



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**TÉCNICAS CONSERVACIONISTAS EN SISTEMAS
AGROFORESTALES EN SECTOR SANTIAGUILLO, CANTÓN
MIRA.**

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

Autora: Ginna Giuditta Florez Fernández

Directora: Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja

Ibarra - Ecuador

2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

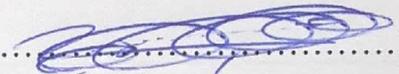
“TÉCNICAS CONSERVACIONISTAS EN SISTEMAS
AGROFORESTALES EN SECTOR SANTIAGUILLO, CANTÓN MIRA”

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

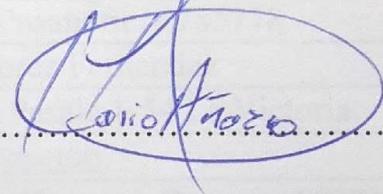
INGENIERA FORESTAL

APROBADO

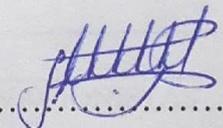
Ing. María Vizcaíno Pantoja.
Directora de Trabajo de titulación



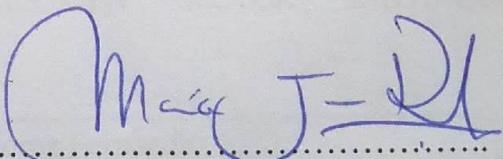
Ing. Mario Añazco Romero. Mgs.
Tribunal de Trabajo de titulación



Ing. Carlos Arcos Unigarro
Tribunal de Trabajo de titulación



Ing. María José Romero.
Tribunal de Trabajo de titulación



Ibarra - Ecuador

2016

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 dejamos sentada nuestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Documento de identidad:	DNI: 70655123 / Pasaporte: 4785778
Apellidos y nombres:	Ginna Giuditta Florez Fernández
Dirección:	José María Larrea Pasaje 1-54 La Victoria
Email:	ginnaflorez23@live.com
Teléfono fijo:	062 615103 Teléfono móvil: 0982026319

DATOS DE LA OBRA	
Título:	“TÉCNICAS CONSERVACIONISTAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN SECTOR SANTIAGUILLO, CANTÓN MIRA”
Autora:	Ginna Giuditta Florez Fernández
Fecha:	7 de mayo de 2016
Solo para trabajo de titulación	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ing. Forestal
Director:	Ing. For. María Isabel Vizcaíno Pantoja

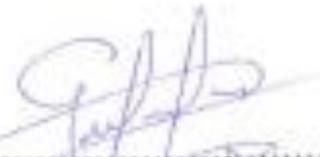
2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Gianna Giuditta Florez Fernández**, con documento de identidad: **70655123**, 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. CONSTANCIAS

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

Ibarra, 7 de mayo de 2016


.....
Gianna Giuditta Florez Fernández
C. I: 70655123
LA AUTORA


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



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, **GINNA GIUDITTA FLOREZ FERNÁNDEZ**, con cédula de identidad Nro. **7655123**; manifesté la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de titulación denominada **“TÉCNICAS CONSERVACIONISTAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN SECTOR SANTIAGUILLO, CANTÓN MIRA”** 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.


Ginna Giuditta Florez Fernández
C. I: 70655123

Ibarra, 7 de mayo de 2016

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA –UTN

Fecha: 7 de mayo de 2016

Ginna Giuditta Florez Fernández

“TÉCNICAS CONSERVACIONISTAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN SECTOR SANTIAGUILLO, CANTÓN MIRA” / TRABAJO DE GRADO.
Ingeniero Forestal.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra 23 de febrero de 2016. 183 páginas.

DIRECTORA: Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja

El objetivo general de la presente investigación fue:

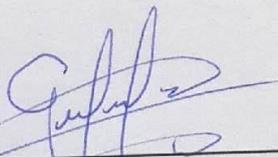
- Evaluar el efecto de las técnicas conservacionistas en sistemas agroforestales, para la recuperación de suelos degradados en el sector Santiaguillo, cantón Mira.

Entre los objetivos específicos se encuentran: a) Determinar el crecimiento inicial de las especies arbóreas en base a, la altura de la planta, diámetro basal, diámetro de copa y estado fitosanitario. b) Evaluar la sobrevivencia de las especies de uso agroforestal, en las técnicas conservacionistas establecidas. c) Identificar el rendimiento del cultivo agrícola en cada tratamiento. d) Determinar los costos de establecimiento de las especies en cada sistema.

Fecha: 7 de mayo de 2016



Ing. María Vizcaíno Pantoja
Directora de Trabajo de titulación



Ginna Giuditta Florez Fernández
Autora

DEDICATORIA

A Dios, por ser la luz y guía de mi vida. Por haberme permitido vivir esta experiencia tan gratificante, en este país maravilloso, lleno gente cálida, de quienes me llevo y guardo una gran cantidad de recuerdos y experiencias inmemorables, que perduraran en mí mete para siempre.

*A la persona que me enseñó el verdadero significado de la felicidad, por su infinito amor, sabiduría y paciencia, por sus consejos y valores que marcan cada paso de mi vida; la dueña de mi admiración, mi mamá **Jesusa Fernández**.*

*A mi padre **Salustio Florez**, quien a pesar de la distancia siempre está presente en mi vida, ejemplo de fuerza y constancia; quien me enseñó que no existen imposibles, que con disciplina y constancia todo se puede alcanzar.*

*A mi familia por el apoyo y afecto que me prestaron, durante esta etapa tan importante de mi vida. Especialmente a mis hermanos: **Jarry, Mónica, Saúl y Carmen Lucía** quienes son parte de mi motivación e inspiración; a mi tía **Beatriz Fernández**, quien confió en mí y me incentivo a perseguir este sueño.*

AGRADECIMIENTO

Al creador por sus gracias y bondad que siempre me acompañan, y por haberme permitido alcanzar esta meta.

A mis padres Jesusa Fernández y Salustio Florez, por su confianza y apoyo incondicional para lograr una de las metas más importantes de mi vida.

A la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, la carrera de Ingeniería Forestal, y a todos los que formaron parte del Proyecto Prometeo de la Universidad, por haberme brindado la oportunidad de participar en esta investigación, y por las facilidades prestadas para desarrollo de la misma.

A la Ing. María I. Vizcaino Pantoja, que en calidad de directora de trabajo de titulación, me brindo guía y apoyo incondicional en esta etapa primordial de mi formación académica. A mis asesores: Ing. Mario Añasco Romero. Mgs., Ing. María José Romero, Ing. Carlos Arcos, a los supervisores del proyecto Prometeo Dra. Ingrid Martínez PhD., Dr. Jorge Luis Cué por sus valiosos y acertados aportes.

Al señor Francisco Gongo y familia, propietarios del área donde se estableció el ensayo, por su predisposición y gentil apoyo durante el desarrollo de la investigación.

A mi familia, amigos, y todos los que me ayudaron de forma directa e indirecta en la realización de este trabajo.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Arar: acto de remover y labrar la tierra haciendo surcos con el arado para airear el suelo y prepararlo para la siembra.

Aridez: estado que resulta de la deficiencia en agua, como consecuencia de la escasez de precipitaciones y de la intensidad de la evaporación por las elevadas temperaturas.

Barbecho: práctica voluntaria de interrumpir las actividades agrícolas por un período de dos o más años, de forma que permita la restauración natural de la cubierta vegetal del suelo desgastada por los diversos cultivos.

Bifurcado: órgano de la planta que se divide en dos partes o más partes.

Biomasa: Es la cantidad de materia de un ser vivo, la cual se acumula en los diferentes niveles de un ecosistema (individuo, comunidad, población)

Calicata: excavaciones de profundidad pequeña a media, empleada como técnica de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno.

Conservación de suelos: Conjunto de obras y prácticas para el control de los procesos de degradación y mantener la productividad potencial de los suelos.

Conocimiento ancestral: conocimiento basado en el saber de los antepasados de una población y transmitido de una generación a otra.

Cuenca hidrográfica: Unidad natural, cuyos límites físicos son definidos por la divisoria superficial de las aguas, que ante la ocurrencia de precipitaciones y la existencia de flujos o caudales base permite configurar una red de drenaje superficial que canaliza las aguas hacia otro río, al mar o a otros cuerpos de agua como lagos, embalses artificiales y naturales, desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión en la zona de menor altitud.

Curvas de nivel: línea trazada en el terreno o en un mapa que corresponde a una altitud constante.

Degradación de la tierra: pérdida de la fertilidad del suelo relacionada con una disminución de la materia orgánica y una acumulación de minerales, o debido a cambios estructurales y físicos del suelo por la desecación, deforestación u otros procesos erosivos.

Especie exótica: Especie presente en un área externa a la zona en que históricamente se conoce su presencia debido a la dispersión intencionada o accidental por actividades humanas

Especies leñosas: Se trata de árboles, arbustos y palmas. De manera privilegiada árboles que den madera y tengan un valor comercial.

Especie nativa: especies autóctonas que se originaron en forma natural, sin la ayuda del hombre, en zonas de distribución determinadas.

Especie invasora: especie no nativa en un ecosistema en particular cuya introducción y dispersión causa o puede causar daños socioculturales, económicos, medioambientales o daños a la salud humana

Especie multipropósito: especie de planta que se utiliza para varios fines (alimentación, ornamental, medicinal, forrajera, entre otros)

Especie ornamental: especie de planta que se utiliza con fines decorativos, y no para fines alimenticios o de subsistencia.

Estructura del suelo: organización natural de las partículas del suelo en unidades separadas por superficies de fractura. Estas unidades son conocidas como agregados o 'peds', los cuales pueden unirse entre ellos formando un complejo de agregados. Es fácilmente alterada.

Erosión del suelo: pérdida progresiva de la capa fértil del suelo

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (del inglés: Food and Agriculture Organization of the United Nations). Organización que contribuye a mejorar la productividad agrícola, la seguridad alimentaria y el nivel de vida de las poblaciones rurales.

Perfil del suelo: corte vertical del suelo que muestra capas horizontales homogéneas en composición y estructura, llamadas horizontes, situadas entre la superficie y la roca madre subyacente.

Platabanda: lugar donde se siembran las semillas y se mantienen las plantas en su período inicial.

Poda de raíces: Es el corte de las raíces de un árbol, con el uso de las herramientas adecuadas. Su principal objetivo es controlar ramificación o extensión de las raíces, para mejorar evitar la competencia con árboles o cultivos aledaños y el control de la propagación vegetativa.

Sedimento: material procedente de la erosión (tierra, arena, arcilla, gravilla y rocas) que transportan los cursos de agua.

Semiárido: tipo de clima en el cual las precipitaciones no sobrepasan los 500 mm/año (lluvias de invierno), o los 800 mm/año (lluvias de verano).

Sustrato: Medio en el que se desarrollan una planta

Textura: Concentración porcentual de las partículas de arena, limo y arcilla en el suelo.

Variables dasométricas: variables forestales ya sea de árboles individuales o masas forestales, empleadas en el estudio del crecimiento y cálculo volumétrico de los árboles.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	3
1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 OBJETIVOS	5
1.1.1 Objetivo general	5
1.1.2 Objetivos específicos.....	5
1.2 HIPÓTESIS	5
1.2.1 Hipótesis Nula (Ho)	5
1.2.2 Hipótesis Alternativa (Ha).....	5
CAPITULO II.....	6
2 MARCO TEÓRICO	6
2.1 AGROFORESTERÍA	7
2.1.1 Definición.....	7
2.1.2 Objetivos de la agroforesteria.....	7
2.1.3 Ventajas y desventajas de la agroforestería.....	8
2.1.4 Componentes Agroforestales	9
2.1.5 Clasificación de los sistemas agroforestales	9
2.1.6 Prácticas y técnicas agroforestal validadas para el Ecuador	11
2.2 SUELO	13
2.2.1 Importancia ambiental del suelo.....	13
2.2.2 Degradación del suelo	14

2.2.3	Conservación de suelos	16
2.3	RETENEDORES DE AGUA	22
2.3.1	Origen.....	22
2.3.2	Campos de utilización del retenedor de agua en el área forestal.....	22
2.3.3	Dosificación en el área forestal	23
2.3.4	Ventajas del hidrorretenedor en plantaciones	23
2.4	DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES.....	23
2.4.1	Tara.....	23
2.4.2	Acacia negra	26
2.4.3	Aguacate.....	29
2.5	CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS.....	31
2.5.1	Frejol	31
2.5.2	Cebolla roja	33
	CAPITULO III.....	36
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1	DESCRIPCIÓN DEL SITIO.....	36
3.1.1	Ubicación	36
3.1.2	Datos climáticos	37
3.1.3	Clasificación ecológica.....	39
3.1.4	Característica edáfica	39
3.1.5	Vegetación característica.....	40

3.2	MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS.....	40
3.2.1	Materiales	40
3.2.2	Equipo	41
3.2.3	Insumos	41
3.2.4	Materiales de escritorio	41
3.3	METODOLOGÍA	41
3.3.1	Reconocimiento de sitio	41
3.3.2	Práctica agroforestal	42
3.3.3	Establecimiento de la práctica agroforestal.....	42
3.3.4	Actividades realizadas en el cultivo agrícola de frejol rojo	45
3.3.5	Actividades realizadas en el cultivo agrícola de cebolla criolla.....	46
3.3.6	Factores de estudio	47
3.3.7	Características del ensayo.	48
3.4	RECOPIACIÓN DE DATOS	49
3.4.1	Altura total.....	49
3.4.2	Diámetro basal.....	49
3.4.3	Diámetro de copa.....	49
3.4.4	Forma	49
3.4.5	Estado fitosanitario.....	50
3.4.6	Porcentaje de sobrevivencia	50
3.4.7	Rendimiento del cultivo agrícola.	51
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	51

3.5.1	Modelo estadístico:	51
3.6	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.	52
3.6.1	Análisis de varianza.....	52
3.6.2	Pruebas de rango múltiple	52
3.6.3	Análisis de correlación	52
3.6.4	Análisis de regresión	53
3.7	ANÁLISIS DE COSTOS	53
4	RESULTADOS	54
4.1	ALTURA TOTAL	54
4.1.1	Altura total a los dos meses.....	54
4.1.2	Altura total a los cuatro meses	56
4.1.3	Altura total a los seis meses	58
4.1.4	Altura total a los ocho meses.....	61
4.1.5	Altura total a los diez meses.....	63
4.1.6	Altura total a los doce meses.....	64
4.2	DIÁMETRO BASAL	67
4.2.1	Diámetro basal a los dos meses.....	67
4.2.2	Diámetro basal a los cuatro meses	69
4.2.3	Diámetro basal a los seis meses	71
4.2.4	Diámetro basal a los ocho meses.....	73
4.2.5	Diámetro basal a los diez meses.....	75
4.2.6	Diámetro basal a los doce meses.....	77

4.3	DIÁMETRO DE COPA.....	80
4.3.1	Diámetro de copa a los dos meses.....	80
4.3.2	Diámetro de copa a los cuatro meses	82
4.3.3	Diámetro de copa a los seis meses	84
4.3.4	Diámetro de copa a los ocho meses.....	86
4.3.5	Diámetro de copa a los diez meses.....	88
4.3.6	Diámetro de copa a los doce meses.....	90
4.4	FORMA.....	93
4.4.1	Forma del tallo de las especies forestales a los doce meses.....	93
4.5	ESTADO FITOSANITARIO	97
4.6	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.....	97
4.6.1	Análisis de correlación altura total y diámetro basal	97
4.6.2	Análisis de correlación diámetro basal y diámetro de copa	98
4.6.3	Análisis de correlación altura total y diámetro de copa	98
4.7	ANÁLISIS DE REGRESIÓN	99
4.7.1	Análisis de regresión altura total y diámetro basal.....	99
4.7.2	Análisis de regresión diámetro de copa y diámetro basal	100
4.7.3	Análisis de regresión diámetro de copa y altura total	100
4.8	SOBREVIVENCIA	101
4.9	RENDIMIENTO DEL CULTIVO AGRÍCOLA	105
4.9.1	Rendimiento del cultivo agrícola de frejol rojo	105
4.9.2	Rendimiento del cultivo agrícola de cebolla roja criolla.....	105

4.10	DETERMINACIÓN DE COSTOS	109
5	DISCUSIÓN	112
5.1	Crecimiento inicial	112
5.1.1	Especie <i>Acacia melanoxylon</i>	112
5.1.2	Especie <i>Caesalpinia spinosa</i>	113
5.1.3	Especie <i>Persea americana</i>	114
5.2	Sobrevivencia	115
5.3	Rendimiento del cultivo agrícola	116
5.4	Costos	116
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
6.1	CONCLUSIONES	118
6.2	RECOMENDACIONES	119
7	BIBLIOGRAFÍA	120
8	ANEXOS	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Categorías del estado de la erosión en el Ecuador continental.	14
Tabla 2.	Codificación simbólica de la delimitación del ensayo	44
Tabla 3.	Tratamientos de estudio	48
Tabla 4.	Características del ensayo	48
Tabla 5.	Clasificación de la forma del fuste de las plantas forestales.....	50
Tabla 6.	Clasificación del estado fitosanitario plantas forestales	50

Tabla 7. Análisis de varianza del Diseño de Parcelas Divididas	52
Tabla 8. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los dos meses ..	54
Tabla 9. Prueba de medias de la altura total para las técnicas de conservación a los dos meses	55
Tabla 10. Prueba de medias de la altura total para las especies a los dos meses ..	55
Tabla 11. Prueba de medias de la altura total para los tratamientos a los dos meses	56
Tabla 12. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los cuatro meses.	57
Tabla 13. Prueba de medias de la altura total para las técnicas de conservación a los cuatro meses	57
Tabla 14. Prueba de medias de la altura total para las especies a los cuatro meses	58
Tabla 15. Prueba de medias de la altura total para tratamientos a los cuatro meses	58
Tabla 16. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los seis meses.	59
Tabla 17. Prueba de medias de la altura total para las especies a los seis meses..	60
Tabla 18. Prueba de medias de la altura total para tratamientos a los seis meses.	60
Tabla 19. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los ocho meses.	61
Tabla 20. Prueba de medias de la altura total para las especies a los ocho meses	62
Tabla 21. Prueba de medias para tratamientos a los ocho meses.....	62
Tabla 22. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los diez meses.	63
Tabla 23. Prueba de medias de la altura total para las especies a los diez meses .	64
Tabla 24. Prueba de medias de la altura total para los tratamientos a los diez meses	64
Tabla 25. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los doce meses	65
Tabla 26. Prueba de medias de la altura total para las técnicas de conservación a los doce meses.....	65

Tabla 27. Prueba de medias de la altura total para las especies a los doce meses	66
Tabla 28. Prueba de medias de la altura total para los tratamientos a los doce meses	66
Tabla 29. Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los dos meses.	68
Tabla 30. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los dos meses	68
Tabla 31. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los dos meses	69
Tabla 32. Análisis de varianza del diámetro basal a los cuatro meses	70
Tabla 33. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los cuatro meses	71
Tabla 34. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los cuatro meses	71
Tabla 35. Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los seis meses	72
Tabla 36. Prueba de medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los seis meses	72
Tabla 37. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los seis meses	72
Tabla 38. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los seis meses	73
Tabla 39. Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los ocho meses	73
Tabla 40. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los ocho meses	74
Tabla 41. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los ocho meses	75
Tabla 42. Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los diez meses	75
Tabla 43. Prueba de medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los diez meses	76

Tabla 44. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los diez meses	76
Tabla 45. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los diez meses	77
Tabla 46. Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los doce meses	77
Tabla 47. Prueba de medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los doce meses.....	78
Tabla 48. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los doce meses	78
Tabla 49. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los doce meses	79
Tabla 50. Análisis de varianza del diámetro de copa a los dos meses.....	80
Tabla 51. Análisis de varianza del diámetro de copa a los cuatro meses.....	82
Tabla 52. Prueba de medias del diámetro de copa para las especies a los cuatro meses.....	83
Tabla 53. Prueba de medias del diámetro de copa para los tratamientos a los cuatro meses.....	84
Tabla 54. Análisis de varianza del diámetro de copa a los seis meses.....	84
Tabla 55. Prueba de medias del diámetro de copa para las especies a los seis meses.....	85
Tabla 56. Prueba de medias del diámetro de copa para los tratamientos a los seis meses.....	86
Tabla 57. Análisis de varianza del diámetro de copa a los ocho meses.....	86
Tabla 58. Prueba de medias del diámetro de copa, para las especies a los ocho meses.....	87
Tabla 59. Prueba de medias del diámetro de copa para los tratamientos a los ocho meses.....	88
Tabla 60. Análisis de varianza del diámetro de copa a los diez meses.....	88
Tabla 61. Prueba de medias del diámetro de copa para las especies a los diez meses.....	89

Tabla 62. Prueba de medias del diámetro de copa para los tratamientos a los diez meses	90
Tabla 63. Análisis de varianza del diámetro de copa a los doce meses	90
Tabla 64. Prueba de medias de diámetro de copa, de las técnicas de conservación a los doce meses	91
Tabla 65. Prueba de medias del diámetro de copa para las especies a los doce meses	91
Tabla 66. Prueba de medias del diámetro de copa para los tratamientos a los doce meses	92
Tabla 67. Análisis de varianza de la forma del tallo de la plantas forestales a los doce meses	93
Tabla 68. Prueba de medias por tratamientos, de la forma del tallo a los doce meses	96
Tabla 69. Coeficientes de correlación por tratamiento entre altura total y diámetro basal.....	97
Tabla 70. Coeficientes de correlación por tratamiento entre diámetro basal y diámetro de copa	98
Tabla 71. Coeficientes de correlación por tratamiento entre altura total y diámetro de copa	99
Tabla 72. Análisis de regresión por tratamiento, altura total y diámetro basal....	99
Tabla 73. Análisis de regresión por tratamiento, entre diámetro basal y diámetro de copa	100
Tabla 74. Análisis de regresión por tratamiento, entre altura total y diámetro de copa	101
Tabla 75. Cantidad de especies forestales establecidas durante el ensayo	102
Tabla 76. Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad por tratamientos	102
Tabla 77. Análisis de varianza de la producción de cebolla	106
Tabla 78. Análisis de varianza del peso de la producción de cebolla	108
Tabla 79. Costos de establecimiento de la práctica agroforestal	110
Tabla 80. Costos de establecimiento de cada tratamiento en asocio al cultivo agrícola.....	111
Tabla 81. Rendimiento del cultivo agrícola por sub parcela o tratamientos.....	116

Tabla 82. Costos de investigación.....	126
Tabla 83. Costos de preparación del terreno	126
Tabla 84. Costos de manejo y establecimiento de los cultivos agrícolas.....	127
Tabla 85 Cotos del establecimiento y manejo la técnica curvas a nivel con camellón	127
Tabla 86. Costo total del establecimiento y manejo de la parcela2 (curvas a nivel con camellón + cultivo agrícola).....	128
Tabla 87 Cotos del establecimiento y manejo la técnica curvas a nivel con franjas vivas	128
Tabla 88. Costo total del establecimiento y manejo de la parcela3 (curvas a nivel con franjas vivas + cultivo agrícola)	128
Tabla 89 Cotos del establecimiento y manejo del testigo	129
Tabla 90. Costo total del establecimiento y manejo de la parcela1 (testigo + cultivo agrícola)	129
Tabla 91. Costos tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + <i>Acacia melanoxylon</i>).....	129
Tabla 92. Costos tratamiento C+C (Curvas a nivel con camellón + <i>Caesalpinia spinosa</i>)	130
Tabla 93. Costos tratamiento C+P (Curvas a nivel con camellón + <i>Persea americana</i>)	130
Tabla 94. Costos tratamiento F+A (Curvas a nivel con franjas vivas + <i>Acacia melanoxylon</i>).....	130
Tabla 95. Costos tratamiento F+C (Curvas a nivel con franjas vivas + <i>Caesalpinia spinosa</i>).....	130
Tabla 96. Costos tratamiento F+P (Curvas a nivel con franjas vivas+ <i>Persea americana</i>)	131
Tabla 97. Costos tratamiento T+A (Testigo + <i>Acacia melanoxylon</i>).....	131
Tabla 98. Costos tratamiento T+C (<i>Testigo + Caesalpinia spinosa</i>).....	131
Tabla 99. Costos tratamiento T+P (Testigo + <i>Persea americana</i>).....	131
Tabla 100. Análisis de varianza de la forma por tratamiento a los dos meses....	132
Tabla 101. Prueba de medias de la forma del tallo para tratamientos a los dos meses	132

Tabla 102. Análisis de varianza de la forma por tratamiento a los cuatro meses	132
Tabla 103. Prueba de medias de la forma del tallo para tratamientos a los cuatro meses	133
Tabla 104. Análisis de varianza de la forma por tratamiento a los seis meses ...	133
Tabla 105. Prueba de medias de la forma del tallo para tratamientos a los seis meses	133
Tabla 106. Análisis de varianza de la forma por tratamiento a los ocho meses .	134
Tabla 107. Prueba de medias de la forma para tratamientos a los ocho meses...	134
Tabla 108. Análisis de varianza de la forma por tratamiento a los diez meses...	134
Tabla 109. Prueba de medias de la forma para tratamientos a los diez meses....	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Mapa de ubicación del área de investigación.....	36
Ilustración 2. Diagrama Bioclimático, periodo 1979-2014. Estación Mira-FAO Granja La Portada	38
Ilustración 3. Promedio histórico mensual de la velocidad del viento km/h y precipitación mm, periodo 1999-2014 Estación Mira-FAO Granja La Portada	38
Ilustración 4. Medias de la altura total para los tratamientos a los dos meses.....	56
Ilustración 5. Medias de la altura total para las técnicas de conservación a los seis meses	59
Ilustración 6. Medias de la altura total para las técnicas de conservación a los ocho meses	61
Ilustración 7. Medias de la altura total para las técnicas de conservación a los diez meses	63
Ilustración 8. Medias de la altura total para los tratamientos a los doce meses....	67
Ilustración 9. Medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los dos meses	68

Ilustración 10. Medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los cuatro meses	70
Ilustración 11. Medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los ocho meses	74
Ilustración 12. Medias del diámetro basal para los tratamientos a los doce meses	80
Ilustración 13. Medias del diámetro de copa para las técnicas de conservación a los dos meses.....	81
Ilustración 14. Medias del diámetro de copa para las especies a los dos meses ..	81
Ilustración 15. Medias del diámetro de copa para los tratamientos a los dos meses	82
Ilustración 16. Medias del diámetro de copa para las técnicas de conservación a los cuatro meses	83
Ilustración 17. Medias del diámetro de copa para las técnicas de conservación a los seis meses	85
Ilustración 18. Medias del diámetro de copa en las técnicas de conservación a los ocho meses	87
Ilustración 19. Medias del diámetro de copa para las técnicas de conservación a los diez meses.....	89
Ilustración 20. Medias del diámetro de copa para los tratamientos a los doce meses	92
Ilustración 21. Medias de la forma del tallo por especies	94
Ilustración 22. Clasificación de la forma del tallo entre las especies.....	94
Ilustración 23. Medias de la forma del fuste según la técnica de conservación....	95
Ilustración 24. Clasificación de la forma del fuste para las técnicas de conservación.....	95
Ilustración 25. Clasificación de la forma del fuste para cada tratamiento	96
Ilustración 26. Porcentaje de sobrevivencia por especie.....	103
Ilustración 27. Porcentaje de sobrevivencia en las técnicas de conservación....	104
Ilustración 28. Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento	104
Ilustración 29. Producción de cebolla en cada técnica de conservación empleada	106

Ilustración 30. Producción de cebolla de acuerdo a la especie forestal en asocio	107
Ilustración 31. Producción de cebolla por tratamiento.....	107
Ilustración 32. Peso de la producción de cebolla en cada técnica de conservación empleada	108
Ilustración 33. Peso de la producción de cebolla de acuerdo a la especie forestal en asocio.....	109
Ilustración 34. Producción de cebolla por tratamiento.....	109
Ilustración 35. Reporte de análisis de suelos de macro y micro nutrientes (INIAP).	141
Ilustración 36. Reporte de análisis de suelos clase textural del suelo (INIAP)...	142

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Letrero de identificación del ensayo	143
Foto 2. Análisis de suelo	143
Foto 3. Especies forestales en la técnica de conservación curvas a nivel con camellón	144
Foto 4. Especies forestales en la técnica de conservación curvas a nivel con franjas vivas	144
Foto 5. Especies forestales ubicadas en el testigo	145
Foto 6. Estaca referencial para mediciones ubicada a 5cm de cada planta	145
Foto 7. Formación de surcos, con arado de fuerza animal (para cada cultivo agrícola).....	146
Foto 8. Surcos para el establecimiento agrícola en cada tratamiento y su respectiva repetición.....	146
Foto 9. Siembra del cultivo agrícola frejol rojo.....	147
Foto 10. Plantas de frejol al primer mes de la siembra.....	147
Foto 11. Plantas de frejol al segundo mes de la siembra	148
Foto 12. Cosecha del cultivo agrícola de frejol rojo.....	148

Foto 13. Cultivo de cebolla después del repique	149
Foto 15. Cultivo de cebolla a los cuatro meses de desarrollo.....	149
Foto 16. Cosecha de cebolla por tratamientos y repeticiones.....	150
Foto 17. Eliminación de rabos (hojas) y raíces de los bulbos de la cebolla	150
Foto 18. Pesaje de los bulbos cosechados según los tratamientos y repeticiones	151
Foto 19. Preparación de los bultos para la venta de la cebolla	151
Foto 20. Labores culturales (deshierbe y aporques)	152
Foto 21. Labores culturales (riego).....	152
Foto 22. Toma de datos (diámetro basal)	153
Foto 23. Toma de datos (altura total).....	153
Foto 24. Toma de datos (diámetro de copa)	154
Foto 25. Acumulación de sedimentos en el surco (zanja de infiltración).....	154
Foto 26. Visita de campo del equipo asesor	155

TÍTULO: “TÉCNICAS CONSERVACIONISTAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN SECTOR SANTIAGUILLO, CANTÓN MIRA”

Autor: Florez Fernández Ginna Giuditta

Directora de trabajo de titulación: Ing. María Vizcaíno

Año: 2016

RESUMEN

Alrededor del 48% de la superficie continental del Ecuador está afectada por erosión, lo que requiere el uso de sistemas conservacionistas para mitigar los procesos erosivos. El presente estudio tuvo por objetivo: a) determinar el crecimiento inicial de las especies arbóreas en base a: el diámetro basal, altura de la planta, diámetro de copa y estado fitosanitario; b) evaluar la sobrevivencia de las especies de uso agroforestal, en las técnicas conservacionistas establecidas; c) identificar el rendimiento del cultivo de fréjol en cada tratamiento; d) determinar los costos de establecimiento de las especies en cada sistema.

Se establecieron tres parcelas agroforestales de plantación lineal, empleándose las especies forestales: *Acacia melanoxylon*, *Caesalpinia spinosa* y *Persea americana*, en asocio a cultivos agrícolas. La parcela testigo estuvo exenta de estructura de conservación alguna; en la segunda parcelas estableció la estructura de conservación curvas de nivel con camellón; y en la tercera parcela se establecieron franjas vivas con un pasto nativo del sector.

El análisis se realizó por medio del diseño de parcelas subdivididas, con nueve tratamientos y tres repeticiones: C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*), C+C (Curvas a nivel con camellón + *Caesalpinia spinosa*), C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*), F+A (Curvas a nivel con franjas vivas+ *Acacia melanoxylon*), F+C (Curvas a nivel con franjas vivas + *Caesalpinia spinosa*), F+P (Curvas a nivel con franjas vivas+ *Persea americana*) T+A (Testigo + *Acacia melanoxylon*) T+C (Testigo + *Caesalpinia spinosa*) T+P (Testigo + *Persea americana*).

Finalizada la investigación se encontró, el mejor desarrollo inicial en el tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*), donde *Acacia melanoxylon* alcanzó: 2,30 cm de diámetro basal, 131,72 cm de altura total y 47,53 cm de diámetro de copa; *Caesalpinia spinosa* con el 97,78% alcanzó el mayor porcentaje de sobrevivencia; para el caso del análisis de la producción del cultivo agrícola, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos establecidos. Finalmente, los costos para el establecimiento de las parcelas agroforestales fue mayor en franjas vivas > curvas a nivel > testigo; mientras que los costos de los tratamientos asociados al cultivo agrícola fue mayor para F+P (Curvas a nivel con franjas vivas+ *Persea americana*), y el más económico para T+C (testigo + *Caesalpinia spinosa*).

TITLE: "TECHNICAL CONSERVATION IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN SANTIAGUILLO, MIRA CANTON"

Author: Ginna Giuditta Florez Fernández
Director of undergraduate work: Ing. Maria Vizcaino
Year: 2016

SUMMARY

Around 48% of the surface in Ecuador is affected by erosion, which requires the use of conservation systems to mitigate the erosive process. Our objectives were a) to determine the initial growth of tree species based on: the plant height, basal diameter, cup diameter and plant health; b) to evaluate the survival species of agroforestry by using the established conservation techniques; c) to identify the bean crop yield in each treatment; d) to determine the costs of the establishing species in each system.

Three agroforestry plots were established in the planting line, by using forest species: *Acacia melanoxylon*, *Caesalpinia spinosa* and *Persea americana*, with association of agricultural crops. The control plot was without conservation structures; in the second plot, the conservation structure was contour lines with ridge; and the third plot was established with barrier hedges using a native pasture from the sector.

The analysis was carried out using Split-Plot Design with nine treatments and three replicates: C+A (contour lines with ridge + *Acacia melanoxylon*), C+C (contour lines with ridge + *Caesalpinia spinosa*), C+P (contour lines with ridge + *Persea americana*), F+A (contour lines with live bands + *Acacia melanoxylon*), F+C (contour lines with live bands + *Caesalpinia spinosa*), F+P (contour lines with live bands + *Persea americana*), T+A (Control + *Acacia melanoxylon*), T+C (Control + *Caesalpinia spinosa*), T+P (Control + *Persea americana*).

The best initial development was found in the treatment C+A (contour lines with ridge + *Acacia melanoxylon*), where *Acacia melanoxylon* reached 2.30 cm of basal diameter, a total height of 131.72 cm and 47.53 cm of cup diameter. *Caesalpinia spinosa* reached the highest percentage of survival with 97.78%; however, in the analysis of the agricultural production crop, no significant differences were found between the treatments. Finally, the highest costs of establishment was for contour lines with live bands > contour lines with ridge > control ; while the highest cost of treatment associated with the crop was for F+P (contour lines with barrier hedges + *Persea americana*) and the cheapest for T+C (control + *Caesalpinia spinosa*).

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Alrededor del 48% de la superficie continental del Ecuador, está afectada por algún proceso erosivo, es por ello que la erosión de los suelos sea eólica o hídrica, es considerado después de la deforestación el segundo problema ambiental más grave en el Ecuador (GEO Ecuador, 2008).

La erosión de los suelos de origen natural, se ve incrementada principalmente sobre la explotación agrícola, que va ligado al poco o nulo conocimiento y aplicación de técnicas de conservación y recuperación de suelos, que además de incrementar progresivamente las áreas erosionadas, han agudizado la degradación de estos ecosistemas, dificultando su recuperación.

Las áreas más afectadas se encuentran en las laderas interandinas, especialmente en zonas áridas y semiáridas; un claro ejemplo de ello son las grandes extensiones de áreas erosionadas e improductivas de la cuenca media del río Mira.

En este contexto, la presente investigación se encuentra enmarcada dentro del Proyecto Prometeo de la Universidad Técnica del Norte: “**Recuperación de suelos degradados, de la cuenca media del río Mira**”; el cual adaptó el establecimiento de técnicas conservacionistas en sistemas agroforestales, de estudios realizados en el centro sur de Chile en zonas con pendientes similares, los cuales alcanzaron resultados positivos en la recuperación de suelos degradados.

La presente investigación fue establecida en la cuenca media del río Mira perteneciente al sector Santiaguillo; en un área que presentaba un alto grado de erosión edáfica, causada principalmente por los fuertes vientos característicos de la zona y las precipitaciones que si bien no son muy elevadas son de alta

intensidad, incrementando el arrastre de suelo superficial en zonas con pendientes superiores al 20%.

El objetivo principal de la presente investigación, se orientó al análisis del efecto de las técnicas conservacionistas en el crecimiento inicial de tres especies forestales: *Acacia melanoxylon*, *Caesalpinia spinosa* y *Persea americana*; las cuales fueron establecidas en un sistema agroforestal de plantación lineal, aplicando las técnicas de conservación y recuperación de suelos (franjas vivas y curvas de nivel con camellones). Estas prácticas permitieron disminuir la erosión hídrica del suelo, mejorar la capacidad de retención de agua e incrementar el aporte de biomasa al suelo; beneficios que se vieron reflejados en el adecuado desarrollo de las plantas forestales, evaluadas de acuerdo a la sobrevivencia y las variables: altura, diámetro basal, diámetro de copa, forma y estado fitosanitario.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de las técnicas conservacionistas en sistemas agroforestales, para la recuperación de suelos degradados en el sector Santiaguillo, cantón Mira.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el crecimiento inicial de las especies arbóreas en base a la altura de la planta, diámetro basal, diámetro de copa y estado fitosanitario.
- Evaluar la sobrevivencia de las especies de uso agroforestal en las técnicas conservacionistas establecidas.
- Identificar el rendimiento del cultivo de fréjol en cada tratamiento.
- Determinar los costos de establecimiento de las especies en cada sistema.

1.2 HIPÓTESIS

1.2.1 Hipótesis Nula (H₀)

Las especies a investigar presentan un comportamiento similar en los tratamientos evaluados.

$$\mu_1 = \mu_2 \dots \dots \dots = \mu_n$$

1.2.2 Hipótesis Alternativa (H_a)

Por lo menos una de las especies presenta un comportamiento diferente en los tratamientos evaluados.

$$\mu_1 \neq \mu_2 \dots \dots \dots \neq \mu_n$$

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

El presente trabajo está enmarcado en la línea de investigación: Producción y protección sustentable de los recursos forestales, la misma que considera el manejo y conservación de suelos por la Agenda Zonal para el Buen Vivir (2010) de la Zona de planificación 1 (Carchi, Esmeraldas, Imbabura y Sucumbíos), sustentando a El Plan Nacional del Buen Vivir (2013 – 2017).

Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población. Política y Lineamiento Estratégico 3.11. Garantizar la preservación y protección integral del patrimonio cultural y natural y de la ciudadanía ante las amenazas y riesgos de origen natural o antrópico. Literal g) Aumentar las capacidades para conservar el patrimonio natural e hídrico, incentivando prácticas que permitan aumentar la resiliencia y la adaptación frente a los riesgos y desastres.

Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global; política y lineamientos estratégicos.7.3. Consolidar la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza foresta. Literal b. Incluir esquemas de agroforestería y silvicultura con perspectivas paisajística en los planes de manejo y gestión de los recursos forestales maderables y no maderables.

Objetivo 10. Impulsar la transformación de la matriz productiva. Política y Lineamiento Estratégico 10.4. Impulsar la producción y la productividad de forma sostenible y sustentable, fomentar la inclusión y redistribuir los factores y recursos de la producción en el sector agropecuario, acuícola y pesquero; Literal g) Impulsar la democratización social y ambientalmente responsable del acceso a la tierra, su uso eficiente, productivo y rentable en los procesos productivos, con mecanismos para una inserción sostenible en el mercado, aplicando estrategias diferenciadas de acuerdo a las realidades territoriales.

2.1 AGROFORESTERÍA

La agroforestería, agrupa gran cantidad de prácticas ancestrales y modernas reconocidas por su gran potencial conservacionista y productivo; considerada como disciplina a partir de los años 70.

2.1.1 Definición

Existe una gran diversidad de definiciones y conceptos para esta disciplina, de los cuales podemos resaltar a Ospina (2006), que define la agroforestería como la “interdisciplina y modalidad de uso productivo de la tierra donde se presenta interacción espacial y/o temporal de especies leñosas, o no leñosas y animales. Cuando todas son especies leñosas, al menos una se maneja para producción agrícola y/o pecuaria permanente” (p.19).

Por otra parte según la FAO (citado por Ramírez, 2010) define a la agroforestería como:

Un sistema de manejo sostenido de la tierra que incrementa el rendimiento de ésta; combina la producción de cultivos y plantas forestales y/o animales simultáneamente o consecutivamente en la misma unidad de terreno y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local. (p.6)

Como se observa la agroforestería combina árboles con cultivos agrícolas y/o animales, de manera simultánea y en el mismo espacio, buscando una producción rentable haciendo uso de los recursos naturales de manera sustentable.

2.1.2 Objetivos de la agroforestería

Añazco (2000), resalta los siguientes objetivos biológicos y socioeconómicos de la agroforestería.

a) Biológicos

Aporta en la conservación de la biodiversidad y, sostenibilidad de la producción agropecuaria y forestal, amplía el rendimiento vegetal y animal,

mantiene y mejora la fertilidad del suelo, recobra la fertilidad en suelos degradados, favorece al mejoramiento de las condiciones microclimáticas, diversifica la producción del predio, disminuye la pérdida del material genético, colabora con el manejo de plagas y enfermedades.

b) *Socioeconómicos:*

Asegura y aumenta los productos alimenticios para las personas, provee de numerosos productos medicinales, disminuye los egresos del agricultor e incrementa los ingresos económicos, garantiza el abastecimiento de energía (material combustible), entre otros.

2.1.3 Ventajas y desventajas de la agroforestería

2.1.3.1 Ventajas

La gran mayoría de los autores coinciden en que las ventajas más importantes de los sistemas agroforestales son: aportar gran cantidad de biomasa al suelo de forma constante, proteger el suelo de la erosión hídrica y eólica, brindar protección a los animales y cultivos (de los fuertes vientos, la exposición solar, el calor, heladas, entre otros), diversificar la producción, mejorar los rendimientos de la producción por hectárea, garantizar alimentación diversificada a las familias, incrementar ingresos económicos y aminorar gastos de reinversión.

2.1.3.2 Desventajas

Entre las desventajas resaltan: la competencia por agua y nutrientes entre árboles y cultivos contiguos (que se intensifica cuando los árboles presentan raíces superficiales), efectos alelopáticos (especies que produzcan sustancias químicas que inhiben el crecimiento de otras especies), recuperación económica a largo plazo, complejidad en el trabajo.

2.1.4 Componentes Agroforestales

La agroforestería como su mismo nombre lo indica está conformada por dos componentes, el componente vegetal (leñoso y/o no leñoso) y el componente animal, los mismos que de acuerdo a Ospina (2006), se definen de la siguiente forma:

2.1.4.1 Componente vegetal

a) Vegetal leñoso

Las especies vegetal leñosas son el componente central de la agroforestería; presentan como características, lignina u otra sustancia similar que les proporcione consistencia rígida, cuentan con morfología erguida de apariencia arbórea y, presentan ciclos de vida duraderos (más de dos años); especies que pueden ser cultivadas, protegidas o silvestres.

b) Vegetal no leñoso

En este componente se ubican: cultivos agrícolas transitorios (anuales) y semiperennes (bienales), pasturas, hierbas; que pueden ser especies cultivadas, protegidas y silvestres.

2.1.4.2 Componente animal

Incluye todo tipo de animal que pueda interactuar con el sistema agroforestal; que van desde vertebrados (mamíferos, reptiles, aves y peces) e invertebrados (crustáceos, moluscos e insectos), que pueden ser especies criadas, protegidas y silvestres.

2.1.5 Clasificación de los sistemas agroforestales

Existen diversos tipos de clasificación para los sistemas agroforestales, los cuales se basan en criterios ecológicos, socioeconómicos, funcionales,

estructurales, temporales, entre otros. A continuación se encuentran algunas clasificaciones referenciales más empleadas:

2.1.5.1 Clasificación a de acuerdo a su componentes

De acuerdo a su composición la agroforestería se clasifica en sistemas agro silvícolas, silvopastoriles y agrosilvopastoriles

a) Silvoagrícola o agro silvícola

Es la combinación de árboles con cultivos agrícolas anuales, bianuales, semiperenes y perennes. Por ejemplo: huertos hortícolas, cultivos agrícolas anuales, plantaciones con café, cacao, banano, piña, entre otros (Ramírez, 2010).

b) Silvopastoriles

Restrepo *et. al.* (Citado por Arévalo, 2012) mencionan que, bajo un mismo sistema integral, interactúan los elementos árboles o arbusto (maderable o no) en asocio al pasto o forraje, que interactúan con los animales destinados a la producción (ganado, bovino, ovino, equino y más).

c) Agrosilvopastoril

Según Segarra (citado por Arévalo, 2012), los sistemas agrosilvopastoriles son muy complejos, cuentan con una gama de combinaciones con distintos componentes como: árboles con pastos en bosques naturales, plantaciones agrícolas como frutales en combinación de pasturas, cultivos anuales o perennes, y la implementación del componente animal en la misma superficie. Las técnicas más conocidas: cercas vivas y cortinas rompe vientos.

2.1.5.2 Sistemas Agroforestales Secuenciales

Sistemas en el cual existe una relación cronológica entre la cosecha de los cultivos anuales y la producción de los árboles. En esta clasificación se encuentran la agricultura migratoria y el sistema Taungya.

2.1.5.3 Sistemas agroforestales simultáneos

Compuesto por todo aquel sistema que integra en el mismo espacio, simultáneamente y de forma continua, cultivos anuales y perennes; integrados por árboles maderables o frutales, asociados a cultivos anuales o pastizales para producción pecuaria (Ramírez, 2010).

2.1.6 Prácticas y técnicas agroforestal validadas para el Ecuador

Existe un gran número de prácticas y técnicas agroforestales adoptadas y validadas para el Ecuador como: árboles en cultivos transitorios, árboles en asocio a cultivos perennes, árboles en contorno, plantación lineal, cercas vivas, cortinas rompevientos, agricultura migratoria, barbechos mejorados, sistema Taungya, cultivo en callejones, huertos caseros, entre otros. De las cuales en la región sierra resaltan:

2.1.6.1 Árboles en asocio a cultivos transitorios

Las especies leñosas se presentan dispersas en campos destinados a cultivos agrícolas transitorios. La función principal es mejorar las condiciones microclimáticas y del suelo, que favorezcan el desarrollo de los cultivos, brindando sombrío durante los meses de intensa sequía, conservación de la humedad, el aporte de materia orgánica al suelo y/o fijación del nitrógeno atmosférico. Las especies leñosas adicionalmente generan abono verde, leña, madera, frutos, forrajes de corte, estructuras melíferas; cumplen además con servicios de mejora del paisaje de las fincas, control biológico y tutores de cultivos (MAELA, 2001).

2.1.6.2 Árboles en contorno

Las especies leñosas, están dispuestas en curvas a nivel o dispersos en terrazas, en áreas de ladera de distinta magnitud, contienen el suelo con sus sistemas radiculares y, bajo su cobertura se desarrollan cultivos agrícolas transitorios (MAELA, 2001).

La función principal es conservar el suelo, brindando control de la erosión hídrica, en áreas con pendientes; las especies leñosas pueden brindar otros productos y servicios de gran utilidad (frutas, madera, leña, forraje, sombra, entre otros). Pueden estar acompañados de terrazas de formación lenta y pequeñas obras de infraestructura, para aminorar la fuerza de la escorrentía. El manejo consiste en riego, podas, raleo, manejo de rebrotes, deshierbas, abonado, manejo fitosanitario, mantenimiento de la estructura y resiembra (Ospina, 2006).

2.1.6.3 Plantación lineal o en hileras

Las especies forestales, son establecidas siguiendo cercos, linderos de terrenos o cultivos, o hileras simples intermedios en cultivos. Su función principal es brindar protección a los cultivos contra el viento, fortalecimiento de los cercos y protección del suelo de la erosión hídrica y eólica (Ramírez, 2010).

2.1.6.4 Cercas vivas

Conformado por más de una hilera de especies leñosas, pudiendo estar cambiadas con no leñosas, generalmente se encuentran asociadas a cultivos agrícolas, pasturas o vegetación natural. Cumplen la función principal de delimitar o separar un terreno de otro, además de proporcionar diversos productos y servicios, como: forraje, frutas, madera, leña, abono verde, sombra para el ganado, control de erosión, diversidad paisajística, entre otros (MAELA, 2001).

2.1.6.5 Cortinas rompevientos

Conformada por una a diez líneas de árboles que brindan protección de los vientos, a un determinado terreno.

De acuerdo a Mendieta y Rocha (2007), esta práctica tiene como objetivos principales: reducir la velocidad del viento en parcelas con fines agropecuarios, controlar la erosión eólica, para prevenir la pérdida de fertilidad del suelo, reducir la acción mecánica del viento sobre los cultivos y animales, desviar las corrientes de aire, regular condiciones de microclima, controlar el transporte de sólidos por efecto del viento (contaminación). Además de estos servicios resaltan diversos

beneficios como: producción de forraje, leña, madera, frutos, las flores promueven la apicultura (producción de miel), postes, lindero.

2.2 SUELO

El suelo está compuesto de materia orgánica y mineral, presenta diversas propiedades o características, como textura, estructura, acidez, entre otros, que influyen en el desarrollo biológico presente sobre ella. Cotler, Sotelo, Dominguez, Zorrilla, Cortina y Quiñones (2007), indican que el suelo es un sistema abierto, cuyas entradas son del tipo atmosféricas y las salidas superficiales, en forma de escurrimiento y erosión; en él, se producen diversos procesos y transformaciones químicas y biológicas como: el intercambio de gases, descomposición de materia orgánica, neo formaciones y muchos más, donde participan los microorganismos, agua y raíces de las plantas.

2.2.1 Importancia ambiental del suelo

El suelo cumple importantes funciones en todos los ecosistemas, de los cuales se derivan diversos servicios ambientales indispensables para el sostenimiento y mantenimiento de todo proceso biológico, incluyendo la vida humana.

Cotler *et al.* (2007) menciona algunas funciones importantes que cumple el suelo, como: soporte y suministro de nutrientes a las plantas, medio filtrante que permite la recarga de los acuíferos, influye también en la calidad del agua, medio donde se realizan ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de los compuestos orgánicos, secuestro de carbono en el suelo (reduce su liberación a la atmósfera como CO²), hábitat para una gran biodiversidad de organismos, material de construcción y cimiento para infraestructuras.

2.2.2 Degradación del suelo

Es considerada actualmente uno de los problemas medioambientales más preocupantes que amenaza la producción mundial de alimento. La FAO considera que la degradación del suelo, es el cambio en la salud del mismo, que conduce a la disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios.

2.2.2.1 Tipos de degradación

Se diferencian dos grandes grupos de degradación edáfica: la degradación erosiva (por agua, viento y gravedad) y la degradación no erosiva (sea química, física o biológica).

2.2.2.2 Degradación por erosión

En el Ecuador se estima que alrededor del 48% de las superficie terrestre, presenta suelos con algún grado de vulnerabilidad erosiva (GEO Ecuador, 2008); en la Tabla N°1 se detalla el porcentaje de superficie de Ecuador continental, en diferentes estado de la erosión.

Tabla 1. Categorías del estado de la erosión en el Ecuador continental.

Categorías de intensidad de los procesos erosivos	Superficie (ha)	Porcentajes estimados en relación con la superficie del Ecuador
		26'076 600 ha
Muy activa	339 035	1.30
Activa	808 468	3.10
Activa y potencial	2'008 200	7.70
Potencial	9'692 000	35.80
Total	12'492 129	47.90

Fuente: (MAG, 2000). Diagnóstico Ambiental del Sector Agropecuario

Según Suquilanda (2008), en el Ecuador la pérdida de suelo superficial por erosión, incrementada por la pendiente es: entre 30 y 50 t/ha/año en áreas de estribaciones con pendientes superiores a 25%. En zonas con pendientes que varían entre 12 y 25%, la erosión comprende 10 a 30 t/ha/año y, en suelos con pendientes menores al 12% la erosión puede ser menor a 5 o llegar a 10 t/ha/año.

Los procesos erosivos ya sea naturales o antrópicos, afectan principalmente los horizontes superficiales, donde los ciclos biogeoquímicos favorecen la concentración de materia orgánica, nutrientes y, una alta y diversa presencia de microorganismos que mantienen la fertilidad de los suelos, el cual se forma en un lapso de centenas a miles de años, y sin embargo su manejo inadecuado puede destruirlo en cortos periodos de tiempo (Cotler *et al.*, 2007).

2.2.2.2.1 Tipos de erosión

Es posible clasificar los procesos erosivos en dos grandes grupos: erosión geológica o natural y la erosión acelerada (Raudes y Sagastume, 2009).

a) Erosión geológica o natural

Proceso imperceptible, producido por la dinámica del medio ambiente: lluvias, corriente de los ríos, el viento, clima y la topografía.

b) Erosión acelerada

Se presenta cuando un ecosistema natural es transformado por la práctica productiva del hombre, que rompen y alteran el ciclo básico del ecosistema natural (flujo equilibrado entre los suelos, la vegetación, el agua y los animales).

2.2.2.2.2 Formas de erosión

De acuerdo a Raudes y Sagastume (2009), las formas de erosión son: erosión hídrica y la erosión eólica; a lo cual Ibáñez y García (2006), también incluye la erosión por gravedad y la erosión antrópica, descritas a continuación:

a) Erosión hídrica,

Erosión producida principalmente por efecto de la lluvia o riegos intensos. El impacto de las gotas de agua en el suelo descubierto ocasiona el desprendimiento de sus partículas y su remoción por el agua de escorrentía.

b) Erosión eólica

Causada por el viento, que remueve grandes cantidades de partículas livianas y fértiles del suelo; predomina en áreas localizadas en regiones con vientos fuertes, altas de temperaturas y baja precipitación

c) Erosión por gravedad

Implica movimientos de masas edáficas por procesos gravitatorios, causados por la saturación por agua y la fuerza de la gravedad, que son evidenciadas principalmente en zonas con pendientes elevadas.

d) Erosión antrópica

Ocasionada por la acción del hombre, que irrumpe y modifica el paisaje natural, causando una erosión acelerada, e incluso llegar a la degradación abrupta e irreversible de los suelos.

2.2.3 Conservación de suelos

En el contexto de la WOCAT (La Reseña Mundial de Enfoques y Tecnologías de la Conservación), se define la conservación del suelo y del agua como, las actividades a nivel local que mantienen o aumentan la capacidad productiva de la tierra en áreas afectadas o propensas a la degradación. Incluyendo la prevención o reducción de la erosión del suelo, la conservación o drenaje del suelo, el mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad del suelo.

2.2.3.1 Técnicas de conservación de suelos

Existen básicamente dos tipos de medidas conservacionistas, las medidas estructuras mecánico-estructurales y las medidas agronómicas- vegetativas; previo al análisis exhaustivo del área a ser intervenida, se deben aplicar una combinación complementaria de varias técnicas, que ayuden a lograr el éxito en la protección y recuperación del suelo, sin dejar de lado el aumento en la productividad.

2.2.3.1.1 Prácticas agronómicas y vegetativas

Las prácticas agronómicas, consisten en las diversas formas de manipulación de labranza mecánica del suelo, cuyo fin es mantenerlo en condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos (reducir la densidad del suelo, aumentar la capacidad de infiltración, disminuir el escurrimiento y conservar la humedad). El beneficio de estas prácticas dependen del tipo de implementos, la intensidad y la forma en que son empleados (Loredo y Beltran, 2005). Entre las prácticas más empleadas destacan: el barbecho, subsoleo, labranza de conservación, labranza cero, labranza en camellones, labranza en franjas y de cobertura.

En cambio las prácticas vegetativas, se enfocan en el desarrollo de plantas o cultivos y el manejo de vegetación natural, cuya finalidad es mejorar la productividad de los terrenos y la disminución de la erosión del suelo (Loredo y Beltran, 2005). Entre las más empleadas, se tiene: rotación de cultivos, cultivos en fajas, cultivos asociados, cultivos de cobertura, abonos verdes y los sistemas agroforestales.

2.2.3.1.2 Prácticas mecánicas para el control de la erosión hídrica

Las prácticas mecánicas, consisten en realizar movimiento de tierra empleando instrumentos agrícolas y mano de obra, con el fin de disminuir el escurrimiento superficial y la erosión de terrenos en pendiente. Para el establecimiento de cualquier prácticas de conservación mecánica, es necesario tener información de tallada sobre la precipitación (intensidad y duración) y la cantidad de escurrimiento máximo que se genera en diferentes periodos de retorno, la elección de práctica estará en función a la clase y uso del suelo, el valor del terreno y los recursos ecocómicos disponibles (Loredo, Beltrán, Serreón, y Marcos, 2005). En este grupo se encuentran: surcado en contorno, terrazas de formación sucesiva, zanjas trincheras, dren interceptor, entre otros.

2.2.3.2 Estructuras de conservación de suelos empleadas en el Ecuador

Entre las estructuras empleadas en el Ecuador resaltan: árboles en curvas a nivel, franjas vivas, camellones en curvas de nivel y las zanjas de infiltración.

2.2.3.2.1 Árboles en curvas a nivel

El Trazado de las curvas a nivel se realiza perpendicular a la pendiente con el fin de retener el agua en el horizonte de superficie del suelo y disminuir la velocidad de escorrentía para que el agua tenga tiempo de infiltrarse en el suelo. Para el trazado de las curvas a nivel se utiliza el nivel en "A", un nivel de burbuja, o de manguera, como también puede emplear equipos especializados como: teodolitos, caballetes con nivel, entre otros (Riquelme y Carrasco, 2003).

a) Ventajas

Práctica sencilla y económica que es adoptada rápidamente por los agricultores; promueve la infiltración del agua, aumentando la capacidad de campo del terreno; disminuye la velocidad de la escorrentía, aminorando la erosión del suelo

b) Desventajas

Para ser empleada como técnica de conservación debe ser combinada con otras prácticas, ya que aislada no resuelve completamente el problema de la pérdida de suelo.

2.2.3.2.2 Franjas vivas

También conocidas como barreras vivas o fajas antierosivas, son las obras biológicas de conservación de suelos, que deben implementarse después de las prácticas de surcos en contorno con rastrojos y labranza mínima; aunque inicialmente fueron consideradas prácticas de control de la erosión eólica, actualmente se aplican combinadas con otras prácticas para que pueda cumplir diversas funciones además de la reducción de la escorrentía. (Juarez, 2012)

Las barreras deben quedar aproximadamente a 10 m de distancia entre sí en pendientes fuertes; para las pendientes moderadas, 15 m de distancia y para las pendientes suaves, 20 m (Conant y Fadem, 2011).

Para obtener beneficios a corto plazo se emplea plantas herbácea de crecimiento rápido, para lograr un beneficio a largo plazo se siembra una hilera de árboles de uso múltiple y rápido crecimiento, convirtiéndose en un sistema agroforestal (Juarez, 2012). Las especies deben poseer diversas características como: multipropósito, rápido crecimiento, enraizamiento profundo, poca extensión lateral de raíces, altura media, resistentes a la poda, presencia de micorrizas, resistencia a sequías, adaptación a suelos no muy profundos, fijación de nitrógeno, no muy competitivo para los cultivos como nutrientes y agua.

a) Establecimiento

Calculado el promedio de franjas a ser establecidas, se procede a realizar el trazado de las curvas a nivel (cordel, nivel en "A" o nivel de manguera); seguido se procede a la siembra de las especies a lo largo de las curvas a nivel. Las especies pueden ser establecidas mediante siembra directa o con plantas en desarrollo; para evitar competencia entre la especie herbácea y leñosa, esta se planta a 30 centímetros pendiente abajo de la especie herbácea; deben ser establecidas al inicio de la época de lluvia (Conant y Fadem, 2011).

b) Ventajas

Gomero y Velásquez, (1999) resalta las siguientes ventajas: la producción de biomasa, bajo costo de establecimiento y mantenimiento, sirve de líneas guía para los trabajos de labranza, siembra y deshierbes.

c) Desventajas

Según Conant y Fadem (2011), considera como desventajas que la práctica amerita un cambio significativo en el manejo del terreno, esto debido a que las

especies establecidas como franjas vivas, ocupan un espacio considerable de terreno (reduciendo el área del cultivo agrícola), necesitan protección del pastoreo, generan competencia de luz y nutrientes con los cultivos, además que podrían ser hospedera de algún tipo de plaga que afecten a los cultivos y/o animales.

d) Manejo

El manejo debe realizarse según el desarrollo de las barreras, las necesidades del productor y el comportamiento de las especies. Conant y Fadem (2011), mencionan que las plantas ameritan de riego después del trasplante hasta su prendimiento, la poda debe realizarse de acuerdo a la especie (evitando la invasión del terreno o producción de sombra a cultivos aledaños), se deben vigilar los espacios vacíos y resembrar si es necesario, controlar la acumulación de residuos orgánicos.

2.2.3.2.3 Camellones en curvas a nivel

Bordes o montículos contruidos de tierra, o de tierra y piedras, a nivel o a desnivel. La distancia entre bordes depende de la pendiente y de factores climáticos y del suelo. Los camellones de tierra tienen la finalidad de reducir la escorrentía de agua en terrenos con pendientes suaves a moderadas. Se puede incentivar la formación paulatina de terrazas, dejando crecer vegetación en el borde inferior del camellón o sembrando una barrera viva sobre el camellón (Programa para la agricultura sostenible en laderas de America Central, 2005).

e) Establecimiento

Para la elaboración de los camellones primero se deben marcar la curvas a nivel con el nivel en “A”, en suelos poco pedregosos se forman lomillos de tierra de 1-1.5 m de ancho y 0.5-0.75 m de alto. Los camellones se pueden hacer con maquinaria (arado de vertedera o disquadora) o con el arado de bueyes, raras veces se hacen a mano; el distanciamiento depende de la pendiente.

2.2.3.2.4 Zanjas de infiltración

Son canales, perpendiculares a la pendiente del terreno, que captan el agua lluvia y, la acumulan mientras se infiltra en el suelo; reduciendo el volumen y la velocidad del agua ladera abajo.

Son empleadas en zonas de secano para pastos o plantaciones permanentes, en terrenos con pendientes de 10 a 40 %, de textura franco, no recomendable en terrenos de textura suelta, que puedan derrumbarse o suelos con poca capacidad de infiltración (Martinez y Uribe , 2010).

El espaciamiento entre las zanjas depende de diversas condiciones como: intensidad de precipitaciones, capacidad de infiltración de suelo, dimensiones de la zanja y de la proporción de agua lluvia que llega a la zanja, que no se infiltra en el trayecto. Martinez y Uribe (2010), sugieren un espaciamiento entre zanjas de 4,5 m para suelos de baja velocidad de infiltración y, 13 m en suelos de alta velocidad de infiltración.

a) Establecimiento

Previamente trazadas las líneas a nivel, se excavan la zanja con un ancho de 40 cm y 40 cm de profundidad, todo el material extraído de la excavación se coloca en el borde inferior a la zanja, apisonando capa por capa, formando un borde o camellón, para minimizar el desmoronamiento de las zanjas se dejan tabiques (ejemplo cada 10 metros), quedando dividida en numerosas secciones, que almacena y facilitan la infiltración del agua (Ministerio de agricultura y riego MINAGRI, 2014).

b) Ventajas

Es una práctica de fácil realización, intercepta el agua de escorrentía y facilita su infiltración al suelo, aumenta la humedad en el suelo (principalmente en los primeros 50 cm de profundidad), contribuye a la recarga de manantiales, permite la regeneración de la vegetación natural y recuperar se los suelos desnudos en

laderas; favorece la producción, el crecimiento rápido y aumento del fuste de las plantas cercanas, a las zanjas por la disponibilidad de humedad; en terrenos en pendiente reduce la erosión hídrica y pérdida de agua hacia las partes bajas (Uribe y Martínez, 2010).

c) Desventajas

Pueden constituir obstáculos al normal tránsito del ganado, si no se realiza la limpieza periódica del canal, puede provocar el desborde del agua almacenada y la formación de cárcavas laderas abajo (MINAGRI, 2014)

2.3 RETENEDORES DE AGUA

Los retenedores de agua son polímeros reticulados biodegradables con sal sódica o potásica que, debido a su estructura reticulada tridimensional, tienen la capacidad de absorber reversiblemente 350 veces su peso en agua y los nutrientes disueltos en ella, permitiendo que del 95 al 99% del líquido sea tomado por el sistema radicular, optimizando el crecimiento de las plantas, incluso en épocas secas (Idrobo, Rodríguez, y Díaz, 2010).

2.3.1 Origen

Originados en Alemania, Francia y Estados Unidos. Sujetos a un sin número de investigaciones, demostrando eficiencia en la absorción y retención de grandes cantidades de líquido y nutrientes.

2.3.2 Campos de utilización del retenedor de agua en el área forestal

Es utilizado en viveros, trasplante, transporte y protección. Está demostrado que las reforestaciones son más efectivas, el hidrogel reduce el shock del trasplante y, minimiza el riesgo de secado del sistema radicular durante el transporte y la plantación (Piñuelos y Ocaña, 2000).

2.3.3 Dosificación en el área forestal

En vivero: de 1 a 3 gramos de hidrorretenedor por plántula, mezclado uniformemente con el sustrato; al momento de trasplante al sitio definitivo aplicar de 3 a 5 g por la plántula (PROFAFOR, 2007).

En árboles establecidos: son necesarios 10 gramos de hidrorretenedor por planta, dividido en proporciones iguales y colocados en cuatro hoyos equidistantes alrededor del árbol (2,5gr/hoyo) (PROFAFOR, 2007).

2.3.4 Ventajas del hidrorretenedor en plantaciones

Según, El semillero (2006), el hidrogel presenta diversas ventajas entre ellas: permiten un mejor crecimiento de la planta en regiones de escasas lluvias, proveen a las plantas de un suplemento regular de humedad, reducen los ciclos de irrigación y las cantidades de agua utilizada, reducen al menos un tercio la pérdida de nutrientes en el suelo, incrementan las reservas de agua de los suelos, mejoran la circulación de aire, mejoran la retención de humedad en suelos, incrementan la provisión de fertilizante a la planta gracias a un efecto retardado de liberación.

2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES

2.4.1 Tara

2.4.1.1 Taxonomía

Familia: CAESALPINACEAE

Nombre científico: *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze.

Nombre común: Tara, taya, guarango, espino, vainillo, changue, campeche.

2.4.1.2 Caracterización dendrológica

Árbol pequeño en sus inicios, de tres a ocho metros de altura. El fuste redondo, espinoso y a veces torcido, generalmente se ramifica desde la base dando la impresión de varios tallos. Corteza fisurada de color café oscuro. De copa muy frondosa, irregular, aparasolada, con ramas ascendentes y alcanza un diámetro de 15m, las ramitas densamente pobladas contienen espinas pequeñas.

Las hojas verde oscuras, lisas y espinosas que llegan a medir 10 cm; son bipinnaticompuestas paripinnadas, con 5 a 8 pares de foliolulos opuestos, elípticos a aovados, de nerviación reticulada, envés pubescente y ápice obtuso a emarginado (Nicolas, Roque, Brokamp, Cano, La Torre, y Weigend, 2009). La inflorescencias en racimos de flores hermafroditas con sépalos color amarillo con manchas rojizas (Aguirre, 2012). Frutos en vainas aplanadas e indehiscentes de color naranja de 8 cm a 10 cm de largo y 2 cm de ancho aproximadamente, que contienen de 4 a 7 granos de semilla redondeada de color pardo negruzco cuando están maduros (De La Cruz, 2004).

2.4.1.3 Distribución geográfica

Árbol nativo de los Andes que crece, de forma silvestre o cultivada, en varios países de la región andina de Sudamérica. Según Jorgensen y León-Yanez (1999), en el Ecuador se encuentra en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Azuay y Loja, dentro de un rango altitudinal que va desde los 1 500 msnm hasta 3000 metros sobre el nivel del mar.

2.4.1.4 Requerimientos edafo-climáticos

Considerada una especie bastante rustica, que resiste la sequía, plagas y enfermedades; poco exigente en cuanto a la calidad del suelo, aceptando suelos pedregosos, degradados y hasta lateríticos, aunque en esas condiciones reporta una baja producción; sin embargo, se desarrolla en forma óptima en los suelos francos y francos arenosos, ligeramente ácidos a medianamente alcalinos (De La Cruz, 2004). Nicolas *et al.*, (2009), menciona que la especie crece naturalmente en

territorios semiáridos, con una precipitación media anual de 230 a 500 mm y temperaturas medias anuales de 14,7 a 27,5°C.

2.4.1.5 Usos

Considerada como una planta de propósito múltiple, posee gran importancia en el mejoramiento y la recuperación de suelos; su importancia económica radica en el uso del fruto en la industria de curtiembre, alimenticia y la farmacéutica.

Utilizada como cerco vivo, árbol de sombra, en barreras vivas, control de cárcavas y otras prácticas vinculadas a conservación de suelos en general, sobre todo en zonas áridas o semiáridas; usada frecuentemente en asociación con cultivos agrícolas y, como fuente de forraje cuando las plantas son pequeñas (Nicolas *et al.*, 2009; De La Cruz, 2004).

En el área de la medicina, forma parte de gran cantidad de medicamentos gastroenterológicos; en la industria de curtiembre, como curtientes vegetales en los procesos de curtido y re curtido de pieles; los taninos y el ácido gálico, extraído de los frutos son empleados en la fabricación de plásticos y adhesivos (Mancero, 2009).

La madera, es blanca con jaspe café o rojizo, medianamente dura, buen poder calorífico, es apreciada para parquet, leña y postes (Aguirre, 2012).

2.4.1.6 Crecimiento

Crecimiento juvenil muy lento, el crecimiento anual en los primeros años es de sólo 5 a 15 cm de altura; después del establecimiento, muestra una alta resistencia a la sequía fisiológica; la edad media de 60 años, pero puede llegar hasta 100 años (Nicolas *et al.*, 2009).

2.4.2 Acacia negra

2.4.2.1 Taxonomía

Familia: FABACEAE.

Nombre científico: *Acacia melanoxylon* R. BR.

Nombre común: acacia negra, acacia japonesa, aromo australiano, aromo negro.

2.4.2.2 Caracterización dendrológica

En Chile, usualmente alcanza los 10 a 20 m de altura y 50 cm de diámetro; en tierras bajas del NW de Tasmani, alcanza 40 m en altura y 1,5 m de diámetro (Barroso, 2007); de corteza color cafégrisáceo, con grandes surcos longitudinales en su estado adulto, copa redondeada, de follaje tupido, persistente y atractivo (Siebert y Bauerle, 1995); la hojas son compuestas, con pequeños folíolos en la fase juvenil, siendo reemplazadas luego por filodios lanceolados de 8-10 cm de largo y 2 cm de ancho, de aspecto coriáceos (Carranza, 2007). Inflorescencia en racimos de cabezuelas, con flores de color blanco cremoso; el fruto en vaina alargada, aplastada y las semillas negras, lustrosas y con un funículo rojo que las rodea (Orwa, Mutua, Kindt, Jamnadass, y Anthony, 2009).

2.4.2.3 Distribución geográfica

La especie se desarrolla naturalmente desde el norte de Queensland hasta el sur de Tasmania, desde el nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m., y a mayor altitud, en la parte tropical (Barroso, 2007).

Acacias australianas son cultivadas en más de 70 países del mundo; como: Albania, Etiopia, Grecia, India, Italia, Kenia, Malta, Nueva Guinea, Portugal, Sudáfrica, España, Tanzania, Uruguay, Brasil, Chile, Argentina, Ecuador, entre otros.

2.4.2.4 Requerimientos edafo-climáticos

Presenta alta adaptabilidad a un gran rango de ecosistemas forestales, entre ellas la baja precipitación, poca luz, gran variedad de suelos y a diferentes profundidades; en suelos poco profundos y con restricción de drenaje, las raíces se extienden en forma superficial (Siebert y Bauerle, 1995). De gran tolerancia a tierra mojada y casi pantanosa, con un rango altitudinal: 1500-2300m.s.n.m.; temperatura media anual de 6 a 19 °C, precipitación media anual: 750-2300mm (Orwa *et al.*, 2009).

2.4.2.5 Usos

Madera, moderadamente dura y su densidad es relativamente baja, que adquiere un buen pulido; ha sido introducida en muchos lugares del mundo para producción de madera y leña, muy cotizada para mueblería, instrumentos musicales de cuerdas, para revestimiento de tableros de partículas y, combustible de uso doméstico o en la industria de producción de carbón, aunque de baja calidad (Barroso, 2007). Considera internacionalmente como una de las maderas más decorativas del mundo, perteneciendo a la categoría del nogal, caoba y teca; empleada en la industria de muebles finos de Tasmania (Pinilla, Molina, Briones, y Hernández, 2006).

Por su capacidad de asociación con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, es empleada en la estabilización de cárcavas, control de erosión, recuperación y mejoramiento de la fertilidad de suelos, cortinas cortafuegos, árboles de sombra y ornamentales (Pinilla *et al.*, 2006). Al ser una especie semitolerante a la sombra, se sitúa como una buena alternativa para el enriquecimiento y recuperación de bosques degradados, cuya ventaja económica yace, en la factibilidad de ser establecida zonas cubiertas de matorral, donde sería muy costoso establecer otra especie que produzca un similar retorno económico (Siebert y Bauerle, 1995).

Empleada como suministro endoenergético (producción de biomasa) y, bioenergética (diversificación del suministro de fibra corta); extracción de aceites y taninos, para la perfumería y curtiembre. (INFOR, 2010)

2.4.2.6 Crecimiento

Al Noroeste de Tasmania, en plantaciones puras de 16 años, se han registrado incrementos de, 1,26 cm/año de diámetro basal (Bradbury, 2007).

De acuerdo a Pinkard y Beadle, (citado por Carranza, 2007) menciona que en Nueva Zelanda, en sitios protegidos y de alta productividad, la especie alcanza crecimientos de 1 m/año en altura y 1,5 cm/año en diámetro, en plantaciones de 10 a 11 años; en Sudáfrica se registraron incrementos de 2 m/año de altura total y 3,5 cm en diámetro, en plantaciones de 4 años.

2.4.2.7 Manejo

Logra un mejor desarrollo en condiciones de semisombra (plantaciones mixtas); para alcanzar una mayor calidad en la producción (fuste recto y libre de ramificaciones) especialmente en plantaciones puras o en zonas descubiertas, es necesario aplicar manejo silvícola, con podas y raleos. En sitios abiertos sin o muy poca competencia por la luz, desarrolla tallos cortos y una copa amplia caracterizada por gruesas ramas laterales; por lo cual se requiere manejo de la luz, en particular minimizando la cantidad de luz lateral (Carranza, 2007).

Al ser una especie de sistema radicular superficial; en el uso agroforestal, especialmente en suelos poco profundos, es recomendable realizar la poda de raíces una vez al año, para evitar la competencia entre árboles y cultivos aledaños. (Añazco y Carlson, 1990). Su manejo debe ser cuidadoso, debido a que su rápida propagación por semillas y brotes de raíces, la puede tornar invasora, como en el caso de Sudáfrica (Barroso, 2007).

Añazco y Carlson (1990), indican que para un efectiva poda de raíces, se debe arar el suelo cada año, a una profundidad de 30 cm y a una distancia de 0.75 a 1 m del tallo.

2.4.3 Aguacate

2.4.3.1 Taxonomía

Familia: LAURACEAE

Nombre científico: *Persea americana* Mill. Variedad. Hass,

Nombre común: Aguacate, palta, palto.

2.4.3.2 Caracterización dendrológica

Planta leñosa, que se distingue por sus hojas coriáceas y sus semillas dicotiledóneas. En su hábitat natural llega a alcanzar de 8 a 12 metros de altura y de 30 a 60 cm de diámetro. Sus hojas son enteras, rojizas cuando jóvenes y verde oscuras al madurar (Orwa *et al.*, 2009). En plantaciones comerciales se tiende a mantenerlas con 7 m de altura para facilitar el manejo y recolección de los frutos.

Posee un sistema radicular poco profundo de extensión no mayor al perímetro de la copa, y en ocasiones llegan a penetrar hasta los 4 m de profundidad (Alcazar, 2009). Las hojas, son alternas, verde oscuras y de superficie lustrosa, de forma variada de lanceoladas a ovoide y aromatzadas (Flores, 2009). Las flores pequeñas de color verde amarillento, hermafroditas, actinomorfas, agrupadas en panículas axilares o terminales; el cáliz de seis tépalos unidos en la base; las inflorescencias pueden ser determinadas o indeterminadas, permitiendo o no continuar el crecimiento vegetativo del árbol (Alcazar, 2009). El Fruto, de forma de pera u ovalada, la piel es rugosa pero flexible que se oscurece al madurar, de hueso pequeño y su carne abundante de color verde pálido, amantequillada, con sabor a nuez (Vera, 2010).

2.4.3.3 Distribución geográfica

El aguacate se dispersó hacia Norteamérica por México hasta el Sudeste de los EEUU; hacia Las Antillas, todo Centroamérica y gran parte de Sudamérica: Colombia, Venezuela, Las Guayanas, Brasil, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. Evidenciándose una domesticación y dispersión, posiblemente desde hace unos 6,000 años (Sanchez, 1999).

2.4.3.4 Requerimientos edafo-climáticos

Para un adecuado desarrollo, crecimiento del árbol y la cosecha de los frutos, dado que las raíces son intolerantes a condiciones anaeróbicas, requiere de suelos airados, con buen drenaje, pH de 5 a 5,8; rango altitudinal de 0 a 2500 m.s.n.m., temperatura media anual de -4 a 40 °C; precipitación media anual de 300 a 2500mm (Orwa *et al.*, 2009).

2.4.3.5 Usos

El fruto contiene grana cantidad de vitaminas, minerales y ácidos grasos monoinsaturados. Es considerada la cuarta fruta tropical más importante en el mundo, se estima una producción global de 2.6 millones de toneladas, siendo México uno de los principales países productores, seguido por Indonesia y Estados Unidos (Bobadilla Soto, Martínez De La Cruz, Rubí Arriaga, Rebollar Rebollar, Franco Malvaíz, y Siles Hernández, 2013).

Es empleada en la medicina tradicional para tratar tradicionalmente diversa afecciones; presenta propiedades anticancerígenas en la hojas y los retoños frescos, de las platas de aguacate; importante en la producción de miel, que es oscura y de cuerpo más pesado (Orwa *et al.*, 2009).

La madera es frágil y propensa al ataque de termitas. Usada antiguamente para la construcción de casas, mobiliario, utensilios e implementos de agrícolas, esculturas, instrumentos musicales, remos, artículos pequeños como plumas

brochas; también produce un revestimiento de buena calidad y madera contrachapada (Orwa *et al.*, 2009).

2.4.3.6 Crecimiento

En 11 cultivares de diferentes variedades de *Persea americana*, la especie alcanzó a los 12 años; un perímetro de tronco de 172,1 cm (a 30 cm de altura); y 12,95 m diámetro de copa, dato tomado a 1,50 m de altura (Jimenez, Simón, Lima, Gonzáles, Armentos, y Gonzáles, 2000).

Según un estudio realizado en provincia de Artemisa – Cuba, la variedad hass, alcanza un diámetro de copa de 3,78 m y altura de copas de 5,88 m al séptimo año (Jiménez Villasuso, Pérez Campo, Zamora Blanco, y Velázquez Palenzuela, 2015).

2.5 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS

2.5.1 Frejol

2.5.1.1 Taxonomía

Familia: Fabaceae

Nombre científico: *Phaseolus vulgaris*

Nombre común: Frijol, frejol, porotos

2.5.1.2 Caracterización agronómica

Planta herbácea de rápido crecimiento que llega a medir 50 a 70 cm de alto y 20 a 40 cm de ancho; raíces de tipo pivotante, típica napiforme, llega a una profundidad de 20 a 30 cm; hojas trifolioladas, de tallo cuadrangular de color

verde oscuro; flores papilionáceas, inflorescencia de tipo racimo de racimos; fruto en legumbre dehiscente, tipo vaina. (Rivas, 2012)

Según el INIAP (2012), la planta herbácea de variedad Centeno (empleada en la presente investigación), presenta un hábito de crecimiento del tipo I (sin guía), altura de planta de 45 a 50 cm; color de flor rosado pálido; vaina de 12 a 14 cm de largo, de 8 a 23 vainas por planta; grano seco de color rojo moteado con crema, de tamaño grande, de forma arriñonada, con 4 a 7 granos por vainas; la floración se da a los 42 a 45 días; cosecha en seco a los 90 a 110 días.

2.5.1.3 Distribución geográfica

Originaria de Perú, América Central y América del Sur. Según Peralta *et al.* (2010) en el Ecuador es cultivado en los valles de El Chota, Mira y Salinas (Carchi, Imbabura), Pichincha, Tungurahua, Azuay, Loja; en las estribaciones de la cordillera: Intag (Imbabura), Noroccidente de Pichincha, El Corazón - Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar y Cañar.

2.5.1.4 Requerimientos edafoclimáticos

De preferencia suelos profundos, fértiles, franco arcillosos; pH de 5,6 a 5,7; precipitación entre 300 a 400mm; presenta tolerancia a sequías (Rivas, 2012). La variedad centenario presenta una adaptación entre 1400 a 2400m.s.n.m. (INIAP, 2012).

2.5.1.5 Manejo del cultivo

- Preparación del sitio; rastrado superficial con tractor agrícola. El surcado se realiza en áreas bajo riego se hace con animales (burro, caballo o yunta), para un buen trazado de Tablas o franjas y surcos, siempre en función de la pendiente (Peralta *et al.*, 2010).
- Siembra: en épocas de lluvia, manteniendo distancia de 60 cm entre surcos y 30 cm entre sitios; con 3 semillas por sitio (INIAP, 2012).

- Es recomendable realizar el riego y control de maleza cada ocho días, enfatizando en las fechas de floración y fructificación; control manual con un deshierbe y un aporque; control químico: en post-emergencia, usar Fomesafen (Flex), 250 cc/ha, para malezas de hoja ancha (con 2 a 3 hojas verdaderas) (Peralta *et al.*, 2010).
- La cosecha de frutos secos, se debe realizar cuando las plantas estén defoliadas y con las vainas secas, indicando que las plantas hayan alcanzado completa madurez fisiológica. Dependiendo de la cantidad del cultivo, la trilla puede realizarse de forma manual, por pisoteo, con animales o por golpe sobre el piso con varas de madera; para cosechas grandes, es recomendable usar trilladoras mecánicas (Peralta *et al.*, 2010).

2.5.1.6 Usos

Además de ser empleado ampliamente en la alimentación; tiene bondades medicinales en la prevención de enfermedades del corazón, obesidad y del tubo digestivo (Rivas, 2012).

2.5.2 Cebolla roja

2.5.2.1 Taxonomía

Familia: LILIACEA

Nombre científico: *Allium cepa* Var. *Red burgundy*

Nombre común: Cebolla roja criolla

2.5.2.2 Caracterización agronómica

Planta herbácea de rápido crecimiento, de color verde, llega a medir de 0,95 a 1,5 m de alto y de 20 a 30 cm de ancho; sistema radicular de tipo fasciculado, que llega a una profundidad de 20 cm; las hojas cilíndricas y tubulosas, de ápice

puntiagudo, base plana, de 60 cm de largo y hasta 1,5 cm de ancho, haz verde cenizo y envés baboso; tallo vegetativo formando un bulbo tunicado simple, inflorescencia de tipo umbela y el fruto en cápsula (Rivas, 2012).

2.5.2.3 Distribución geográfica

Originaria de Asia Central y actualmente se cultiva en las zonas templadas de todo el mundo. En el Ecuador, la mayor producción se concentra en las provincias de Loja, Azuay y Carchi (MAGAP, 2013).

2.5.2.4 Requerimientos edafo-climáticos

Para el desarrollo normal del cultivo se requiere una temperatura entre los 10 a 18 °C y una precipitación por ciclo entre 600 a 800 mm de agua; suelos profundos, arenosos, fértiles con poca arcilla (MAGAP, 2013). La siembra puede realizarse durante todo el año, dando preferencia a los meses lluvioso.

2.5.2.5 Manejo del cultivo

Según el INIAP (1986), describe el manejo del cultivo empezando con la preparación del terreno, dependiendo del tipo de suelo puede ser necesario solo la arada o seguir con la cruz de la rastrada (tractor agrícola) y terminar con los surcos; la siembra puede ser directa con semilla vegetativa (bulbos), o en semilleros, con semilla sexual; siendo necesario para una hectárea de terreno, 1,5 a 2,0 toneladas de semilla vegetativa o de 2,5 a 3,5kg de semilla botánica; la siembra directa se realiza con uno a dos bulbos a una distancia de 50 cm entre surcos y 30 cm entre bulbos; el cultivo amerita riegos ligeros y frecuentes, con mayor necesidad en la época de formación de los bulbos; con un promedio de cuatro deshierbes superficiales. La cosecha, se realiza cuando se observa el quiebre natural de los tallos, dentro de los 180 a 270 días en áreas frías y a partir de siembra vegetativa y, en las áreas templadas y subtropical entre los 120 a 150 días, siembra sexual.

2.5.2.6 Usos

Empleada ampliamente en la alimentación ya sea cruda o cocinada; además posee propiedades antibióticas y fortificantes del sistema inmunológico (Rivas, 2012).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO

3.1.1 Ubicación

MAPA DE UBICACIÓN DEL ENSAYO

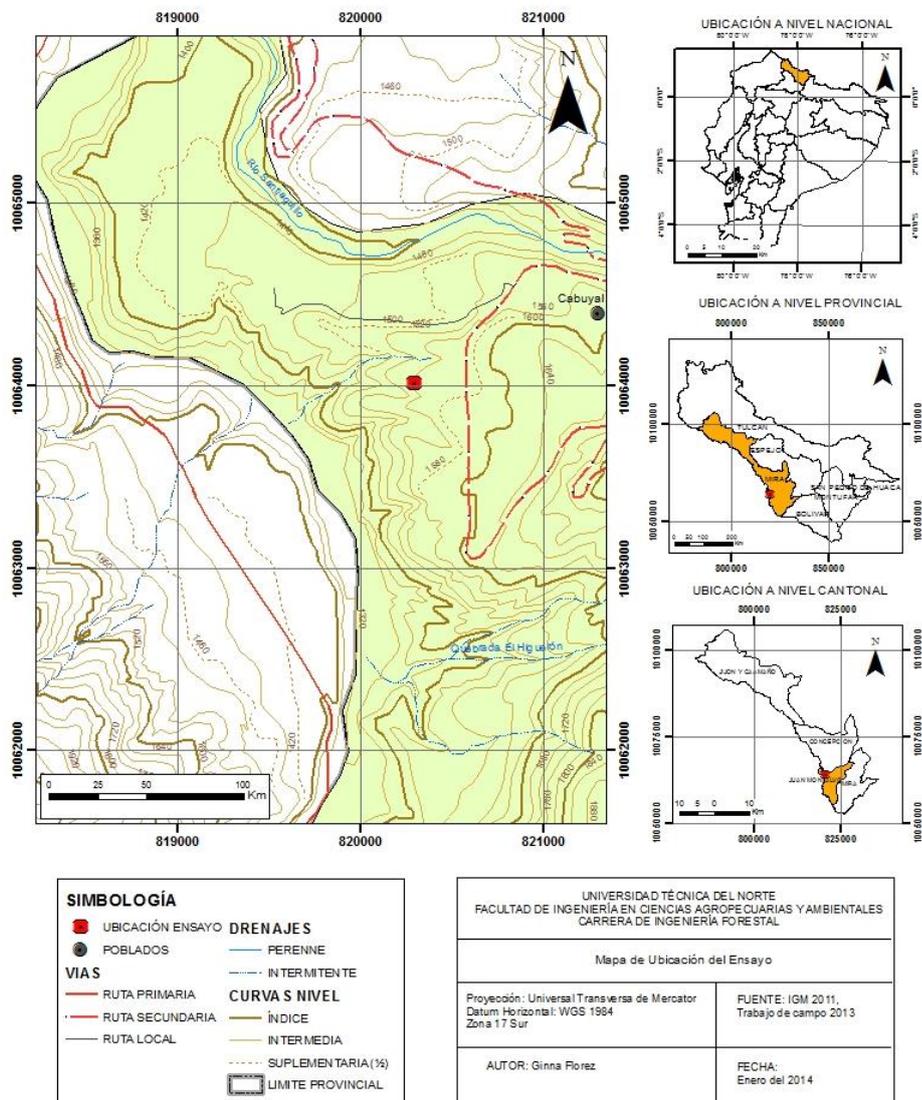


Ilustración 1. Mapa de ubicación del área de investigación

Como se detalla en la figura N° 1, la presente investigación se encuentra situada en la provincia de Imbabura, catón Mira, parroquia Juan Montalvo, sector Santiaguillo. Geográficamente el área de estudio se encuentra entre las coordenadas X: 820323 m y Y: 10064016 m, a un altitud de 1574 m.s.n.m.

3.1.2 Datos climáticos

Los datos fueron tomados de la estación meteorológica Mira-FAO Granja La Portada, código M0104, ubicada en el cantón Mira; cuyos valores que a continuación se detallan fueron recopilados desde el año 1979 al 2014.

- Temperatura media anual: 16,7 °C (14,5 °C mínima; 18,8 °C máxima)
- Velocidad media del viento: 20,16 km/h (7,2 km/s mínima; 39,6 km/h máxima)
- Humedad relativa: 78%
- Nubosidad: 2/7 octas
- Precipitación media anual: 566,9 mm/año

Para mayor claridad de los datos expuestos, se elaboró las ilustraciones 1 y 2, donde:

Px = precipitación media mensual

Tm = temperatura media mensual

ETP = evapotranspiración media mensual

VV. máxima = velocidad máxima del viento

VV. mínima = velocidad mínima del viento

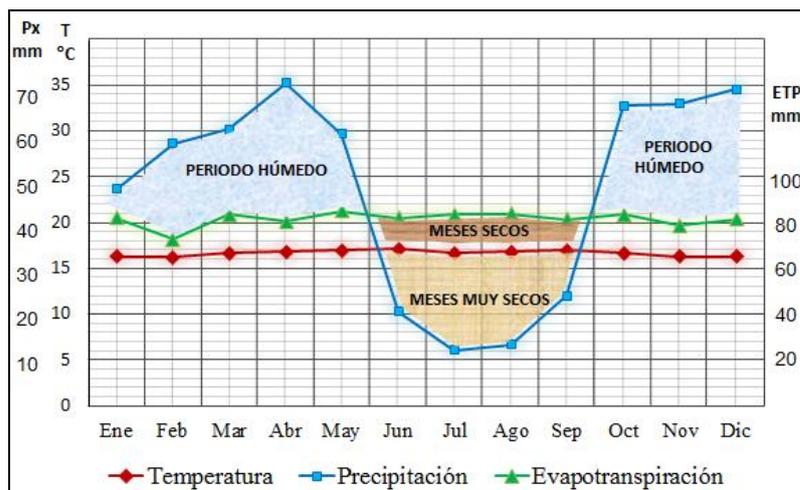


Ilustración 2. Diagrama Bioclimático, temperatura en °C, precipitación y evapotranspiración en mm. Periodo 1979-2014. Estación Mira-FAO Granja La Portada

En la ilustración N° 2, se observa claramente que los meses con menor precipitación en el año son: junio, julio, agosto y septiembre, considerados ecológicamente meses secos a muy secos; por otro lado el periodo húmedo estaría comprendido entre los meses de octubre a mayo.

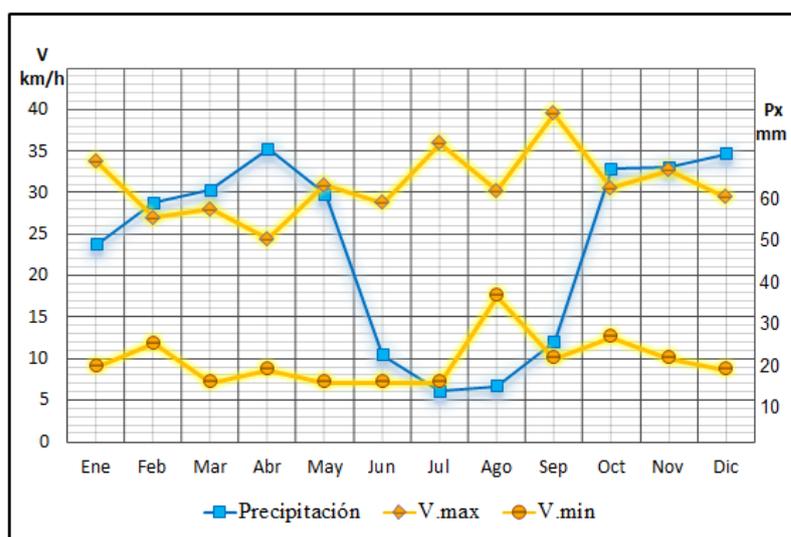


Ilustración 3. Promedio histórico mensual de la velocidad del viento en km/h (V.max: velocidad máxima y V.min: mínima); precipitación (mm): Periodo 1999-2014 Estación Mira-FAO Granja La Portada.

La ilustración N° 3 indica que, julio, agosto, septiembre, octubre noviembre y enero, son los meses que históricamente presentan el mayor promedio mensual de velocidad del viento, coincidiendo con los meses de menor precipitación considerados ecológicamente secos a muy secos.

3.1.3 Clasificación ecológica

Según la última clasificación de Ecosistemas realizado por el Ministerio de Ambiente del Ecuador en el año 2013, la zona donde se ubica la presente investigación pertenece a la clasificación; BmMn01. Bosque y Arbustal semideciduo del norte de los Valles (Aguirre y Medina-Torres, 2013).

3.1.4 Característica edáfica

El análisis de perfil del suelo, se realizó mediante una calicata, excavación de 1 m² de base y 1 m de alto; en el cual observó, en los primeros 20 cm la presencia de raíces medias a finas y rocas de 3.5 cm de diámetro en promedio; de 20 a 60 cm de profundidad, suelo endurecido o cangagua, con presencia de raíces finas a muy finas; a partir de los 60 cm de profundidad suelo areno y endurecido.

Para el análisis físico-químico del suelo, se tomaron muestras de la calicata cada 20 cm de profundidad y, de diferentes puntos del área en estudio, con un barreno manual de 3 cm de diámetro, desde la superficie del suelo hasta los 20 cm de profundidad. El análisis de las muestras extraídas, fue realizado en el Laboratorio Acreditado de manejo de suelos y aguas de la Estación Experimental “Santa Catalina”- INIAP; el cual tuvo el siguiente resultado:

- Textura: arena 41%, limo 34%, arcilla 25%
- Clase textural: franco
- Según la profundidad: suelo poco profundo, con presencia de cangagua a los 20 ó 30 cm de profundidad
- pH: 6,53 prácticamente neutro

- Materia orgánica: 2,3% notablemente bajo
- Topografía: del 20 al 25% inclinada

3.1.5 Vegetación característica

Especies diagnósticas: espino (*Vachellia macracantha*), guarango (*Caesalpinia spinosa*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), molle (*Schinus molle*), cholán (*Tecoma stans*), mosqueras *Croton elegans*, *C. wagneri*, chilca (*Baccharis trinervis*), mutuy (*Senna multiglandulosa*), verbena (*Alternanthera porrigens*); plantas suculentas y algunas cactáceas como la tuna (*Opuntia soederstromiana*), agave (*Agave americana*) y, los pastos que se muestran abundantes en la zona de las especies *Pappophorum pappiferum* y *Setaria cernua*, entre otros.

Cultivos agrícolas: los más comunes en la zona son: papa (*Solanum tuberosum*), maíz (*Zea mays*), guandul (*Cajanus cajan*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*), cebolla paiteña (*Allium cepa*), cebolla larga (*Allium fistulosum*), camote (*Ipomoea batatas*) y arveja (*Pisum sativum*).

Otras especies cultivadas: tomate de árbol (*Solanum betaceum*), limón (*Citrus limon*), aguacate (*Persea americana*), chamburo (*Vasconcellea sp.*), trébol (*Trifolium sp*), alfalfa (*Medicago sativa*) entre otros.

3.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

3.2.1 Materiales

Para realizar la marcación del terreno se utilizará los siguientes materiales:

- Formulario para toma de datos
- Barras
- Barreno
- Cinta o regla graduada al centímetro completo

- Calibrador
- Estacas
- Letreros
- Martillos
- Nivel en “A”
- Soga
- Flexómetro

3.2.2 Equipo

- Navegador GPS
- Cámara fotográfica

3.2.3 Insumos

- Hidrogel
- Plantas
 - *Acacia melanoxylon*
 - *Caesalpinia spinosa*
 - *Persea americana*

3.2.4 Materiales de escritorio

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Reconocimiento de sitio

El reconocimiento de sitio del ensayo, se realizó conjuntamente con el propietario y el equipo asesor de la Universidad Técnica del Norte involucrado en el proyecto.

En base a las características del sitio, el interés del propietario y la guía técnica del equipo asesor, se eligió la metodología adecuada y las especies apropiadas que mejor se ajustaron a los objetivos del proyecto macro “**Recuperación de suelos degradados, de la cuenca media del río Mira**”.

3.3.2 Práctica agroforestal

En una superficie de 0,2 ha de terreno en proceso de erosión, con pendientes de 20 a 25% y una profundidad efectiva de suelos de 25cm aproximadamente; se estableció un sistema agroforestales de plantación lineal en curvas a nivel, empleando técnicas o estructuras de conservación.

El terreno fue dividido en tres parcelas de 500m², donde: la parcela uno o testigo estuvo exenta de estructura de conservación alguna, en la parcela dos se forjó la estructura de conservación curva de nivel con camellón y, en la parcela tres la estructura franjas vivas; cada parcela se subdividió en tres tratamientos, conformados por las especies forestales: *Acacia melanoxylon*, *Persea americana* o *Caesalpinia spinosa*, en asocio a dos cultivos agrícolas sucesivos (frejol rojo y cebolla roja criolla).

3.3.3 Establecimiento de la práctica agroforestal

❖ Preparación del terreno

El deshierbe inicial del terreno (eliminación de la vegetación herbácea), se realizó ocho días antes del establecimiento del ensayo; para lo cual se aplicó el una solución al 25 % de concentración de Glifosato (5 ml de herbicida por cada 20 litros de agua), el cual fue disperso en el terreno haciendo uso de una bomba de mochila.

El día del establecimiento del ensayo, se realizó un rastrado superficial con un tractor agrícola, para eliminar los surcos de cultivos agrícolas anteriores.

Con un nivel en “A”, se marcaron las curvas a nivel a lo largo de todo el terreno; manteniendo una distancia de 15 m entre cada una de ellas, haciendo un total de tres curvas a nivel (repeticiones).

❖ **Establecimiento de las estructuras de conservación**

Parcela dos: los camellones fueron forjados siguiendo las curvas a nivel previamente trazadas; para ello se abrió un surco de aproximadamente 20 cm de profundidad y 30cm de ancho semejante a una zanja de infiltración, la tierra que se extrajo de este se colocó uniformemente en el borde inferior a la zanja, elevándose así una estructura de 20 cm de alto sobre el nivel del suelo y 30 cm de ancho; la zanja formada cumplió la función de captar agua lluvia o de riego y, la acumulación sedimentos.

Parcela tres: las franjas vivas fueron establecidas con el pasto *Pappophorum pappiferum* en línea continua, sobre una estructura similar al camellón (de dimensiones: 10 cm de alto, y 20 cm de ancho). El pasto *Pappophorum pappiferum*, fue previamente extraído de terrenos colindantes, con gran parte de su sistema radicular para que pudiese sobrevivir al trasplante.

❖ **Hoyado**

Manteniendo una distancia de 1 m, se señaló la ubicación de los hoyos; siguiendo las curvas a nivel en la parcela uno o testigo; sobre la estructura del camellón en la parcela dos; o a 10 cm de distancia pendiente arriba de las franjas vivas, en la parcela tres.

Con el uso de barras y palas rectas, se procedió a la apertura de los hoyos, cada uno con dimensiones: 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad.

❖ **Proceso de plantación**

Previamente se hidrató 5 g de hidrogel por cada planta a ser establecida.

En cada hoyo, se mezcló la primera mitad de tierra con los 5 g de hidrogel pre-hidratado; seguidamente se colocó una capa de aproximadamente 5 cm de tierra libre de hidrogel, para evitar que el mismo entre en contacto directo con las raíces

de la planta; realizada la poda de raíces, se ubicó la planta en el centro del hoyo para llenar el espacio circundante con tierra del sitio y, finalizar con el apisonamiento.

Como punto guía para la toma de datos de las variables altura total y diámetro basal, se colocó una estaca de madera, a una distancia de 5 cm de cada planta.

En cada parcela se estableció un total de 45 plantas, 15 por repetición, cinco de cada especie forestal, en el orden: *Acacia melanoxylon*, *Persea americana* y *Caesalpinia spinosa*.

❖ Señalización y delimitación

El área del ensayo se delimitó con estacas de 1,30 m de altura, pintadas cada una en la parte superior con tres o cuatro diferentes colores, para diferenciar las parcelas, tratamientos y repeticiones (véase anexo, fotografías N° 1, 4 y 5). La codificación simbólica se detalla en la siguiente Tabla.

Tabla 2. Codificación simbólica de la delimitación del ensayo

Color	Simbología
Amarelo	Parcela 1 (testigo)
Azul	Parcela 2 (camellón)
Verde	Parcela 3 (Franjas vivas)
Negro	Repetición 1
Cian	Repetición 2
Rosa	Repetición 3
Verde	<i>Acacia melanoxylon</i>
Bianco	<i>Persea americana</i>
Naranja	<i>Caesalpinia spinosa</i>

Elaborado por: La autora

❖ Manejo

Se realizaron deshierbes de manera progresiva, cada tres meses en la época seca y una vez al mes en la época de lluvia; se formaron coronas de deshierbe de 1 m de radio alrededor de cada planta, con el objeto de evitar la competencia por luz, agua y nutrientes, con la maleza circundante.

❖ **Riego**

Se empleó la técnica de riego por inundación, cada 15 días cuando el ensayo estuvo exento de cultivo agrícola y, cada ocho días mientras los cultivos agrícolas estuvieron establecidos.

3.3.4 Actividades realizadas en el cultivo agrícola de frejol rojo

d) Establecimiento

Se regó del terreno el día anterior a la siembra; actividad que es imprescindible para incentivar la germinación de las semillas.

Preparación del terreno: para suavizar el terreno se realizó el rastrado superficial con un tractor agrícola; seguidamente se continuó con la apertura de los surcos, empleando un arado de fuerza animal, obteniéndose un promedio de nueve surcos en el área correspondiente de cada tratamiento y sus respectivas repeticiones.

La siembra: haciendo uso de una pala recta, se colocaron tres semillas por hoyo, a una profundidad de 5 a 8 cm aproximadamente, procurando mantener una distancia de 30 cm entre cada hoyo.

e) Manejo

Los deshierbes y aporques se realizaron una vez al mes, lo cual evitó la competencia por agua, luz y nutrientes del cultivo con la maleza.

El riego se efectuó cada ocho días, únicamente en los primeros dos meses de desarrollo del cultivo agrícola, esto debido a problemas de ausencia de agua riego en la localidad.

f) Cosecha

Fue realizada a los cuatro meses después de la siembra, cuando las plantas ya se encontraban secas y los frutos maduros; se cosechó de forma manual,

arrancando la planta del terreno, para posteriormente extraer las semillas de las vainas existentes en cada planta.

Con efecto de cumplir con el tercer objetivo trazado en la presente investigación: identificar el rendimiento del cultivo agrícola en cada tratamiento; se estableció un segundo ciclo de cultivo agrícola (cebolla roja criolla).

3.3.5 Actividades realizadas en el cultivo agrícola de cebolla criolla

a) Establecimiento

Para este cultivo se describieron dos periodos:

Primer periodo, desarrollo en el semillero: en un área de 10m², la semilla se sembró a chorro corrido a una profundidad de 1 cm y, una distancia de 10 cm entre hileras; el área estuvo provista de riego diariamente por un periodo de 45 días, hasta que las plantas lograron desarrollar de tres a cuatro hojas verdaderas y una altura promedio de 16 cm.

Segundo periodo, el trasplante: las plantas de cebolla pasaron del semillero al terreno del ensayo, para facilitar este proceso se regó el semillero el día anterior al trasplante; se seleccionaron las plantas más robustas y, desecharon las débiles y enfermas.

En el terreno debidamente preparado con anterioridad (nivelado y suavizado con un tractor agrícola y, un promedio de nueve surcos en el área correspondiente a cada tratamiento y sus respectivas repeticiones), se establecieron las plántulas siguiendo los surcos, con un distanciamiento de 20 cm aproximadamente.

b) Manejo

Los aporques y deshierbes se realizaron una vez al mes, para mantener los bulbos de las cebollas por debajo la superficie de la tierra, y evitar la competencia por agua, luz y nutrientes con la maleza.

Frecuencia de riego, de cada ocho días en los primeros dos meses de desarrollo del cultivo, y cada 15 días después de este periodo.

c) *Cosecha*

La cosecha fue realizada de forma progresiva, extrayendo los bulbos a medida que fueron madurando (cuatro a seis meses después del trasplante).

La cosecha inició, cuando las hojas de las cebollas empezaron a mostrar sequedad (indicativo de que las plantas llegaron un punto conveniente de madurez). Se arrancó las plantas de forma manual o haciendo uso de una pala recta cuando resultaba difícil la extracción.

Los bulbos, fueron agrupados en montículos de acuerdo al tratamiento y repetición al cual pertenecían; seguidamente se procedió cortar los rabos (hojas) y la raíz de los bulbos.

Finalmente, la producción fue contada y pesada para su posterior análisis.

3.3.6 Factores de estudio

3.3.6.1 Factor A: *Técnicas de conservación*

A1: Curvas a nivel con camellón

A2: Curvas a nivel con franjas vivas

A3: Curvas a nivel

3.3.6.2 Factor B: *especie*

B1: *Caesalpinia spinosa*

B2: *Persea americana*

B3: *Acacia melanoxylon*

3.3.6.3 *Tratamientos de estudio.*

En la Tabla N°3, se describen cada uno de los tratamientos analizados con su codificación respectiva:

Tabla 3. Tratamientos de estudio

Trat			Factores		Descripción	Código
T1	A1	B1	Curvas de nivel con camellón	Acacia melanoxylon	C+A	
T2	A1	B2	Curvas de nivel con camellón	Persea americana	C+P	
T3	A1	B3	Curvas de nivel con camellón	Caesalpinia spinosa	C+C	
T4	A2	B1	Franjas vivas	Acacia melanoxylon	F+A	
T5	A2	B2	Franjas vivas	Persea americana	F+P	
T6	A2	B3	Franjas vivas	Caesalpinia spinosa	F+C	
T7	A3	B1	Testigo	Caesalpinia spinosa	T+A	
T8	A3	B2	Testigo	Persea americana	T+P	
T9	A3	B3	Testigo	Caesalpinia spinosa	T+C	

Elaborado por: la autora

3.3.7 Características del ensayo.

En la Tabla N° 4, se presenta un resume la superficie parcial de cada una de los tratamientos y del total de la investigación.

Tabla 4. Características del ensayo

Variable	Cantidad	Unidad
Especies forestales por unidad experimental	5	Plantas
Unidades experimentales por tratamiento	3	Repeticiones
Tratamientos	9	Tratamientos
Especies forestales por tratamiento	15	Plantas
Especies forestales en el ensayo	135	Plantas
Distancia de plantación	1 × 15	metros
Superficie por unidad experimental	50	m ²
Superficie por tratamiento	150	m ²
Superficie total	1990,44	m ²

Elaborado por: la autora

3.4 RECOPIACIÓN DE DATOS

La recopilación de datos correspondiente a las variables forestales, se la efectuó cada dos meses en el periodo de un año; la primera medición realizada a los dos meses de haber sido establecido el ensayo (abril, 2014), y culminó con la sexta medición (febrero, 2015).

3.4.1 Altura total

Con un flexómetro o cinta graduada al centímetro, la altura total fue medida desde la estaca ubicada a 5 cm de cada planta, hasta el ápice vegetativo.

3.4.2 Diámetro basal

Para la medir del diámetro basal se empleó un calibrador o pie de rey graduada al milímetro; tomando como punto referencial la altura de la estaca ubicada 5 cm de cada planta.

3.4.3 Diámetro de copa

Usando de un flexómetro o cinta graduada al centímetro, se tomó la medida del diámetro de copa en dos direcciones (Norte-Sur y Oriente-Occidente) registrándose el promedio de ambos datos.

3.4.4 Forma

La forma del fuste de las especies forestales se evaluó según la escala detallada en la Tabla N° 5.

Tabla 5. Clasificación de la forma del fuste de las plantas forestales

Clasificación	Puntaje
Recto	3
Torcido	2
Bifurcado	1

Elaborado por: la autora

3.4.5 Estado fitosanitario

Para evaluar el estado fitosanitario de las plantas, se empleó la clasificación detallada en la Tabla N° 6.

Tabla 6. Clasificación del estado fitosanitario plantas forestales

Clasificación	Puntaje
Excelente: sin lesiones de plagas y enfermedades	4
Bueno: lesiones en un 25% del área foliar	3
Regular: lesiones en un 50% del área foliar	2
Malo: lesiones en un 75% del área foliar	1

Elaborado por: la autora

3.4.6 Porcentaje de sobrevivencia

El análisis del porcentaje de sobrevivencia se realizó, comparando el número total de plantas establecidas en el ensayo, con el número de individuos vivos al finalizar el periodo de evaluación (12 meses); con lo cual se calculó el porcentaje de sobrevivencia en base a la siguiente ecuación:

$$S\% = \frac{\text{Número de individuos plantados} - \text{Número de individuos muertos}}{\text{Número de individuos plantados}} \times 100$$

3.4.7 Rendimiento del cultivo agrícola.

A falta de datos del cultivo de frejol rojo, no se procedió a realizar el análisis de la producción agrícola.

En el caso del cultivo de cebolla, se evaluó el rendimiento del mismo; considerando el número de bulbos y el peso de la producción, con el fin de determinar en qué parcela y tratamiento se registró la mayor producción.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó el diseño de parcelas subdivididas, con nueve tratamientos; siendo la parcela grande las técnicas de conservación y las sub parcelas las especies.

3.5.1 Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau + \varepsilon_a + \alpha + \tau\alpha + \varepsilon_b$$

Dónde: Y_{ij} = observación individual

μ = media común

τ = efecto de técnicas de conservación

α = Efecto de especies

$\tau\alpha$ = Interacción de técnicas de conservación por especies

ε_a = error tipo a

ε_b = error tipo b

3.6 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.

3.6.1 Análisis de varianza

El análisis de varianza del diseño en parcelas divididas, se realizó de acuerdo al desglose presentado en la Tabla N° 7.

Tabla 7. Análisis de varianza del Diseño de Parcelas Divididas

Fuentes de variación		Grados de libertad
Técnicas de conservación	$T_c - 1$	$3 - 1 = 2$
Error tipo "a"	$T_c \times (n-1)$	$3 \times (3 - 1) = 6$
Especies	$S_p - 1$	$3 - 1 = 2$
Técnicas de conservación \times Especies	$(T_c-1)(S_p-1)$	$(3 - 1)(3 - 1) = 4$
Error tipo "b"	$T_c \times (S_p - 1) \times (n-1)$	$3 \times (3 - 1)(3 - 1) = 12$
Total	$(n \times T_c \times S_p) - 1$	$(3 \times 3 \times 3) - 1 = 26$

Elaborado por: la autora

3.6.2 Pruebas de rango múltiple

Con la finalidad de determinar el o los mejores tratamientos se aplicó las pruebas de Duncan, Tukey y Dunnet, al 95% de probabilidad estadística, empelando el software estadístico InfoStat versión 2015e.

3.6.3 Análisis de correlación

El análisis de correlación se efectuó en base a las variables altura total, diámetro basal y diámetro de copa de cada especie y así determinar el grado de asociación existente entre las variables citadas.

3.6.4 Análisis de regresión

Se aplicó el modelo de regresión lineal entre las variables que presentan una correlación significativa.

$$Y = b_0 + b_1X + \epsilon_i$$

Dónde: Y = variable –respuesta

b_0 = intercepto

b_1 = pendiente de la recta

X = variable independiente

ϵ_i = error estándar de los coeficientes

3.7 ANÁLISIS DE COSTOS

Se realizó el análisis detallado de los costos de producción, establecimiento y manejo de la práctica agroforestal en general, de cada parcela (técnica de conservación) y de cada sub parcela (tratamientos).

CAPITULO IV

RESULTADOS

De los datos obtenidos en el campo, previamente tabulados y sometidos al análisis pertinente, se obtuvieron los siguientes resultados:

4.1 ALTURA TOTAL

4.1.1 Altura total a los dos meses

Del análisis de varianza realizado para la variable altura total; se desprende que, la fuente de variación especies obtuvo un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; en cambio, para las técnicas de conservación y, la interacción técnicas de conservación por especies, el valor calculado fue significativo al 95% de probabilidad estadística; como se observa en la Tabla N°8.

Tabla 8. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los dos meses

FV	SC	GL	CM	FC	F$\alpha_{0.05}$	F$\alpha_{0.01}$
Técnicas de conservación	73,24	2	36,62	9,54 *	5,14	10,92
Error tipo "a"	23,27	6	3,878			
Especies	18536,13	2	9268	1334 **	3,88	6,93
Técnicas de conservación \times Especies	115,65	4	28,91	4,16 *	3,26	5,41
Error tipo "b"	83,36	12	6,95			
Total	18831,65	26				
			CV= 6,39			

Elaborado por: La autora

La Tabla N°9, muestra que la prueba de medias Duncan, SNK y Tukey, agrupa a las técnicas de conservación en dos rangos claramente diferenciados; donde se destaca la técnica curvas a nivel con camellón, que alcanzó una media de 43,46 cm de altura total, valor que supera significativamente a la técnica curvas a nivel con franjas vivas y al testigo.

Tabla 9. Prueba de medias de la altura total para las técnicas de conservación a los dos meses

Técnicas de conservación	Media	DUNCAN	SNK	Tukey
Curvas de nivel con camellón	43,46	A	A	A
Testigo	40,85	B	B	A B
Curvas de nivel con franjas vivas	39,49	B	B	B

Elaborado por: La autora

En la Tabla N° 10, la prueba de medias para las especies; indica que, las tres pruebas realizadas agruparon los datos en dos rangos bien diferenciados; donde, el mejor rango fue ocupado por *Acacia melanoxylon*, la misma que al ser una especie de rápido crecimiento, alcanzó una media de 78,29 cm de altura total, mostrándose superior a las otra dos especies.

Tabla 10. Prueba de medias de la altura total para las especies a los dos meses

Especies	Media	DUNCAN	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	78,29	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	24,10	B	B	B
<i>Persea americana</i>	21,42	B	B	B

Elaborado por: La autora

La prueba de medias Duncan, SNK y Tukey, agrupan a los tratamientos en tres rangos; donde el tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) presentó el mejor desarrollo con una media de 84,11 cm de altura total; mientras que el tratamiento C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*) alcanzó el valor más bajo para la misma variable. Esto se detalla en la Tabla N°11.

Tabla 11. Prueba de medias de la altura total para los tratamientos a los dos meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Rango	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	84,11	A	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	75,65	B	B	B
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	75,11	B	B	B
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	25,72	C	C	C
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	25,26	C	C	C
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	21,73	C	C	C
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	21,51	C	C	C
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	21,32	C	C	C
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	21,01	C	C	C

Elaborado por: La autora

En la ilustración N°4, se evidencia que todos los tratamientos donde interactúa *Acacia melanoxylon*, alcanzaron valores muy superiores en comparación a los demás tratamientos.

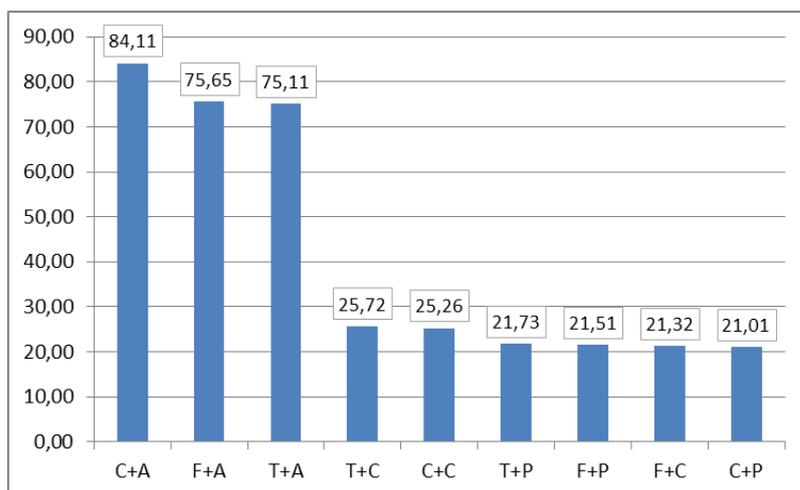


Ilustración 4. Medias de la altura total para los tratamientos a los dos meses

4.1.2 Altura total a los cuatro meses

El análisis de varianza, indica; que al igual a la medición anterior, la fuente de variación especies obtuvo un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística, del mismo modo las técnicas de conservación, alcanzaron un valor significativo al 95% de probabilidad estadística; contrario a

ello en esta ocasión, para la interacción técnicas de conservación por especies, no se registró diferencias significativas; como se detalla en la Tabla N°12.

Tabla 12. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los cuatro meses.

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	96,28	2	48,14	7,49 *	5,14	10,92
Error tipo "a"	57,43	6	9,572			
Especies	21111,57	2	10555,79	647,74 **	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	102,74	4	25,69	1,58 ^{ns}	3,26	5,41
Error tipo "b"	195,56	12	16,3			
Total	21563,58	26				
		CV= 9,24				

Elaborado por: La autora

Después de realizada la prueba de medias para las técnicas de conservación, se evidencia la formación de dos rangos en las pruebas Duncan, SNK y Tukey; donde, la técnica de conservación curvas a nivel con camellón, ocupa nuevamente el mejor rango con una media de 46,30 cm de altura total. Véase la Tabla N°13.

Tabla 13. Prueba de medias de la altura total para las técnicas de conservación a los cuatro meses

Técnicas de conservación	Media	Duncan	SNK	Tukey
Curvas de nivel con camellón	46,30	A	A	A
Testigo	42,96	B	B	A B
Curvas de nivel con franjas vivas	41,86	B	B	B

Elaborado por: La autora

A los cuatro meses, las tres pruebas de medias realizadas para las especies, resalta en el mejor rango *Acacia melanoxylon* con una media de 83,29 cm de altura total; por otro lado, en comparación a los datos registrados en la anterior medición, *Persea americana* registró un incremento ínfimo de altura total, siendo la especie que presentó mayor sensibilidad al intenso periodo de sequía en esta etapa del ensayo. Véase la Tabla N°14.

Tabla 14. Prueba de medias de la altura total para las especies a los cuatro meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	83,18	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	26,00	B	B	B
<i>Persea americana</i>	21,94	B	B	B

Elaborado por: La autora

La prueba de medias para los tratamientos, muestra la formación de tres rangos en las pruebas Duncan y SNK, en cambio la prueba de Tukey, indica menor heterogeneidad entre los tratamientos, al agruparlos en dos rangos; así, el tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) a pesar de haber obtenido el mayor valor de altura total con una media de 89,25 cm, supera mínimamente a los otros dos tratamientos donde interactúa la especie *Acacia melanoxylon*; por otro lado, el tratamiento C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*) continua ocupando el último lugar en la Tabla, con el valor más bajo para la variable analizada. Véase la Tabla N°15.

Tabla 15. Prueba de medias de la altura total para tratamientos a los cuatro meses

Trat	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	89,25	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	80,68	B	B	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	79,61	B	B	A
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	28,25	C	C	B
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	25,99	C	C	B
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	23,75	C	C	B
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	22,21	C	C	B
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	22,20	C	C	B
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	21,39	C	C	B

Elaborado por: La autora

4.1.3 Altura total a los seis meses

A los seis meses de instalado el ensayo, en el análisis de varianza obtuvo como resultado que; la fuente de variación especies mantuvo un Fisher calculado

altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; en cambio, las técnicas de conservación y, la interacción técnicas de conservación por especies, no registraron diferencias significativas al 95% de probabilidad estadística. Véase la Tabla N° 16.

Tabla 16. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los seis meses.

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	69,74	2	34,87	3,03	ns	5,14 10,92
Error tipo "a"	86,6	6	14,433			
Especies	21637,95	2	10818,98	421,98	**	3,88 6,93
Técnicas de conservación × Especies	72,18	4	18,05	0,7	ns	3,26 5,41
Error tipo "b"	307,66	12	25,64			
Total	22174,13	26				

CV= 11,3

Elaborado por: La autora

La ilustración N°5, confirma lo citado en el análisis de varianza; demostrando que las técnicas de conservación no presentaron diferencia significativa entre ellas; sin embargo, matemáticamente la técnica curvas a nivel con camellón se mostró superior a las otras dos técnicas empleadas.

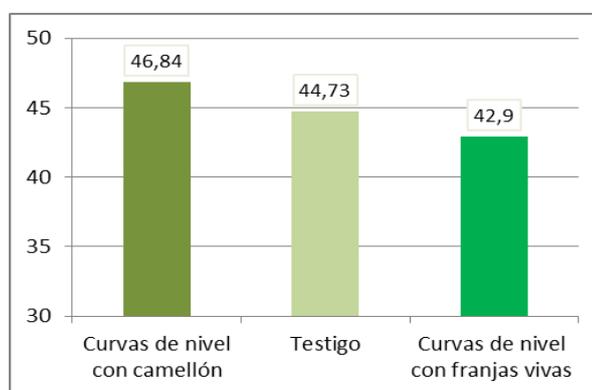


Ilustración 5. Medias de la altura total para las técnicas de conservación a los seis meses

En el caso de la prueba de medias para las especies, se mantiene la tendencia de *Acacia melanoxylon* a registrar el mayor valor de altura total en comparación a las demás especies. Por otro lado, tomando como referencia los valores

registrados en la medición anterior, las tres especies alcanzaron un incremento mínimo de altura total, ocasionado principalmente por los fuertes vientos que se hicieron presentes durante este periodo, los cuales arrancaron los ápices vegetativos o los injertos de las plantas, según sea el caso. Véase la Tabla N° 17.

Tabla 17. Prueba de medias de la altura total para las especies a los seis meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	84,77	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	27,12	B	B	B
<i>Persea americana</i>	22,57	B	B	B

Elaborado por: La autora

En la prueba de medias para los tratamientos, se obtuvo una menor heterogeneidad en comparación a la medición anterior, dado que se formaron dos rangos claramente diferenciados en las tres pruebas realizadas (Duncan, SNK y Tukey); donde, los tratamientos que interactúan con la especie *Acacia melanoxylon* ocuparon el rango “A” y, el resto de tratamientos el rango “B”; por otra parte el tratamiento C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*), continuo con el menor valor alcanzado. Véase la Tabla N° 18.

Tabla 18. Prueba de medias de la altura total para tratamientos a los seis meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	89,65	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	83,43	A	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	81,23	A	A	A
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	28,68	B	B	B
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	27,98	B	B	B
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	24,71	B	B	B
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	22,77	B	B	B
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	22,77	B	B	B
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	22,18	B	B	B

Elaborado por: La autora

4.1.4 Altura total a los ocho meses

A los ocho meses de haber sido instalado el ensayo, el análisis de varianza tuvo un resultado similar al de la medición anterior, es decir: el Fisher calculado para la fuente de variación especies fue altamente significativo al 99% de probabilidad estadística; del mismo modo, las técnicas de conservación y la interacción técnicas de conservación por especies, una vez más registraron valores no significativos en comparación a sus valores tabulares. (Véase la Tabla N°19)

Tabla 19. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los ocho meses.

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	197,90	2	98,95	5,04 ^{ns}	5,14	10,92
Error tipo "a"	115,50	6	19,250			
Especies	28438,29	2	14219,14	556,91 ^{**}	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	219,830	4	54,96	2,15 ^{ns}	3,26	5,41
Error tipo "b"	306,390	12	25,53			
Total	29277,91	26				

CV = 10,56

Elaborado por: La autora

La ilustración N°6, muestra nuevamente a la técnica curvas a nivel con camellón, con un resultado matemáticamente superior al testigo y en la técnica curvas a nivel con franjas vivas.

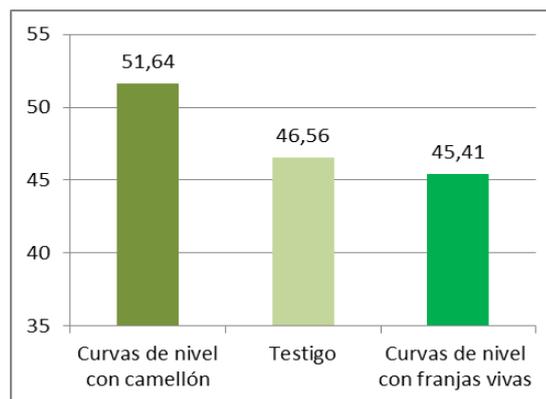


Ilustración 6. Medias de la altura total para las técnicas de conservación a los ocho meses

Al realizar la prueba de medias para las especies, se demostró una vez más que *Acacia melanoxylon* se mantuvo superior a las otras dos especies, con un valor de 93,67 cm de altura total. Como se detalla en la Tabla N°20.

Tabla 20. Prueba de medias de la altura total para las especies a los ocho meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	93,67	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	27,46	B	B	B
<i>Persea americana</i>	22,47	B	B	B

Elaborado por: La autora

En la Tabla N°21, se encuentra la prueba de medias para los tratamientos; donde las pruebas de Duncan y SNK, ubican en el mejor rango únicamente al tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) con una media de 102,45 cm, en cambio según la prueba de Tukey, en este mismo rango también se ubicó el tratamiento T+A (Testigo + *Acacia melanoxylon*); contrario a ello, el menor valor alcanzado en esta ocasión fue de 21,05 cm de altura total en el tratamiento T+P (Testigo + *Persea americana*). También se evidenció, el efecto negativo de los fuertes vientos en el crecimiento de las especies; principalmente en los tratamientos donde interactuaron las especies *Caesalpinia spinosa* y *Persea americana*, con valores de altura total mínimamente superiores o inferiores a los registrados en la medición anterior.

Tabla 21. Prueba de medias para tratamientos a los ocho meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	102,45	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	91,98	B	B	A B
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	86,60	B	B	B
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	29,48	C	C	C
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	26,64	C	C	C
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	26,25	C	C	C
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	23,38	C	C	C
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	22,99	C	C	C
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	21,05	C	C	C

Elaborado por: La autora

4.1.5 Altura total a los diez meses

A los 10 meses de instalado el ensayo, el análisis de varianza para la altura total, dio un resultado similar al de las dos últimas mediciones; donde únicamente la fuente de variación especies obtuvo un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística. Véase la Tabla N°22

Tabla 22. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los diez meses.

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	298,38	2	149,19	4,39 ^{ns}	5,14	10,92
Error tipo "a"	161,15	6	26,86			
Especies	38125,68	2	19062,80	462,1 ^{**}	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	371,13	4	92,78	2,25 ^{ns}	3,26	5,41
Error tipo "b"	494,99	12	41,25			
Total	39451,33	26				

CV = 12,20

Elaborado por: La autora

Como se muestra en la ilustración N°7, la técnica de conservación curvas a nivel con camellón, mantiene un valor superior a las otras dos técnicas analizadas.

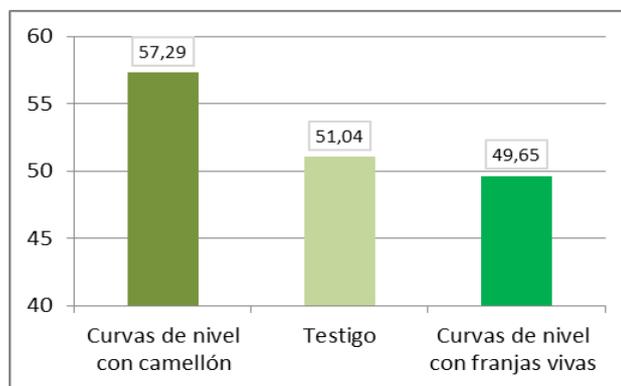


Ilustración 7. Medias de la altura total para las técnicas de conservación a los diez meses

La prueba de medias realizadas para las especies, indica que; *Acacia melanoxylon* se ubica en el mejor rango, con una media de 105,71 cm y; en comparación a *Caesalpinia spinosa* y *Persea americana* que se ubicaron en el rango "B". Como se observa en la Tabla N°23.

Tabla 23. Prueba de medias de la altura total para las especies a los diez meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	105,71	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	28,86	B	B	B
<i>Persea americana</i>	23,41	B	B	B

Elaborado por: La autora

La prueba de medias para los tratamientos, muestra un resultado similar al de la anterior medición, donde: se evidencian tres rangos en las pruebas realizadas; así el tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) alcanzó el mayor valor de altura total y, el menor valor registrado lo obtuvo el tratamiento T+P (Testigo + *Persea americana*). Del mismo modo, los tratamientos donde interactúan la especie *Caesalpinia spinosa* y *Persea americana*, presentaron nuevamente valores de mínimamente superiores o inferiores a los registrados en la medición anterior, siendo ambas especies las más afectadas por los fuertes vientos presentes en la zona. Véase la Tabla N° 24.

Tabla 24. Prueba de medias de la altura total para los tratamientos a los diez meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	116,40	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	104,62	B	B	A B
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	96,11	B	B	B
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	31,49	C	C	C
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	28,51	C	C	C
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	26,58	C	C	C
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	24,33	C	C	C
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	23,99	C	C	C
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	21,91	C	C	C

Elaborado por: La autora

4.1.6 Altura total a los doce meses

El análisis de varianza realizado para esta última medición, tuvo como resultado que; la fuente de variación especies se mantuvo con un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; en

cuanto a las técnicas de conservación se registró un valor significativo al 95% de probabilidad estadística; contrario a ello y al mismo nivel de probabilidad estadística, la interacción técnicas de conservación por especies no presentó diferencias significativas. (Véase la Tabla N°25)

Tabla 25. Análisis de varianza de la altura total por tratamiento a los doce meses

FV	SC	GL	CM	FC	F$\alpha_{0,05}$	F$\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	331,73	2	165,87	6,53 *	5,14	10,92
Error tipo "a"	528,41	6	88,068			
Especies	51455,35	2	25727,67	329,7 **	3,88	6,93
Técnicas de conservación \times Especies	545,25	4	136,31	1,75 ns	3,26	5,41
Error tipo "b"	936,4	12	78,03			
Total	53797,13	26				
			CV= 14,1			

Elaborado por: La autora

En la prueba de medias para las técnicas de conservación, se observa; la formación de dos rangos únicamente en la prueba de Duncan; donde, la técnica curvas a nivel con camellón obtuvo el mejor resultado, con una media de 65,66 cm de altura total. Véase la Tabla N°26

Tabla 26. Prueba de medias de la altura total para las técnicas de conservación a los doce meses

Técnicas de conservación	Media	Duncan	SNK	Tukey
Curvas de nivel con camellón	66,39	A	A	A
Testigo	63,59	A	A	A
Curvas de nivel con franjas vivas	57,96		B	A

Elaborado por: la autora

Con respecto a las especies, se corrobora el resultado que se obtuvo desde la primera medición; siendo *Acacia melanoxylon* la especie con mayor crecimiento en altura total, seguido de *Caesalpinia spinosa* y por último *Persea americana* con el menor valor. Por otro lado, en esta última medición correspondiente al periodo de diciembre a febrero, las tres especies forestales presentaron un mayor incremento de altura total en comparación a las mediciones anteriores, debido a la

disminución de la velocidad de los vientos, la presencia de lluvias y a un régimen continuo de riego del cultivo agrícola. Véase la Tabla N°27

Tabla 27. Prueba de medias de la altura total para las especies a los doce meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	124,24	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	35,52	B	B	B
<i>Persea americana</i>	28,18	B	B	B

Elaborado por: la autora

Para el caso de los tratamientos; se evidencia la formación de tres rangos en las pruebas Duncan y SNK, donde únicamente se registró diferencias significativas entre los tratamientos que interactúan con la especie *Acacia melanoxylon*, con el mejor resultado en C+A (Curvas de nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) con una media de 131,72 cm, ubicándose en el mejor rango conjuntamente con T+A (Testigo+ *Acacia melanoxylon*) y, en un segundo rango ocupado por F+A (Curvas de nivel con franjas vivas+ *Acacia melanoxylon*); sin embargo según la prueba de Tukey no existen diferencias estadísticas entre los tres tratamientos mencionados, agrupándolos en un primer rango y a los demás tratamientos en un segundo rango, sin especificar diferencias estadísticas entre los tratamientos que interactúan con las especies *Caesalpinia spinosa* y *Persea americana*. Como se observa en la Tabla N°28.

Tabla 28. Prueba de medias de la altura total para los tratamientos a los doce meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	131,72	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	130,05	A	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	110,94	B	B	A
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	39,28	C	C	B
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	35,13	C	C	B
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	32,17	C	C	B
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	28,55	C	C	B
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	28,17	C	C	B
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	27,81	C	C	B

Elaborado por: la autora

En la ilustración N°8, se observa que *Acacia melanoxylon*, presentó un mayor crecimiento en la técnica curvas a nivel con camellones, y el menor crecimiento en la técnica curvas a nivel con franjas vivas; para el caso de *Caesalpinia spinosa*, el mayor valor de altura total se registró en la técnica curvas a nivel con camellones, y el menor valor en el testigo; en cambio la especie *Persea americana* alcanzo valores muy semejantes en las tres técnicas evaluadas.

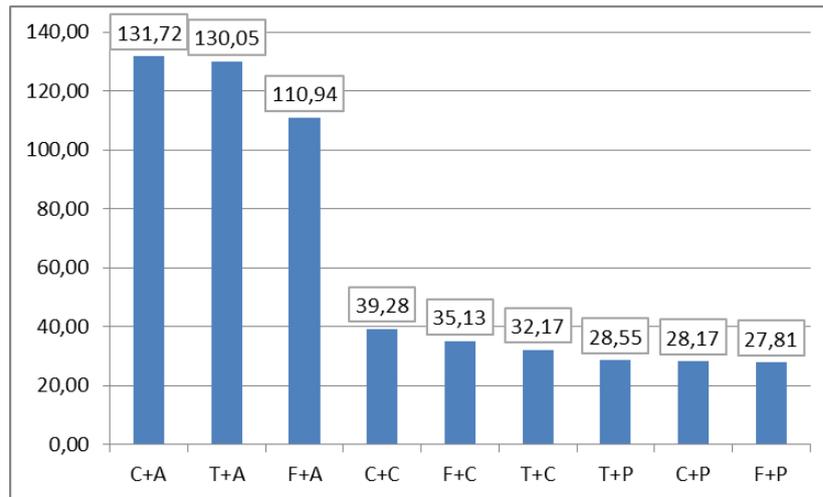


Ilustración 8. Medias de la altura total para los tratamientos a los doce meses

4.2 DIÁMETRO BASAL

4.2.1 Diámetro basal a los dos meses

Del análisis de varianza realizado se extrae que, únicamente la fuente de variación especies obtuvo un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; así, las técnicas de conservación y, la interacción técnicas de conservación por especies, no registraron diferencias significativas, como se observa en la Tabla N° 29.

Tabla 29. Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los dos meses.

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	0,04	2	0,02	3,19 ^{ns}	5,14	10,92
Error tipo "a"	0,06	6	0,01			
Especies	0,23	2	0,11	11,80 ^{**}	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	0,06	4	0,02	1,62 ^{ns}	3,26	5,41
Error tipo "b"	0,11	12	0,01			
Total	0,51	26				

CV = 13,36

Elaborado por: La autora

La ilustración N°9 muestra, que a los dos meses de instalado el ensayo, la técnica de conservación curvas a nivel con camellón obtuvo una media de diámetro basal de 0,78 cm, con un resultado matemáticamente superior a las otras dos técnicas analizadas.

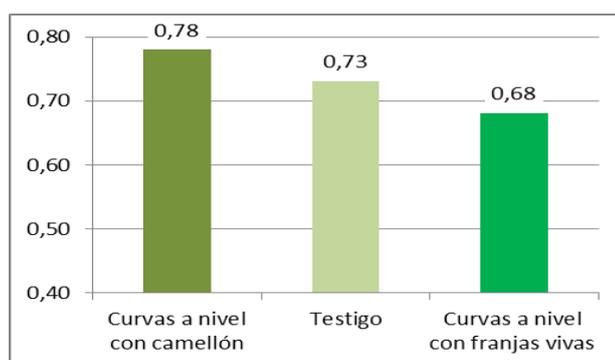


Ilustración 9. Medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los dos meses

En las tres pruebas de medias realizadas para las especies, se formaron dos rangos; donde, solo la especie *Acacia melanoxylon*, se ubica en el rango A con una media de 0,86 cm de diámetro basal, superior a *Caesalpinia spinosa* y *Persea americana*, como se observa en la Tabla N°30.

Tabla 30. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los dos meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	0,86	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,70	B	B	B
<i>Persea americana</i>	0,64	B	B	B

Elaborado por: La autora

La Tabla N°31 detalla, la prueba de medias realizadas para los tratamientos; donde, se evidencia que se formaron tres rangos en las pruebas Duncan y SNK, y dos rangos en la prueba de Tukey; así las tres pruebas realizadas ubicaron al tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) en el primer lugar en la Tabla, con el mejor resultado de diámetro basal; por el contrario el tratamiento F+C (Curvas a nivel con franjas vivas + *Caesalpinia spinosa*), es el que presentó el menor valor para la misma variable.

Tabla 31. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los dos meses

Trata.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,91	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,89	A	A B	A B
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,80	A B	A B C	A B
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,77	A B C	A B C	A B
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,69	B C	A B C	A B
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	0,68	B C	A B C	A B
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	0,62	B C	B C	A B
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	0,62	B C	B C	A B
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,60	C	C	B

Elaborado por: La autora

4.2.2 Diámetro basal a los cuatro meses

Como se observa en la Tabla N°32, del análisis de varianza realizado, se obtuvo nuevamente que la fuente de variación especies presentó un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; por el contrario las técnicas de conservación y la interacción técnicas de conservación por especies, se mantuvieron sin registra diferencias significativas.

Tabla 32. Análisis de varianza del diámetro basal a los cuatro meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	0,05	2	0,02	3,36 ^{ns}	5,14	10,92
Error tipo "a"	0,07	6	0,012			
Especies	0,53	2	0,27	16,34 ^{**}	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	0,07	4	0,02	1,03 ^{ns}	3,26	5,41
Error tipo "b"	0,2	12	0,02			
Total	0,91	26				
CV= 16,17						

Elaborado por: La autora

La ilustración N°10 detalla que, a los cuatro meses de instalado el ensayo la técnica de conservación curvas a nivel con camellón, se mantiene con un valor superior a las otras dos técnicas analizadas, con una media de 0,83 cm de diámetro basal.

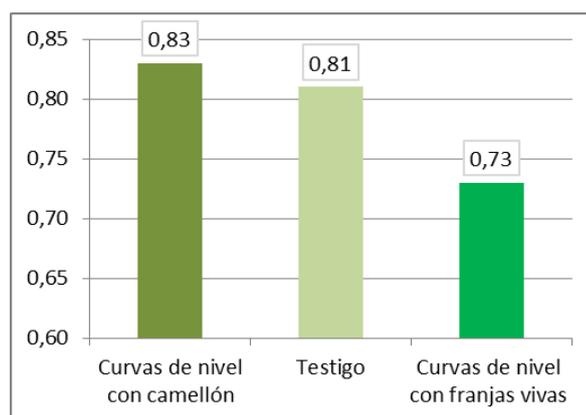


Ilustración 10. Medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los cuatro meses

Las tres pruebas de medias realizadas para las especies, formaron dos rangos; donde, la especie *Acacia melanoxylon*, alcanzó una media de 0,93 cm de diámetro basal, ubicándose en el rango A. (Véase la Tabla N° 33)

Tabla 33. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los cuatro meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	0,98	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,73	B	B	B
<i>Persea americana</i>	0,66	B	B	B

Elaborado por: La autora

La Tabla N° 34 detalla, que las pruebas de medias de Duncan, SNK y Tukey agruparon a los tratamientos en dos rangos; donde, los tratamientos C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) y T+A (Testigo+ *Acacia melanoxylon*), con una media de 1,05 cm y 1,04 cm respectivamente, se ubicaron en el primer rango, considerados como los mejores resultados; en cambio el tratamiento F+C (Curvas a nivel con franjas vivas + *Caesalpinia spinosa*), registró el menor valor para la misma variable.

Tabla 34. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los cuatro meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,05	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,04	A	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,87	A	B	A B A B
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,81	A	B	A B A B
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,74	B	A	B A B
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	0,70	B	A	B A B
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	0,64	B	B	B
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	0,64	B	B	B
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,63	B	B	B

Elaborado por: La autora

4.2.3 Diámetro basal a los seis meses

Del análisis de varianza se desprende que; la fuente de variación especies se mantuvo con un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; por otra parte, a diferencia de la medición anterior, la fuente de variación técnicas de conservación obtuvo un valor calculado significativo al 95% de probabilidad estadística; por el contrario, la interacción

técnicas de conservación por especies, mantuvo con un valor no significativo. (Véase la Tabla N°35)

Tabla 35. Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los seis meses

FV	SC	GL	CM	FC	F$\alpha_{0,05}$	F$\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	0,10	2	0,05	9,34 *	5,14	10,92
Error tipo "a"	0,07	6	0,012			
Especies	1,17	2	0,58	24,71 **	3,88	6,93
Técnicas de conservación \times Especies	0,11	4	0,03	1,19 ^{ns}	3,26	5,41
Error tipo "b"	0,28	12	0,02			
Total	1,73	26				
CV = 17,57						

Elaborado por: La autora

La prueba de medias realizada para las técnicas de conservación, detalla la formación de dos rangos en las tres pruebas realizadas; de acuerdo la prueba de Tukey, únicamente la técnica curvas a nivel con camellón se ubicó en el mejor rango, con una media de 0,95 cm de diámetro basal. Véase la Tabla N°36

Tabla 36. Prueba de medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los seis meses

Técnicas de conservación	Media	Duncan	SNK	Tukey
Curvas de nivel con camellón	0,95	A	A	A
Testigo	0,88	A B	A B	B
Curvas de nivel con franjas vivas	0,80	B	B	B

Elaborado por: La autora

Respecto a las especies, en la prueba de medias, únicamente *Acacia melanoxylon* ocupó el rango "A"; seguido de *Caesalpinia spinosa* y *Persea americana* ubicadas en el segundo rango. Véase la Tabla N° 37

Tabla 37. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los seis meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	1,16	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,77	B	B	B
<i>Persea americana</i>	0,69	B	B	B

Elaborado por: La autora

En la Tabla N°38, las pruebas de medias, muestra un incremento en la heterogeneidad entre los tratamientos; así, la prueba Duncan agrupa a los tratamientos en cuatro rangos y, tres rangos según las pruebas SNK y Tukey; donde, el tratamientos C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*), obtuvo el mejor resultado, con una media 1,31 cm de diámetro basal; y el menor valor en el tratamiento C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*)

Tabla 38. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los seis meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,31	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,18	A B	A B	A B
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,00	B C	A B C	A B C
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,87	C D	B C	A B C
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,77	C D	C	B C
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	0,72	C D	C	B C
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,68	D	C	C
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	0,67	D	C	C
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	0,66	D	C	C

Elaborado por: La autora

4.2.4 Diámetro basal a los ocho meses

En el análisis de varianza realizado, se obtuvo que; la fuente de variación especies se mantuvo con un Fisher calculado altamente significativo al 99% de probabilidad estadística; en cambio, las técnicas de conservación a diferencia del análisis anterior, esta vez no registro diferencias significativas, al igual que la interacción técnicas de conservación por especies. Véase la Tabla N°39.

Tabla 39. Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los ocho meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
Técnicas de conservación	0,09	2	0,04	4,16 ^{ns}	5,14	10,92
Error tipo "a"	0,09	6	0,015			
Especies	2,35	2	1,17	44,64 ^{**}	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	0,1	4	0,02	0,91 ^{ns}	3,26	5,41
Error tipo "b"	0,32	12	0,03			
Total	2,93	26				
CV = 16,39						

Elaborado por: La autora

La ilustración N°11 muestra que, la técnica curvas a nivel con camellón mantiene un valor mínimamente superior a las otras dos técnicas analizadas.

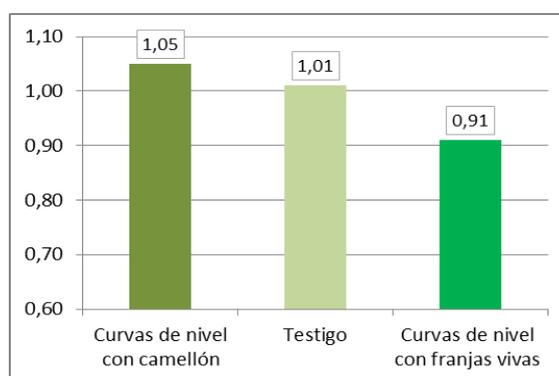


Ilustración 11. Medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los ocho meses

En las tres pruebas de medias realizadas para las especies, se formaron dos rangos de clasificación; donde, la especie *Acacia melanoxylon*, alcanzó el mejor valor con una media de 1,40 cm de diámetro basal. Véase la Tabla N° 40.

Tabla 40. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los ocho meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	1,40	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,83	B	B	B
<i>Persea americana</i>	0,74	B	B	B

Elaborado por: La autora

La Tabla N°41 detalla, las pruebas de medias para los tratamientos; en el cual se observa la formación de dos rangos de clasificación en las pruebas Duncan y SNK y, tres rangos en la prueba de Tukey; así, en las tres pruebas realizadas los tratamientos donde interactúa la especie *Acacia melanoxylon*, presentaron los mejores resultados, ubicándose en el primer rango; por el contrario el tratamiento que menor valor obtuvo fue C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*).

Tabla 41. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los ocho meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,52	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,44	A	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,25	A	A	A B
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,92		B	B C
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,84		B	B C
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	0,76		B	B C
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	0,75		B	C
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,72		B	C
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	0,70		B	C

Elaborado por: La autora

4.2.5 Diámetro basal a los diez meses

Después de realizado el análisis de varianza, se observa que la fuente de variación especies obtuvo una vez más un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; en cambio para las técnicas de conservación el valor calculado fue significativo al 95% de probabilidad estadística, similar al análisis realizado al sexto mes; así mismo la interacción técnicas de conservación por especies se mantiene sin registrar diferencias significativas desde la primera medición. Como se muestra en la Tabla N°42

Tabla 42. Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los diez meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	0,11	2	0,05	6,91 *	5,14	10,92
Error tipo "a"	0,05	6	0,008			
Especies	4,24	2	2,12	185,4 **	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	0,11	4	0,03	2,3 ^{ns}	3,26	5,41
Error tipo "b"	0,14	12	0,01			
Total	4,64	26				
CV = 9,49						

Elaborado por: La autora

La prueba de medias realizada para los tratamientos indica que; únicamente se formaron dos rangos en la prueba de Duncan, en cambio en las pruebas de SNK y

Tukey no se formaron rangos, por cuanto el testigo supera mínimamente a las otras dos técnicas. Véase la Tabla N°43.

Tabla 43. Prueba de medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los diez meses

Técnicas de conservación	Media	Duncan	SNK	Tukey
Testigo	1,18	A	A	A
Curvas de nivel con camellón	1,17	B	A	A
Curvas de nivel con franjas vivas	1,04	B	A	A

Elaborado por: La autora

Realizada la prueba de medias para las especies se detalla que: se formaron tres rangos en las pruebas Duncan y SNK, dos rangos en la prueba de Tukey; el mejor rango ocupado por *Acacia melanoxylon*, con una media de 1,68 cm de diámetro basal, significativamente superior a las otras dos especies. Véase la Tabla N° 44.

Tabla 44. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los diez meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	1,68	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,91	B	B	B
<i>Persea americana</i>	0,79	C	C	B

Elaborado por: La autora

La prueba de medias para los tratamientos detalla, la formación de cuatro rangos en la prueba Duncan, tres rangos en la prueba SNK y, dos rangos la prueba de Tukey, donde: el tratamiento T+A (Testigo + *Acacia melanoxylon*) alcanzó el mejor resultado con 1,79 cm de diámetro basal, seguido y con una diferencia mínima por el tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) con 1,74 cm y, F+A (Curvas a nivel con franjas vivas + *Acacia melanoxylon*) con 1,53 cm, tres tratamientos que según Tukey se ubicaron en el mejor rango de clasificación (A); así, el menor valor alcanzado, permanece en C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*). Véase la Tabla N° 45.

Tabla 45. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los diez meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,79	A	A	A
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,74	A	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,53	B	B	A
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	1,01	C	C	B
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,94	C D	C	B
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	0,82	C D	C	B
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	0,81	C D	C	B
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,77	D	C	B
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	0,75	D	C	B

Elaborado por: La autora

4.2.6 Diámetro basal a los doce meses

El análisis de varianza realizado para la última medición, tuvo como resultado que: las fuentes de variación especies y técnicas de conservación alcanzaron un valor altamente significativo al 99% de probabilidad estadística; por el contrario la interacción técnicas de conservación por especies, se mantuvo sin presentar diferencias significativas. Véase la Tabla N°46.

Tabla 46. Análisis de varianza del diámetro basal por tratamiento a los doce meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
Técnicas de conservación	0,40	2	0,20	15,23 **	5,14	10,92
Error tipo "a"	0,07	6	0,012			
Especies	7,51	2	3,75	145,04 **	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	0,23	4	0,06	2,25 ns	3,26	5,41
Error tipo "b"	0,31	12	0,03			
Total	8,52	26				
CV = 11,62						

Elaborado por: La autora

Respecto a la prueba de media para las técnicas de conservación, se tuvo como resultado; la formación de dos rangos claramente diferenciados en las pruebas Duncan, SNK y Tukey, donde: la técnica curvas a nivel con camellón, alcanzó

una media de 1,51 cm de diámetro basal, ubicándose en el mejor rango conjuntamente con el testigo. Esto se detalla en la Tabla N° 47

Tabla 47. Prueba de medias del diámetro basal para las técnicas de conservación a los doce meses

Técnicas de conservación	Media	Duncan	SNK	Tukey
Curvas de nivel con camellón	1,51	A	A	A
Testigo	1,42	A	A	A
Curvas de nivel con franjas vivas	1,22	B	B	B

Elaborado por: la autora

Referente a las especies, se formaron tres rangos en las pruebas Duncan y SNK y, dos rangos en la prueba de Tukey; donde, la especie *Acacia melanoxylon*, se mostró superior a las otras dos especies, resultado que se mantuvo desde la primera medición. Cabe recalcar que en esta última medición, las tres especies forestales presentaron un mayor incremento de diámetro basal en comparación a las mediciones anteriores, debido a la presencia de lluvias y a un régimen continuo de riego del cultivo agrícola. Véase la Tabla N° 48.

Tabla 48. Prueba de medias del diámetro basal para las especies a los doce meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	2,12	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	1,10	B	B	B
<i>Persea americana</i>	0,93	C	C	B

Elaborado por: la autora

La prueba de medias realizadas para los tratamientos, detalla que; según las pruebas de SNK y Tukey, el grupo con mayor desarrollo de diámetro basal, estuvo conformado por los tratamientos C+A (Curvas de nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) y, T+A (Testigo + *Acacia melanoxylon*) con 2,37 y 2,18 cm respectivamente, seguido del tratamiento F+A (Franjas vivas + *Acacia melanoxylon*) que se ubica en el grupo intermedio; y, un tercer grupo, conformado por los demás de tratamientos que no presentaron diferencias significativas entre sí, siendo F+P (Curvas de nivel con franjas vivas + *Persea americana*) el

tratamiento que alcanzó el menor diámetro basal. En el caso de la prueba de Duncan se muestra que *Persea americana* estadísticamente alcanzó un mejor desarrollo en el tratamiento C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*). Véase la Tabla N°49.

Tabla 49. Prueba de medias del diámetro basal para tratamientos a los doce meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,30	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,28	A	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,79	B	B	B
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	1,25	C	C	C
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	1,08	C D	C	C
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,97	C D	C	C
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	0,97	C D	C	C
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	0,91	D	C	C
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	0,89	D	C	C

Elaborado por: la autora

En la ilustración N°12, se observa claramente que a los doce meses de instalado el ensayo, los tratamientos donde interactúa la especie *Acacia melanoxylon*, alcanzaron los valores más altos de diámetro basal, lo cual coincide con los valores obtenidos para la variable altura total; por otra parte también se observa que las tres especies alcanzaron valores más bajos de diámetro basal en la técnica curvas a nivel con franjas vivas, resultado que se atribuye a la competencia por humedad entre las especies forestales y la especie herbácea establecida en las franjas vivas.

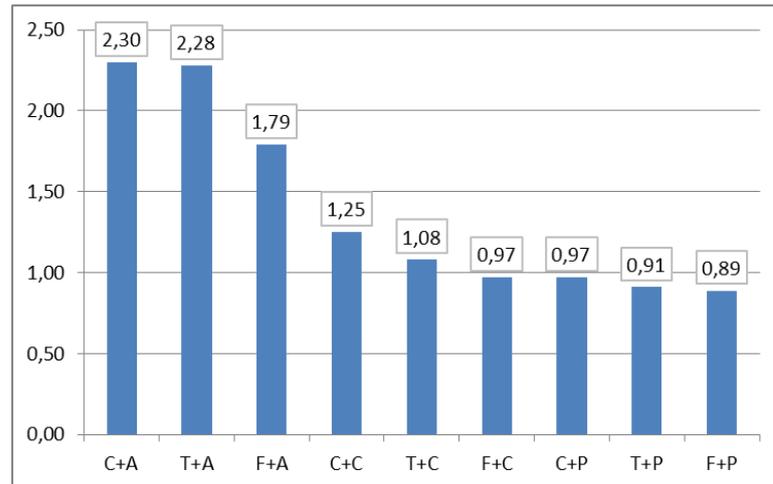


Ilustración 12. Medias del diámetro basal para los tratamientos a los doce meses

4.3 DIÁMETRO DE COPA

4.3.1 Diámetro de copa a los dos meses

Tras realizar el análisis de varianza, se observa que; las fuentes de variación analizadas: especie, técnicas de conservación y la interacción entre ambas, obtuvieron valores calculados no significativos en comparación a su correspondientes tabulares al 95% de probabilidad estadística; por lo cual, no es necesario realizar una prueba de medias, considerando que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos investigados. Véase la Tabla N°50.

Tabla 50. Análisis de varianza del diámetro de copa a los dos meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	0,31	2	0,16	0,07 ^{ns}	5,14	10,92
Error tipo "a"	24,28	6	4,047			
Especies	40,02	2	20,01	2,58 ^{ns}	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	14,08	4	3,52	0,45 ^{ns}	3,26	5,41
Error tipo "b"	92,93	12	7,74			
Total	171,62	26				
CV = 18,02						

Elaborado por: La autora

La ilustración N°13, corrobora el resultado del análisis de varianza; demostrando que las técnicas de conservación no presentaron diferencia significativa entre ellas.

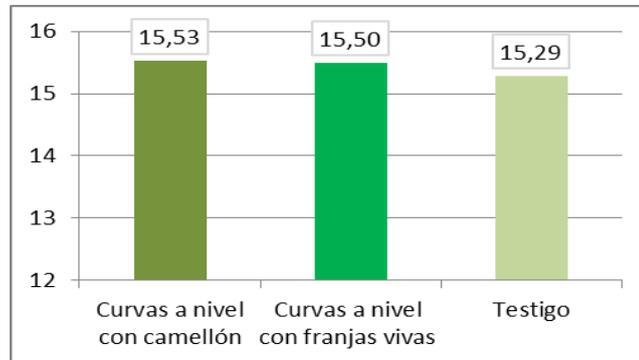


Ilustración 13. Medias del diámetro de copa para las técnicas de conservación a los dos meses

La ilustración N°14, muestra que para el caso de las especies, *Caesalpinia spinosa* obtuvo un resultado matemáticamente superior a las demás especies, con una media de 17,06 cm de diámetro de copa.

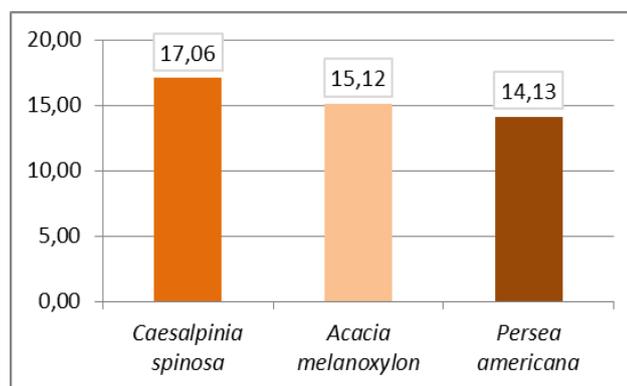


Ilustración 14. Medias del diámetro de copa para las especies a los dos meses

La ilustración N°15, confirma lo citado en el resultado del análisis de varianza, donde se observa que los tratamientos, poseen valores relativamente homogéneos entre sí.

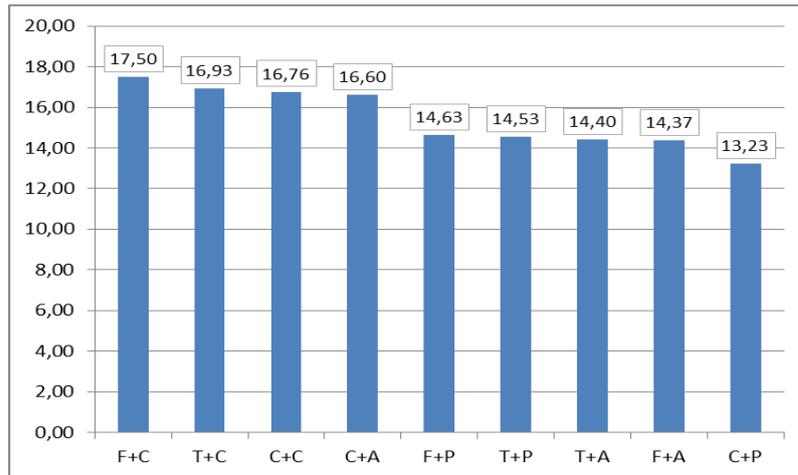


Ilustración 15. Medias del diámetro de copa para los tratamientos a los dos meses

4.3.2 Diámetro de copa a los cuatro meses

El análisis de varianza realizado al cuarto mes, empezó a mostrar heterogeneidad en los resultados, puesto que: la fuente de variación especies obtuvo un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; en cambio la variable técnicas de conservación y, la interacción técnicas de conservación por especies, no registraron diferencias significativas frente a sus valores tabulares; como se muestra en la Tabla N°51.

Tabla 51. Análisis de varianza del diámetro de copa a los cuatro meses

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	11,69	2	5,84	1	ns	5,14	10,92
Error tipo "a"	25,78	6	4,297				
Especies	144,43	2	72,21	10,75	**	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	13,77	4	3,44	0,51	ns	3,26	5,41
Error tipo "b"	80,63	12	6,72				
Total	276,29	26					
CV = 14,64							

Elaborado por: La autora

La ilustración N° 16, se evidencia que la técnica curvas a nivel con camellón, alcanzó nuevamente un valor matemáticamente superior a las otras técnicas analizadas.

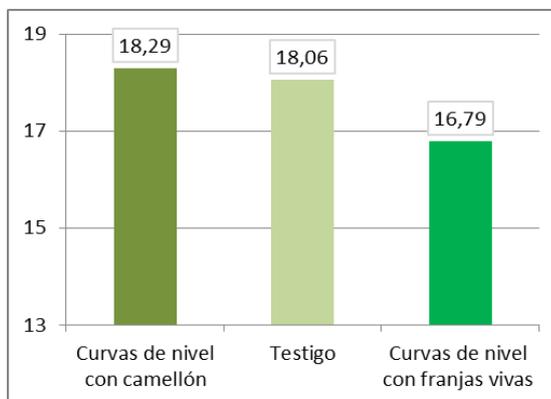


Ilustración 16. Medias del diámetro de copa para las técnicas de conservación a los cuatro meses

Para el caso de las especies, las tres pruebas de medias realizada, (Duncan, SNK y Tukey), coinciden en agrupar los datos en dos rangos; considerando a *Caesalpinia spinosa* la especie con mayor diámetro de copa; seguido y con un valor intermedio *Acacia melanoxylon*; y por ultimo *Persea americana* con menor diámetro de copa registrado; como se observa en la Tabla N° 52.

Tabla 52. Prueba de medias del diámetro de copa para las especies a los cuatro meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Caesalpinia spinosa</i>	19,51	A	A	A
<i>Acacia melanoxylon</i>	19,18	A B	A	A B
<i>Persea americana</i>	14,45	B	B	B

Elaborado por: La autora

El resultado de la prueba de medias para los tratamientos; indica que solo en la prueba de Duncan se formaron dos rangos, los mismos que no se muestran claramente definidos, donde el tratamiento C+C (Curvas a nivel con camellón + *Caesalpinia spinosa*) obtuvo el mayor valor de diámetro de copa, por el contrario el menor valor lo obtuvo T+P (Testigo + *Persea americana*); cave recalcar que las

pruebas SNK y Tukey no se formaron rangos, indicando un desarrollo homogéneo entre los tratamientos. Véase la Tabla N° 53.

Tabla 53. Prueba de medias del diámetro de copa para los tratamientos a los cuatro meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	20,83	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	20,60	A	A	A
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	19,60	A	A	A
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	19,20	A	B	A
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	18,50	A	B	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	17,33	A	B	A
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	14,54	B	A	A
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	14,43	B	A	A
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	14,37	B	A	A

Elaborado por: La autora

4.3.3 Diámetro de copa a los seis meses

El análisis de varianza tuvo un resultado similar a la medición anterior, donde; la fuente de variación especies mantiene un F calculado altamente significativo al 99% de probabilidad estadística; así también, la variable técnicas de conservación y, la interacción técnicas de conservación por especies, no registraron diferencias significativas frente a sus valores tabulares, como indica la Tabla N° 54.

Tabla 54. Análisis de varianza del diámetro de copa a los seis meses

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	21,58	2	10,79	2,17	ns	5,14	10,92
Error tipo "a"	29,01	6	4,835				
Especies	152,73	2	76,36	8,61	**	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	30,92	4	7,73	0,87	ns	3,26	5,41
Error tipo "b"	106,49	12	8,87				
Total	340,73	26					
CV = 15,88							

Elaborado por: La autora

La ilustración N°17, indica que al sexto mes, fue el testigo el que alcanzó un valor matemáticamente superior a las otras dos técnicas analizadas.

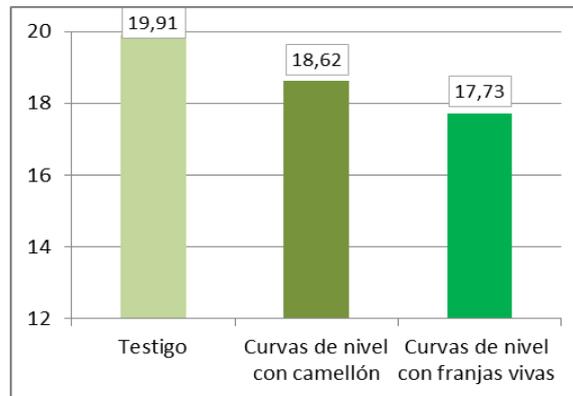


Ilustración 17. Medias del diámetro de copa para las técnicas de conservación a los seis meses

La prueba de medias para las especies, indica nuevamente la formación de dos rangos en las tres pruebas realizadas; a diferencia de la medición anterior, esta vez la especie que alcanzó el mayor diámetro de copa fue *Acacia melanoxylon*, ubicada en el mejor rango conjuntamente con *Caesalpinia spinosa*; mientras que *Persea americana* permaneció con el menor valor. Véase la Tabla N° 55.

Tabla 55. Prueba de medias del diámetro de copa para las especies a los seis meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	20,63	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	20,23	A	A	A
<i>Persea americana</i>	15,40	B	B	B

Elaborado por: La autora

Con respecto a los tratamientos, la prueba de medias indica que; solo la prueba de Duncan se observan tres rangos, donde: T+A (Testigo + *Acacia melanoxylon*) obtuvo una media de 23,47 cm de diámetro de copa, superior a los demás tratamientos; contrario a ello, y con el menor valor registrado C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*) se ubicó en el último lugar de la tabla; por otro lado las pruebas SNK y Tukey indican que los tratamientos no presentaron diferencias significativas agrupándolos en un solo rango. Véase la Tabla N°56.

Tabla 56. Prueba de medias del diámetro de copa para los tratamientos a los seis meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	23,47	A	A	A
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	21,20	A B	A	A
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	20,87	A B	A	A
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	19,87	A B C	A	A
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	18,63	A B C	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	18,57	A B C	A	A
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	16,00	B C	A	A
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	15,40	B C	A	A
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	14,80	C	A	A

Elaborado por: La autora

4.3.4 Diámetro de copa a los ocho meses

Realizado el análisis de varianza, se observa un resultado similar desde la segunda medición, donde: tan solo la fuente de variación especies registró un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; en cuanto a la variable técnicas de conservación y, la interacción técnicas de conservación por especies, se mantienen sin registrar diferencias significativas, como se muestra a continuación en la Tabla N°57.

Tabla 57. Análisis de varianza del diámetro de copa a los ocho meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	7,76	2	3,88	0,95 ns	5,14	10,92
Error tipo "a"	20,56	6	3,427			
Especies	429,11	2	214,55	31,27 **	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	11,23	4	2,81	0,41 ns	3,26	5,41
Error tipo "b"	82,33	12	6,86			
Total	550,99	26				
CV = 11,97						

Elaborado por: La autora

Ilustración N° 18. A los ocho meses de instalado el ensayo, las medias del diámetro de copa para las técnicas de conservación, se observa nuevamente al testigo con valor matemáticamente superior a las otras dos técnicas analizadas.

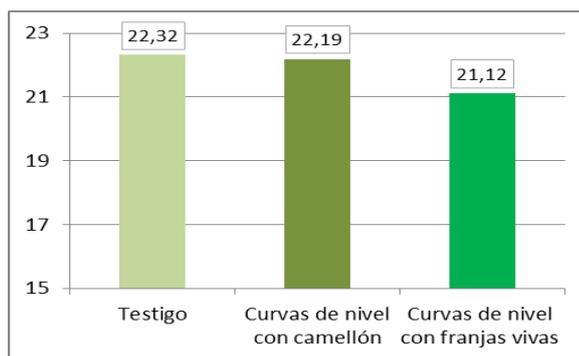


Ilustración 18. Medias del diámetro de copa en las técnicas de conservación a los ocho meses

Respecto las especies, se observa la formación de tres rangos bien diferenciados en las pruebas: Duncan, SNK y Tukey; donde, la especie que se ubicó en el mejor rango fue *Acacia melanoxylon* con una media de 26,64 cm de diámetro de copa, seguido por *Caesalpinia spinosa* con un valor intermedio y, por último *Persea americana* con el menor diámetro de copa registrado. Por otra parte, las tres especies presentaron un mayor incremento de diámetro de copa durante este periodo, en el cual los fuertes vientos menguaron el crecimiento en altura total e impulsaron el desarrollo del diámetro de copa de las plantas. Véase la Tabla N°58.

Tabla 58. Prueba de medias del diámetro de copa, para las especies a los ocho meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	26,64	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	22,11	B	B	B
<i>Persea americana</i>	16,88	C	C	C

Elaborado por: La autora

Con respecto a los tratamientos, la prueba de Duncan los agrupó en 5 rangos, en cambio las pruebas SNK y Tukey indican un desarrollo más homogéneo, agrupándolos en tres rangos; así, las tres pruebas ubican al tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) en el mejor rango, con una media de 27,50 cm de diámetro de copa; por otro lado C+P (Curvas a nivel con

camellón + *Persea americana*) al igual que en la medición anterior, se ubica en el último lugar de la Tabla, con el menor valor registrado. Véase la Tabla N°59.

Tabla 59. Prueba de medias del diámetro de copa para los tratamientos a los ocho meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	27,50	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	26,93	A B	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	25,47	A B C	A	A B
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	23,13	A B C	A B	A B C
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	22,27	B C D	A B C	A B C
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	20,93	C D E	A B C	A B C
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	17,75	D E	B C	B C
F+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	16,96		E	C
C+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	15,93		E	C

Elaborado por: La autora

4.3.5 Diámetro de copa a los diez meses

El análisis de varianza, mantiene un resultado similar desde la segunda medición, donde; únicamente la fuente de variación especies obtuvo un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; contrario a ello, las técnicas de conservación y la interacción de las técnicas de conservación por especies, no registraron diferencias significativas al 95% de probabilidad estadística, como se muestra en la Tabla N°60.

Tabla 60. Análisis de varianza del diámetro de copa a los diez meses

FV	SC	GL	CM	FC	$F_{\alpha,0,05}$	$F_{\alpha,0,01}$
Técnicas de conservación	1,56	2	0,78	0,12 ^{ns}	5,14	10,92
Error tipo "a"	74,71	6	12,452			
Especies	1044,87	2	522,44	63,77 ^{**}	3,88	6,93
Técnicas de conservación × especies	22,34	4	5,58	0,68 ^{ns}	3,26	5,41
Error tipo "b"	98,31	12	8,19			
Total	1241,79	26				
CV = 11,28						

Elaborado por: La autora

En la ilustración N°19, se observan que las tres técnicas alcanzaron valores similares entre sí; destacándose en esta ocasión, la técnica curvas a nivel con camellón, seguido del testigo y por último las curvas a nivel con franjas vivas.

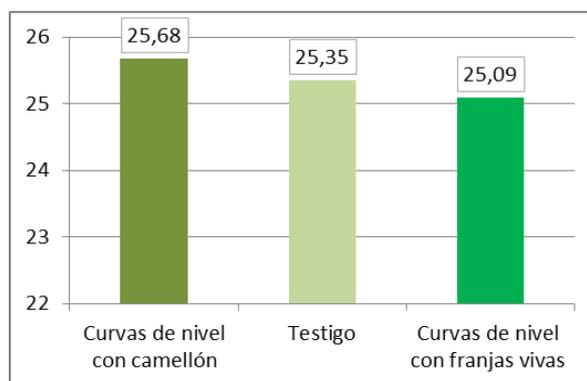


Ilustración 19. Medias del diámetro de copa para las técnicas de conservación a los diez meses

Respecto a las especies, las pruebas Duncan, SNK y Tukey, formaron tres rango de clasificación bien definidos; donde *Acacia melanoxylon* se ubicó en el mejor rango, con una media de 33,62 cm de diámetro de copa; seguido por *Caesalpinia spinosa* con un valor intermedio y, por último *Persea americana* con el menor diámetro registrado. Las especies presentaron un incremento de diámetro de copa similar a la medición anterior. Véase la Tabla N°61.

Tabla 61. Prueba de medias del diámetro de copa para las especies a los diez meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	33,62	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	23,91	B	B	B
<i>Persea americana</i>	18,59	C	C	C

Elaborado por: La autora

Para el caso de los tratamientos, la Tabla N°62 describe que; la prueba de Duncan agrupó a los tratamientos en cuatro rangos, en cambio las pruebas SNK y Tukey en tres rangos; donde según Duncan y Tukey en el mejor rango se ubican los tratamientos que interactuaron con la especie *Acacia melanoxylon*; contrario a

ello, los valores más bajos los obtuvieron los tratamientos donde interactuó la especie *Persea americana*, que según Duncan ocuparon en el rango “D”.

Tabla 62. Prueba de medias del diámetro de copa para los tratamientos a los diez meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	34,65	A	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	33,14	A	A	A B
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	33,07	A	A	A B
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	25,23	B	B	B C
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	23,35	B C	B C	C
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	23,13	B C	B C	C
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	19,85	B C D	B C	C
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	18,78	C D	B C	C
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	17,15	D	C	C

Elaborado por: La autora

4.3.6 Diámetro de copa a los doce meses

Para la última medición, en el análisis de varianza se obtuvo un resultado diferente a las mediciones anteriores; la fuente de variación especies mantuvo un Fisher calculado altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística; en cuanto a las técnicas de conservación, en esta medición se registró un valor significativo al 95% de probabilidad estadística; contrario a ello, y a este mismo nivel de probabilidad, la interacción técnicas de conservación por especies continuó sin registrar diferencias significativas. Véase la Tabla N°63.

Tabla 63. Análisis de varianza del diámetro de copa a los doce meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	207,4	2	103,69	7,23 *	5,14	10,9
Error tipo “a”	106,1	6	17,687			
Especies	1638	2	818,95	43,07 **	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	100,5	4	25,11	1,32 ns	3,26	5,41
Error tipo “b”	228,2	12	19,02			
Total	2280	26				
CV = 12,78						

Elaborado por: La autora

La prueba de medias para las técnicas de conservación, muestra por primera vez la formación de dos rangos bien definidos en la prueba de Duncan; donde, la técnica curvas a nivel con camellón alcanzó el mejor resultando, ocupando el rango “A” conjuntamente con el testigo; mostrándose ambas técnicas superiores a la técnica curvas a nivel con franjas vivas. Véase la Tabla N°64.

Tabla 64. Prueba de medias de diámetro de copa, de las técnicas de conservación a los doce meses

Técnicas de conservación	Media	Duncan	SNK	Tukey
Curvas de nivel con camellón	36,45	A	A	A
Testigo	35,69	A	A	A
Curvas de nivel con franjas vivas	30,23	B	A	A

Elaborado por: la autora

Con respecto a las especies; las pruebas de Duncan, SNK y Tukey agruparon nuevamente a las especies en tres rangos bien definidos, donde: la especie *Acacia melanoxylon*, alcanzó el mayor valor con una media de 44,12 cm de diámetro de copa, seguido por *Caesalpinia spinosa* con 32,97 cm y, por último con el menor valor *Persea americana* (25,21 cm). Véase la Tabla N°65.

Tabla 65. Prueba de medias del diámetro de copa para las especies a los doce meses

Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
<i>Acacia melanoxylon</i>	44,19	A	A	A
<i>Caesalpinia spinosa</i>	32,97	B	B	B
<i>Persea americana</i>	25,21	C	C	C

Elaborado por: la autora

Respecto a los tratamientos, la prueba de Duncan agrupó a los tratamientos en cinco rangos y, las pruebas SNK y Tukey en cuatro rangos; donde, el tratamiento C+A (Curvas de nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) que alcanzó el valor más alto (47,53 cm), seguido con una diferencia mínima de T+A (testigo + *Acacia melanoxylon*); en el caso de la especie *Caesalpinia spinosa*, se registra un valor estadísticamente superior en el tratamiento C+C (Curvas de nivel con camellón +

Caesalpinia spinosa); *Persea americana* en cambio mostró un mejor desarrollo en el tratamiento T+P (Testigo + *Persea americana*). Véase la Tabla N°66.

Tabla 66. Prueba de medias del diámetro de copa para los tratamientos a los doce meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	47,53	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	46,17	A B	A	A B
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	38,86	B C	A B	A B C
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	37,70	B C	A B C	A B C
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	33,77	C D	B C D	B C D
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	27,44	D E	C D	C D
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	27,13	D E	C D	C D
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	24,38	E	D	D
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	24,12	E	D	D

Elaborado por: la autora

En la figura N°20, se observa que tanto la especie *Acacia melanoxylon* y *Caesalpinia spinosa*, alcanzaron un menor desarrollo en la técnica curvas a nivel con franjas vivas; y en la técnica curvas a nivel con camellón para el caso de *Persea americana*.

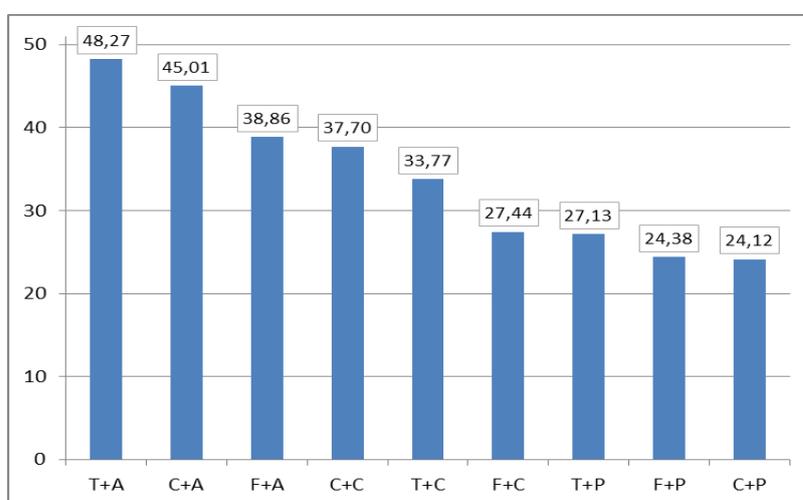


Ilustración 20. Medias del diámetro de copa para los tratamientos a los doce meses

En comparación a los resultados registrados en las mediciones anteriores, las tres especies forestales presentaron un mayor incremento de diámetro de copa en la última medición; periodo de evaluación que coincidió con la época de mayor

precipitación, disminución en la velocidad de los vientos y un régimen continuo de riego del cultivo agrícola, los cuales fomentaron el crecimiento de las plantas, propiciado consecuentemente un mayor incremento en el diámetro de copa.

4.4 FORMA

4.4.1 Forma del tallo de las especies forestales a los doce meses

El análisis de varianza realizado, tuvo como resultado que: las fuentes de variación especies y técnicas de conservación, alcanzaron un valor no significativo al nivel del 95% de probabilidad estadística, indicando un desarrollo homogéneo en la forma del tallo de las especies forestales; por otro lado, la interacción de estas dos fuentes de variación, técnicas de conservación por especies, alcanzó un valor altamente significativo al nivel del 99% de probabilidad estadística, lo cual indica la existencia de heterogeneidad entre los tratamientos evaluados. (Véase la Tabla N°67)

Tabla 67. Análisis de varianza de la forma del tallo de la plantas forestales a los doce meses

FV	SC	GL	CM	FC		F$\alpha_{0.05}$	F$\alpha_{0.01}$
Técnicas de conservación	0,89	2	0,44	1,48	ns	5,14	10,9
Error tipo "a"	1,71	6	0,285				
Especies	0,44	2	0,22	1,39	ns	3,88	6,93
Técnicas de conservación \times Especies	3,05	4	0,76	4,78	**	3,26	5,41
Error tipo "b"	1,91	12	0,16				
Total	8	26					
	CV = 20,59						

Elaborado por: La autora

La ilustración N°21, muestra que *Acacia melanoxylon* alcanzó un resultado matemáticamente superior, seguido de *Persea americana* y por último *Caesalpinia espinosa*. Para mayor detalle de lo expuesto, en la siguiente ilustración se encuentra el porcentaje de individuos encontrados en cada categoría (recto, torcido o bifurcado) para cada especie.

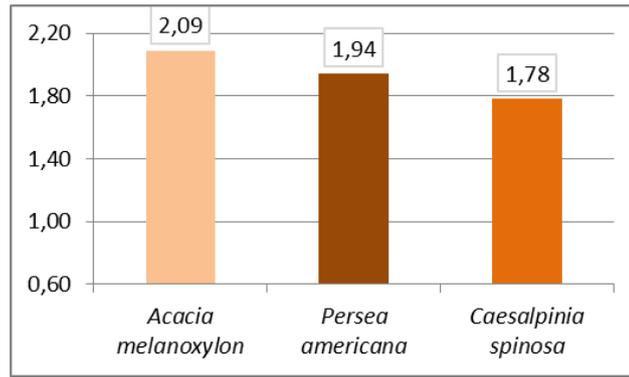


Ilustración 21. Medias de la forma del tallo por especies

En la ilustración N°22, se observa que; las tres especies presentaron bajos porcentajes de individuos de tallo torcido; *Acacia melanoxylon*, alcanzó el mayor porcentaje de individuos de tallo recto, En cambio *Persea americana* y *Caesalpinia spinosa* registraron elevados porcentajes de individuos con tallo bifurcado. Cabe recalcar que *Caesalpinia spinosa* alcanzó el más alto porcentaje de sobrevivencia, tomando la bifurcación como mecanismo de defensa a los fuertes vientos presentes en el área de estudio.

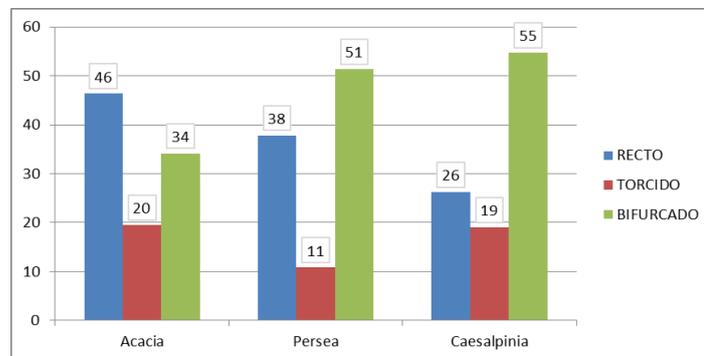


Ilustración 22. Clasificación de la forma del tallo entre las especies

Como se observa en la ilustración N°23, la técnica curvas a nivel con franjas vivas, alcanzó un resultado matemáticamente superior al testigo y a la técnica curvas a nivel con camellón. Para mayor detalle véase la ilustración N°24.

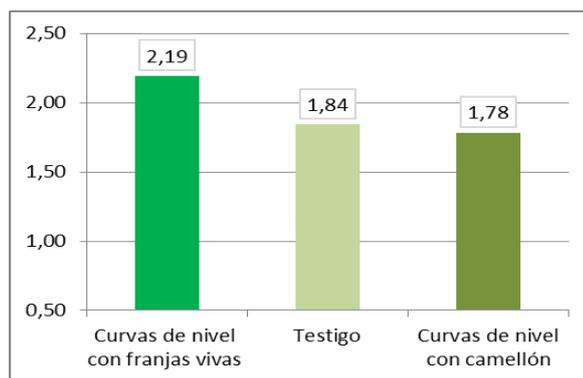


Ilustración 23. Medias de la forma del fuste según la técnica de conservación

La ilustración N°24, señala que: la técnica curvas a nivel con franjas vivas, presentó el mayor porcentaje de plantas de tallo recto y, el menor porcentaje de individuos bifurcados; resultado que se atribuye a la barrera constituida por las franjas vivas, que protegieron a las especies de los fuertes vientos y evitaron la bifurcación sus tallos; por el contrario en la técnica curvas a nivel con camellón y en el testigo, se registraron elevados porcentajes de individuos de tallo bifurcado.

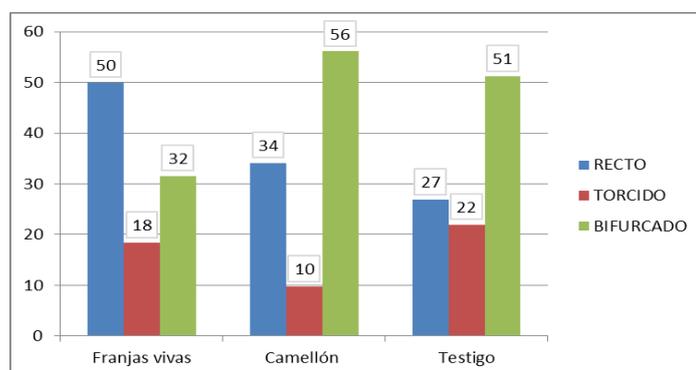


Ilustración 24. Clasificación de la forma del fuste para las técnicas de conservación

La prueba de Duncan, indica un desarrollo heterogéneo entre los tratamientos, agrupando los datos en cuatro rangos; mientras las pruebas de SNK y Tukey, mostraron un resultado relativamente homogéneo, al agrupar los datos en dos rangos no bien diferenciados donde, el tratamiento F+C (Curvas a nivel con franjas vivas + *Caesalpinia spinosa*) alcanzó el mayor valor y, C+C (Curvas a nivel con camellón + *Caesalpinia spinosa*) el menor valor. Véase la Tabla N° 68.

Tabla 68. Prueba de medias por tratamientos, de la forma del tallo a los doce meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,67	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,20	A B	A B	A B
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,13	A B C	A B	A B
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	2,13	A B C	A B	A B
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	1,97	A B C D	A B	A B
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	1,94	A B C D	A B	A B
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	1,73	B C D	A B	A B
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	1,40	C D	B	B
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	1,27	D	B	B

Elaborado por: la autora

La ilustración N°25, detalla que; la especie *Caesalpinia spinosa*, alcanzó el mayor porcentaje de individuos de tallo recto en la técnica curvas a nivel con franjas viva y, los más altos porcentajes de bifurcación en la técnica curvas a nivel con camellón y en el testigo. Para el caso de *Acacia melanoxylon* se registró el mismo porcentaje de plantas de tallo recto, torcido y bifurcado en la técnica curvas a nivel con franjas vivas, mientras que el mayor porcentaje de individuos de tallo recto, se registró en la técnica curva a nivel con camellón y en el testigo. Con respecto a *Persea americana*, se registraron elevados porcentajes de bifurcación en las tres técnicas analizadas y, un porcentaje significativamente superior de individuos de tallo recto, en las técnicas curvas a nivel con camellón y curvas a nivel con franjas vivas.

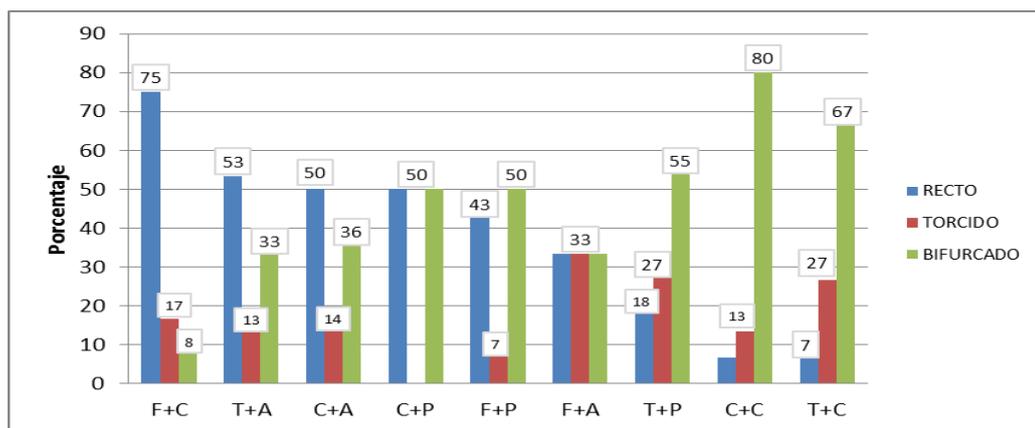


Ilustración 25. Clasificación de la forma del tallo por tratamientos

4.5 ESTADO FITOSANITARIO

Durante el tiempo que se realizó la presente investigación; no se evidenció la presencia de plagas o enfermedades en las especies forestales evaluadas.

4.6 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

4.6.1 Análisis de correlación altura total y diámetro basal

Realizado el análisis de correlación entre las variables altura total y diámetro basal, en los diferentes tratamientos se obtuvieron coeficientes de correlación (r), del orden de: 0,708 al 0,997; cabe recalcar que, la mayoría de los tratamientos obtuvieron un coeficiente de correlación altamente significativos que indican que existe un alto grado de asociación entre las variables analizadas; así, para el tratamiento T+C (Testigo + *Caesalpinia spinosa*) únicamente existe una relación directamente proporcional entre las variables; en cambio el tratamiento T+P (Testigo + *Persea americana*) presenta un valor no significativo, lo cual indica que entre las variables no existe una relación proporcional. Véase la Tabla N° 70.

Tabla 69. Coeficientes de correlación por tratamiento entre altura total y diámetro basal

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	r		$r\alpha_{0,05}$	$r\alpha_{0,01}$
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	0,997	**	0,754	0,874
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,995	**	0,754	0,874
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,992	**	0,754	0,874
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,980	**	0,754	0,874
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,978	**	0,754	0,874
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,977	**	0,754	0,874
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	0,971	**	0,754	0,874
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,809	*	0,754	0,874
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	0,708	ns	0,754	0,874

Elaborado por: La autora

4.6.2 Análisis de correlación diámetro basal y diámetro de copa

El análisis de correlación realizado entre las variables diámetro basal y diámetro de copa, dio como resultado: coeficientes de correlación (r), del orden de: 0,952 al 0,998, donde todos los tratamientos obtuvieron un coeficiente de correlación altamente significativos lo cual indican que existe un alto grado de asociación entre las variables analizadas. Véase la Tabla N°70.

Tabla 70. Coeficientes de correlación por tratamiento entre diámetro basal y diámetro de copa

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	r	r $\alpha_{0,05}$	r $\alpha_{0,01}$	
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,981	**	0,754	0,874
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	0,998	**	0,754	0,874
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,980	**	0,754	0,874
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,997	**	0,754	0,874
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	0,970	**	0,754	0,874
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,981	**	0,754	0,874
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,991	**	0,754	0,874
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	0,969	**	0,754	0,874
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,952	**	0,754	0,874

Elaborado por: La autora

4.6.3 Análisis de correlación altura total y diámetro de copa

Del análisis de correlación realizado entre las variables altura total y diámetro de copa, se desprende que: los coeficientes de correlación (r) obtenidos, se encuentran en el orden: 0,848 a 0,999; donde todos los tratamientos a excepción de T+P, obtuvieron un coeficiente de correlación altamente significativo indicando un alto grado de asociación entre las variables analizadas; en cambio en el tratamiento T+P (Testigo + *Persea americana*) las variables presentan únicamente una relación directamente proporcional. Véase la Tabla N°71.

Tabla 71. Coeficientes de correlación por tratamiento entre altura total y diámetro de copa

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	r		$r\alpha_{0,05}$	$r\alpha_{0,01}$
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,996	**	0,754	0,874
C+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	0,995	**	0,754	0,874
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,999	**	0,754	0,874
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,978	**	0,754	0,874
F+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	0,994	**	0,754	0,874
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,985	**	0,754	0,874
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	0,990	**	0,754	0,874
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	0,848	*	0,754	0,874
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,939	**	0,754	0,874

Elaborado por: La autora

4.7 ANÁLISIS DE REGRESIÓN

4.7.1 Análisis de regresión altura total y diámetro basal

En el análisis de regresión realizado entre las variables altura total y diámetro basal, se determinaron las ecuaciones respectivas para los tratamientos y además se obtuvieron los coeficientes de determinación R^2 ; de los cuales, a excepción de los tratamientos: T+P (Testigo + *Persea americana*) y T+C (Testigo + *Caesalpinia spinosa*), se obtuvieron porcentajes de ajuste a la recta superiores al 90%, con lo que se puede realizar estimaciones confiables de la altura total en función al diámetro basal de las plantas. Véase la Tabla N°72.

Tabla 72. Análisis de regresión por tratamiento, altura total y diámetro basal

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Ecuación	R^2
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	$y = 20,227x + 8,6578$	0,995
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpiniaspinosa</i>	$y = 36,006x + 0,3874$	0,990
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	$y = 38,491x + 38,924$	0,986
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpiniaspinosa</i>	$y = 27,792x + 4,1894$	0,960
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	$y = 32,234x + 49,622$	0,956
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	$y = 35,882x + 49,457$	0,955
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	$y = 27,268x + 2,8979$	0,943
T+C	Testigo	<i>Caesalpiniaspinosa</i>	$y = 13,465x + 16,158$	0,654
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	$y = 17,426x + 10,258$	0,502

Elaborado por: La autora

4.7.2 Análisis de regresión diámetro de copa y diámetro basal

Realizado el análisis de regresión entre las variables diámetro basal y diámetro de copa, se obtuvo las ecuaciones y coeficientes de determinación R^2 para cada tratamiento; registrándose un ajuste a la recta superior al 90% en todos los tratamientos, posibilitando la estimación confiable del diámetro de copa en función al diámetro basal de las plantas. Véase la Tabla N° 73.

Tabla 73. Análisis de regresión por tratamiento, entre diámetro basal y diámetro de copa

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Ecuación	R2
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	$y = 30,195x - 5,231$	0,997
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	$y = 24,303x - 4,580$	0,995
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	$y = 21,269x - 3,085$	0,983
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	$y = 27,789x + 0,819$	0,963
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	$y = 41,822x - 15,310$	0,960
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	$y = 22,846x - 5,960$	0,956
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	$y = 44,818x - 16,588$	0,941
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	$y = 42,066x - 12,677$	0,939
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	$y = 38,534x - 9,802$	0,907

Elaborado por: La autora

4.7.3 Análisis de regresión diámetro de copa y altura total

El análisis de regresión realizado entre las variables altura total y diámetro de copa, donde se encuentra las ecuaciones respectivas para cada tratamiento y los coeficientes de determinación R^2 calculados; los cuales indican que todos los tratamientos a excepción de los tratamientos T+P (Testigo + *Persea americana*) y T+C (Testigo + *Caesalpinia spinosa*), obtuvieron un ajuste a la recta superior al 90%, con lo cual es factible realizar estimaciones del diámetro de copa, en función a la altura total de las plantas. Véase la Tabla N° 74.

Tabla 74. Análisis de regresión por tratamiento, entre altura total y diámetro de copa

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Ecuación	R ²
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	$y = 1,5026x - 21,548$	0,997
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	$y = 0,6305x - 36,855$	0,992
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	$y = 1,4836x - 17,941$	0,989
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	$y = 1,6361x - 21,172$	0,989
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	$y = 0,5488x - 24,240$	0,984
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	$y = 0,7711x + 00,538$	0,971
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	$y = 0,7231x - 39,267$	0,957
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	$y = 2,2822x - 40,095$	0,881
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	$y = 1,4965x - 16,302$	0,719

Elaborado por: La autora

Del análisis de regresión realizados entre las variables diámetro de copa/altura total y altura total/diámetro basal; se observa que, los datos registrados en la tercer, cuarta y quinta medición, no presentaron un alto grado de ajuste a la recta, (ver anexo C: gráficas); debido, a que dichas mediciones coincidieron con la época de sequía y de mayor intensidad de vientos, factores que menguaron el crecimiento en altura total e impulsaron el desarrollo de diámetro basal y diámetro de copa de las plantas. Indicando que, en situaciones adversas como las antes mencionadas, las estimaciones presentan un menor porcentaje de confiabilidad.

4.8 SOBREVIVENCIA

Inicialmente se establecieron 45 plantas de cada especie forestal (*Acacia melanoxylon*, *Caesalpinia spinosa* y *Persea americana*), 15 plantas en cada tratamientos; durante el tercer y cuarto mes de evaluación, las plantas afrontaron un periodo de sequía y ausencia total de agua riego, ocasionado una mortalidad de más del 50 y el 10% de las especies *Persea americana* y *Acacia melanoxylon* respectivamente; se replantaron 34 plantas, sumando un total de 169 individuos establecidos, finalizada la evaluación se registró 122 plantas vivas. Tabla N°75

Tabla 75. Cantidad de especies forestales establecidas durante el ensayo

Código	Tratamiento	Establecimiento	Replantes	Subtotal	Plantas vivas
T1	C+A	15	2	17	14
T2	C+P	15	7	22	12
T3	C+C	15	0	15	15
T4	F+A	15	1	16	12
T5	F+P	15	11	26	14
T6	F+C	15	0	15	14
T7	T+A	15	2	17	15
T8	T+P	15	11	26	11
T9	T+C	15	0	15	15
Total		135	34	169	122

Elaborado por: La autora

La mayoría de los tratamientos alcanzaron un resultado superior o igual al 80% de sobrevivencia; donde, los tratamientos C+C (Curvas a nivel con camellón + *Caesalpinia spinosa*) y T+C (Testigo + *Caesalpinia spinosa*) presentaron un 100% de individuos vivos al finalizar el ensayo. Por el contrario, los porcentajes más bajos de sobrevivencia se registraron en los tratamientos donde interactuó la especie *Persea americana*; así, el tratamiento T+P (Testigo + *Persea americana*) registró un porcentaje de mortalidad superior al 50%. Véase Tabla N°76

Tabla 76. Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad por tratamientos

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Sobrevivencia	Mortalidad
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	100,00	0,00
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	100,00	0,00
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	93,33	6,67
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	88,24	11,76
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	82,35	17,65
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	75,00	25,00
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	54,55	45,45
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	53,85	46,15
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	42,31	57,69

Elaborado por: La autora

En la ilustración N°26, se detalla que la especies con mayor porcentaje de sobrevivencia fue *Caesalpinia spinosa* con el 97,78%, seguido de *Acacia melanoxylon* con el 81,86% y, por último *Persea americana* con el menor porcentaje de sobrevivencia (50,23%). Resultado, que se debió al prolongado periodo de sequía y a los fuertes vientos, que quebraron los ápices vegetativos y/o injertos (según sea el caso), ocasionando la muerte por marchitez de las plantas, principalmente de *Persea americana*.

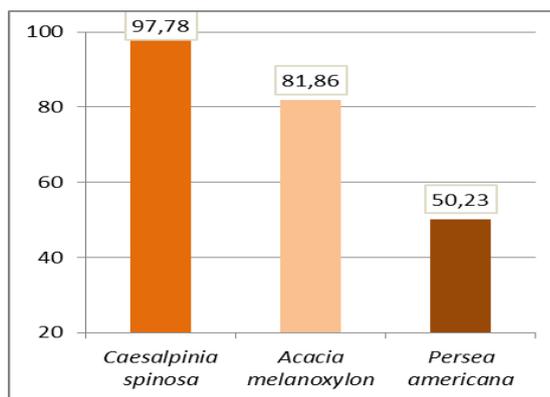


Ilustración 26. Porcentaje de sobrevivencia por especie

Con respecto a las técnicas de conservación, en la ilustración N° 27, se observa que las especies forestales mostraron el mayor porcentaje de sobrevivencia en la técnica curvas a nivel con camellón (78,97%), seguido del testigo con el 76,85% y, el menor porcentaje de sobrevivencia en la técnicas curvas a nivel con franjas vivas (74,06%). Además de las razones antes expuestas, que influenciaron en la mortalidad de las especies forestales; en este caso, también se suma la competencia por humedad que se generó entre las especies forestales y la especie herbácea de las franjas vivas.

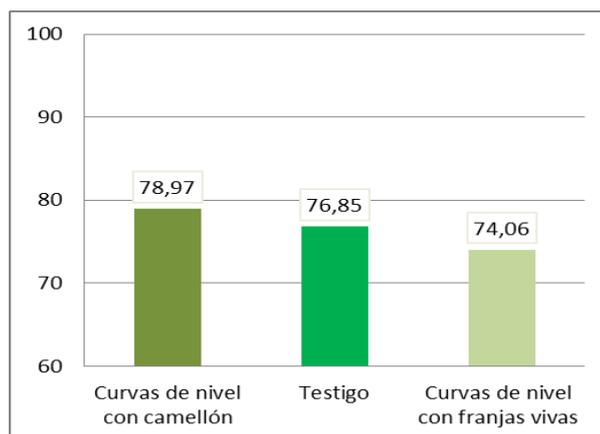


Ilustración 27. Porcentaje de supervivencia en las técnicas de conservación

En la ilustración N°28 se resalta que, las especies *Acacia melanoxylon* y *Caesalpinia spinosa* alcanzaron elevados porcentajes de supervivencia en la técnicas curvas a nivel con camellón y el testigo y, sus menores porcentajes de supervivencia en la técnica curvas a nivel con franjas vivas; para el caso de *Persea americana* el menor porcentaje de supervivencia se registró en el testigo y, porcentajes de supervivencia superiores al 50% y estrechamente similar entre sí, en las técnicas curvas a nivel con camellón y curvas a nivel con franjas vivas.

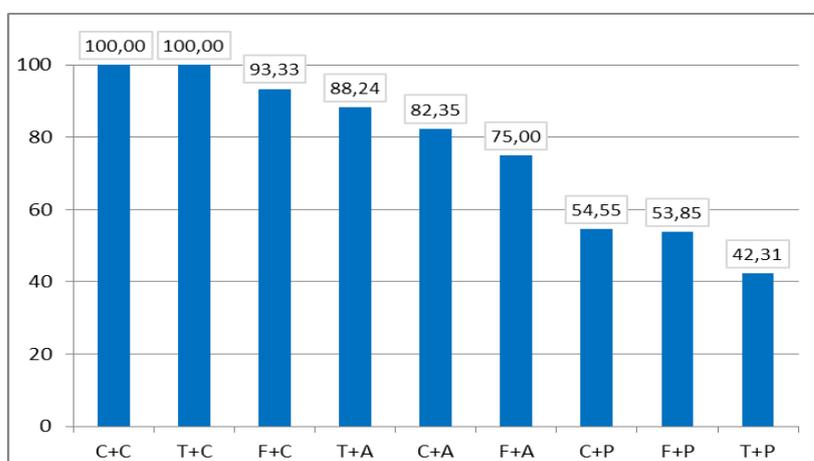


Ilustración 28. Porcentaje de supervivencia por tratamiento

Finalizado el análisis del crecimiento inicial y supervivencia de las especies forestales, se evidenció la influencia positiva de la técnica curvas a nivel con

camellón; dado que, la estructura del camellón sobre la cual fueron establecidas las plantas, se hallaba a 20 cm por encima el nivel del suelo, proporcionando a las plantas mayor profundidad de suelo exenta de cangahua; la zanja de infiltración que antecedió a esta estructura, permitió captar gran cantidad de agua lluvia y sedimentos, proporcionando mayor humedad a las plantas. En el caso de la técnica curvas a nivel con franjas vivas, la zanja de infiltración cumplió la misma función antes descrita; sin embargo, las especies forestales estuvieron ubicadas dentro de la zanja de infiltración, disponiendo de menor profundidad de suelo libre de cangahua; por otra parte, la franja viva (*Pappophorum pappiferum*), actuó como barrera protegiendo de los fuertes vientos a las especies forestales, mas sin embargo en la época de sequía compitieron por humedad con mismas; a consecuencia de ambas razones, la mayoría de los tratamientos donde las especies forestales interactuaron con esta técnica, reflejaron una sobrevivencia y desarrollo inicial, inferior al registrado en el testigo y en la técnica curvas a nivel con camellón.

4.9 RENDIMIENTO DEL CULTIVO AGRÍCOLA

4.9.1 Rendimiento del cultivo agrícola de frejol rojo

El cultivo agrícola de frejol afrontó un prolongado periodo de sequía y ausencia total de agua riego, las plantas no completaron adecuadamente su ciclo de maduración fisiológica, reflejando una cosecha deficiente; la usencia de datos imposibilitó realizar el análisis de la producción.

4.9.2 Rendimiento del cultivo agrícola de cebolla roja criolla

4.9.2.1 Producción de cebolla de acuerdo al número de bulbos cosechados

La Tabla N°77, detalla el análisis de varianza, donde; las fuentes de variación especie, técnicas de conservación y la interacción de técnicas de conservación por

especie, alcanzaron valores de F calculado no significativos al nivel del 95% de probabilidad estadística; lo cual indica que, para el caso de la producción de cebolla, estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos establecidos.

Tabla 77. Análisis de varianza de la producción de cebolla

FV	SC	GL	CM	FC		F$\alpha_{0.05}$	F$\alpha_{0.01}$
Técnicas de conservación	1700,22	2	850,11	0,53	ns	5,14	10,92
Error tipo "a"	7796,44	6	1299,41				
Especies	284,22	2	142,11	0,39	ns	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	422,22	4	105,56	0,29	ns	3,26	5,41
Error tipo "b"	4333,56	12	361,13				
Total	14536,67	26					
CV= 9,42							

Elaborado por: La autora

En la ilustración N° 29, resalta la técnica curvas a nivel con camellón, con una media de 210,56 bulbos de cebolla, cantidad que se muestra numéricamente superior; seguido del testigo con una media de 203,44bulbos y por último la técnica curvas a nivel con franjas vivas con la menor de producción.

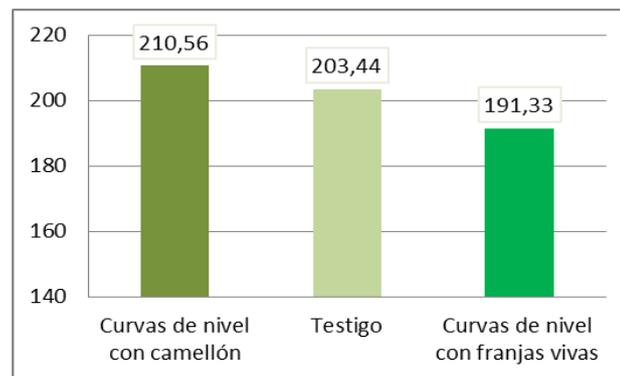


Ilustración 29. Producción de cebolla en cada técnica de conservación empleada

En la ilustración N°30, se muestra una producción matemáticamente superior del cultivo agrícola en asocio a la especie *Acacia melanoxylon*. Donde la producción alcanzó una media de 206 bulbos de cebolla.

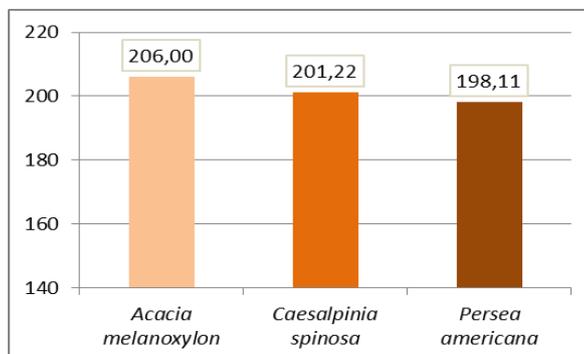


Ilustración 30. Producción de cebolla de acuerdo a la especie forestal en asocio

En la ilustración N°31, corrobora lo citado en el análisis de varianza, donde se detalla una producción agrícola estadísticamente homogénea entre los tratamientos; lo cual indica que los tratamientos empleados no influenciaron de manera positiva o negativa en la producción final del cultivo agrícola.

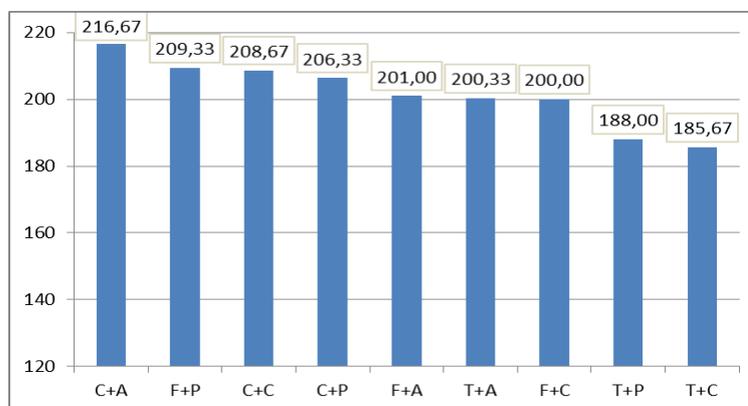


Ilustración 31. Producción de cebolla por tratamiento

4.9.2.2 Producción de cebolla de acuerdo al peso en kilogramos de la cosecha

La Tabla N°78, detalla el análisis de varianza para el peso de la cosecha, donde; las fuentes de variación especie, técnicas de conservación y la interacción

de técnicas de conservación por especie, alcanzaron valores de Fisher calculado no significativos al nivel del 95% de probabilidad estadística; indicando una producción estadísticamente homogénea entre los tratamientos establecidos.

Tabla 78. Análisis de varianza del peso de la producción de cebolla

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$	
Técnicas de conservación	13,17	2	6,58	0,46	ns	5,14	10,92
Error tipo "a"	76,17	6	12,70				
Especies	5,06	2	2,53	0,63	ns	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	1,78	4	0,44	0,11	ns	3,26	5,41
Error tipo "b"	47,83	12	3,99				
Total	144	26					
		CV= 8,68					

Elaborado por: La autora

En la ilustración N° 32, se detalla que la técnica curvas a nivel con camellón, con una media de 23,94 lb se muestra matemáticamente superior las otras dos técnicas empleadas; la misma que también registró el mayor número de bulbos cosechados (véase la ilustración N°29).

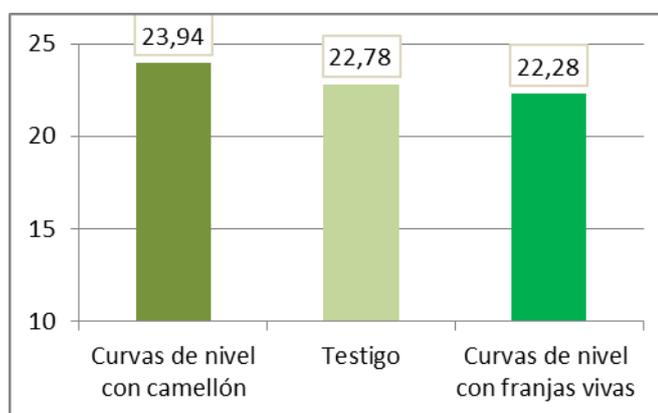


Ilustración 32. Peso de la producción de cebolla en cada técnica de conservación empleada

La ilustración N°33, indica que el cultivo agrícola de cebolla alcanzó una producción mínimamente superior en las parcelas asociadas a la especie *Acacia melanoxylon*; mientras que en las parcelas asociadas a las especies *Caesalpinia*

spinosa y *Persea americana*, se registraron una producción estrechamente semejante entre sí.

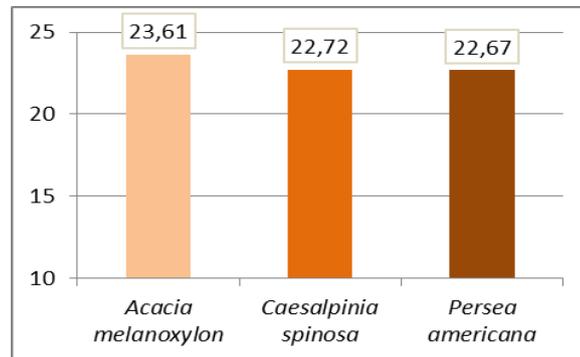


Ilustración 33. Peso de la producción de cebolla de acuerdo a la especie forestal en asocio

En la ilustración N°34, se muestra que la producción agrícola, alcanzó un resultado estadísticamente homogéneo entre los tratamientos; indicando que los tratamientos empleados no influenciaron en la producción del cultivo agrícola.

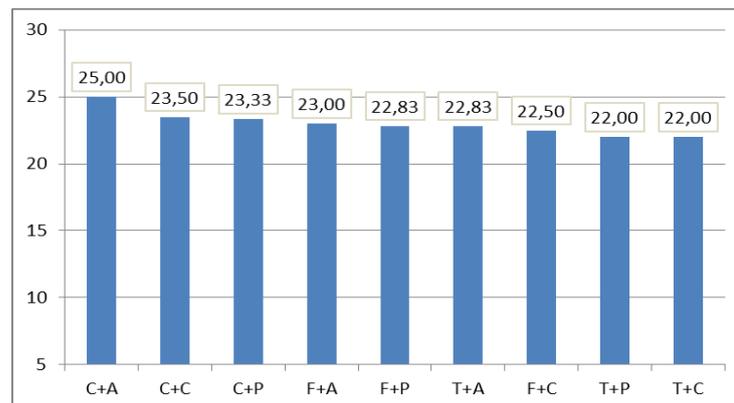


Ilustración 34. Producción de cebolla por tratamiento

4.10 DETERMINACIÓN DE COSTOS

De acuerdo a la presente investigación, para determinar los costos de establecimiento de cada parcela (técnica de conservación) y cada sub parcela

(tratamiento), se tomaron en cuenta los costos de: preparación del terreno, costos de establecimiento y manejo de cada técnica de conservación y, los costos de producción de los cultivos agrícolas.

En la Tabla N°79, se detalla el costo de la práctica agroforestal establecida en el presente estudio; donde, la parcela curvas a nivel con franjas vivas + cultivo agrícola, registró el costo de establecimiento y mantenimiento más elevado, con un monto de 533,86\$; seguido de la parcela curvas a nivel con camellón + cultivo agrícola (522,36\$), que se muestra mínimamente superior a la parcela testigo + cultivo agrícola, la cual al no presentar estructura de conservación alguna, fue considerada la parcela de menor costo, con un monto de 517,77\$. El costo total de la práctica agroforestal asciende a los 2081,00 dólares americanos; monto que incluye los costos de establecimiento y mantenimiento de cada parcela agroforestales y los costos incurridos durante el proceso de investigación (para mayor detalle véase los anexos A: costos. Tablas N° 84 - 92)

Tabla 79. Costos de establecimiento de la práctica agroforestal

Sistema	Cultivo	Área m²	Costo
Testigo	frejol/cebolla	450	517,77
Curvas de nivel con camellón	frejol/cebolla	450	522,36
Curvas de nivel con franjas vivas	frejol/cebolla	450	533,86

Elaborado por: La autora

La Tabla N°80, detalla el costo de cada tratamiento en asocio a los cultivos agrícolas establecidos durante el presente estudio; donde, los tratamientos que interactuaron con la especie *Persea americana* alcanzaron los costos más elevados, debido en primer lugar al elevado costo de adquisición de las plantas de esta especie y, al alto porcentaje de mortalidad en el primer trimestre de haber sido establecido el ensayo, que ameritó el replante de más del 50% de plantas. Por otra parte, el tratamiento que registró el menor costos de establecimiento fue T+C (testigo + *Caesalpinia spinosa*), a causa de no presentar estructura de conservación alguna y ser *Caesalpinia spinosa* la especie de adquisición más

económica. Cabe recalcar que los tratamiento donde infatuaron las especies *Acacia melanoxylon* y *Caesalpinia spinosa*, con las técnicas de conservación presentaron diferencias mínimas de costos entre sí.

Tabla 80. Costos de establecimiento de cada tratamiento en asocio al cultivo agrícola

Trat	Técnicas	Especies	Cultivo	Área m²	Costo
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	frejol/cebolla	150	146,76
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	frejol/cebolla	150	150,76
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	frejol/cebolla	150	152,29
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	frejol/cebolla	150	152,29
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	frejol/cebolla	150	155,79
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	frejol/cebolla	150	156,29
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	frejol/cebolla	150	213,79
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	frejol/cebolla	150	220,26
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	frejol/cebolla	150	225,79

Elaborado por: La autora

CAPITULO V

DISCUSIÓN

5.1 Crecimiento inicial

5.1.1 Especie *Acacia melanoxylon*

Finalizada la presente investigación la especie *Acacia melanoxylon*, registró el mayor desarrollo inicial; con diámetro basal de 2,30 cm y una altura total de 131,72 cm; con incrementos de 1,39 cm y 47,61 cm respectivamente en un periodo de evaluación de 10 meses.

Siebert y Baurle (1995), aseguran que en estudios realizados en la zona de pantanos al sur de Tanzania, de donde es nativa la especie, se registró un incremento promedio anual de diámetro basal de 0,5 a 1 cm y un incremento en altura de 2 m en los primeros años, el cual descendió a 1 m/año, a medida que maduraba el árbol. Sin embargo el mismo autor indica, en estudios realizados en Chile la especie alcanzó, un incremento diametral entre 1 a 2 cm anuales y un incremento en altura entre 0,50 a 1 cm/año. Evidenciándose que el presente estudio al igual que en Chile, la especie alcanzó resultados inferiores de altura y superiores en diámetro de fuste a los resultados registrados en Tanzania, lo cual puede estar asociado a la fisiología de la especie, tiende a crecer prioritariamente en longitud en zonas con menos horas de luz y aumentar en diámetro del fuste en zonas de más horas de luz.

Castro (2010), en un estudio realizado en el sector Cuesaca del cantón Bolívar, provincia del Carchi, después de 8 meses de evaluación, indica que *Acacia melanoxylon* de procedencia Pichincha, alcanzó un incremento de 0,62 cm de diámetro basal y 39 cm en la altura total. Aun cuando el estudio estuvo ubicado en un área de características edafoclimáticas favorables para el desarrollo de la especie, los valores registrados son inferiores a los de la presente investigación;

atribuidos a la falta de aplicación de técnicas de conservación de agua y suelo, que ayudan a las plantas a captar y conservar la humedad en el suelo durante los meses de mayor sequía.

En la presente investigación la especie fue establecida en suelos poco profundos, en parcelas agroforestales pequeñas; Añazco y Carlson (1990), manifiestan que en dichas condiciones, debido a que la especie presenta un sistema radicular superficial, es recomendable realizar la poda de raíces una vez al año, con el objetivo de evitar la competencia entre árboles y cultivos aledaños. Por otra parte Barroso (2007), manifiesta que la especie amerita un manejo cuidadoso de la propagación natural por semillas y brotes de raíces, ya que es considerada como especie invasora.

5.1.2 Especie *Caesalpinia spinosa*

La especie *Caesalpinia spinosa* alcanzó un mejor desarrollo inicial en la técnica curvas de nivel con camellón, con valores de altura total de 39,28 cm, diámetro basal de 1,25 cm y diámetro de copa 37,70 cm.

Similares resultados fueron obtenidos por Guerra y Velasco (2012) en un ensayo realizado en el sector El Churo, catón Ibarra, provincia de Imbabura, donde el mejor resultado fue encontrado en *Caesalpinia spinosa* (establecido con 5 g de hidrogel hidratado). Los resultados de ese estudio indicaron que la especie a los 360 días de evaluación alcanzó una altura total de 15,59 cm y diámetro basal de 0,51 cm. Es así, que el presente estudio ubicado en un sector con características climáticas favorables para el establecimiento de esta especie, mostró un mayor crecimiento, lo que se atribuye también al efecto positivo de la técnica de curvas de nivel con camellón.

Imbaquingo y Varela (2012), en un estudio realizado en el sector Tanlagua, cantón Quito, provincia de Pichincha, registran menores resultados de crecimiento para *Caesalpinia spinosa* establecido con 5 g de Hidrokeeper hidratado. Las evaluaciones arrojaron que a los 360 días, la especie mostró valores de altura total

de 23,17 cm y diámetro de copa de 16,58 cm. Es posible que los menores resultados encontrados en este estudio sean atribuidos a los factores climáticos adversos, la falta de riego y de estructuras de conservación que ayuden a las plantas a captar y conservar una mayor humedad en el suelo.

5.1.3 Especie *Persea americana*

El mejor desarrollo inicial para *Persea americana* se registró en el tratamiento C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*), con valores de diámetro basal de 0,97 cm y 28,17 cm de variable altura, con un incremento de 0,35 y 7,16 cm respectivamente en un periodo de evaluación de 10 meses; por otra parte a los doce meses de evaluación la especie alcanzó 24,12cm de diámetro de copa. Cabe señalar que la especie fue afectada por largos periodos de sequía y fuertes vientos que menguaron su crecimiento, registrándose datos negativos en el incremento en altura total en varias mediciones. Otro factor importante a tomarse en cuenta, es que el área de estudio presenta suelos superficiales con una profundidad efectiva de suelo de 20 cm.

Un estudio de *Persea americana* Mill realizado por Jiménez, Simón, Hernández y Armenteros (2007) en La Habana, Cuba, en una zona de altar precipitación y a 6,8 m.s.n.m., con suelos profundos, establecidos con una distancia de plantación de 8 x 4 m. Los resultados arrojaron que la especie alcanzó un crecimiento de diámetro basal de 1,75 cm y altura total de 0,83 cm al primer año de evaluación, mientras que al segundo año de evaluación se registraron 1,43 m para el diámetro de copa. Los resultados indican que una mejor condición edáfica y pluviométrica favoreció el crecimiento de la especie.

Así mismo, otro estudio en *Persea americana* Mill. en el sur de Sonora, Mexico realizado por Samaniego y Sanchez (1999), establecido en un área situado a 47,8 m.s.n.m., en suelos profundos y bajo condiciones de riego, arrojó un crecimiento anual de diámetro de tallo de 0,45 cm y de altura de planta de 42 cm. Estos datos confirman que esta especie se adapta mejor a suelos profundos, y que la falta de agua afecta el crecimiento de la especie. Es por ello, que el uso de estructuras

conservacionistas es recomendable en zonas áridas, lo que favorece la adaptación de la especie.

5.2 Supervivencia

Después de los 12 meses de evaluaciones en las especies arbóreas se determinó el porcentaje de supervivencia con el fin de determinar su adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio.

La especie *Caesalpinia spinosa*, en el presente estudio alcanzó un promedio de supervivencia de 97,78%. Con un 100% de supervivencia en los tratamientos C+C (Curvas a nivel con camellón + *Caesalpinia spinosa*) y T+C (Testigo + *Caesalpinia spinosa*), y un 93,33% en F+C (Curvas a nivel con franjas vivas + *Caesalpinia spinosa*). Estos resultados superan a los obtenidos por Guerra Z. y Velasco A. (2012), los que indicaron un porcentaje de supervivencia de 51,6% en *Caesalpinia spinosa*. Sin embargo, Imbaquingo W. y Varela E. (2012), reportaron similares valores de supervivencia de 95,83% en árboles establecidos con hidrogel. Esto indica que también el hidrogel tuvo un rol importante en la supervivencia de esta especie.

Acacia melanoxylon, registró un promedio de 83,53% de supervivencia, con un porcentaje del 88,24% en el tratamiento T+A (Testigo + *Acacia melanoxylon*), 82,35% en C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) y un 75% en F+A (Curvas a nivel con franjas vivas + *Acacia melanoxylon*). Valenzuela (2014) en el sector Pinillo a los 120 días de evaluación registró un alto porcentaje de supervivencia (97,5%) para el tratamiento *Acacia melanoxylon* + 5 g de Gel hidratado. Sin embargo, Castro E. (2010) registró a los ocho meses de establecimiento de la especie un 83% de supervivencia en *Acacia melanoxylon* procedencia Pichincha. Se debe tomar en cuenta, que ambas investigaciones citadas, fueron establecidas con parámetros de plantación similares (cantidad de hidrogel hidratado/procedencia y asocio de cultivos), aunque con una mayor precipitación media anual, lo que indica el efecto positivo de las estructuras

conservacionistas para el establecimiento de esta especie en zonas de baja pluviometría.

5.3 Rendimiento del cultivo agrícola

La parcela agroforestal de aproximadamente 0,135 ha alcanzó una producción de 5448 bulbos, cuyo peso fue de 282,27kg, estos valores en una hectárea corresponden a 40355 bulbos y 2091 kg/ha. Los resultados registrados son similares a los obtenidos por productores en la zona de estudio.

Aun cuando no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, en la Tabla N°81 se detalla que la sub parcela del tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*) alcanzó una mayor producción, mientras que en los tres tratamientos testigos (T+A > T+P > T+C) se obtuvieron los menores rendimientos.

Tabla 81. Rendimiento del cultivo agrícola por sub parcela o tratamientos

	Trat	Técnicas de conservación	Especies	N° bulbos	Peso kg
T1	C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	650,00	34,09
T2	C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	619,00	31,82
T3	C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	626,00	32,05
T4	F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	603,00	31,36
T5	F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	628,00	31,14
T6	F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	600,00	30,68
T7	T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	601,00	31,14
T8	T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	564,00	30,00
T9	T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	557,00	30,00
Total				5448,00	282,27

Elaborado por: la autora

5.4 Costos

Los costos de establecimiento, manejo y producción de las parcelas franjas vivas y curvas de nivel con camellón, presentaron montos estrechamente similares entre sí, ambas con un monto de tan solo 4% superior al testigo.

Las sub parcelas asociadas a *Caesalpinia spinosa* y *Acacia melanoxylon* alcanzaron costos significativamente inferiores a las sub parcelas de *Persea americana*, debido principalmente a elevado costo de adquisición de la misma.

Por otra parte también se evidenciaron diferencias significativas de costos, entre las sub parcelas asociadas a *Persea americana*, donde: el costo más económico fue registrado en el tratamiento C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*) con un monto de \$231,57 USD, donde la especie registró el mayor porcentaje de sobrevivencia; mientras que el costo más elevado fue de 225,79 USD en el tratamiento F+P (Franjas vivas + *Persea americana*), debido al elevado número de replante realizados en el primer trimestre de evaluación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Acacia melanoxylon y *Caesalpinia spinosa* alcanzaron el mayor crecimiento en diámetro basal, altura total, y diámetro de copa en la técnica curvas de nivel con camellón, en comparación a la técnica franjas vivas que incluso muestran un resultado inferior al testigo; por otra parte *Persea americana* presentó un desarrollo similar en las tres técnicas establecidas.

Acacia melanoxylon alcanzó el mayor porcentaje de individuos de tallo recto; en cambio *Caesalpinia spinosa* y *Persea americana*, presentaron elevados porcentaje de individuos de tallo torcido y bifurcado, principalmente en la técnica curvas de nivel con camellón y en el testigo.

Caesalpinia spinosa fue la especie con mayor sobrevivencia en la zona de estudio, siendo superior en un 47 y 16% a *Persea americana* y *Acacia melanoxylon* respectivamente. Sin embargo en las técnicas curvas de nivel con camellón y franjas vivas la especie *Persea americana*, alcanzó una sobrevivencia 22% más en comparación al testigo.

En la primera temporada de producción agrícola de cebolla roja, no se registraron diferencias significativas entre las parcelas o técnicas conservacionistas, ni entre las sub parcelas o tratamientos; producción que a su vez fue similar al obtenido por los agricultores de la zona. Indicando que en esta primera etapa las técnicas y las especies forestales aun no ejercen su función protectora sobre el cultivo agrícola.

Los costos de establecimiento, manejo y producción, en cuanto a las técnicas de conservación (parcelas) se refiere, no presentaron diferencias significativas. Referente a las especies (sub parcelas), *Persea americana* por su elevado costo de

adquisición, alcanzó un monto 31% más elevado en comparación *Acacia melanoxylon* y *Caesalpinia spinosa*. Por otra parte, también se resalta que la especie *Persea americana* registró un monto de establecimiento inferior al testigo en la técnica curvas de nivel con camellón, influenciado por el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie en esta técnica.

6.2 RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se recomienda:

Continuar con la evaluación de las variables dasométricas: altura, diámetro basal y diámetro de copa, ya que los datos obtenidos en la presente investigación, se pueden considerar como indicadores tempranos del efecto de las estructuras conservacionistas sobre el crecimiento de las especies.

En áreas con características edafoclimáticas y pendientes similares, se recomienda establecer la técnica franjas vivas acompañada de un camellón, sobre el cual se ubiquen las plantas forestales con el fin de favorecer el enraizamiento inicial de las especies.

Para las especies de producción frutal como *Persea americana*, en condiciones críticas de viento y precipitación, se recomienda el riego continuo, la fertilización y el establecimiento de cortinas rompevientos, con el objetivo de disminuir el porcentaje de bifurcación e incrementar la sobrevivencia de la especie.

Respecto a la especie *Acacia melanoxylon*, establecida en sistemas agroforestales con suelos superficiales; se recomienda realizar la poda anual de las raíces, a una profundidad de 40 cm y a una distancia de 0,75 a 1m del eje del tallo, con el objetivo de evitar la competencia radicular con cultivos aledaños y controlar la propagación vegetativa de la especie evitando que se torne invasiva.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. H. (2012). *Especies forestales de los Bosques Secos del Ecuador, Guia dendrológica para su identificación. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el cambio climático. MAE/FAO-Finlandia.* (M. d. Ecuador, Ed.) Quito, Ecuador.
- Aguirre, Z., & Medina-Torres, B. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental.* Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Alcazar Arco, L. (2009). *Biología reproductiva del aguacate (Persea americana Mill.). Implicaciones para la optimización del cuajado. (Tesis doctoral).* Málaga, España: Universidad de Málaga.
- Añazco Romero, M. (2000). *Agroforestería: introducción al manejo de los recursos forestales y a la agroforestería.* Quito: CAMAREN: Capacitación para el Manejo de Recursos Naturales renovables.
- Añazco, M. y Carlson, P. J., (1990). *Establecimiento y manejo de prácticas agroforestales en la sierra ecuatoriana.* Quito: RED AGRO-FORESTAL ECUATORIANA.
- Arevalo Granda, C. (2012). *Técnicas y prácticas agroforestales validados para el Ecuador. Monografía.* Cuenca, Ecuador. (Monografía) Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Barros Asenjo, S. (Noviembre de 2007). El género *Acacia*, especies multipropósito. *Revista Ciencia e Investigación Forestal, Instituto Forestal. Número Extraordinario. Silvicultura y Utilización de Especies del Género Acacia.*
- Bobadilla Soto, E. E., Martínez De La Cruz, I., Rubí Arriaga, M., Rebollar Rebollar, S., Franco Malvaíz, A. L., & Siles Hernández, Y. (2013). Situación actual del cultivo del aguacate (*Persea americana Mill.*) En el estado de México, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 93-101.
- Bradbury, G. (2007). How is Wood Quality Affected by Growth Rate and Silviculture? En C. L. Beadle, & A. G. Brown, *Acacia Utilisation and*

- Management: Adding Value* (pág. 26). Canberra, Australia: Rural Industries Research and Development Corporation.
- Carranza, S. L. (2007). Revisión bibliográfica sobre *Acacia melanoxylon*: su silvicultura y su madera. *Revista de la Facultad de Agronomía, UNLP*, vol. 106 (2), 145-154.
- Carrasco J, J., y Vergara C, J. (2002). Técnicas apropiadas para la conservación y recuperación de suelos en predios de pequeños productores. En I. d. Rayentue (Ed.), *Prácticas para el manejo sustentable de los recursos naturales en la recuperación de los suelos degradados. Serie Actas - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 16.*, págs. 61-94. San Fernando: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Rayentue.
- Castro Reinoso, E. (2009). “*crecimiento inicial de tres procedencias de Acacia melanoxylum R.Br, en asocio con arveja, fréjol y cebolla en Bolívar - Carchi*”. (Tesis de pregrado) Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Conant, J., & Fadem, P. (2011). *Guía comunitaria para la Salud ambiental* (Primera edición en español ed.). Hesperian.
- Cotler, H., Sotelo, E., Dominguez, J., Zorrilla, M., Cortina, S., & Quiñones, L. (2007). La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta Ecológica*(83), 5-71.
- De La Cruz, P. (2004). Aprovechamiento integral y racional de la tara (*Caesalpinia spinosa* - *Caesalpinia tinctoria*). *Revista del Instituto de investigación FIFMMG*.
- El Semillero*. (2016). Recuperado el 22 de enero de 2014, de http://elsemillero.net/nuevo/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=42&Itemid=262.
- FAO. (s.f.). *FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación*. Recuperado el 22 de noviembre de 2014, de Portal de Suelos de la FAO: <http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/conservacion-del-suelo/es/>
- FAO. (s.f.). *Portal de Suelos de la FAO* . Recuperado el 22 de noviembre de 2014, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura: <http://www.fao.org/soils-portal/degradacion-del-suelo/es/>

- Flores Garcia, R. E. (2009). El Aguacate (*Persea americana* Mill.), no sólo un alimento. (Diplomado de Tlahui-Educa). *Tlahui-Medic*, 28(2).
- GEO Ecuador. (2008). *Informe sobre el estado del medio ambiente*. United Nations Environment Programme. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, FLACSO (Organization). Sede Ecuador, Ecuador. Ministerio del Ambiente.
- Gomero O., L., & Velásquez A., H. (1999). *Manejo Ecológico de Suelos. Coceptos, experiencias y técnicas*. Lima, Perú: Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos.
- Ibáñez, J., & García, J. (2006). *La erosión del suelo: Tipos de procesos erosivos*. Valencia: En línea.
- Idrobo, H., Rodriguez, A., & Díaz, J. (2010). Comportamiento del Hidrogel en Suelos Arenosos. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*.
- Imbaquingo Farinango, W. V., & Varela Molina, E. M. (2012). *Evaluación de la influencia de los retenedores de agua en el comportamiento inicial de tara(Caesalpinia spinosa) Tanlagua –San Antonio de Pichincha*. (Tesis de grado) Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- INFOR. (2010). *Avances de la Investigación con Especies del Género Acacia en Chile*. Informe Técnico N°179. Instituto Forestal, Santiago, Chile.
- INIAP. (1986). *Manual Agrícola de los primeros cultivos del Ecuador*. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- INIAP. (2012). *INIAP 484.Centenario.Variedad de fréjol arbustivo con resistencia múltiple a enfermedades*. Boletín Informativo N°421, INIAP, Programa nacional de leguminosas y granos andinos Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador.
- Jiménez Villasuso, R., Pérez Campo, F., Zamora Blanco, D., & Velázquez Palenzuela, J. (2015). Cristian-Vanessa un cultivar de aguacate tardío para las condiciones de Cuba. *Agrisoşf*, V.21(3), 10-28.
- Jimenez, R., Simón , A., Lima, H., Gonzáles, G., Armentos, I., & Gonzáles, Y. (2000). *Estudio de 11 cultivares de aguacatero en Cuba (Persea americana Mill), su crecimiento, rendimiento y algunas características fonológicas, físicas y químicas del fruto*. Fortaleza: XVI Congreso Brasileño de Frutales.
- Jiménez, R., Simón, A., Hernández, L., & Armenteros, I. (2007). *Estudio de 11 cultivares de aguacatero en cuba (Persea americana Mill), su*

crecimiento, rendimiento y algunas características fonológicas, físicas y químicas del fruto. Obtenido de Avocadosource.com: http://www.avocadosource.com/international/cuba_papers/JimenezRafa

- Jorgensen, P. M., & León-Yanez, S. (1999). *Catalogue of vascular Plants of Ecuador*. Missouri Botanical Garden Press. Missouri, USA.
- Juarez, M. (2012). *Barreras Vivas*. Proyecto Programa Ambiental de El Salvador. PAES.
- Loredo Osti, C., & Beltrán López, S. (2005). Prácticas agronómicas y vegetativas. En C. Loredo Osti, *Prácticas para la conservación de suelos y agua en zonas áridas y semiárida*. (Vol. Libro Técnico N°1 , pág. 187). San Luis Potosi, México: INEFAP_CIRNE_CAMPO Exp. San Luis.
- Loredo Osti, C., Beltrán Lopez, S., Serreón Tristrán, L., & Marcos C., D. (2005). Prácticas mecánicas para el control de la erosión hídrica. En C. Loredo Osti, *Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas*. (pág. 187). San Luis Potosí: INIFAP-CIRNE- Campo exp. San Luis.
- MAELA. (2001). *Agroforesteria en Latinoamérica. Experiencias locales*. Buga: Movimiento Agroecológico para Latinoamérica y el Caribe.
- MAGAP. (2013). *Cebolla Colorada*. Quito: Ministerio de Agricultura, Gandería Acuacultura y Pesca.
- Mancero, L. (2009). *La Tara (Caesalpinia spinosa) en Perú, Bolivia y Ecuador: Análisis de la Cadena Productiva en la Región. Programa Regional ECOBONA - INTERCOOPERATION*. Quito, Ecuador.
- Martinez, I., & Uribe , H. (Junio de 2010). Zanjas de infiltración aumentan la disponibilidad de humedad en el suelo. *La discusión Rural*, págs. 12-13.
- Mendieta Lopez, M., & Rocha Molina , L. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Ministerio de agricultura y riego MINAGRI. (2014). *Cartilla para la conservación de suelos: Zanjas de infiltración*. Programa presupuestal 0089. Reducción de la degradación de los suelos agrarios. Lima: Gráfica Bracamonte.
- Narváez Trujillo, A., Calvo, A., & Troya, A. M. (2009). *Las poblaciones naturales de la tara (Caesalpinia spinosa) en Eñ Ecuador; una aproximación al concimiento de la diversidad genética y el contenido de taninos a través de estudios moleculares y bioquímicos*. (P. M. Vásquez, Ed.) Quito: Serie Investigación y Sistematización No.7. Programa

Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION, Laboratorio de Biotecnología Vegetal Escuela de Ciencias Biológicas Pontificia Universidad Católica del Ecuador PUCE.

- Nicolas , D., Roque, J., Brokamp, G., Cano, A., La Torre, M. I., & Weigend, M. (2009). *Desarrollo de monografías botánicas (factsheets) para cinco cultivos peruanos. Hojas botánicas: tara, Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze* (Primera ed.). Lima, Perú: Proyecto Perúbiodiverso - PBD.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Anthony, S. (2009). *Agroforestry Database: a tree reference and selection guide*, versión 4.0. (kenya) Recuperado el 22 de Enero de 2015, de World Agroforestry Centre:
http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Acacia_melanoxyylon.PDF
- Ospina Ante, A. (2006). *Agroforesteria. aporte conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal* (primera ed.). (A. d. ACASOC, Ed.) Santiago de Cali, Colombia.
- Peralta I., E., Murillo I., Á., Mazón O., N., Monar B., C., Pinzón Z., J., & Rivera M., M. (2010). *Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Pulicación Miscelanea N° 135* (Segunda impresión actualizada ed.). Quito, Ecuador: Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina.
- Pinilla Suárez, J. C., Molina Brand, M., Briones, R., & Hernández Cariaga, G. (2006). Opciones de productos a partir de la madera de acacia y su promoción : antecedentes de una experiencia con acacias en Chile. *Revista de la UHU, Boletín informativo CIDEU*(N. 2), 73-92.
- Piñuedos, J., & Ocaña, L. (2000). *Cultivos de plantas forestales en contenedores*. España: MUNDI-PRENSA.
- PROFAFOR. (2007). Recuperado el 10 de enero de 2014, de <http://www.profafor.com/portal/es/Hidrokeeper>
- Programa para la agricultura sostenible en laderas de America Central, PASOLAC. (2005). *Guía Técnica de conservación de suelos y agua* (Tercera ed.). San Salvador, El Salvador: New Graphic, S.A. de C.V.
- Quiroz, I., Pincheira, M. P., Hernández, J. A., González, M., García, E., & Soto, H. (febrero de 2014). Efecto del volumen radicular sobre el crecimiento de *Acacia dealbata* Link. en vivero y en terreno en el secano de la Región del Biobío, Chile. *Árvore*, v.38(1), 155-164.

- Ramírez Romero, E. (2010). *Agroforestería*. Cuenca, Ecuador: Proyecto Río Blanco.
- Raudes, M., & Sagastume, N. (2009). *Manual de conservación de suelos*. El Zamorano, Honduras: Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central . Carrera de Ciencia y producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana.
- Riquelme, J., & Carrasco, J. (2003). *Métodos y Prácticas de Conservación de Suelos y Aguas*. Rancagua, Chile: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Rivas Carrión, K. (2012). *Guía Ilustrada de especies agroddiversas en el Ecuador*. Cuenca: Centro Gráfico Salesianos.
- Samaniego Russo, J. A., & Sanchez Sanchez, E. (1999). Cremiento y producción de cutro cultivares de aguacate (*Persea americana* Mill.) en el sur de Sonora, Mexico. *Chapingo Serie Horticultura*(5), 61-66.
- Sanchez Perez, J. D. (1999). Recursos genéticos de aguacate (*Persea Americana* Mili.) y especies afines en México. *Chapingo Serie Horticultura.*, 7-18.
- Secretaría Nacional de Plnificación y Desarrollo. (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017* (primera edición ed.). Quito, Ecuador: Senplades.
- Siebert, H., & Bauerle, P. (1995). Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*) en plantaciones mixtas. *Revista de Ciencias Forestales*, v.10(1), 25-36.
- Suquilanda V., M. (2008). *El deterioro de los suelos en el Ecuador y la producción agrícola*. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo., Quito, Ecuador.
- Vera Zamora, M. I. (2010). *Estudio de prefactibilidad para la oxportación de aguacate al mercado Holandés*. (Tesis de grado).Universidad Tecnológica Equinoccial. Quto, Ecuador:

CAPITULO VII

ANEXOS

9.1 ANEXO A

Cuadro de costos

Tabla 82. Costos de investigación

Materiales e insumos	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo parcial \$
Pinturas	lata	9	2,50	22,50
Pintura en spray	lata	2	4,50	9,00
Thinner	L.	2	1,40	2,80
Brochas	u	3	3,00	9,00
Flexómetro	u	1	5,00	5,00
Calibrador	u	1	5,00	5,00
Estacas de madera de 20 cm	u	135	0,30	40,50
Estacas de madera de 1m	u	48	0,75	36,00
Letreros para los tratamientos	u	27	4,00	108,00
Pingos de madera	u	4	2,50	10,00
Letrero de simbología	u	1	40,00	40,00
Letrero de identificación del ensayo	u	1	60,00	60,00
Análisis de suelo	u	1	160,00	160,00
Sub-total				507,80

Tabla 83. Costos de preparación del terreno

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo parcial \$
Herbicida	frasco	1	5,31	5,31
Cal agrícola	@	1	5,00	5,00
Deshierbe inicial	jornales	1	16,59	16,59
Rastrado superficial (tractor agrícola)	jornales	1	20,00	20,00
Señalización de curva a nivel	jornales	1	16,59	16,59
Sub total costos de preparación de terreno				63,49
Sub total costos de preparación de terreno por técnica de conservación				21,16
Sub total costos de preparación de terreno por tratamiento				7,05

Tabla 84. Costos de manejo y establecimiento de los cultivos agrícolas

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo parcial \$
Semilla de frejol rojo	@	1,5	20,00	30,00
Semilla de cebolla criolla	Frasco	1	43,75	43,75
Siembra del cultivo agrícola de frejol	jornales	1	16,59	16,59
Cosecha del cultivo agrícola de frejol	jornales	1	16,59	16,59
Siembra del cultivo agrícola de cebolla	jornales	3	16,59	49,77
Cosecha del cultivo agrícola de cebolla	jornales	4	16,59	66,35
Rastrado superficial (tractor agrícola)	jornales	2	16,59	33,18
Arado de fuerza animal	jornales	2	16,59	33,18
Aporques y deshierbes	jornales	8	16,59	132,71
Riego	jornales	30	16,59	497,66
Sub total costos de producción del cultivo agrícola				919,77
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por técnica de conservación				306,59
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por tratamiento				102,20

Tabla 85 Cotos del establecimiento y manejo la técnica curvas a nivel con camellón

Insumos/ actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo parcial \$
<i>Acacia melanoxylon</i>	Plántulas	17	0,50	8,50
<i>Caesalpinia espinosa</i>	plántulas	15	0,30	4,50
<i>Persea americana</i>	plántulas	22	3,00	66,00
Transporte de la plantas	vehículo	1	26,67	26,67
Hidrogel	kg	0,3	18,00	6,00
Elaboración de los camellones	jornales	1	16,59	16,59
Hoyado	jornales	1	16,59	16,59
Plantación y aplicación de hidrogel	jornales	1	16,59	16,59
Deshierbes	jornales	2	16,59	33,18
Subtotal actividades				115,61
Subtotal actividades por tratamiento				38,54
Subtotal costos de establecimiento técnica curvas a nivel con camellón				194,61

Tabla 86. Costo total del establecimiento y manejo de la parcela2 (curvas a nivel con camellón + cultivo agrícola)

Actividad	Costo \$
Subtotal costos de establecimiento técnica curvas a nivel con camellón	194,61
Subtotal costo de preparación del terreno	21,16
Subtotal costo de producción del cultivo agrícola	306,59
Total costos de producción técnica curvas a nivel con camellón	522,36

Tabla 87 Cotos del establecimiento y manejo la técnica curvas a nivel con franjas vivas

Insumos/ actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo parcial \$
<i>Acacia melanoxylon</i>	plántulas	16	0,50	8,00
<i>Caesalpinia espinosa</i>	plántulas	15	0,30	4,50
<i>Persea americana</i>	plántulas	26	3,00	78,00
Transporte de la plantas	vehículo	1	26,67	26,67
Hidrogel	kg	0,3	18,00	6,00
Elaboración de las franjas vivas	jornales	1	16,59	16,59
Hoyado	jornales	1	16,59	16,59
Plantación y aplicación de hidrogel	jornales	1	16,59	16,59
Deshierbes	jornales	2	16,59	33,18
Subtotal actividades				115,61
Subtotal actividades por tratamiento				38,54
Subtotal costos de establecimiento técnicas curvas a nivel con franjas vivas				206,11

Tabla 88. Costo total del establecimiento y manejo de la parcela3 (curvas a nivel con franjas vivas + cultivo agrícola)

Actividad	Costo \$
Subtotal de establecimiento de la técnicas curvas a nivel con franjas vivas	206,11
Subtotal costo de preparación del terreno	21,16
Subtotal costo de producción del cultivo agrícola	306,59
Total costo de producción curvas a nivel con franjas vivas	533,86

Tabla 89 Cotos del establecimiento y manejo del testigo

Insumos/ actividades	Unidad	Cantidad	Costo unitario \$	Costo parcial \$
<i>Acacia melanoxylon</i>	plántulas	17	0,50	8,50
<i>Caesalpinia espinosa</i>	plántulas	15	0,30	4,50
<i>Persea americana</i>	plántulas	26	3,00	78,00
Transporte de la plantas	vehículo	1	26,67	26,67
Hidrogel	kg	0,3	18,00	6,00
Hoyado	jornales	1	16,59	16,59
Plantación y aplicación de hidrogel	jornales	1	16,59	16,59
Deshierbes	jornales	2	16,59	33,18
Subtotal actividades				99,02
Subtotal actividades por tratamiento				33,01
Subtotal costos de establecimiento del testigo				190,02

Tabla 90. Costo total del establecimiento y manejo de la parcela1 (testigo + cultivo agrícola)

Actividad	Costo \$
Subtotal costos de establecimiento del testigo	190,02
Subtotal costo de preparación del terreno	21,16
Subtotal costo de producción del cultivo agrícola	306,59
Total testigo	517,77

Tabla 91. Costos tratamiento C+A (Curvas a nivel con camellón + *Acacia melanoxylon*)

Actividad	Costos \$
Sub total costos de preparación de terreno por tratamiento	7,05
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por tratamiento	102,20
Costo de la especie establecida	8,50
Subtotal actividades por tratamiento	38,54
Total	156,29

Tabla 92. Costos tratamiento C+C (Curvas a nivel con camellón + *Caesalpinia spinosa*)

Actividad	Costos \$
Sub total costos de preparación de terreno por tratamiento	7,05
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por tratamiento	102,20
Costo de la especie establecida	4,50
Subtotal actividades por tratamiento	38,54
Total	152,29

Tabla 93. Costos tratamiento C+P (Curvas a nivel con camellón + *Persea americana*)

Actividad	Costos \$
Sub total costos de preparación de terreno por tratamiento	7,05
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por tratamiento	102,20
Costo de la especie establecida	66,00
Subtotal actividades por tratamiento	38,54
Total	213,79

Tabla 94. Costos tratamiento F+A (Curvas a nivel con franjas vivas + *Acacia melanoxylon*)

Actividad	Costos \$
Sub total costos de preparación de terreno por tratamiento	7,05
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por tratamiento	102,20
Costo de la especie establecida	8,00
Subtotal actividades por tratamiento	38,54
Total	155,79

Tabla 95. Costos tratamiento F+C (Curvas a nivel con franjas vivas + *Caesalpinia spinosa*)

Actividad	Costos \$
Sub total costos de preparación de terreno por tratamiento	7,05
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por tratamiento	102,20
Costo de la especie establecida	4,50
Subtotal actividades por tratamiento	38,54
Total	152,29

Tabla 96. Costos tratamiento F+P (Curvas a nivel con franjas vivas+ *Persea americana*)

Actividad	Costos \$
Sub total costos de preparación de terreno por tratamiento	7,05
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por tratamiento	102,20
Costo de la especie establecida	78,00
Subtotal actividades por tratamiento	38,54
Total	225,79

Tabla 97. Costos tratamiento T+A (Testigo + *Acacia melanoxylon*)

Actividad	Costos \$
Sub total costos de preparación de terreno por tratamiento	7,05
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por tratamiento	102,20
Costo de la especie establecida	8,50
Subtotal actividades por tratamiento	33,01
Total	150,76

Tabla 98. Costos tratamiento T+C (*Testigo* + *Caesalpinia spinosa*)

Actividad	Costos \$
Sub total costos de preparación de terreno por tratamiento	7,05
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por tratamiento	102,20
Costo de la especie establecida	4,50
Subtotal actividades por tratamiento	33,01
Total	146,76

Tabla 99. Costos tratamiento T+P (Testigo + *Persea americana*)

Actividad	Costos \$
Sub total costos de preparación de terreno por tratamiento	7,05
Sub total costos de producción del cultivo agrícola por tratamiento	102,20
Costo de la especie establecida	78,00
Subtotal actividades por tratamiento	33,01
Total	220,26

9.2 ANEXO B

Análisis de varianza y prueba de medias

Tabla 100. Análisis de varianza de la forma por tratamiento a los dos meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	0,28	2	0,14	3,1	**	5,14 10,92
Error tipo "a"	0,37	6	0,062			
Especies	0,86	2	0,43	4,28	*	3,88 6,93
Técnicas de conservación × Especies	0,12	4	0,03	0,29	**	3,26 5,41
Error tipo "b"	1,21	12	0,1			
Total	2,83	26				
			CV= 11,71			

Elaborado por: la autora

Tabla 101. Prueba de medias de la forma del tallo para tratamientos a los dos meses

Trat	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	3,00	A	A	A
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	3,00	A	A	A
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	2,87	A	A	A
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,80	A	A	A
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,73	A	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,67	A	A	A
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,47	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,47	A	A	A
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,40	A	A	A

Elaborado por: la autora

Tabla 102. Análisis de varianza de la forma por tratamiento a los cuatro meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	0,28	2	0,14	3,1	ns	5,14 10,92
Error tipo "a"	0,37	6	0,062			
Especies	0,86	2	0,43	4,28	*	3,88 6,93
Técnicas de conservación × Especies	0,12	4	0,03	0,29	ns	3,26 5,41
Error tipo "b"	1,21	12	0,1			
Total	2,83	26				
			CV = 11,71			

Elaborado por: La autora

Tabla 103. Prueba de medias de la forma del tallo para tratamientos a los cuatro meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+P	Curvas a nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	3,00	A	A	A
F+P	Curvas a nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	3,00	A	A	A
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	2,87	A	A	A
F+C	Curvas a nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,80	A	A	A
C+C	Curvas a nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,73	A	A	A
F+A	Curvas a nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,67	A	A	A
C+A	Curvas a nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,47	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,47	A	A	A
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,40	A	A	A

Elaborado por: La autora

Tabla 104. Análisis de varianza de la forma por tratamiento a los seis meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0.05}$	F $\alpha_{0.01}$
Técnicas de conservación	0,64	2	0,32	18,87 **	5,14	10,92
Error tipo "a"	0,12	6	0,020			
Especies	0,77	2	0,38	3,95 *	3,88	6,93
Técnicas de conservación × Especies	0,2	4	0,05	0,52 ns	3,26	5,41
Error tipo "b"	1,16	12	0,1			
Total	2,89	26				

CV= 11,65

Elaborado por: La autora

Tabla 105. Prueba de medias de la forma del tallo para tratamientos a los seis meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	3,00	A	A	A
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	3,00	A	A	A
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,93	A	B	A
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	2,73	A	B	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,67	A	B	A
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,53	A	B	A
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,47	A	B	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,40	A	B	A
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,33	B	A	A

Elaborado por: la autora

Tabla 106. Análisis de varianza de la forma por tratamiento a los ocho meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	0,67	2	0,34	4,23	ns	5,14 10,92
Error tipo "a"	0,57	6	0,095			
Especies	1,36	2	0,68	11,71	**	3,88 6,93
Técnicas de conservación × Especies	0,42	4	0,10	1,79	ns	3,26 5,41
Error tipo "b"	0,70	12	0,06			
Total	3,72	26				
CV = 9,14						

Elaborado por: La autora

Tabla 107. Prueba de medias de la forma para tratamientos a los ocho meses

Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	3,00	A	A	A
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	3,00	A	A	A
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,92	A	A	A
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	2,87	A B	A	A
F+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,63	A B C	A B	A B
T+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,40	B C D	A B	A B
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,40	C D	A B	A B
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,40	C D	A B	A B
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,13	D	B	B

Elaborado por: la autora

Tabla 108. Análisis de varianza de la forma por tratamiento a los diez meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Técnicas de conservación	0,15	2	0,08	0,48	ns	5,14 10,92
Error tipo "a"	0,83	6	0,138			
Especies	1,22	2	0,61	4,86	*	3,88 6,93
Técnicas de conservación × Especies	0,22	4	0,06	0,44	ns	3,26 5,41
Error tipo "b"	1,51	12	0,13			
Total	3,93	26				
CV= 13,43						

Elaborado por: la autora

Tabla 109. Prueba de medias de la forma para tratamientos a los diez meses

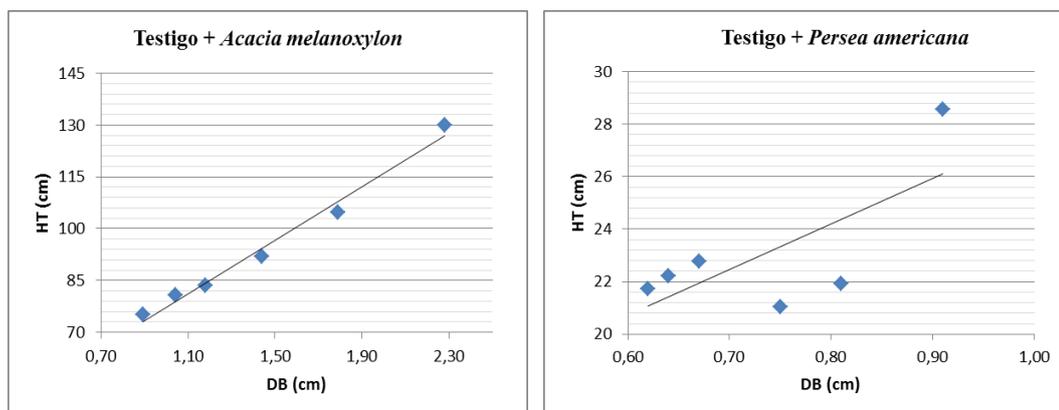
Trat.	Técnicas de conservación	Especies	Media	Duncan	SNK	Tukey
C+P	Curvas de nivel con camellón	<i>Persea americana</i>	3,00	A	A	A
F+P	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Persea americana</i>	2,93	A	A	A
T+P	Testigo	<i>Persea americana</i>	2,87	A	A	A
F+C	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,75	A	A	A
T+C	Testigo	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,60	A	A	A
F+A	Curvas de nivel con franjas vivas	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,56	A	A	A
C+A	Curvas de nivel con camellón	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,40	A	A	A
T+A	Testigo	<i>Acacia melanoxylon</i>	2,33	A	A	A
C+C	Curvas de nivel con camellón	<i>Caesalpinia spinosa</i>	2,33	A	A	A

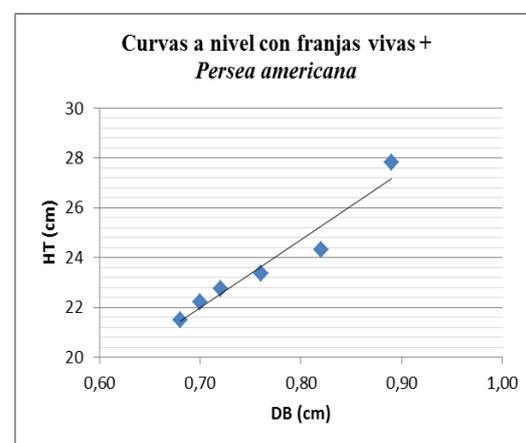
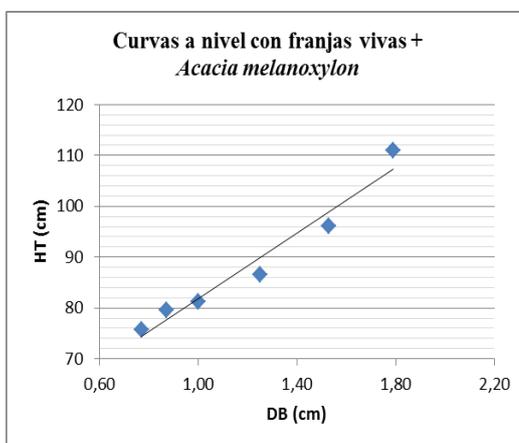
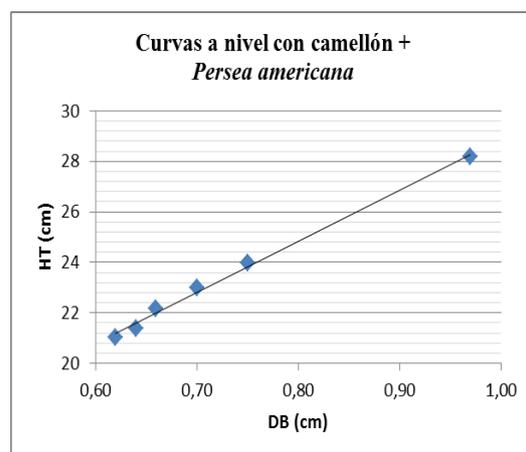
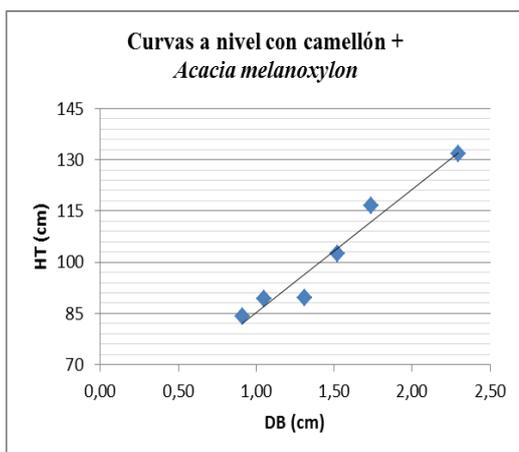
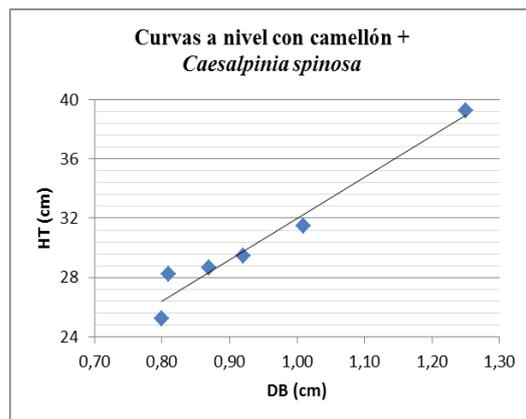
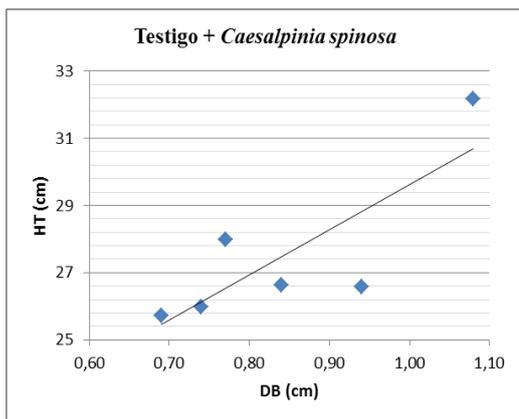
Elaborado por: la autora

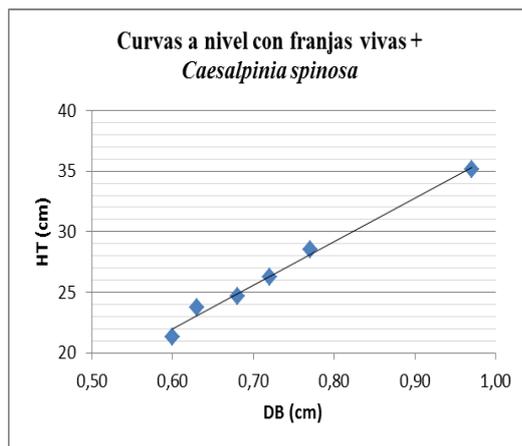
9.3 ANEXO C

Gráficas

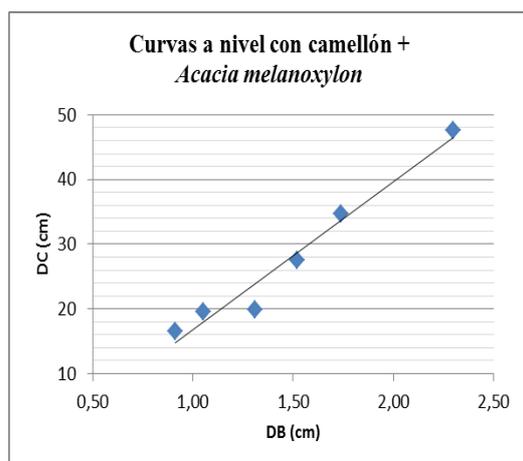
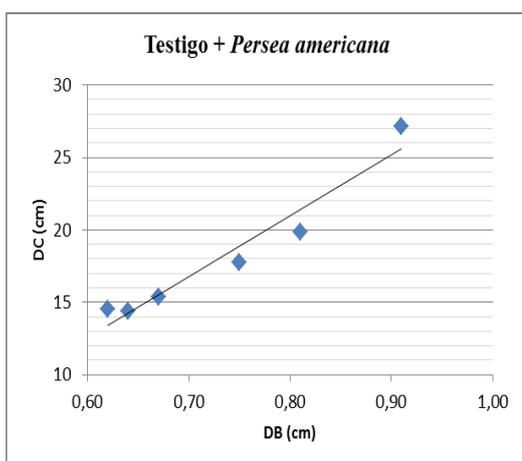
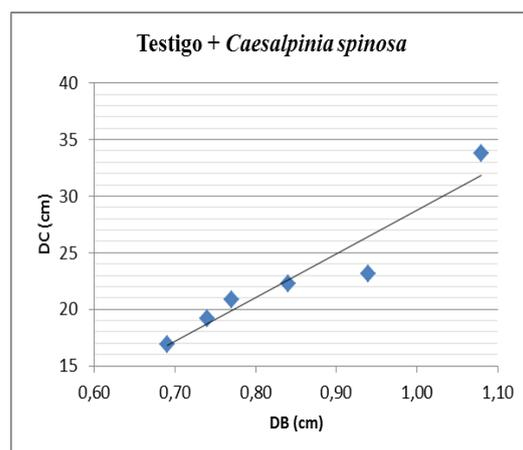
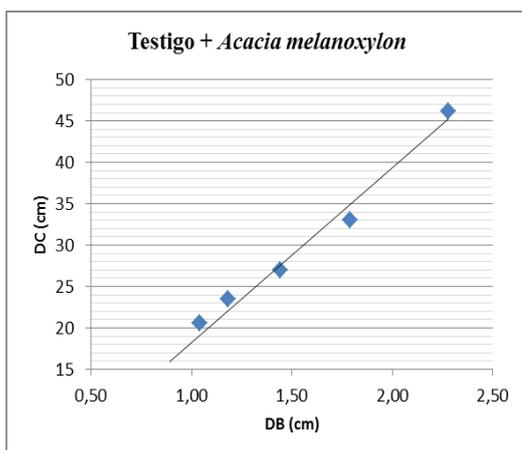
9.3.1 Representación gráfica de las ecuaciones de regresión entre las variables altura total y diámetro basal para cada tratamiento

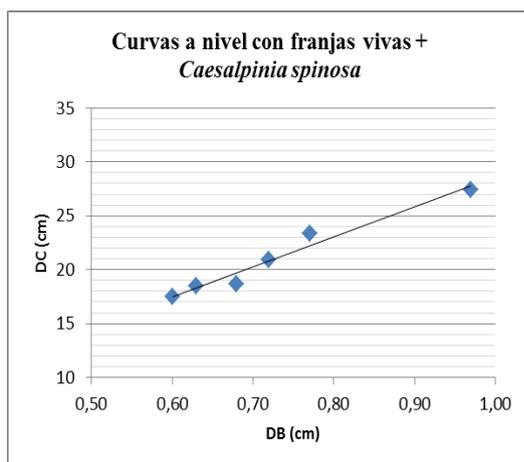
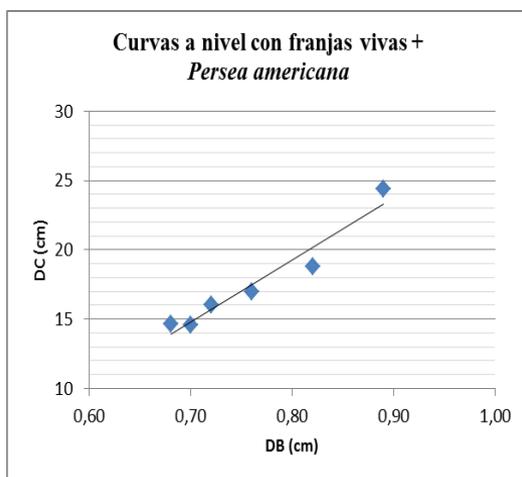
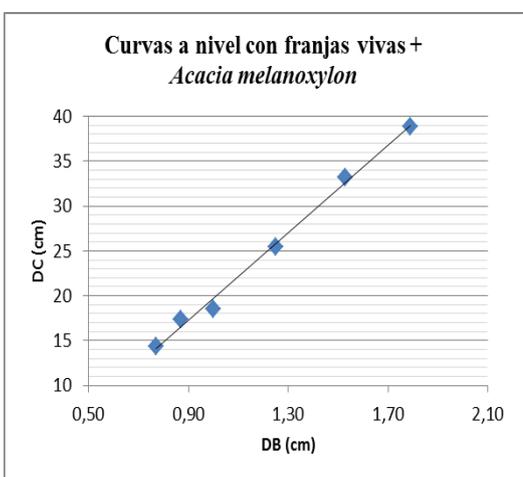
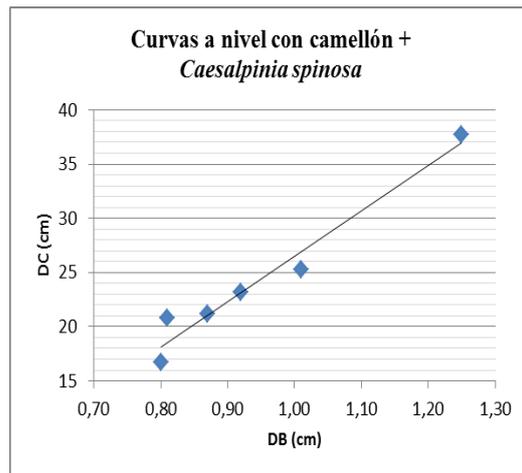
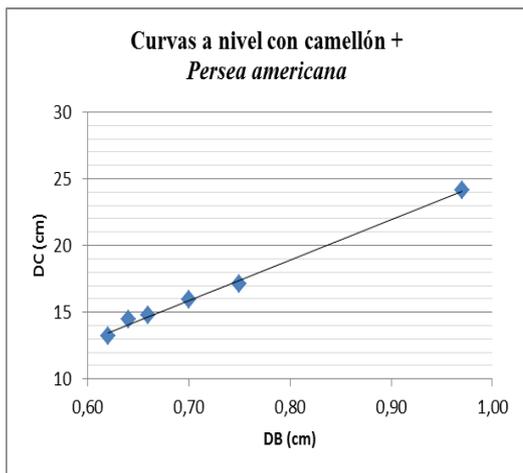




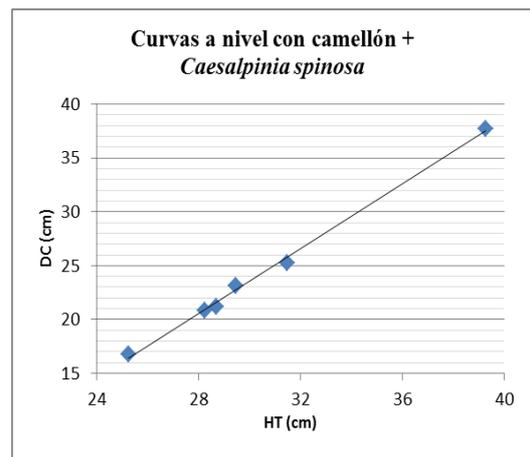
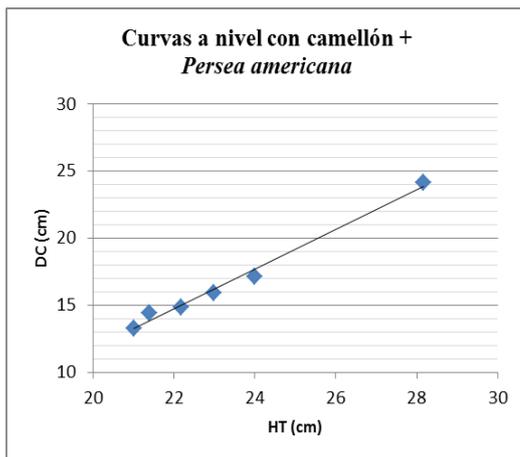
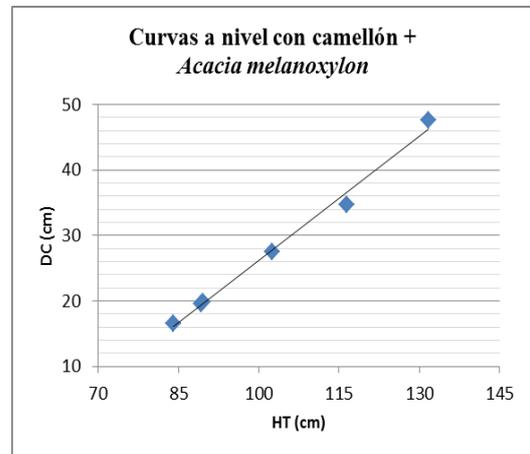
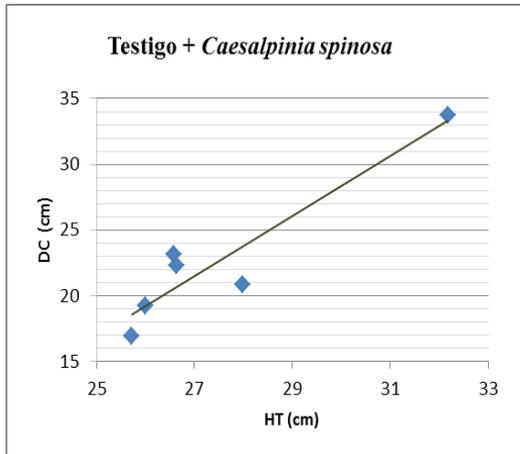
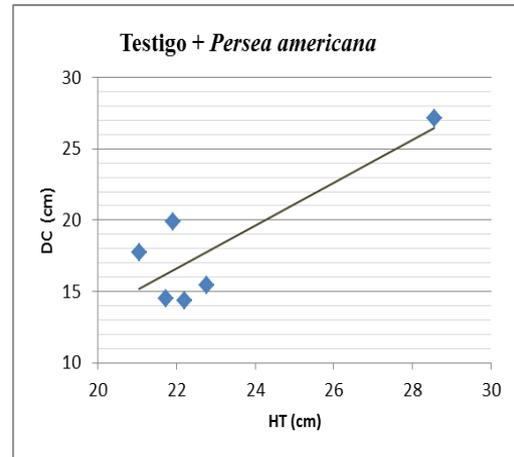
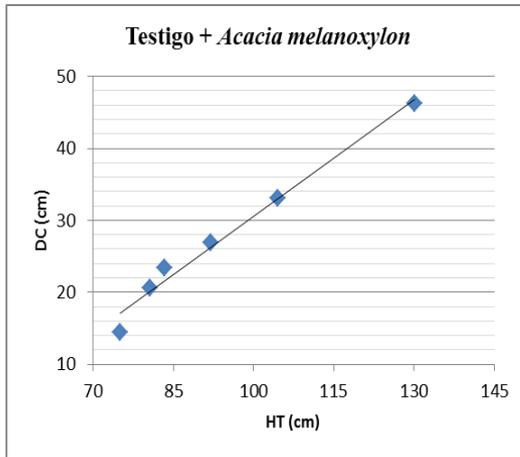


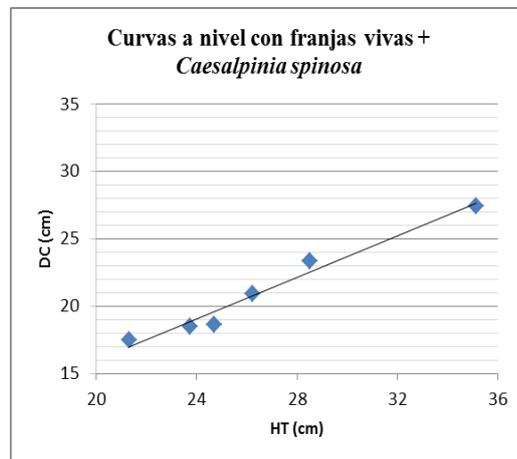
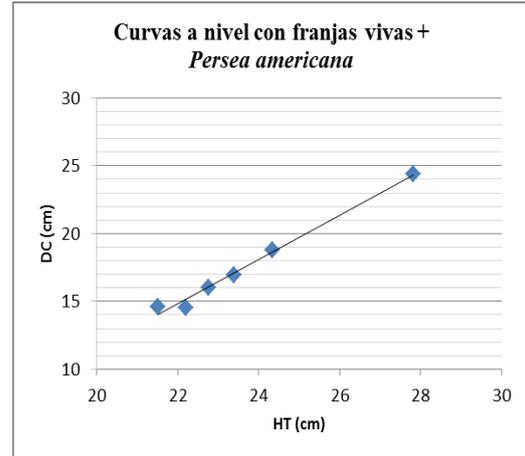
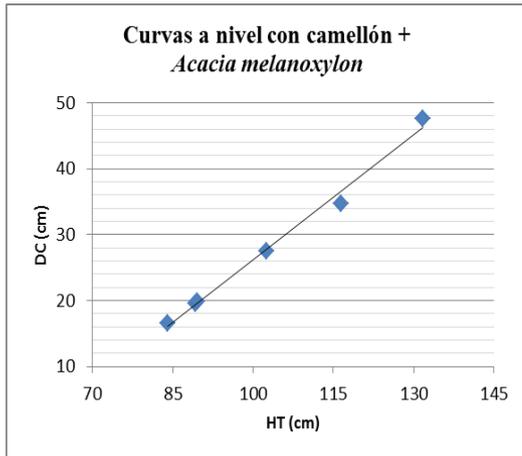
9.3.2 Representación gráfica de las ecuaciones de regresión entre las variables diámetro basal y diámetro de copa para cada tratamiento





9.3.3 Representación gráfica de las ecuaciones de regresión entre las variables altura total y diámetro de copa para cada tratamiento





9.4 ANEXO D

Análisis de suelo



INIA P
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGRICOLAS

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito-Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : CARLOS RAMIRO ARCOS
 Direccion : MIRA
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : SANTIAGUILLO
 Provincia : CARCHI
 Cantón : MIRA
 Parroquia : JUAN MONTALVO
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 Fecha de Muestreo : 06/02/2014
 Fecha de Ingreso : 11/02/2014
 Fecha de Salida : 21/02/2014

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm										
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
96908	0-20 cm	9,02 AI	25,00 B	7,20 B	12,00 M	0,92 A	15,80 A	5,40 A	0,6 B	3,7 M	14,0 B	2,6 B	1,80 M
96909	20-40 cm	9,04 AI	7,80 B	3,90 B	9,70 B	1,07 A	17,00 A	7,90 A	0,4 B	2,4 M	10,0 B	1,8 B	1,50 M
96910	40-60 cm	9,31 AI	2,80 B	2,60 B	6,00 B	1,90 A	17,00 A	7,10 A	0,5 B	2,0 M	16,0 B	1,4 B	1,00 M
96911	60-80 cm	9,59 AI	1,00 B	4,20 B	6,60 B	1,30 A	15,90 A	5,50 A	0,4 B	1,6 M	14,0 B	1,0 B	0,90 B
96912	80-100 cm	9,63 AI	2,10 B	3,20 B	6,30 B	1,30 A	18,00 A	5,00 A	0,4 B	1,6 M	16,0 B	0,9 B	0,80 B
96913	MUESTRA AREA DE ES	6,53 PN	6,30 B	7,50 B	6,00 B	0,14 B	8,20 A	2,40 A	0,9 B	3,2 M	93,0 A	1,8 B	0,70 B

INTERPRETACION

pH		Elementos	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo	
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio	
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto	
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)	

METODOLOGIA USADA

pH = Suelo: agua (1:2,5)
 S, B = Fosforo de Calcio
 P K Ca Mg = Olsen Modificado
 Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
 B = Curcunina

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]
LABORATORISTA

Ilustración 35. Reporte de análisis de suelos de macro y micro nutrientes (INIAP).



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Paramericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito-Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : CARLOS RAMIRO ARCOS
 Dirección : MIRA
 Ciudad :
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : SANTIAGUILLO
 Provincia : CARCHI
 Cantón : MIRA
 Parroquia : JUAN MONTALVO
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual :
 Fecha de Muestreo : 06/02/2014
 Fecha de Ingreso : 11/02/2014
 Fecha de Salida : 21/02/2014

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			ds/m	C.E.	M.O.	meq/100ml			Σ Bases	NTot	%	ppm	Textura (%)		Clase Textural	
	AH+H	AI	Na				Ca Mg	K	Ca+Mg					K	Arena		Limo/Arcilla
96908						2,00 B	2,93	5,87	23,04		22,12						
96909						2,10 B	2,15	7,38	23,27		25,97						
96910						0,40 B	2,39	3,74	12,68		26,00						
96911						0,20 B	2,89	4,23	16,46		22,70						
96912						0,20 B	3,60	3,85	17,69		24,30						
96913						2,30 B	3,42	17,14	75,71		10,74			41	34	25	Franco

INTERPRETACION

A-H, AI y Na			C.E.			M.O. y Cl		
B	=	Bajo	NS	=	No Salino	S	=	Salino
M	=	Medio	LS	=	Lig. Salino	MS	=	Muy Salino
T	=	Toxico				B	=	Bajo
						M	=	Medio
						A	=	Alto

ABREVIATURAS

C.E.	=	Conductividad Eléctrica
M.O.	=	Materia Orgánica
RAS	=	Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E.	=	Pesa Saturada
M.O.	=	Dicromato de Potasio
AH+H	=	Titración NaOH

RESPONSABLE LABORATORIO

LABORATORISTA

Ilustración 36. Reporte de análisis de suelos clase textural del suelo (INIAP).

9.5 ANEXOS E

FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Letrero de identificación del ensayo



Foto 2. Análisis de suelo



Foto 3. Especies forestales en la técnica de conservación curvas a nivel con camellón



Foto 4. Especies forestales en la técnica de conservación curvas a nivel con franjas vivas



Foto 5. Especies forestales ubicadas en el testigo



Foto 6. Estaca referencial para mediciones ubicada a 5 cm de cada planta



Foto 7. Formación de surcos, con arado de fuerza animal (para cada cultivo agrícola)



Foto 8. Surcos para el establecimiento agrícola en cada tratamiento y su respectiva repetición



Foto 9. Siembra del cultivo agrícola frejol rojo



Foto 10. Plantas de frejol al primer mes de la siembra



Foto 11. Plantas de frejol al segundo mes de la siembra



Foto 12. Cosecha del cultivo agrícola de frejol rojo



Foto 13. Cultivo de cebolla después del repique



Foto 14. Cultivo de cebolla a los cuatro meses de desarrollo



Foto 15. Cosecha de cebolla por tratamientos y repeticiones



Foto 16. Eliminación de rabos (hojas) y raíces de los bulbos de la cebolla



Foto 17. Pesaje de los bulbos cosechados según los tratamientos y repeticiones



Foto 18. Preparación de los bultos para la venta de la cebolla



Foto 19. Labores culturales (deshierbe y aporques)



Foto 20. Labores culturales (riego)



Foto 21. Toma de datos (diámetro basal)



Foto 22. Toma de datos (altura total)



Foto 23. Toma de datos (diámetro de copa)



Foto 24. Acumulación de sedimentos en el surco (zanja de infiltración)



Foto 25. Visita de campo del equipo asesor