	Nivel	Valor	Nivel	Valor	Nivel
%	N	481,70	Medio	155,7	Exceso	0,35	Alto	1,68	Excesivo
%	C					5,8	Alto	6,3	Alto
%	Materia O					10	Muy alto	12,79	Muy Alto
	pH					4,84	Fuertemente ácido		
us	Salinidad					90	Bajo no salino		

ANEXO 4A

Tabla A 6.-Costos totales del mantenimiento y plantación de la investigación.

COSTOS TOTALES DE LA PLANTACIÓN			
AREA= 5781.25 m ²			
ACTIVIDAD	UNIDAD MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Compra de plántulas de aliso	900	0.30	270
Levantamiento planimétrico(jornales)	5	14.4	72
Limpieza del área de estudio (jornales)	35	14.4	504
Arado(yunta)	1	80	160
Señalización de hoyos (jornales)	3	14.4	43.2
Hoyado (jornales)	20	14.4	288
Plantación (jornales)	6	14.4	86.4
Colocación de estacas(jornales)	1	14.4	14.4
Siembra de haba y maíz (jornales)	6	14.4	86.4
Estacas de madera	864	0.1	86.4
Colocación de abono	6	14.4	86.4
Podas	8	14.4	115.2
Limpieza del aliso	12	14.4	172.8
TRASPORTE			
Traslado de las plántulas	864	0.05	43.2
HERRAMIENTAS			
Azadones	30	10	300
Barras	15	18	270
Palancón	15	5	75
EQUIPO			
GPS	1	10	10
Cinta métrica	1	5	5
Cámara fotográfica	1	10	10
calibrador pie de rey	1	24	24
OTROS			
Análisis de suelo inicial	1	78	78
Análisis de suelo final	1	78	78
TOTAL			2432

Fuente: Tucanes. (2009)

ANEXO 5A

MEDICIONES 1

Diámetro basal

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	1,25	3	0,42	0,32 ns	3,29	5,42
Tratamiento	95,3	5	19,06	14,67 **	2,90	4,56
Error	19,49	15	1,3			
Total	116,04	23				
			CV=	4,25		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso +habas sin fertilizante	28,93	A
T1: Aliso solo	28,73	A
T2: Aliso + fertilizante	28,56	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	25,62	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	24,99	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	24,01	B

Diámetro a la altura de pecho

F.V.	SC	Gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	1,21	3	0,4	0,31 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	94,83	5	18,97	14,75 ^{**}	2,90	4,56
Error	19,29	15	1,29			
Total	115,34	23	0			
			CV=	5,2		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso +habas sin fertilizante	23,93	A
T1: Aliso solo	23,73	A
T2: Aliso + fertilizante	23,56	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	20,67	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	19,99	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	19,01	B

Altura total

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,27	3	0,09	0,86 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	25,35	5	5,07	48,15 ^{**}	2,90	4,56
Error	1,58	15	0,11			
Total	27,2	23				
			CV=	4,71		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	7,97	A
T2: Aliso + fertilizante	7,67	A
T3: Aliso +habas sin fertilizante	7,46	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	6,88	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	6,52	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	4,86	C

Diámetro de copa

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	3,81	3	1,27	0,93	ns	3,29	5,42
Tratamiento	4,55	5	0,91	0,67	**	2,90	4,56
Error	20,4	15	1,36				
Total	28,77	23					
				CV=	65,81		

Altura de copa

F.V.	SC	Gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,4	3	0,13	2,06	ns	3,29	5,42
Tratamiento	9,77	5	1,95	30,2	**	2,90	4,56
Error	0,97	15	0,06				
Total	11,14	23					
				CV=	5,76		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	5,19	A
T2: Aliso + fertilizante	4,87	A B
T3: Aliso +habas sin fertilizante	4,69	B
T6: Aliso + habas + fertilizante	4,55	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	3,97	C
T5: Aliso + maíz + fertilizante	3,26	D

Forma

F.V.	SC	Gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,01	3	0,005	0,83	ns	3,29	5,42
Tratamiento	0,03	5	0,01	1,18	**	2,90	4,56
Error	0,09	15	0,01				
Total	0,14	23					
				CV=	2,64		

Volumen

F.V.	SC	Gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,004	3	0,001	0,89	ns	3,29	5,42
Tratamiento	0,11	5	0,02	15,16	**	2,90	4,56
Error	0,02	15	0,002				
Total	0,14	23					
				CV=	12,33		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	0,4	A
T2: Aliso + fertilizante	0,38	A
T3: Aliso +habas sin fertilizante	0,36	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	0,29	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	0,25	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	0,22	B

MEDICIONES 2

Diámetro basal

F.V.	SC	GI	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	1,25	3	0,42	0,32	ns	3,29	5,42
Tratamiento	95,33	5	19,07	14,66	**	2,90	4,56
Error	19,5	15	1,3				
Total	116,08	23					
			CV=	4,22			

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso +habas sin fertilizante	29,13	A
T1: Aliso solo	28,93	A
T2: Aliso + fertilizante	28,76	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	25,82	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	25,19	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	24,21	B

Diámetro a la altura de pecho

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	1,21	3	0,4	0,31	ns	3,29	5,42
Tratamiento	94,83	5	18,97	14,75	**	2,90	4,56
Error	19,29	15	1,29				
Total	115,34	23					
			CV=	5,15			

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso +habas sin fertilizante	24,13	A
T1: Aliso solo	23,93	A
T2: Aliso + fertilizante	23,76	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	20,87	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	20,19	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	19,21	C

Altura total

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,27	3	0,09	0,86	ns	3,29	5,42
Tratamiento	25,35	5	5,07	48,15	**	2,90	4,56
Error	1,58	15	0,11				
Total	27,2	23					
				CV=	4,65		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	8,05	A
T2: Aliso + fertilizante	7,75	A
T3: Aliso + habas sin fertilizante	7,54	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	6,96	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	6,6	B
T6: Aliso + habas + fertilizante	4,94	C

Diámetro de copa

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	2,87	3	0,96	0,93	ns	3,29	5,42
Tratamiento	2,68	5	0,54	0,52	**	2,90	4,56
Error	15,37	15	1,02				
Total	20,92	23					
				CV=	58,59		

Altura de copa

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,31	3	0,1	1,66	ns	3,29	5,42
Tratamiento	10,52	5	2,1	33,9	**	2,90	4,56
Error	0,93	15	0,06				
Total	11,76	23					
				CV=	7,22		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T6: Aliso + habas + fertilizante	4,61	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	4,05	B
T1: Aliso solo	3,32	C
T2: Aliso + fertilizante	3,04	C D
T5: Aliso + maíz + fertilizante	2,89	D
T3: Aliso + habas sin fertilizante	2,79	D

Forma

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,01	3	0,005	0,83	ns	3,29	5,42
Tratamiento	0,03	5	0,01	1,18	**	2,90	4,56
Error	0,09	15	0,01				
Total	0,14	23					
				CV=	2,64		

Volumen

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,0041	3	0,001	0,86	ns	3,29	5,42
Tratamiento	0,14	5	0,03	17,83	**	2,90	4,56
Error	0,02	15	0,002				
Total	0,17	23					
				CV=	12,67		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	0,4	A
T2: Aliso + fertilizante	0,39	A
T3: Aliso + habas sin fertilizante	0,37	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	0,29	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	0,24	B
T6: Aliso + habas + fertilizante	0,2	C

MEDICIONES 3**Diámetro basal**

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	1,21	3	0,4	0,31	ns	3,29	5,42
Tratamiento	94,77	5	18,95	14,73	**	2,90	4,56
Error	19,3	15	1,29				
Total	115,27	23	0				
				CV=	4,17		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso +habas sin fertilizante	29,33	A
T1: Aliso solo	29,13	A
T2: Aliso + fertilizante	28,96	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	26,07	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	25,39	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	24,41	B

Diámetro a la altura de pecho

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$	
Bloque	1,21	3	0,4	0,31	ns	3,29	5,42
Tratamiento	94,77	5	18,95	14,73	**	2,90	4,56
Error	19,3	15	1,29				
Total	115,27	23					
			CV=	5,11			

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso + habas sin fertilizante	24,33	A
T1: Aliso solo	24,13	A
T2: Aliso + fertilizante	23,96	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	21,07	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	20,39	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	19,41	B

Altura total

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$	
Bloque	0,27	3	0,09	0,86	ns	3,29	5,42
Tratamiento	25,35	5	5,07	48,15	**	2,90	4,56
Error	1,58	15	0,11				
Total	27,2	23					
			CV=	4,6			

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	8,13	A
T2: Aliso + fertilizante	7,83	A
T3: Aliso +habas sin fertilizante	7,62	A
T4: Aliso + habas fertilizadas	7,04	B
T5: Aliso + maíz sin fertilizante	6,68	B
T6: Aliso + maíz + fertilizante	5,02	C

Diámetro de copa

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	2,85	3	0,95	0,93	ns	3,29	5,42
Tratamiento	2,68	5	0,54	0,52	**	2,90	4,56
Error	15,37	15	1,02				
Total	20,89	23					
			CV=	58,46			

Altura de copa

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,29	3	0,1	1,5	ns	3,29	5,42
Tratamiento	10,71	5	2,14	32,94	**	2,90	4,56
Error	0,98	15	0,07				
Total	11,98	23					
			CV=	7,22			

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T6: Aliso + habas + fertilizante	4,71	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	4,13	B
T1: Aliso solo	3,4	C
T2: Aliso + fertilizante	3,12	C
T5: Aliso + maíz + fertilizante	2,97	D
T3: Aliso + habas sin fertilizante	2,87	D

Forma

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,01	3	0,005	0,83	ns	3,29	5,42
Tratamiento	0,03	5	0,01	1,18	**	2,90	4,56
Error	0,09	15	0,01				
Total	0,14	23					
			CV=	2,64			

Volumen

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,0042	3	0,001	0,8	ns	3,29	5,42
Tratamiento	0,16	5	0,03	17,68	**	2,90	4,56
Error	0,03	15	0,002				
Total	0,19	23					
			CV=	13,08			

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	0,42	A
T2: Aliso + fertilizante	0,4	A
T3: Aliso + habas sin fertilizante	0,38	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	0,29	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	0,25	B
T6: Aliso + habas + fertilizante	0,2	C

MEDICIONES 4

Diámetro basal

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	1,2	3	0,4	0,31	ns	3,29	5,42
Tratamiento	94,7	5	18,94	14,71	**	2,90	4,56
Error	19,32	15	1,29				
Total	115,21	23					
			CV=	4,14			

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso + habas sin fertilizante	29,53	A
T1: Aliso solo	29,33	A
T2: Aliso + fertilizante	29,15	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	26,27	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	25,59	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	24,61	B

Diámetro a la altura de pecho

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	1,2	3	0,4	0,31	ns	3,29	5,42
Tratamiento	94,7	5	18,94	14,71	**	2,90	4,56
Error	19,32	15	1,29				
Total	115,21	23					
			CV=	5,06			

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso + habas sin fertilizante	24,53	A
T1: Aliso solo	24,33	A
T2: Aliso + fertilizante	24,15	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	21,27	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	20,59	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	19,61	B

Altura total

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,27	3	0,09	0,86 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	25,35	5	5,07	48,15 ^{**}	2,90	4,56
Error	1,58	15	0,11			
Total	27,2	23				
			CV=	4,55		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	8,21	A
T2: Aliso + fertilizante	7,91	A
T3: Aliso + habas sin fertilizante	7,7	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	7,12	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	6,76	B
T6: Aliso + habas + fertilizante	5,1	C

Diámetro de copa

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	3,53	3	1,18	0,96 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	3,83	5	0,77	0,62 ^{**}	2,90	4,56
Error	18,45	15	1,23			
Total	25,8	23				
			CV=	63,11		

Altura de copa

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,47	3	0,16	2,12 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	9,56	5	1,91	25,88 ^{**}	2,90	4,56
Error	1,11	15	0,07			
Total	11,13	23				
			CV=	7,47		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T6: Aliso + habas + fertilizante	4,77	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	4,15	A B
T1: Aliso solo	3,48	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	3,38	B
T2: Aliso + fertilizante	3,14	C
T3: Aliso + habas sin fertilizante	2,93	D

Forma

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,01	3	0,005	0,83 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	0,03	5	0,01	1,18 ^{**}	2,90	4,56
Error	0,09	15	0,01			
Total	0,14	23				
			CV=	2,64		

Volumen

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,0046	3	0,002	0,85 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	0,16	5	0,03	17,15 ^{**}	2,90	4,56
Error	0,03	15	0,002			
Total	0,19	23				
			CV=	12,8		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	0,43	A
T2: Aliso + fertilizante	0,41	A
T3: Aliso + habas sin fertilizante	0,39	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	0,3	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	0,26	B C
T6: Aliso + habas + fertilizante	0,21	C

MEDICIONES 5

Diámetro basal

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	1,19	3	0,4	0,31 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	94,63	5	18,93	14,69 ^{**}	2,90	4,56
Error	19,33	15	1,29			
Total	115,15	23				
			CV=	4,11		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso + habas sin fertilizante	29,73	A
T1: Aliso solo	29,53	A
T2: Aliso + fertilizante	29,35	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	26,47	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	25,79	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	24,81	B

Diámetro a la altura de pecho

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	1,19	3	0,4	0,31 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	94,63	5	18,93	14,69 ^{**}	2,90	4,56
Error	19,33	15	1,29			
Total	115,15	23				
				CV=	5,02	

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T3: Aliso + habas sin fertilizante	24,73	A
T1: Aliso solo	24,53	A
T2: Aliso + fertilizante	24,35	A
T6: Aliso + habas + fertilizante	21,47	B
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	20,79	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	19,81	B

Altura total

F.V.	SC	gl	CM	F	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,27	3	0,09	0,86 ^{ns}	3,29	5,42
Tratamiento	25,35	5	5,07	48,15 ^{**}	2,90	4,56
Error	1,58	15	0,11			
Total	27,2	23	0			
				CV=	4,5	

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	8,29	A
T2: Aliso + fertilizante	7,99	A
T3: Aliso + habas sin fertilizante	7,78	A
T4: Aliso + habas fertilizadas	7,2	B
T5: Aliso + maíz sin fertilizante	6,84	B
T6: Aliso + maíz + fertilizante	5,18	C

Diámetro de copa

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	3,21	3	1,07	0,95	ns	3,29	5,42
Tratamiento	3,12	5	0,62	0,55	**	2,90	4,56
Error	16,91	15	1,13				
Total	23,24	23					
				CV=	60,98		

Altura de copa

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,46	3	0,15	2,1	ns	3,29	5,42
Tratamiento	10,15	5	2,03	28,02	**	2,90	4,56
Error	1,09	15	0,07				
Total	11,69	23					
				CV=	7,3		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T6: Aliso + habas + fertilizante	4,85	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	4,23	B
T1: Aliso solo	3,56	C
T5: Aliso + maíz + fertilizante	3,25	C D
T2: Aliso + fertilizante	3,22	C D
T3: Aliso + habas sin fertilizante	3,01	D

Forma

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,01	3	0,005	0,83	ns	3,29	5,42
Tratamiento	0,03	5	0,01	1,18	**	2,90	4,56
Error	0,09	15	0,01				
Total	0,14	23					
				CV=	2,64		

Volumen

F.V.	SC	gl	CM	F		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Bloque	0,01	3	0,002	0,98	ns	3,29	5,42
Tratamiento	0,16	5	0,03	18,76	**	2,90	4,56
Error	0,03	15	0,002				
Total	0,19	23					
				CV=	12,15		

Tratamiento	Medias (cm)	Rango
T1: Aliso solo	0,44	A
T2: Aliso + fertilizante	0,42	A
T3: Aliso + habas sin fertilizante	0,4	A
T4: Aliso + maíz sin fertilizante	0,31	B
T5: Aliso + maíz + fertilizante	0,27	B
T6: Aliso + habas + fertilizante	0,22	C

ANEXO 6A

Peso verde, peso seco y % de materia seca.

		Kilogramos		Porcentaje Peso seco	Biomasa (kg)	Biomasa (%)	Captura de carbono
		Peso fresco	Peso seco				
T1	Fuste	1,44	0,61	42,57			
	Ramas	0,32	0,12	36,60	1,08	38,14	18,73
	Raíz	1,07	0,35	32,62			
T2	Fuste	1,31	0,56	42,57			
	Ramas	0,39	0,14	36,60	1,13	37,46	19,07
	Raíz	1,31	0,43	32,62			
T3	Fuste	1,46	0,62	42,57			
	Ramas	0,36	0,13	36,60	1,16	37,87	18,93
	Raíz	1,23	0,40	32,62			
T4	Fuste	1,62	0,69	42,57			
	Ramas	0,40	0,15	36,60	1,28	37,86	18,93
	Raíz	1,36	0,45	32,62			
T5	Fuste	1,99	0,85	42,57			
	Ramas	0,49	0,18	36,60	1,56	37,89	18,94
	Raíz	1,65	0,54	32,62			
T6	Fuste	1,77	0,75	42,57			
	Ramas	0,40	0,15	36,60	1,35	38,06	19,03
	Raíz	1,36	0,45	32,62			

Elaborado por: Arciniegas Rosero Cindy Johanna

ANEXO 7A

	Carbono		Nitrógeno		Relación C/N		Interpretación
	Año 5	Año 6	Año 5	Año 6	Año 5	Año 6	
T1 Aliso solo	5,8	4,67	0,4	1,48	14,50	1:3	Exceso de nitrógeno
T2 Aliso + fertilizante	5,8	6,24	0,4	4,38	14,50	1:1	Exceso de nitrógeno
T3 Aliso + habas sin fertilizante	5,28	6,62	0,35	0,01	15,09	662:1	Exceso de carbono
T4 Aliso + maíz sin fertilizante	5,28	5,26	0,35	0,01	15,09	526:1	Exceso de carbono
T5 Aliso + maíz + fertilizante	7,18	7,01	0,3	0,03	23,93	234:1	Exceso de carbono
T6 Aliso + habas + fertilizante	7,18	7,4	0,3	0,64	23,93	1:12	Exceso de nitrógeno

ANEXO 8A

COSTOS TOTALES DE MANEJO			
AREA 5781,25m ²			
Actividad	Unidad medida	Costo unitario (\$)	Costos totales (\$)
Limpieza del área de ensayo	5	9	45
Surcado	7	9	63
Sembrado de haba y maíz	4	9	36
Labores culturales			
Deshierbe	8	9	72
Alzada de tierra	10	9	90
Fumigaciones	16	9	144
Realización	4	9	36
Cosecha de los cultivos	4	9	36
Otros			
Semillas certificadas (haba y maíz)	50	5	250
Fertilizantes	2	30	60
Fungicidas	4	10	40
Insecticidas	2	10	20
Costo total			892

7.2 Gráficos

ANEXO 1B

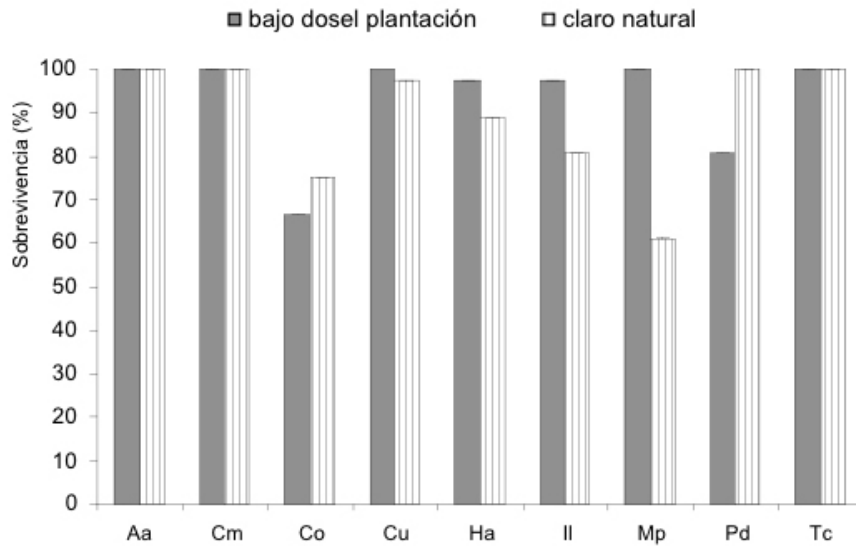
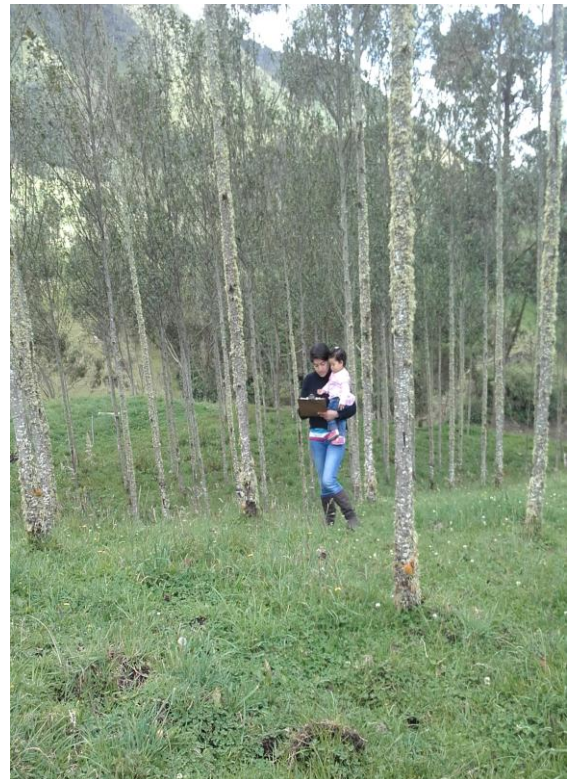


Figura 1. Sobrevivencia de nuevas especies nativas bajo dosel y en claros naturales, al cabo 12 meses de la plantación. Aa = *Alnus acuminata*, Cm = *Cedrela montana*, Co = *Cinchona officinalis*, Cu = *Cupania* sp., Ha = *Heliocarpus americanus*, Il = *Iseritia laevis*, Mp = *Myrica pubescens*, Pd = *Piptocoma discolor*, Tc = *Tabebuia chrysantha*

Fuente: MAGAP, (2014)

7.3 Fotografías

Fotos 1.- Mediciones de los árboles



Fotos 2.- Limpieza del área de ensayo



Fotos 3.- Poda

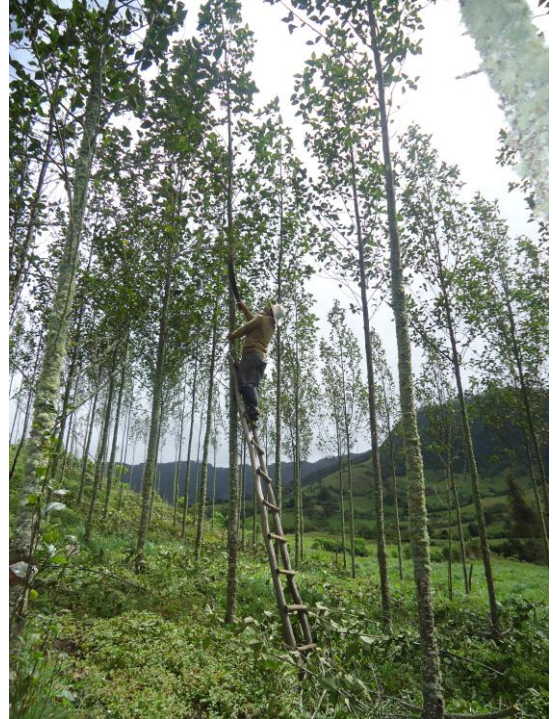
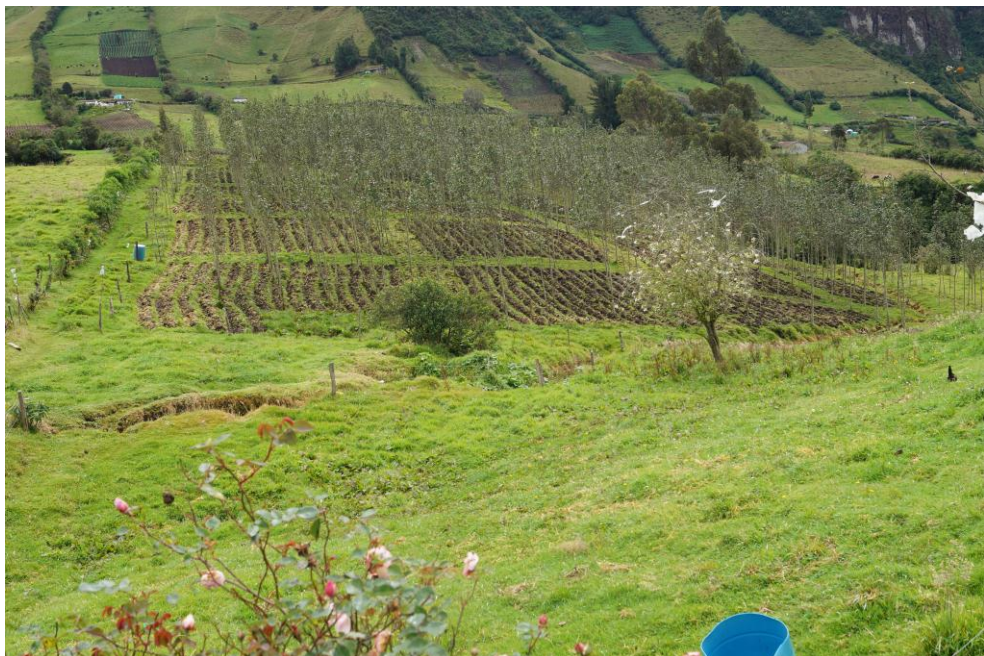
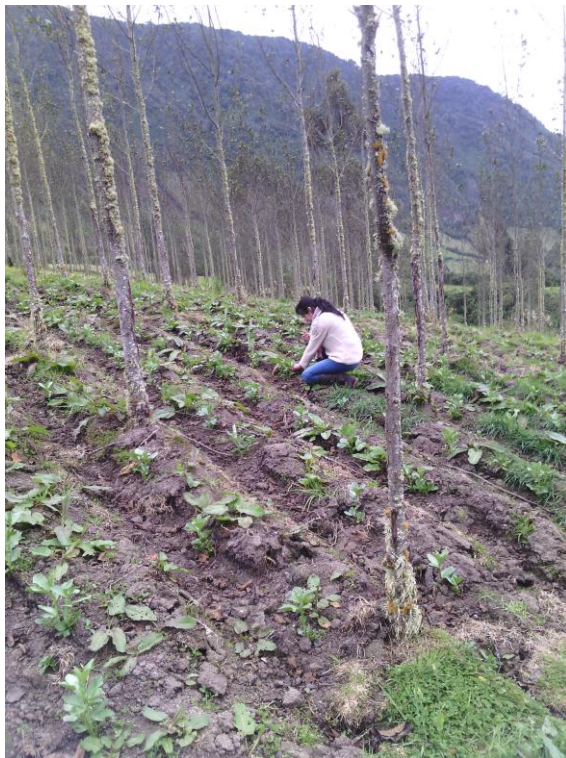


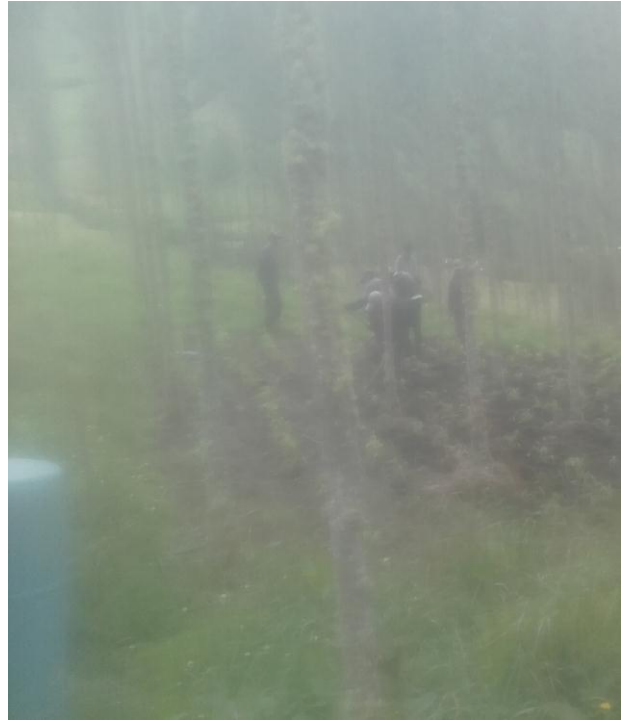
Foto 4.- Surcado



Fotos 5.- Siembra de haba y maíz



Fotos 6.- Aporques



Fotos 7.- Muestras análisis

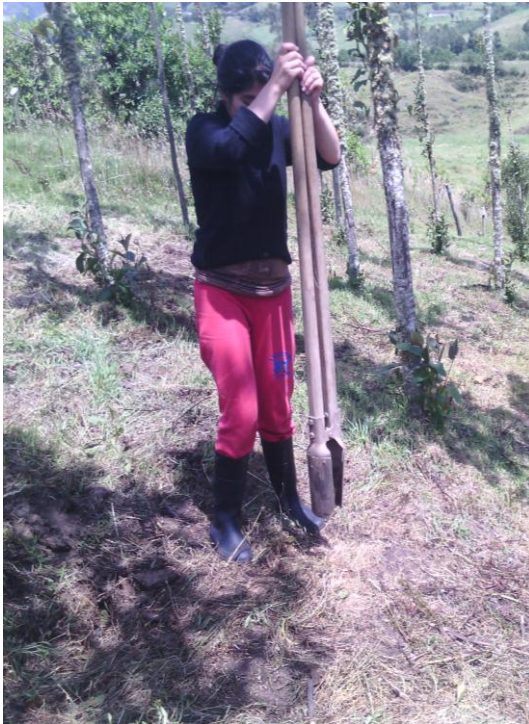


Foto 8.- Nódulos



Fotos 9.- Cosecha de los cultivos



Fotos 10.- Captura biomasa y captura de carbono



7.4 Glosario de términos

Frankia alnii: bacteria filamentosa fijadora de nitrógeno atmosférico.

Actinomiceto: son un filo y clase de bacterias Gram positivas.

Espeque: es un trozo de madera aguzado en su extremo, se hace un hueco en el declive del surco.

Agrimensuras: grandes superficies de cultivo, fincas, parcelas para autoconsumo, etc.

SSP: sistemas silvopastoriles.

SASP: sistemas agrosilvopastoriles.

AFN: Árboles fijadores de nitrógeno.

FBN: Fijación Biológica de Nitrógeno.

Aporques: El acto de poner tierra al pie de las plantas, sea como lampa, sea con arados especiales de doble vertedera para darles mayor consistencia.

Ralentizar: Hacer lenta una actividad o proceso, o disminuir su velocidad.