



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

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

**“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ACACIA (*Acacia
melanoxylon R.Br.*) EN ASOCIO CON TRES VARIEDADES DE
PASTOS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL
CARCHI”**

AUTOR

Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

DIRECTOR

Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.

IBARRA - ECUADOR

2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**"EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ACACIA (*Acacia melanoxylon*
R.Br.) EN ASOCIO CON TRES VARIEDADES DE PASTOS, EN LA
PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI"**

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

INGENIERO FORESTAL

APROBADO

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

Ing. Gladys Neri Yaguana Jiménez, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación

Ing. Fabián Chicaiza Guanaluiza, Mgs.
Tribunal de trabajo de titulación

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

Ibarra - Ecuador

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

I. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

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

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	040154116-4
Apellidos y nombres:	Cuasquer Cuasapud Cristian Heriberto
Dirección:	Av. El Retorno y Río Machinaza (pasaje "B")
Email:	crisberi_89@live.com
Teléfono fijo:	2204009
Teléfono	0979899454

DATOS DE LA OBRA	
Título:	"EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ACACIA (<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.) EN ASOCIO CON TRES VARIETADES DE PASTOS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI"
Autor:	Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud
Fecha:	10 de enero de 2017
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ingeniero Forestal
Director:	Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud, con cédula de ciudadanía Nro. 040154116-4; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3. CONSTANCIA

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

Ibarra, 10 de enero de 2017

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:



Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud
C.C.: 040154116-4



Ing. Betty Mireya Chávez Martínez
JEFA DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud, con cédula de ciudadanía Nro. 040154116-4; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de titulación denominado **“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ACACIA (*Acacia melanoxylon R.Br.*) EN ASOCIO CON TRES VARIEDADES DE PASTOS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud
C.C: 040154116-4

Ibarra, a los 10 días del mes de enero de 2017

REGISTRO BIBIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 10 de enero de 2017

Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud: **"EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ACACIA (*Acacia melanoxylon* R.Br.) EN ASOCIO CON TRES VARIEDADES DE PASTOS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI"** /Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 10 de enero de 2017. 124 páginas.

DIRECTOR: Ing. Carlos Arcos Unigarro, Mgs.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el crecimiento de acacia en asocio con tres variedades de pastos para fomentar el desarrollo Agroforestal. Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar el crecimiento en altura total, diámetro basal, forma, diámetro de copa y el estado fitosanitario. Evaluación de la producción de forraje de: raigrás, avena, y trébol blanco. Determinación de la cantidad de nitrógeno incorporada al suelo por acacia y Evaluación de la interacción entre árbol y pastos.

Fecha: 10 de enero de 2017


.....
Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs

Director de trabajo de titulación


.....
Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

Autor

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a Dios y a mis padres por guiarme por el camino del bien, pues ellos fueron el pilar fundamental en la construcción de mi vida profesional, sembrando valores y consejos de superación.

A mi familia en especial a mis hermanas y hermanos que son personas que han ofrecido el amor y el apoyo incondicional para seguir adelante y no decaer en mis estudios.

Cristian Cuasquer

AGRADECIMIENTO

De manera especial agradecer a Dios, por darme unos padres espectaculares como son Flor y Heriberto, ellos me inculcaron valores de respeto y responsabilidad y supieron llevarme por el camino del éxito.

A mis hermanas y hermanos por apoyarme incondicionalmente moralmente y económicamente. A mi novia Ana por estar siempre a mi lado en las tristezas y alegrías. A los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal por compartir sus conocimientos, en especial al Ing. Carlos Ramiro Arcos Unigarro, Mgs. Director tesis por brindarme su tiempo y guiarme en mi trabajo de titulación.

Cristian Cuasquer

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTOR: Cuasquer Cuasapud Cristian Heriberto

DIRECTOR: Arcos Unigarro Carlos Ramiro

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	iii
CESIÓN DE DERECHOS DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN....	v
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICES DE CONTENIDO.....	ix
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xxii
RESUMEN.....	xxiii
ABSTRACT.....	xxv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 General	2
1.1.2 Específico.....	2
1.2 HIPÓTESIS.....	2
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4

2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	4
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
2.2.1 Agroforestería	4
2.2.1.1 Ventajas.....	5
2.2.1.2 Desventajas	6
2.2.2 Sistemas Agroforestales (SAF).....	6
2.2.2.1 Sistema agrosilvícola	7
2.2.2.1.1 Agricultura migratoria con manejo de barbecho (Barbecho mejorado).....	8
2.2.2.1.2 Sistema taungya	8
2.2.2.1.3 Cercas vivas	9
2.2.2.1.4 Cortinas rompevientos	9
2.2.2.1.5 Línderos maderables	9
2.2.2.1.6 Árboles en cultivos perennes	10
2.2.2.1.7 Cultivos en callejones	11
2.2.2.2 Sistema agrosilvopastoril	11
2.2.2.2.1 Huertos caseros	11
2.2.2.2.2 Lotes multipropósito o bosquetes	12
2.2.2.3 Sistema silvopastoril	12
2.2.2.3.1 Árboles dispuestos en potreros	13
2.2.2.3.2 Pastoreo en plantaciones forestales y frutales.....	13
2.2.2.3.3 Bancos forrajeros o bancos de proteínas.....	13
2.2.2.3.4 Pastura en callejones	14
2.2.2.4 Sistema silvopastoril e interacciones	14
2.2.2.4.1 Biofísicas.....	14
2.2.2.4.2 Plantas leñosas perenne y animal.....	14
2.2.2.4.3 Plantas leñosas y pasturas	15
2.2.3 Descripción de las especies.....	16
2.2.3.1 Especie forestal Acacia (Acacia melanoxylon).....	16
2.2.3.2 Especies forrajeras	17

2.2.3.2.1 Raigrás	17
2.2.3.2.2 Avena	17
2.2.3.2.3 Trébol blanco	18
2.2.4 Investigaciones relacionadas con el tema	19
CAPÍTULO III.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 UBICACIÓN DEL SITIO.....	21
3.1.1 Ubicación política administrativa	21
3.1.2 Ubicación Geográfica	21
3.1.3 Límites	21
3.1.4 Datos climáticos	22
3.1.5 Clasificación ecológica	22
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	23
3.2.1 Materiales	23
3.2.2 Equipos.....	23
3.2.3 Insumos (semillas)	23
3.3 METODOLOGÍA	24
3.3.1 Establecimiento del ensayo	24
3.3.1.1 Actividades de campo	24
3.3.1.1.1 Preparación del terreno	24
3.3.1.1.2 Siembra de los pastos	24
3.3.2 Características generales del ensayo	24
3.3.2.1 Descripción de tratamientos	25
3.3.3 Variables evaluadas.....	26
3.3.3.1 Variables de la especie forestal	26
3.3.3.1.1 Medición de la altura total.....	26
3.3.3.1.2 Determinación del diámetro basal.....	26
3.3.3.1.3 Evaluación de la forma.....	26

3.3.3.1.4 Determinación del diámetro de copa.....	27
3.3.3.1.5 Evaluación del estado fitosanitario	27
3.3.3.2 Variables de pasturas	27
3.3.3.3 Fijación de nitrógeno.....	28
3.3.3.4 Interacción entre árbol y pastos	28
3.3.4 Diseño experimental.....	29
3.3.4.1 Análisis de información	29
3.3.4.2 Análisis de varianza	29
3.3.4.3 Prueba de rango múltiple	30
3.3.4.4 Análisis de correlación.....	30
3.3.4.5 Análisis de regresión.....	30
CAPÍTULO IV	31
RESULTADOS.....	31
4.1. VARIABLES FORESTALES DE ACACIA MELANOXYLON	31
4.1.1 Altura total	31
4.1.1.1 Altura total a los doce meses de la plantación	31
4.1.1.1.2 Altura total a los quince meses de la plantación	32
4.1.1.1.3 Altura total a los dieciocho meses de la plantación	33
4.1.1.1.4 Altura total a los veintiún meses de la plantación.....	34
4.1.1.1.5 Incremento de la altura total (12 a 21 meses de la plantación).....	36
4.1.1.2 Diámetro basal	37
4.1.1.2.1 Diámetro basal a los doce meses de la plantación	37
4.1.1.2.2 Diámetro basal a los quince meses de la plantación	38
4.1.1.2.3 Diámetro basal a los dieciocho meses de la plantación	39
4.1.1.2.4 Diámetro basal a los veintiún meses de la plantación.....	40
4.1.1.2.5 Incremento del diámetro basal (12 a 21 meses de la plantación).....	42
4.1.1.3 Forma del tallo	43
4.1.1.3.1 Forma del tallo a los doce meses de la plantación	43

4.1.1.3.2 Forma del tallo a los quince meses de la plantación	44
4.1.1.3.3 Forma del tallo a los dieciocho meses de la plantación	45
4.1.1.3.4 Forma del tallo a los veintiún meses de la plantación.....	46
4.1.1.4 Diámetro de copa	48
4.1.1.4.1 Diámetro de copa a los doce meses de la plantación	48
4.1.1.4.2 Diámetro de copa a los quince meses de la plantación	49
4.1.1.4.3 Diámetro de copa a los dieciocho meses de la plantación	50
4.1.1.4.4 Diámetro de copa a los veintiún meses de la plantación.....	51
4.1.1.2.5 Incremento del diámetro de copa (12 a 21 meses de la plantación).....	52
4.1.1.4 Estado fitosanitario.....	54
4.1.1.4.1 Estado fitosanitario a los doce meses de la plantación	54
4.1.1.4.2 Estado fitosanitario a los quince meses de la plantación	55
4.1.1.4.3 Estado fitosanitario a los dieciocho meses de la plantación	56
4.1.1.4.4 Estado fitosanitario a los veintiún meses de la plantación.....	57
4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE	58
4.2.1 Producción de forraje en el primer ciclo (12 meses de la plantación)	58
4.2.2 Producción de forraje en el segundo ciclo (15 meses de la plantación).....	60
4.2.3 Producción de forraje en el tercer ciclo (18 meses de la plantación).....	61
4.3 FIJACIÓN DE NITRÓGENO (N)	63
4.4 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN.....	64
4.4.1 Análisis de correlación.....	64
4.4.2 Análisis de regresión	65
4.2.3 Análisis bromatológicos de las especies forrajeras	66
CAPÍTULO V	68
DISCUSIÓN	68
5.1 VARIABLES FORESTALES	68
5.1.1 Incremento en altura total.....	68
5.1.2 Incremento de diámetro basal	68

5.1.3	Incremento en diámetro de copa	69
5.1.4	Fijación de nitrógeno en el suelo	69
5.1.5	Interacción entre árbol y pastos.....	70
5.2	VARIABLES DE LOS PASTOS	70
5.2.1	Producción de forraje de raigrás	70
5.2.2	Producción de forraje de avena	71
5.2.3	Producción de forraje de trébol blanco	72
CAPÍTULO VI		73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		73
6.1 CONCLUSIONES.....		73
6.2 RECOMENDACIONES.....		74
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		75
8 ANEXOS.....		81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales del ensayo	25
Tabla 2. Tratamientos en estudio	25
Tabla 3. Clasificación de la forma del fuste.....	26
Tabla 4. Niveles en porcentaje para la clasificación del estado fitosanitario.....	27
Tabla 5. Análisis de varianza del Diseño Irrestricto al Azar.....	29
Tabla 6. Altura total por tratamiento a los doce meses	31
Tabla 7. Análisis de varianza de la altura total a los doce meses.....	32
Tabla 8. Altura total a los quince meses por tratamiento	32
Tabla 9. Análisis de varianza de la altura total a los quince meses.....	33
Tabla 10. Altura total a los dieciocho meses por tratamiento	33
Tabla 11. Análisis de varianza de la altura total a los dieciocho meses.....	34
Tabla 12. Altura total a los veintiún meses por tratamiento	34
Tabla 13. Análisis de varianza de la altura total a los veintiún meses	35
Tabla 14. Incremento en AT por tratamiento (12 a 21 meses de la plantación)	36
Tabla 15. Análisis de varianza del incremento en altura total a los nueve meses.....	36
Tabla 16. Diámetro basal a los doce meses por tratamiento	37

Tabla 17. Análisis de varianza del diámetro basal a los doce meses.	38
Tabla 18. Diámetro basal a los quince meses por tratamiento.	38
Tabla 19. Análisis de varianza del diámetro basal a los quince meses	39
Tabla 20. Diámetro basal a los dieciocho meses por tratamiento.	39
Tabla 21. Análisis de varianza del diámetro basal a los dieciocho meses	40
Tabla 22. Diámetro basal a los veintiún meses por tratamiento.....	40
Tabla 23. Análisis de varianza del diámetro basal a los veintiún meses.....	41
Tabla 24. Incremento del diámetro basal por tratamiento en nueve meses.....	42
Tabla 25. Análisis de varianza del incremento en D. basal a los nueve meses.....	42
Tabla 26. Clasificación de la forma del tallo a los doce meses.....	43
Tabla 27. Análisis de varianza de la forma del tallo a los doce meses	44
Tabla 28. Clasificación de la forma del tallo a los quince meses.....	44
Tabla 29. Análisis de varianza de la forma del tallo a los quince meses	45
Tabla 30. Clasificación de la forma del tallo a los dieciocho meses.....	45
Tabla 31. Análisis de varianza de la forma del tallo a los dieciocho meses	46
Tabla 32. Clasificación de la forma del tallo a los veintiún meses	46
Tabla 33. Análisis de varianza de la forma del tallo a los dieciocho meses	47
Tabla 34. Diámetro de copa a los doce meses por tratamiento.....	48

Tabla 35. Análisis de varianza del diámetro de copa a los doce meses	48
Tabla 36. Diámetro de copa a los quince meses por tratamiento	49
Tabla 37. Análisis de varianza del diámetro de copa a los quince meses	49
Tabla 38. Diámetro de copa a los dieciocho meses por tratamiento	50
Tabla 39. Análisis de varianza del diámetro de copa a los dieciocho meses	50
Tabla 40. Diámetro de copa a los veintiún meses por tratamiento	51
Tabla 41. Análisis de varianza del diámetro de copa a los veintiún meses	51
Tabla 42. Incremento del diámetro de copa por tratamiento en nueve meses	52
Tabla 43. Análisis de varianza del incremento en D. de copa a los nueve meses.....	53
Tabla 44. Estado fitosanitario a los doce meses por tratamiento	54
Tabla 45. Análisis de varianza del estado fitosanitario a los doce meses	54
Tabla 46. Estado fitosanitario a los quince meses por tratamiento	55
Tabla 47. Análisis de varianza del estado fitosanitario a los quince meses	55
Tabla 48. Estado fitosanitario a los dieciocho meses por tratamiento	56
Tabla 49. Análisis de varianza del estado fitosanitario a los dieciocho meses	56
Tabla 50. Estado fitosanitario a los veintiún meses por tratamiento.....	57
Tabla 51. Análisis de varianza del estado fitosanitario a los veintiún meses	57
Tabla 52. Producción de forraje en el primer ciclo por tratamiento	59

Tabla 53. Análisis de varianza del primer ciclo de producción de forraje.....	59
Tabla 54. Prueba de Tukey del primer ciclo de producción.....	60
Tabla 55. Producción de forraje en el segundo ciclo por tratamiento.....	60
Tabla 56. Análisis de varianza del segundo ciclo de producción de forraje	61
Tabla 57. Prueba de Tukey del segundo ciclo de producción.....	61
Tabla 58. Producción de forraje en el tercer ciclo por tratamiento	62
Tabla 59. Análisis de varianza del segundo ciclo de producción de forraje	62
Tabla 60. Prueba de Tukey del tercer ciclo de producción	63
Tabla 61. Incremento de nitrógeno en el suelo por tratamiento.....	64
Tabla 62. Correlación por tratamiento	64
Tabla 63. Regresión lineal por tratamiento	65
Tabla 64. Resultado de los análisis bromatológicos	67

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Mapa de Ubicación del estudio	22
<i>Figura 2.</i> Altura total promedio por tratamiento durante nueve meses de estudio	35
<i>Figura 3.</i> Incremento en altura total en nueve meses de estudio	37
<i>Figura 4.</i> D. basal promedio por tratamiento durante nueve meses de estudio.....	41
<i>Figura 5.</i> Incremento en diámetro basal en los nueve meses	43
<i>Figura 6.</i> Forma del tallo por tratamiento durante nueve meses	47
<i>Figura 7.</i> Diámetro de copa promedio por tratamiento durante nueve meses.....	52
<i>Figura 8.</i> Incremento en diámetro basal en los nueve meses de estudio.....	53
<i>Figura 9.</i> Estado fitosanitario por tratamiento durante nueve meses de estudio.....	58
<i>Figura 10.</i> Producción de forraje por ciclo de corte.....	63
<i>Figura 11.</i> Análisis de regresión del Tratamiento (A+R)	65
<i>Figura 12.</i> Análisis de regresión del Tratamiento (A+A)	66
<i>Figura 13.</i> Análisis de regresión del Tratamiento (A+T).....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

FIGURAS

Anexo 1. Diseño de la investigación.....	81
Anexo 2. Resultado de análisis de suelo inicial del tratamiento A+R	82
Anexo 3. Resultado de análisis de suelo inicial del tratamiento A+A.....	83
Anexo 4. Resultado de análisis de suelo inicial del tratamiento A+T	84
Anexo 5. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+R área despejada .	85
Anexo 6. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+R bajo el árbol	86
Anexo 7. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+A área despejada .	87
Anexo 8. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+A bajo el árbol	88
Anexo 9. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+T área despejada .	89
Anexo 10. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+T bajo el árbol...	90
Anexo 11. Parámetros de interpretación de análisis de suelo	91
Anexo 12. Resultado del análisis de bromatológico del tratamiento A+R.....	92
Anexo 13. Resultado de análisis bromatológico del tratamiento A+A.....	93
Anexo 14. Resultado del análisis bromatológico del tratamiento A+T	94

FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Remoción del suelo.....	96
Foto 2. Siembra de pastos.....	96
Foto 3. Tapado de pastos.....	96
Foto 4. Localización de los rótulos.....	96
Foto 5. Rótulo de identificación de la investigación.....	96
Foto 6. Medición de la altura total.....	97
Foto 7. Medición del diámetro de copa.....	97
Foto 8. Medición del diámetro de copa.....	97
Foto 9. Medición del diámetro basal.....	97
Foto 10. Corte de forraje para muestras.....	97
Foto 11. Corte de pastos.....	97
Foto 12. Peso verde del forraje del tratamiento A+R.....	97
Foto 13. Peso seco del forraje del tratamiento A+T.....	97

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Banco forrajero:	Es una opción tecnológica silvopastoril que se caracteriza por la alta densidad de siembra de las leñosas perennes o de forrajeras arbóreas o herbáceas con el propósito de producir alimento en suficiente cantidad y de alta calidad nutritiva.
CV	Coefficiente de variación.
Interacción:	Acción que se desarrolla de modo recíproco entre dos o más organismos, objetos, agentes, sistemas, fuerzas o funciones.
AGROCALIDAD:	Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro.
CORPOICA:	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
DIA:	Diseño Irrestricto al Azar.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
INIAP:	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
MAE:	Ministerio del Ambiente del Ecuador.
SAF:	Sistemas Agroforestales.
SSP:	Sistemas Silvopastoriles
SAGARPA	Secretaria de Agricultura y Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

TITULO: “EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE ACACIA (*Acacia melanoxylon* R.Br) EN ASOCIO CON TRES VARIEDADES DE PASTOS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, PROVINCIA DEL CARCHI”

Autor: Cuasquer Cuasapud Cristian Heriberto

Director de Trabajo de Titulación: Ing. Arcos Unigarro Carlos Ramiro, Mgs,

Año: 2016

RESUMEN

La deforestación en la Región Andina del Ecuador, tuvo un promedio de 35 736 ha/año, durante el período 2000–2008 (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2012), siendo las causas atribuibles la expansión agrícola y ganadera. Con base en esta problemática se planteó la presente investigación cuyo objetivo general fue: Evaluar el crecimiento de acacia (*Acacia melanoxylon* R.Br.) en asocio con tres variedades de pastos. Se realizó en la provincia del Cachi, catón Tulcán, parroquia El Carmelo, sector Cartagena (2995 msnm), en la zona de vida bosque siempre verde montano alto del norte y centro de la cordillera de los Andes. El ensayo se efectuó en una superficie de 3000 m², con una pendiente del 4%; las características edafoclimáticas presentes fueron: Precipitación 2000 mm, textura del suelo arenoso-arcilloso, con un pH 5,51. Se estudiaron tres tratamientos: acacia más raigrás (A+R), acacia más avena (A+A), y acacia más trébol (A+T). Se empleó el Diseño Irrestringido al Azar (DIA), con parcelas de 30 m² y cuatro repeticiones. Como variables en *Acacia melanoxylon* se evaluaron: altura total, diámetro basal, forma del tallo, diámetro de copa, y estado fitosanitario, cada tres meses; la fijación de nitrógeno se determinó al inicio y al final de la investigación. La producción de forraje se determinó en cada ciclo de corta; mientras, la interacción entre árbol y pastos se evaluó al final del estudio. Concluida la investigación se obtuvo valores no significativos al 95% de probabilidad estadística ($p > 0,05$) para las variables forestales. Realizada la comparación respecto de la fijación de nitrógeno en el suelo se determinó que este macronutriente se mantuvo estable en todos los tratamientos, con un parámetro de ponderación alto (>31%). La mayor producción de forraje se obtuvo en el tratamiento (A+T) con 69 328,70 kg/ha, y un valor de proteína de 22,50%. El mayor contenido de fibra se registró en el tratamiento (A+A) con 27,47%. En lo referente a la interacción entre árbol y pastos se registró valores no significativos a su correspondiente tabular 95% de probabilidad estadística, por lo que se concluye que no existe afectación de sombra causada por la especie *Acacia melanoxylon* en el crecimiento de los pastos.

TITLE: "GROWTH EVALUATION OF ACACIA (*Acacia melanoxylon* R.Br) IN ASSOCIATION WITH THREE VARIETIES OF PASTURE, IN THE PARISH EL CARMELO, PROVINCE OF CARCHI"

Author: Cuasquer Cuasapud Cristian Heriberto

Director of degree work: Ing. Arcos Unigarro Carlos Ramiro, Mgs.

Year: 2016

SUMMARY

Deforestation at the level of the Andean Region of Ecuador had an averaged of 35 736 ha/year during the period of 2000-2008 (Environmental Ministry of Ecuador [MAE], 2012), this is due to the expansion of agriculture and livestock. Also, taking into account the aforementioned problems, the present investigation that has as a main goal is to evaluate the growth of acacia (*Acacia melanoxylon*) in association with three varieties of pasture which it was carried out in the province of Carchi, canton Tulcán, parish El Carmelo, Cartagena sector (2995 masl), living area zone always green, high montane forest of the north and center of the Andean mountain range. The test was carried out on a surface of 3000 m², with a slope of 4%, the edaphoclimatic characteristics were the following: Precipitation 2000 mm, texture of the sandy loam soil, with a pH of 5.51. Three treatments were studied: acacia plus ryegrass (A+R), acacia plus oats (A+A), and acacia plus clover (A+T). The Unrestricted Random Design (DIA) was used, with plots of 30 m² and four replications. The evaluated variables were: total height, basal diameter, shape, cup diameter, and phytosanitary status, which they were measured every three months. Nitrogen fixation was measured at the beginning and at the end of the investigation; Forage variables were determined at each cutting cycle; the interaction between tree and pasture was evaluated at the end of the study. At the end of the investigation, non-significant values ($p>0.05$) were obtained for the forest variables. When comparing soil chemical analyzes, it was determined that nitrogen was remained stable in all treatments with a high weighting parameter ($>31\%$). The highest forage yield was obtained in the treatment (A+T) with 69 328.70 kg / ha, and a protein value of 22,50%. The highest fiber content was recorded in the treatment (A+A) with 27,47%. In relation to the interaction between the trees and the pasture, there were not any significant values for its corresponding tabular 95% statistical probability, so it is concluded that there is no shadow involvement caused by the species *Acacia melanoxylon* in pasture growth.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La degradación de los recursos naturales en la región andina del Ecuador es un problema alarmante. Entre sus causas se encuentran la expansión agrícola, sobrepastoreo, malas prácticas agrícolas, quema de vegetación y tala del bosque (Páez, Parra, Quiroga, Rodríguez, Rojas, *et al.* 2008). Estas prácticas, contribuyen a tener ecosistemas con escasa cobertura arbórea, lo que las hace susceptibles a procesos de erosión del suelo.

En la búsqueda de mitigar los efectos antes mencionados se recomienda implementar sistemas agroforestales, sostenibles en el aspecto biológico y económico. Esta técnica involucra la presencia de árboles, pastos, animales y suelo, formando un sistema integrado de producción, siendo una de las principales tecnologías que garantizan la productividad y protección del suelo e incorporación de materia orgánica para mejorar la fertilidad del mismo (Palomeque, 2009).

Este sistema fue establecido en la provincia del Carchi, cantón Tulcán, parroquia “El Carmelo” en el año 2014, por Cuasquer M (2016). Esta investigación es una continuación del crecimiento inicial de acacia, donde se determinó el mejor tratamiento, en base a las variables altura total, producción de biomasa aérea y la fijación de nitrógeno.

El presente estudio evaluó el crecimiento de la especie forestal acacia (*Acacia melanoxylon*) en asocio con tres variedades de pastos: Raigrás (*Lolium multiflorum*),

avena (*Avena sativa*), y trébol blanco (*Trifolium repens*), se cuantificó la producción de forraje, la cantidad de nitrógeno incorporada al suelo por *Acacia melanoxylon* y la interacción entre árbol y pastos, para determinar si este sistema silvopastoril contribuye a mejorar la fertilidad del suelo, y por ende el rendimiento del forraje; convirtiéndose en una alternativa de producción para el sector ganadero de la Parroquia.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

- Evaluar el crecimiento de acacia en asocio con tres variedades de pastos.

1.1.2 Específico

- Determinar el crecimiento en altura total, diámetro basal, forma, diámetro de copa y el estado fitosanitario de la especie.
- Evaluar la producción de forraje de: raigrás, avena, y trébol blanco
- Determinar la cantidad de nitrógeno incorporada al suelo por acacia.
- Evaluar la interacción entre árbol y pastos.

1.2 HIPÓTESIS

H₀ = El asocio de acacia, con los pastos: raigrás, avena y trébol blanco, no tiene influencia en su crecimiento.

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

H_a = Al menos uno de los asociados de acacia, con los pastos: raigrás, avena y trébol blanco, tiene influencia en su crecimiento.

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

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El presente estudio se enmarcó en la línea de investigación de la carrera: “**Producción y protección sustentable de los recursos forestales**”, y en el objetivo, política y lineamiento estratégico del Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV) 2013 – 2017 siguiente:

a) Objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global; **política y lineamiento estratégico 7.3 del Plan Nacional del Buen Vivir:** Consolidar la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza forestal, **literal b):** Incluir esquemas de agroforestería y silvicultura con perspectiva paisajística en los planes de manejo y gestión de los recursos forestales maderables y no maderables.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Agroforestería

Es una interdisciplina y modalidad de uso productivo de la tierra (Palomeque, 2009). Utilizando una serie de técnicas que combinan la agronomía, la silvicultura y la zootecnia, teniendo como propósito fundamental diversificar y optimizar la producción por unidad de superficie (Ospina, 2006), respetando el principio de rendimiento sostenido, condiciones ecológicas, económicas y sociales de la región en dónde se practican (Jordán, Herz, Añazco, & Andrade, 1999).

Permitiendo realizar actividades de producción en áreas con alta fragilidad de suelo y recursos naturales degradados (Ospina, 2006). Utilizando tecnologías eficientes que permiten alterar al mínimo la estabilidad ecológica, lo que contribuye a la sostenibilidad y aumento de la producción, proporcionando mejor nivel de vida de la población rural. (Rendan como se citó en Palomeque, 2009).

Schroth (como se citó en Palomeque, 2009) afirma que los objetivos de la agroforestería son:

- Diversificar la producción.
- Mejorar la agricultura migratoria.
- Aumentar los niveles de materia orgánica al suelo.
- Fijar el nitrógeno atmosférico.
- Reciclar los nutrientes.
- Modificar el microclima.
- Optimizar la productividad del sistema respetando el concepto de producción sostenible.

2.2.1.1 Ventajas

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2007) las principales ventajas que se pueden notar en relación con otros sistemas de producción agropecuaria son las siguientes:

a) Conservación y manejo del suelo: Beneficio que incluye la estabilización de los taludes, reducción del viento, manejo del agua y control de la erosión, asegurando el contenido de materia orgánica en los extractos superficiales del mismo.

b) Mejoramiento del microclima: Se puede modificar cuatro aspectos microclimáticos como son: Viento; al establecer cortinas rompevientos, se

disminuyen la velocidad, evitando la erosión eólica del suelo, daños en cultivos y pasturas. Humedad del suelo; se evitan heladas e insolaciones en cultivos agrícolas y pasturas.

c) Diversificación de productos: Para los propietarios de tierras es necesario aprovechar el terreno obteniendo varios productos, a corto plazo (cultivos anuales), a mediano plazo y a largo plazo (madera) para generar mayores ingresos económicos y al mismo tiempo conservar la fertilidad del suelo.

2.2.1.2 Desventajas

En agroforestería las principales desventajas que se puede mencionar son: Disminución de luz al utilizar altas densidades de plantación, difícil mecanización al momento de cosechar los cultivos, daños mecánicos eventuales ocasionados a los cultivos cuando se cosechan o se podan los árboles. Excesiva humedad, puede incrementar el ataque de algunas plagas y enfermedades (Palomeque, 2009). Efectos alelopáticos, se ocasionan al no tener información sobre la especie forestal que va a ser utilizada, algunas especies pueden afectar negativamente al crecimiento de otras especies asociadas en el sistema, al secretar sustancias o gases (Montagnini como se citó en Cárdenas, 2000).

2.2.2 Sistemas Agroforestales (SAF)

Son un conjunto de componentes unidos e interrelacionados en forma tal que funcionan como una unidad integral de producción (Nieto, Ramos, y Galarza, 2005). Utilizando prácticas de uso de la tierra, donde árboles o arbustos perennes leñosos son deliberadamente plantados en la misma unidad de manejo (Nair y Lundgren como se citó en Torres, Tenorio y Gómez, 2008). Siendo compatibles con las prácticas culturales de la población (FAO como se citó en Cárdenas, 2000). Además

desempeñan una función importante en la biodiversidad biológica, dentro de los paisajes deforestados y fragmentados, el éxito del sistema, depende de la variedad de factores presentes en cada zona y el diseño utilizado (Mendieta y Rocha, 2007).

Nair (como se citó en Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 2001) afirma que la clasificación de los SAF es necesaria para su caracterización, evaluación y mejoramiento. De acuerdo a su complejidad los SAF son difíciles de clasificarlos bajo un solo esquema, es por ello que se toma en cuenta varios criterios, los más frecuentes son; la estructura o función del sistema, las zonas agroecológicas y el escenario socioeconómico (Palomeque, 2009). También parte de la interacción de los elementos biofísico, socioeconómico y cultural, se definen parámetros relevantes y significativos para la clasificación: ubicación altitudinal énfasis de la producción pecuaria o agrícola, extensión de las fincas, orientación de la producción, nivel de utilización de insumos, o de acuerdo a las actividades estas pueden ser paralelas o complementarias (Montagnini como se citó en Cárdenas, 2000).

Nieto *et al.*, (2005) mencionan las categorías principales de los sistemas agroforestales.

2.2.2.1 Sistema agrosilvícola

Generalmente estos sistemas combinan árboles y/o arbustos con cultivos temporales, en la misma unidad de superficie, estableciendo los cultivos agrícolas en callejones (Mendieta y Rocha, 2007). El espaciamiento de la plantación depende de la especie forestal, que se ha elegido para plantar, en algunos estudios se considera un distanciamiento entre 4 y 25 metros.

Zapopan (2012) mencionan la clasificación del sistema agrosilvícola

2.2.2.1.1 Agricultura migratoria con manejo de barbecho (Barbecho mejorado)

Iglesias (1999) afirma que es un sistema en el cual el bosque, se tala y se quema, para ser esta área utilizada en la siembra cultivos, durante un período; después continúa una fase de barbecho. Esta fase es más larga que la del cultivo (5-20 años y 2-3 años de cultivo). En estos sistemas de uso transitorio de la tierra se realiza una rotación de parcelas en lugar de una rotación de cultivos. La agricultura migratoria es un sistema aplicado desde tribus nómadas hasta las prácticas más complejas de poblaciones más estables (Ospina, 2003).

Esta técnica de mejora se considera como una fase intermedia entre la agricultura migratoria y la agricultura sedentaria, con rotaciones más cortas. Se hace una distinción entre el barbecho económicamente mejorado, donde los árboles son introducidos por su valor económico, y el barbecho biológicamente mejorado, donde las plantas son introducidas por su capacidad de mejorar la fertilidad del suelo o deprimir el crecimiento de malezas (Zapopan, 2012).

2.2.2.1.2 Sistema taungya

Según Palomeque (2009) es la siembra de cultivos durante la fase de establecimiento de la plantación de árboles forestales o frutales. El objetivo primordial de este sistema es reducir costos en la fase de plantación, comparando con plantaciones forestales convencionales (Iglesias, 1999).

Ventajas que se pueden obtener de estos sistemas; mejor utilización de suelo, protección contra el viento, lluvia y mayor ingresos económicos para los propietarios al obtener una variabilidad de productos de una misma área (Palomeque, 2009).

2.2.2.1.3 Cercas vivas

Constituyen una opción silvopastoril con una o varias líneas de especies leñosas y/o no leñosas que forman parte de la delimitación de potreros o áreas de uso ganadero (Ospina, 2006). Que restringen el paso de personas y animales a una propiedad o parte de ella, para evitar daños, por lo general una cerca viva está asociada con cultivos agrícolas o pasturas. También provee otros servicios como; sombra para animales, control de la erosión, potenciación de la micro y macro vida del suelo, diversidad paisajística, refugio y alimento para fauna y productos tales como; frutos, abonos verdes, madera y leña (Ospina, 2003).

2.2.2.1.4 Cortinas rompevientos

Se establecen en zonas ganaderas y sabanas, es común encontrar alrededor de cultivos agrícolas, especialmente en regiones con grandes corrientes de aire. Lo que permite reducir la velocidad del viento, mitigando la erosión eólica del suelo. Otros beneficios que brindan estos sistemas es la madera utilizada, para leña, carbón, postes y en algunos casos para aserrío (Mendieta y Rocha, 2007).

2.2.2.1.5 Línderos maderables

Según Mendieta y Rocha (2007) un lindero, es una línea de árboles maderables que delimitan una propiedad; entre sus ventajas tenemos:

- Delimitación clara de la finca.
- Producción de madera.
- Reduce malezas.
- Mayor valor y mejoramiento estético de la finca.

- Producción de postes (podas y raleos).
- Mejor crecimiento de árboles.
- Apto para pequeños agricultores.
- Menor incidencia de plagas y enfermedades.
- Flexibilidad en manejo de podas y raleo.

2.2.2.1.6 Árboles en cultivos perennes

Es una alternativa para aplicar, en áreas donde se practican monocultivos, estas asociaciones tienen como objetivo principal optimizar el uso de los recursos y aumentar la productividad por unidad de terreno; las condiciones existentes en cada zona son determinantes para el éxito del sistema (Palomeque, 2009).

Generalmente, estos sistemas evitan el uso excesivo de productos químicos, al introducir los árboles, se puede llegar a suplir parte de las necesidades nutricionales de los cultivos (Ospina, 2003).

Iglesias (1999). Menciona algunas características que deben tener las especies forestales, para ser utilizadas en cultivos perennes.

- Compatibilidad con el cultivo.
- Sistema radical fuerte y resistente a los vientos.
- Habilidad de propagación vegetativa por medio de estacas.
- Habilidad para fijar nitrógeno.
- Posesión de una copa rala.
- Ramas y tallos no quebradizos y libres de espinas.
- Tolerancia a la poda.
- Alta producción de biomasa, con residuos vegetales de fácil descomposición.

- Alta velocidad de rebrote.
- Presencia de hojas pequeñas.
- Producción de madera, frutos u otro producto de apreciable valor.
- Resistencia a las plagas y las enfermedades.

2.2.2.1.7 Cultivos en callejones

Es una práctica agroforestal que permite la siembra de cultivos anuales en los espacios o callejones entre líneas de árboles (Iglesias, 1999), generalmente estos sistemas se establecen con especies de rápido crecimiento y fijadoras de nitrógeno, las cuales se realiza podas, para evitar competencia de luz o nutrientes con los cultivos agrícolas (Ospina, 2003).

2.2.2.2 Sistema agrosilvopastoril

Según Zapopan (2012) es la combinación de árboles con cultivos, agrícolas o también con especies forrajeras, teniendo interacciones de manera simultánea. Para enfrentar problemas de espacio y fragilidad del suelo.

2.2.2.2.1 Huertos caseros

Palomeque (2009) menciona que los huertos se encuentran básicamente en los alrededores de las casas, son cultivados por los miembros del hogar y su producción es destinada para el consumo de la familia. Estos sistemas están compuestos de árboles, arbustos, bejucos, cultivos perennes y anuales, animales como cerdos y gallinas, generando una variedad de productos.

FAO (2003), menciona que estos sistemas aseguran la alimentación de miles de familias campesinas en el mundo.

2.2.2.2 Lotes multipropósito o bosquetes

Asociaciones densas de leñosas multipropósito o árboles maderables con otros árboles de uso diferente (forraje, fruta) (Ospina, 2006). Se conocen también como lotes leñosos multipropósito, bosquetes energéticos, bosques maderables. La madera obtenida es destinada para el abastecimiento familiar (leña, postes, tablas, bigas) (Palomeque, 2009). Existen condiciones y técnicas que se deben seguir para ser incluidos en la agroforestería una de ellas es que sean áreas pequeñas, donde exista especies para leña y carbón vegetal y se encuentren asociados con pasturas, cultivos agrícolas u otra vegetación natural (Villagaray, 2011).

2.2.2.3 Sistema silvopastoril

Son modelos alternativos de producción sostenible, donde coexiste el componente arbóreo, forrajero, ganadero, edáfico y humano (Navall, 2011) enfocados a aprovechar de forma intensiva el suelo, para incrementar la producción pecuaria (Nieto *et al.*, 2005). Además permiten la diversificación de productos, maderables y no maderables (Ospina, 2003), logrando un manejo sustentable de los recursos naturales, evitando conflictos entre ganaderos y ambientalistas sobre el uso del suelo (Alemán, Ferguson y Medina, 2007).

Jordán *et al.* (1999) describen una lista de las prácticas de los sistemas silvopastoriles de mayor aceptación y potencialidad en los Andes:

- Manejo de plantaciones de pino para mejorar las condiciones de pastoreo.
- Potreros con árboles nativos que quedaron después de la tala del bosque.
- Plantación de árboles/arbustos en pastizales.

- Plantación de árboles/arbustos en terrenos de cultivo que se convertirán en pastizales.
- Establecimiento de barreras vivas para la división interna de potreros.
- Manejo de especie forrajeras.

2.2.2.3.1 Árboles dispuestos en potreros

Según Ospina (2006), son especies leñosas dispersas (solitarias o agrupadas) en pasturas, se puede aplicar pastoreo directo o cortes periódicos. La función principal es aumentar la productividad del sistema, diversificar la producción, y reducir el estrés calórico en animales. La temperatura bajo la copa de los árboles puede disminuir entre 2 y 5 °C (Montagnini, 2012).

2.2.2.3.2 Pastoreo en plantaciones forestales y frutales

El objetivo primordial es controlar malezas en las plantaciones, estas pueden ser comerciales o para leña y carbón, permitiendo alimentar animales durante el crecimiento de la plantación. La implementación del componente ganado comienza cuando los árboles tienen edad moderada, para evitar daños (Mendieta y Rocha, 2007).

2.2.2.3.3 Bancos forrajeros o bancos de proteínas

Es un área cultivada con especies leñosas forrajeras, generalmente asociada con pasturas o cultivos transitorios circundantes (Ospina, 2006). El objetivo principal es la obtención de forraje para la suplementación animal, suministrada como forraje de corte o permitiendo el ingreso de animales a la plantación (Mendieta y Rocha, 2007).

2.2.2.3.4 Pastura en callejones

Las pasturas en callejones son una modificación silvopastoril de los cultivos en callejones, donde especies forrajeras son establecidas dentro de hileras de árboles o arbustos (Pezo e Ibrahim, 1996). En estos sistemas, principalmente cuando son manejados bajo pastoreo, el componente leñoso (preferentemente leguminosas) hace una serie de contribuciones al sistema: a) proporciona forraje de buena calidad nutricional para el ganado; b) mejora la fertilidad del suelo a través de la fijación y transferencia de nitrógeno, la caída de las hojas, muerte de raíces y productos de podas esporádicas, y c) reduce las pérdidas de nutrientes por lixiviación y erosión. (Mendieta y Rocha, 2007)

2.2.2.4 Sistema silvopastoril e interacciones

2.2.2.4.1 Biofísicas

Para garantizar el éxito del sistema, se debe conservar o introducir especies arbóreas maderables o leguminosas apropiadas con el asocio de los pastos (Pezo y Ibrahim como se citó en Castillo, 2012), los árboles juegan un papel importante debido a que proporcionan sombra, creando un microclima favorable para los animales. También ayudan al reciclaje de nutrientes incrementando la producción de biomasa de los pastos (Hernández, 1997).

2.2.2.4.2 Plantas leñosas perenne y animal

Las interacciones entre leñosas perennes y animales, pueden ser directas o indirectas a través del suelo; interacciones directas; protección contra las inclemencias del clima, sobre los animales creando microclimas adecuados y aporte de nutrientes a

la dieta animal (Pezo y Muhammad, 1996). El ganado puede ejercer efectos desfavorables sobre los árboles, en especial en estados juveniles, provocando daños físicos o incluso ser comidos los brotes nuevos (Mendieta & Rocha, 2007). Interacciones medidas a travez del suelo; provisión de nutrientes vía las excreciones que depositan los animales, efecto de compactación por pisoteo (CATIE, 2009).

2.2.2.4.3 Plantas leñosas y pasturas

Al compartir la misma superficie entre especies herbáceas y leñosas, se presentan relaciones de interferencia y de facilitación. (Pezo y Muhammad, 1998). Relaciones de interferencia, se refiere a la competencia por luz, agua, nutrientes y de facilitación; consiste en la fijación y transferencia de nutrientes y reducción de la velocidad del viento (Secretaría de Agricultura y Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación [SAGARPA], s.f).

La magnitud de las interacciones, se basan dentro de cada una de estas categorías:

- a) disponibilidad de factores de crecimiento (luz, agua, nutrientes) en el medio.
- b) requerimientos específicos y las características morfológicas de los componentes.
- c) población de plantas y su arreglo espacial.
- d) manejo al que están sometidas (Pezo y Muhammad, 1998)

a) Efectos de la sombra de los árboles en la biomasa de la pastura

Los efectos son; disminución en la incidencia de energía lumínica y espacio al extracto herbáceo (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), 1996). Lo inverso puede ocurrir en la etapa inicial al momento del establecimiento de las leñosas perennes, en especial si combina con especies herbáceas de rapido crecimiento (Pezo y Muhammad, 1998).

b) Producción de fitomasa

El principal factor limitante para el crecimiento de los pastos en sistemas silvopastoriles, es el nivel de sombra ejercido por los árboles y arbustos, esto depende de la especie forrajera seleccionada, ya que no todas las especies responden de igual manera a la disminución de energía lumínica, por esta razón la tasa de crecimiento de las pasturas es menor bajo la copa de los árboles. (Pezo & Muhammad, 1998)

2.2.3 Descripción de las especies

2.2.3.1 Especie forestal *Acacia (Acacia melanoxylon)*

Especie originaria de Australia, pertenece a la familia FABACEA al género *Acacia*, en su país de origen se le conoce como madera negra de Tasmania, aroma negro, aroma salvaje (Hernández, 1997). Es un árbol perenne de 10-15 m de altura. Copa densa, globosa a piramidal. Corteza gris oscuro y asurcada. Tiene un sistema radicular extenso, denso, con raíces fuertes superficiales. Las hojas son bipinnadas en las plantas o ramas jóvenes (Aiton, 1789). Las plantas adultas, en cambio, reemplazan las hojas por folíolos, tomando la forma de elípticos o lanceolados, con un tamaño de 6-14 cm de largo, rectos o curvados, algo coriáceos, de color verde oscuro (Menéndez, 2006). Inflorescencias en racimos axilares más cortos que los folíolos, capítulos globosos de color amarillo pálido o crema de 5-10 mm de diámetro, florecen entre marzo y junio. Fruto es una legumbre elipsoidal entre 4 y 12 cm, recurvada y comprimida entre las semillas. Las semillas son negruzcas, elipsoidales, con un funículo largo, su producción de semillas es abundante entre 60 000 y 90 000 semilla/kg. (Rodríguez, *et al.* 2009).

Crece en arcilla suelta, persiste ligeramente suelos ácidos, requiere de un buen drenaje y suelos profundos. Crece a alturas de 1 800 a 3 000 msnm. Soporta

temperaturas entre 3 a 22 °C. Resiste a heladas y tolera sombra durante su primer año. La madera es de muy buena calidad, se emplea para ebanistería, construcción, postes de cerca eléctrica, leña y carbón, es una especie muy apreciada para cortinas rompevientos, conservación de suelos, forraje y ornamental (Rodríguez, *et al.* 2009).

Su óptimo crecimiento fluctúa entre 1 350 y 1 500 msnm teniendo un crecimiento de 20 a 35 m y D.A.P de 0,7 a 1,25 m, en terrenos con pluviosidad de 700 a 1 650 mm al año (Hernández, 1997).

2.2.3.2 Especies forrajeras

2.2.3.2.1 Raigrás (*Lolium multiflorum*)

Pertenece a la familia POACEAE al género *lolium* (Linneo, 1753). Es una planta de crecimiento anual. Tallos de hasta 90 cm de alto. Hojas son vainas foliares con aurículas (orejas) conspicuas hacia el ápice, lisas en el envés, opacas y ásperas en el haz. Inflorescencia espiguillas solitarias con 4 a 22 flores. Fruto una cariósipide elíptica de 3 mm de largo (Vibrans, 2009).

El raigrás crece en altitudes de 2 400 a 3 000 msnm. Tiene un buen desarrollo en temperaturas entre 5 - 25 °C, y suelos con pH de 5,0 a 7,0. Requiere una precipitación entre 900 y 2 500 mm/año. Sus usos corte, pastoreo, ensilaje, palatización, deshidratación y heno (Corpoica, s.f).

2.2.3.2.2 Avena (*Avena sativa*)

Pertenece a la familia POACEAE al género *Avena* (Linneo, 1753). Es una gramínea anual. Tallo grueso y recto su longitud puede variar de 50 cm a 1 metro y medio. Hojas lanceoladas, planas alargadas, con un limbo estrecho y largo.

Inflorescencia es una panícula. Las flores aparecen en espigas. Fruto es una cariósipide, con las glumillas adheridas (Sánchez, 2004).

Crece en altitudes de 1 000 a 3 000 m.s.n.m. Requiere una precipitación de 400 a 1300 mm/año, tolera sequias cortas. Soporta temperaturas entre 5 y 30 °C, y la óptimo esta en 17,5 °C. Prefiere suelos arcillo-limosos o franco-arcillosos, con buena retención de humedad. El pH óptimo esta entre 5,5 y 7,5 (Ruíz, 1999).

La avena se emplea principalmente en la alimentación del ganado, también es utilizada para heno o ensilado. La paja de avena es considerada muy buena para el ganado, especialmente para animales de trabajo y reproductores debido a su alto contenido en vitamina E (Moreno, 2011).

2.2.3.2.3 Trébol blanco (*Trifolium repens*)

Pertenece a la familia FABACEA al género *Trifolium* llamado comúnmente trébol blanco (Linneo, 1753). Es una especie herbácea perenne, rastrera, crece hasta 40 cm de alto, pero generalmente su altura esta alrededor de 20 cm. Las hojas son pecioladas y trifoliadas; sus foliolos son ovales, frecuentemente con una mancha blanca, y sin ninguna velloidad, ápice redondeado o emarginado. Inflorescencia es una umbela globosa. Flores blancas de 6 a 10 mm de largo. Fruto es una legumbre lineal comprimida, ligeramente constricta entre semillas (Vibrans, 2009).

Crece en prados, en bordes de arroyos y fuentes de agua, a una altitud de 0 a 2400 msnm, pero se ha adaptado a zonas con altitudes superiores. Prefiere suelos profundos, con humedad y nutrientes variables derivadas del manejo por siega o pastoreo (Altamirano, 2011). Es una excelente forrajera en mezclas con gramíneas, proporcionando alto valor nutritivo en proteína cruda. Las flores secas y sus semillas constituyen una nutritiva harina para mezclar con otros alimentos. (Mutís, 2005)

2.2.4 Investigaciones relacionadas con el tema

a) “Evaluación del rendimiento económico y productivo entre las clases de pasto: pasto azul (*dactylis glomerata*), raigrás tetralitre (*Lolium hybridum*) y raigrás inglés (*Lolium multiflorum*); sometidos a dos sistemas de manejo: al libre pastoreo y corte” (Provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Píntag, barrio San Agustín).

Cuichán (2011), en su investigación determinó una producción de raigrás de 39 960,00 kg/ha. Para el caso del valor nutritivo del forraje, reportó para proteína cruda y fibra valores de 13 % y 23,9 % respectivamente.

b) “Optimización del rendimiento de avena (*Avena sativa* L. Variedad INIAP-82) bajo tres niveles de encalado en la granja IRQUIS” (Provincia de Azuay, cantón Cuenca, parroquia Victoria del Portete).

García y Maguana (2015), determinaron un rendimiento de productividad de avena de 53 000,00 kg/ha.

c) “Producción y calidad de forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez de corte” (México, estado de Chihuahua).

En lo referente al valor nutritivo de la avena Ramírez, Domínguez, Salmerón, Villalobos, y Ortega (2013) obtuvieron valores para proteína cruda de 10,95 %.

d) “Calidad de forraje y potencial de tetania en combinaciones de dactilo aglomerado (*Dactylis glomerata* L.) y trebol blanco (*Trifolium repens* L.)” (Turquia)

Ates y Tekeli (2005), en su investigación determinaron la producción de trébol blanco de 16 453 kg/ha; en lo referente al valor nutritivo del forraje, obtuvieron valores para proteína cruda y fibra de 22,57 % y 19,60 % respectivamente.

e) “Determinación del comportamiento inicial de acacia (*Acacia melanoxylon* R.Br.), en asocio con tres tipos de pasto, en la parroquia El Carmelo, provincia del Carchi”

Cuasquer M (2016), determinó la productividad de raigrás, avena y trébol blanco, y su valor nutritivo, obteniendo los siguientes valores:

Raigrás con una productividad de 42 935,00 kg/ha, un valor nutritivo de proteína cruda de 13,40% y fibra 18,56%.

Avena con una productividad de 45 990,00 kg/ha, un valor nutritivo para proteína cruda y fibra de 6,40% y 17,72% respectivamente.

Trébol blanco obtuvo una productividad de 16 453,00 kg/ha, y para valor nutritivo en base a proteína cruda de 27,03% y fibra 17,27%.

f) “Crecimiento inicial de tres procedencias de *Acacia melanoxylon* R.Br, en asocio con arveja, fréjol y cebolla en Bolívar – Carchi”

Castro (2010), en su estudio determinó un incremento mensual para diámetro basal de 18,37 mm.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL SITIO

3.1.1 Ubicación política administrativa

El estudio se realizó en el sector Cartagena, parroquia El Carmelo, cantón Tulcán, provincia del Carchi, ubicado a 24 Km de la cabecera cantonal.

3.1.2 Ubicación Geográfica

Latitud: 1° 52' 41, 65" N

Longitud: 77° 37' 34, 35" W

Altitud: 2995 msnm.

3.1.3 Límites

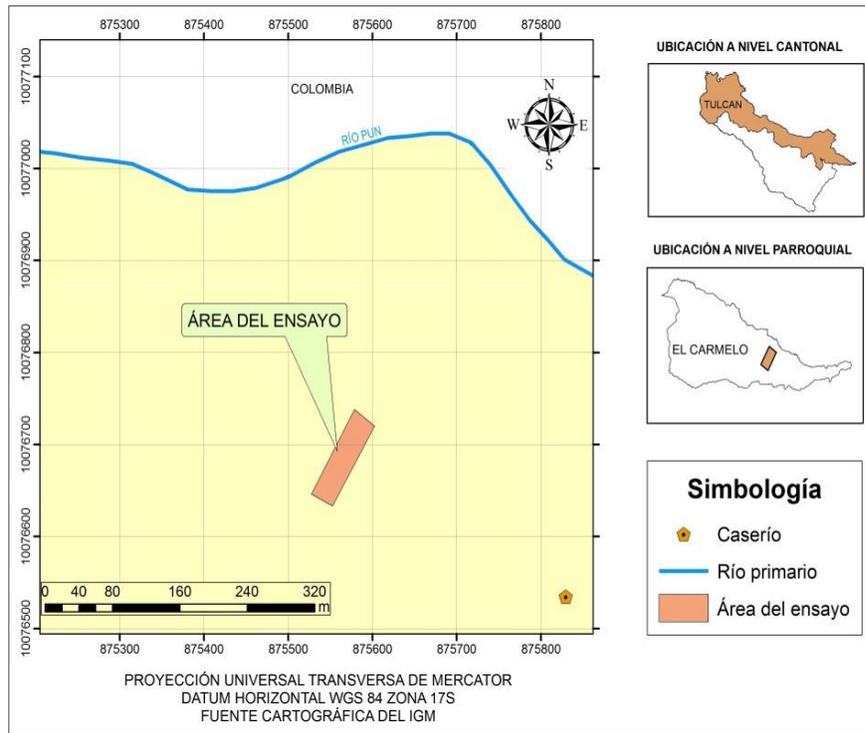
Sus colindantes son:

Norte: Familia Ates.

Sur: Ortencia Tacán.

Este: Marcelo Toro.

Oeste: Familia Quemác.



Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

Figura 1. Mapa de Ubicación del estudio

3.1.4 Datos climáticos

La temperatura media anual es de 4 – 8 °C, y una máxima de 20 °C. Este tipo de bosque en el Ecuador, se caracteriza por presentar una precipitación media anual de 2000 mm, siendo los meses con mayor precipitación mayo y junio y los de menor precipitación enero y febrero (Jiménez, 2012).

3.1.5 Clasificación ecológica

Este ecosistema está clasificado como. Bosque siempre verde montano alto del norte y centro de la cordillera oriental de los Andes (MAE, 2012).

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 Materiales

- Azadones
- Letreros
- Machetes
- Palas
- Cortadora de pastos (motoguadaña).
- Marco metálico
- Rótulo

3.2.2 Equipos

- Balanza
- Calibrador
- GPS
- Cinta métrica

3.2.3 Insumos (semillas)

- Raigrás
- Avena
- Trébol blanco

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Establecimiento del ensayo

Para esta investigación se empleó el ensayo establecido por Cuasquer M. (2016). Se utilizaron las mismas parcelas establecidas por el autor citado, las cuales fueron intervenidas para realizar una nueva siembra de pastos: raigrás, avena y trébol blanco, en razón que los anteriores se encontraban degradados.

3.3.1.1 Actividades de campo

3.3.1.1.1 Preparación del terreno

La preparación del suelo se realizó de forma manual utilizando azadones y picos; a una profundidad de 15 a 20 cm.

3.3.1.1.2 Siembra de los pastos

La siembra de los pastos se realizó “al voleo”, esparciendo manualmente las semillas. Terminada la siembra, se realizó el tapado utilizando una rama que fue deslizada sobre la superficie.

3.3.2 Características generales del ensayo

En la Tabla 1 se presenta las características generales del ensayo.

Tabla 1. Características generales del ensayo

Variables	Cantidad
Número de unidades experimentales	12
Número de plantas por unidad experimental	15
Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	3
Número de plantas por tratamiento	60
Número de plantas total	180
Distanciamiento de plantación (m)	4 x 4
Área experimental (m ²)	3000

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

3.3.2.1 Descripción de tratamientos

En la tabla 2 se detallan los tratamientos de estudio con su respectiva codificación.

Tabla 2. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Código
T1: Acacia + raigrás	A+R
T2: Acacia + avena	A+A
T3: Acacia + trébol blanco	A+T

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

3.3.3 Variables evaluadas

3.3.3.1 Variables de la especie forestal

3.3.3.1.1 Medición de la altura total

Se empleó una regla graduada en centímetros. Para evitar variaciones entre las diferentes fechas de medición se tomó como base una estaca establecida a nivel del suelo hasta el ápice vegetativo.

3.3.3.1.2 Determinación del diámetro basal

El diámetro basal se midió con un calibrador a una altura de 5 cm del cuello de la planta.

3.3.3.1.3 Evaluación de la forma

La forma del tallo se evaluó en relación con la escala que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de la forma del fuste

Clasificación	Ponderación
Recto	3
Torcido	2
Bifurcado	1

Fuente: Cuasquer Marlon

3.3.3.1.4 Determinación del diámetro de copa

La medición del diámetro de copa se realizó cada tres meses, con un flexómetro. Se hicieron dos mediciones de la proyección de la copa en sentido paralelo y se calculó el diámetro promedio. Para los resultados se consideró el incremento trimestral de la copa de los árboles.

3.3.3.1.5 Evaluación del estado fitosanitario

El estado fitosanitario se determinó en relación a la siguiente escala presentada en la tabla 4.

Tabla 4. Niveles en porcentaje para la clasificación del estado fitosanitario

Clasificación	Ponderación
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

Fuente. Cuasquer Marlon

3.3.3.2 Variables de pasturas

Para la evaluación de producción de forraje se usó un marco metálico de 30 x 30 cm, que fue lanzado al azar, en cada unidad experimental con tres repeticiones. Luego se recolectó el pasto, que se encontraba dentro del área del marco, y se lo pesó para determinar la producción por cada tratamiento, llevándose los resultados a kg/ha.

3.3.3.3 Fijación de nitrógeno

La fijación de nitrógeno se determinó en relación con parámetros de comparación entre los análisis de suelo realizados al inicio y final de la investigación. Se recolectaron dos tipos de muestras, en área despejada y cerca al árbol a un distanciamiento de 20 cm del tallo de la planta. Por cada repetición se tomó una submuestra a una profundidad de 0 - 20 cm, estas fueron mezcladas para obtener una muestra representativa de 1 kg, la misma que fue enviada al laboratorio de suelos, foliares y aguas (acreditado) de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del AGRO (AGROCALIDAD), perteneciente al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), ubicado en la parroquia Tumbaco, cantón Quito.

3.3.3.4 Interacción entre árbol y pastos

Para determinar la interacción se realizó un análisis de correlación y regresión entre las variables diámetro de copa y producción de forraje. Las muestras de pastos se recolectaron bajo el árbol y en área despejada las mismas que fueron pesadas en estado verde y seco. El secado se realizó en el laboratorio, utilizando la estufa, a una temperatura de 100 °C, durante 24 horas.

Para complementar la información se realizó análisis bromatológicos de las especies forrajeras. Para ello se tomaron muestras bajo la incidencia de la copa del árbol, esto es a 20 cm del tallo del árbol; y, fuera de ella. Este muestreo se realizó en cada repetición. Se obtuvieron seis muestras representativas de 500 g (dos por cada tratamiento) las mismas que fueron enviadas al laboratorio de bromatología y microbiología de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del AGRO (AGROCALIDAD), perteneciente al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), ubicado en la parroquia Tumbaco, cantón Quito.

3.3.4 Diseño experimental

Para la investigación se empleó el Diseño Irrestricto al Azar (DIA) (Aguirre y Vizcaíno, 2010), aplicando el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = observación individual

μ = media

τ_i = efecto de tratamiento

ε_{ij} = error experimenta

3.3.4.1 Análisis de información

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

3.3.4.2 Análisis de varianza

Se realizó el análisis de varianza del diseño irrestricto al azar, según el desglose descrito en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis de varianza del Diseño Irrestricto al Azar

Fuentes de variación	GL.
Tratamientos	(3-1) = 2
Error	3 (4-1) = 9
Total	x 4)-1 = 11

3.3.4.3 Prueba de rango múltiple

Con la finalidad de determinar el mejor tratamiento se aplicará la prueba de Tukey al 95% de probabilidad estadística.

3.3.4.4 Análisis de correlación

El análisis de correlación se efectuó con base en las variables diámetro de copa y producción de forraje.

3.3.4.5 Análisis de regresión

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

$$Y = b_0 + b_1X + \varepsilon_i$$

Donde:

Y = variable – respuesta

b₀ = intercepto

b₁ = pendiente de la recta

X = variable independiente

ε_i = error estándar de los coeficientes

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. VARIABLES FORESTALES DE *Acacia melanoxylon*

4.1.1 Altura total

4.1.1.1 *Altura total a los doce meses de la plantación*

Los valores obtenidos para la variable altura total, a los doce meses de la plantación mostraron una diferencia aproximada de diez centímetros entre tratamientos, presentándose con mayor crecimiento en el tratamiento (A+T) con 1,42 m, como se indica en la tabla 6.

Tabla 6. Altura total por tratamiento a los doce meses

Tratamiento	Altura total (m)
A+T	1,42
A+R	1,32
A+A	1,21

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

Del análisis de varianza se obtuvo un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; por tal motivo, se evidencia que los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares.

Tabla 7. Análisis de varianza de la altura total a los doce meses

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,09	2	0,04	0,66	^{ns}	4,26	8,02
Error	0,61	9	0,07				
Total	0,69	11					
CV= 19,76%							

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que, el comportamiento de la especie con respecto a la variable altura total fue homogéneo.

4.1.1.1.2 Altura total a los quince meses de la plantación

Obtenidos los resultados para la variable altura total a los quince meses de la plantación, se evidencia que sigue en primer lugar el tratamiento (A+T) con un valor de 1,68 m, como se indica en la tabla 8.

Tabla 8. Altura total a los quince meses por tratamiento

Tratamiento	Altura total (m)
A+T	1,68
A+R	1,60
A+A	1,37

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

En el análisis de varianza se obtuvo un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; en consecuencia, se deduce que los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares.

Tabla 9. Análisis de varianza de la altura total a los quince meses

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,21	2	0,1	0,84	^{ns}	4,26	8,02
Error	1,12	9	0,12				
Total	1,33	11					
CV= 22,78 %							

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El valor correspondiente al coeficiente de variación indica que, el comportamiento de la especie con respecto a la variable altura total fue homogéneo.

4.1.1.1.3 Altura total a los dieciocho meses de la plantación

La tabla 10 indica, los resultados para la variable altura total a los dieciocho meses de la plantación, donde se observa diferencias considerables entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento A+T con 2,10 m.

Tabla 10. Altura total a los dieciocho meses por tratamiento

Tratamiento	Altura total (m)
A+T	2,10
A+R	2,00
A+A	1,72

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registro un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; en consecuencia, se puede afirmar que los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares.

Tabla 11. Análisis de varianza de la altura total a los dieciocho meses

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,32	2	0,16	0,80	^{ns}	4,26	8,02
Error	1,79	9	0,20				
Total	2,10	11					
CV=22,96 %							

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que, el comportamiento de la especie con respecto a la variable altura total fue homogéneo.

4.1.1.1.4 Altura total a los veintiún meses de la plantación

La tabla 12, muestra los resultados registrados en la variable altura total a los veintiún meses de la plantación, donde se registra similitud entre los tratamientos (A+T) y (A+R); mientras el tratamiento (A+A) fue el de menor altura (2,31cm).

Tabla 12. Altura total a los veintiún meses por tratamiento

Tratamiento	Altura total (m)
A+T	2,71
A+R	2,67
A+A	2,31

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; por tal motivo, se observó que los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares.

Tabla 13. Análisis de varianza de la altura total a los veintidós meses

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,38	2	0,19	0,74	^{ns}	4,26	8,02
Error	2,34	9	0,26				
Total	2,72	11					
CV=19.89 %							

Elaborado por: **Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud**

El coeficiente de variación indica que el comportamiento de la especie con respecto a la variable altura total, fue homogéneo.

En la figura 2, constan los resultados de alturas a los 12, 15, 18 y 21 meses de la plantación.

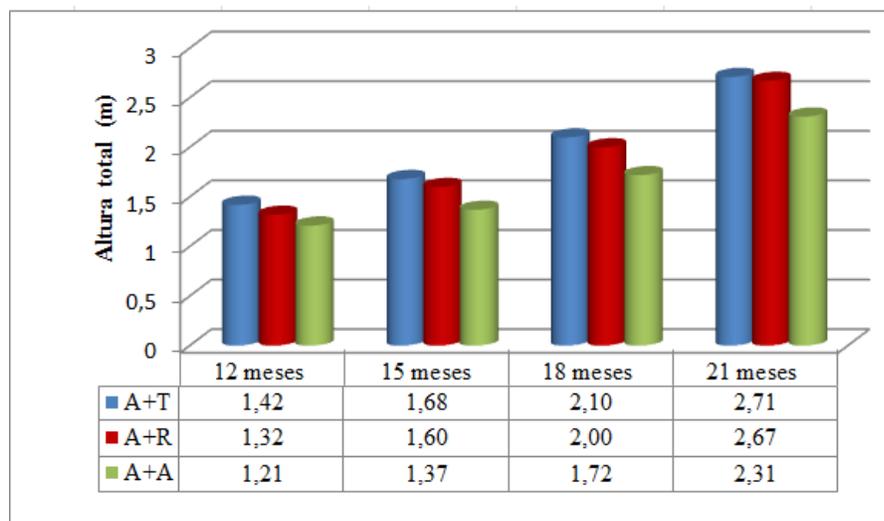


Figura 2. Altura total promedio por tratamiento durante nueve meses de estudio

4.1.1.1.5 Incremento de la altura total (12 a 21 meses de la plantación)

El incremento de la altura total se determinó con base en los datos obtenidos a los doce meses y a los 21 meses de la investigación, como se indica en la tabla 14.

Tabla 14. Incremento en altura total por tratamiento (12 a 21 meses de la plantación)

Tratamiento	Altura total a los 12 meses (m)	Altura total a los 21 meses (m)	Incremento (m)
A+T	1,42	2,71	1,29
A+R	1,32	2,67	1,35
A+A	1,21	2,31	1,10

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

En el análisis de varianza se registró un valor no significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, lo cual indica que los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares.

Tabla 15. Análisis de varianza del incremento en altura total a los nueve meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,13	2	0,06	0,97 ^{ns}	4,26	8,02
Error	0,59	9	0,07			
Total	0,72	11				
CV= 21,10 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación muestra que el comportamiento de la especie forestal en relación al incremento en altura total, en el lazo de 12 a 21 meses de la plantación, fue relativamente homogéneo.

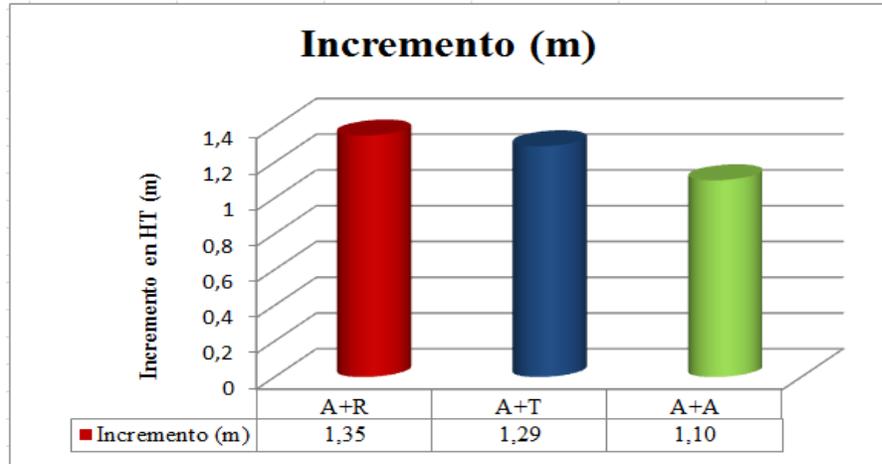


Figura 3. Incremento en altura total en nueve meses de estudio

4.1.1.2 Diámetro basal

4.1.1.2.1 Diámetro basal a los doce meses de la plantación

Obtenidos los resultados para el diámetro basal a los doce meses de la plantación, se evidenciaron diferencias entre tratamientos, como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Diámetro basal a los doce meses por tratamiento

Tratamiento	D. basal (cm)
A+T	1,76
A+R	1,54
A+A	1,44

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; por tal motivo, se determinó que los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares.

Tabla 17. Análisis de varianza del diámetro basal a los doce meses.

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,21	2	0,11	0,97	^{ns}	4,26	8,02
Error	0,99	9	0,11				
Total	1,20	11					
CV=21,00 %							

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que el comportamiento de la especie en relación con el diámetro basal, fue homogéneo.

4.1.1.2.2 Diámetro basal a los quince meses de la plantación

En la tabla 18, se exponen los resultados obtenidos para la variable diámetro basal a los quince meses de la plantación, mostrando diferencias numéricas en relación con el tratamiento (A+T) y (A+R) de 0,32 y 0,16 cm, respectivamente.

Tabla 18. Diámetro basal a los quince meses por tratamiento.

Tratamiento	D. basal (cm)
A+T	2,14
A+R	1,82
A+A	1,66

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza se registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; lo que se infiere que, los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares.

Tabla 19. Análisis de varianza del diámetro basal a los quince meses

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,48	2	0,24	1,11	^{ns}	4,26	8,02
Error	1,97	9	0,22				
Total	2,45	11					
CV=24,96%							

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que la especie forestal presentó un comportamiento homogéneo en relación al diámetro basal a los 15 meses de la plantación.

4.1.1.2.3 Diámetro basal a los dieciocho meses de la plantación

Los resultados obtenidos para la variable diámetro basal a los dieciocho meses, indican que el tratamientos (A+T), sigue sobresaliendo con una diferencia de 0,40 cm del tratamiento (A+R), y con 0,32 cm del tratamiento (A+A), como se indica en la tabla 20.

Tabla 20. Diámetro basal a los dieciocho meses por tratamiento.

Tratamiento	D. basal (cm)
A+T	2,80
A+R	2,40
A+A	2,08

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; por tal motivo, se asevera que los tratamientos

investigados, en cuanto al diámetro basal a los 18 meses, fueron estadísticamente similares.

Tabla 21. Análisis de varianza del diámetro basal a los dieciocho meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	1,05	2	0,52	1,21 ^{ns}	4,26	8,02
Error	3,89	9	0,43			
Total	4,93	11				
CV=27,06%						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que el comportamiento de la especie en cuanto al diámetro basal a los 18 meses, mostró ser homogéneo.

4.1.1.2.4 Diámetro basal a los veintiún meses de la plantación

Los resultados para la variable diámetro basal a los veintiún meses de la plantación, muestran diferencias entre tratamientos, donde se evidencia que el tratamiento (A+T), sobresale con un valor de 3,96 cm del tratamiento (A+R), con 3,55 cm, como se indica en la tabla 22.

Tabla 22. Diámetro basal a los veintiún meses por tratamiento

Tratamiento	D. basal (cm)
A+T	3,96
A+R	3,55
A+A	3,09

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; por tal razón, se concluye que los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares.

Tabla 23. Análisis de varianza del diámetro basal a los veintiún meses

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	1,51	2	0,76	1,05	ns	4,26	8,02
Error	6,47	9	0,72				
Total	7,99	11					
CV=24,01%							

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que el comportamiento de la especie forestal con respecto al diámetro basal, a los 21 meses, fue homogéneo.

En la figura 3, se muestran los resultados de diámetro basal a los 12, 15, 18 y 21 meses de la plantación.

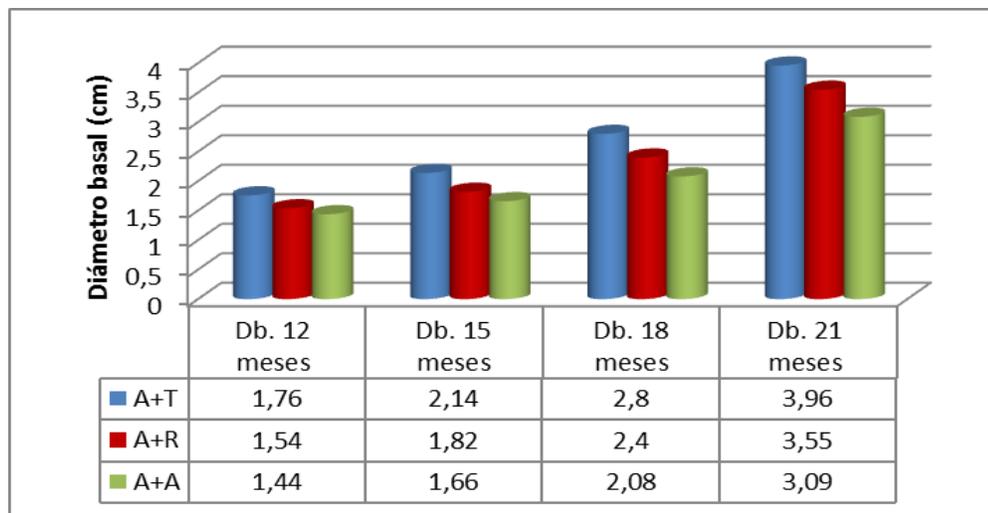


Figura 4. Diámetro basal promedio por tratamiento durante nueve meses de estudio

4.1.1.2.5 Incremento del diámetro basal (12 a 21 meses de la plantación)

El incremento del diámetro basal se determinó con base en los datos obtenidos a los 12 y 21 meses de la plantación. Los resultados constan en la tabla 24.

Tabla 24. Incremento del diámetro basal por tratamiento en nueve meses

Tratamiento	Db. 12 meses (cm)	Db. 21 meses (cm)	Incremento (cm)
A+T	1,76	3,96	2,20
A+R	1,54	3,55	2,01
A+A	1,44	3,09	1,65

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

Al realizar el análisis de varianza se registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, lo que demuestra que los tratamientos fueron estadísticamente similares.

Tabla 25. Análisis de varianza del incremento en diámetro basal a los nueve meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	1,62	2	0,81	0,38 ^{ns}	4,26	8,02
Error	3,98	9	2,13			
Total	5,60	11				
CV= 27,81%						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que el comportamiento de la especie forestal en relación al incremento en altura total, entre los 12 y 21 meses de la plantación, fue relativamente homogéneo.

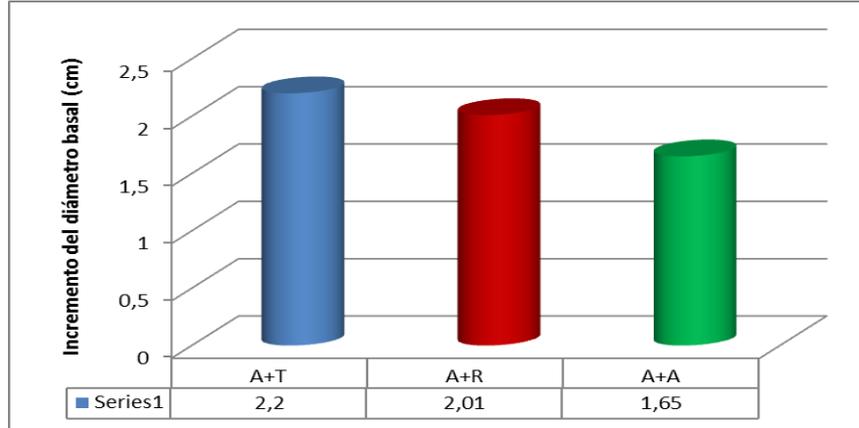


Figura 5. Incremento en diámetro basal en los nueve meses

4.1.1.3 Forma del tallo

4.1.1.3.1 Forma del tallo a los doce meses de la plantación

Los resultados para la variable forma del tallo al inicio la de investigación, se registró que el mayor porcentaje de individuos en los tres tratamientos, se encontraba en el rango de clasificación recto, como se indica en la tabla 26.

Tabla 26. Clasificación de la forma del tallo a los doce meses

Tratamiento	Recto %	Torcido %	Bifurcado %
A+A	98,88	0,56	0,56
A+T	100	0	0
A+R	96,11	2,78	1,11

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registró un valor no significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, lo que indica, que los tratamientos estudiados fueron estadísticamente similares. El valor del coeficiente de

variación indica que la especie forestal presentó un comportamiento homogéneo en relación a la variable forma del tallo.

Tabla 27. Análisis de varianza de la forma del tallo a los doce meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,04	2	0,02	3,99 ^{ns}	4,26	8,02
Error	0,04	9	0,0042			
Total	0,08	11				
CV=0,42%						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

4.1.1.3.2 Forma del tallo a los quince meses de la plantación

Los resultados obtenidos sobre esta variable a los quince meses indican una homogeneidad entre tratamientos (A+A) y (A+T) de 99,44% en el rango de clasificación recto, como se observa en la tabla 28.

Tabla 28. Clasificación de la forma del tallo a los quince meses

Tratamiento	Recto %	Torcido %	Bifurcado %
A+A	99,44	0	0,56
A+T	99,44	0,56	0
A+R	96,67	2,22	1,11

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, por lo que se deduce que los tratamientos fueron estadísticamente similares. El coeficiente de variación determinó que la especie forestal presentó homogeneidad para el caso de la variable forma del tallo (tabla 29).

Tabla 29. Análisis de varianza de la forma del tallo a los quince meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,03	2	0,02	3,42 ^{ns}	4,26	8,02
Error	0,04	9	0,0048			
Total	0,08	11				
CV=0,31%						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

4.1.1.3 Forma del tallo a los dieciocho meses de la plantación

Los resultados de la variable forma del tallo a los dieciocho meses indican que sigue sobresaliendo el rango de clasificación recto en los tres tratamientos, como se indica en la tabla 30.

Tabla 30. Clasificación de la forma del tallo a los dieciocho meses

Tratamiento	Recto %	Torcido %	Bifurcado %
A+A	95,56	4,44	0
A+T	100	0	0
A+R	95,56	4,44	0

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, lo que indica, que no existió similitud entre los tratamientos investigados. El coeficiente de variación determinó que la variable forma del tallo de la especie forestal *Acacia melanoxylon* fue homogénea.

Tabla 31. Análisis de varianza de la forma del tallo a los dieciocho meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,04	2	0,02	3,50 ^{ns}	4,26	8,02
Error	0,04	9	0,0039			
Total	0,07	11				
CV=0,35%						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

4.1.1.3.4 Forma del tallo a los veintiún meses de la plantación

Los resultados finales obtenidos para la variable forma del tallo a los veintiún meses, indican que el mayor porcentaje de individuos se encuentran en la categoría rectos, como se indica en la tabla 32.

Tabla 32. Clasificación de la forma del tallo a los veintiún meses

Tratamiento	Recto %	Torcido %	Bifurcado %
A+A	97,78	2,22	0
A+T	100	0	0
A+R	91,67	8,33	0

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza se registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, lo que indica, que existió similitud entre los tratamientos investigados. El valor del coeficiente de variación determina que la especie forestal presentó un comportamiento homogéneo en relación a la variable forma del tallo.

Tabla 33. Análisis de varianza de la forma del tallo a los dieciocho meses

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,14	2	0,07	3,47	^{ns}	4,26	8,02
Error	0,08	9	0,01				
Total	0,22	11					
CV=0,54%							

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

En la figura 6, se muestran los resultados respecto a la variable forma del tallo a los 12, 15, 18 y 21 meses de la plantación

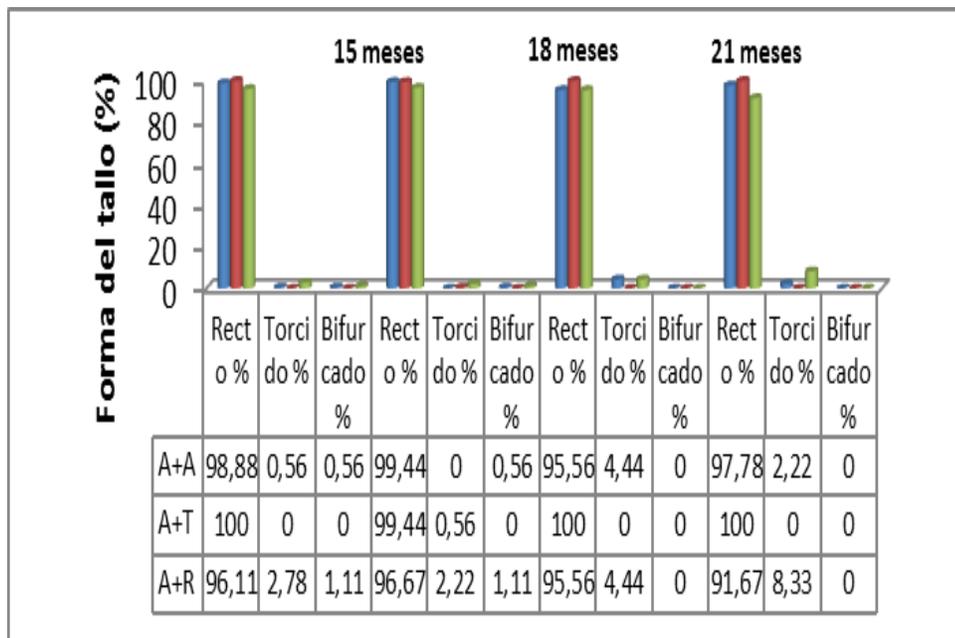


Figura 6. Forma del tallo por tratamiento durante nueve meses

4.1.1.4 Diámetro de copa

4.1.1.4.1 Diámetro de copa a los doce meses de la plantación

Los valores registrados para la variable diámetro de copa al inicio de la investigación fueron diferentes, sobresaliendo el tratamiento A+T con 32,23 cm seguido de tratamiento A+R y del tratamiento A+A, como se indica en la tabla 34.

Tabla 34. Diámetro de copa a los doce meses por tratamiento

Tratamiento	DC (cm)
A+T	32,23
A+R	27,61
A+A	25,26

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

Del análisis de varianza se obtuvo un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, lo que permite inferir que los tratamientos estudiados fueron estadísticamente similares.

Tabla 35. Análisis de varianza del diámetro de copa a los doce meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	100,58	2	50,29	0,86 ^{ns}	4,26	8,02
Error	528,66	9	58,74			
Total	629,24	11				
CV= 27,02 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que el comportamiento de la especie con respecto al diámetro de copa, fue homogéneo.

4.1.1.4.2 Diámetro de copa a los quince meses de la plantación

La tabla 36 muestra los resultados para la variable diámetro de copa a los quince meses de la plantación, donde se observa diferencias aproximadas de 8,53 cm entre los tratamientos.

Tabla 36. Diámetro de copa a los quince meses por tratamiento

Tratamiento	DC (cm)
A+T	45,27
A+R	36,74
A+A	31,51

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; por tal motivo, se asevera que los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares.

Tabla 37. Análisis de varianza del diámetro de copa a los quince meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	385,79	2	192,89	1,51 ^{ns}	4,26	8,02
Error	1152	9	128			
Total	1537,79	11				
CV=29.90 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que el comportamiento de la especie con respecto al diámetro de copa fue homogéneo.

4.1.1.4.3 Diámetro de copa a los dieciocho meses de la plantación

Los resultados obtenidos para la variable diámetro de copa, indican diferencias entre tratamientos, sobresaliendo cada vez más el tratamiento (A+T), como se indica en la tabla 38.

Tabla 38. Diámetro de copa a los dieciocho meses por tratamiento

Tratamiento	DC (cm)
A+T	64,12
A+R	57,04
A+A	45,86

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; lo que indica que los tratamientos en estudio son estadísticamente similares.

Tabla 39. Análisis de varianza del diámetro de copa a los dieciocho meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	677,47	2	338,74	1,03 ^{ns}	4,26	8,02
Error	2957,43	9	328,6			
Total	3634,9	11				
CV=32,56 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que el comportamiento de la especie con respecto al diámetro de copa, fue homogéneo.

4.1.1.4.4 Diámetro de copa a los veintiún meses de la plantación

Concluidos los resultados a los veintiún meses, para la variable diámetro de copa, indican una heterogeneidad entre los tratamientos (A+T), (A+R), a diferencia del tratamiento (A+A) con un valor de 66,38 cm, como se observa en la tabla 40.

Tabla 40. Diámetro de copa a los veintiún meses por tratamiento

Tratamiento	DC (cm)
A+T	83,51
A+R	80,17
A+A	66,38

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El análisis de varianza registró un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística; por tal motivo, se asevera que los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares.

Tabla 41. Análisis de varianza del diámetro de copa a los veintiún meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	659,54	2	329,77	0,78 ^{ns}	4,26	8,02
Error	3786,24	9	420,69			
Total	4445,78	11				
CV= 26,75 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación permite inferir que el comportamiento de la especie con respecto al diámetro de copa presenta homogeneidad.

En la Figura 7, se presentan los resultados obtenidos para la variable diámetro de copa a los 12, 15, 18 y 21 meses de la plantación.

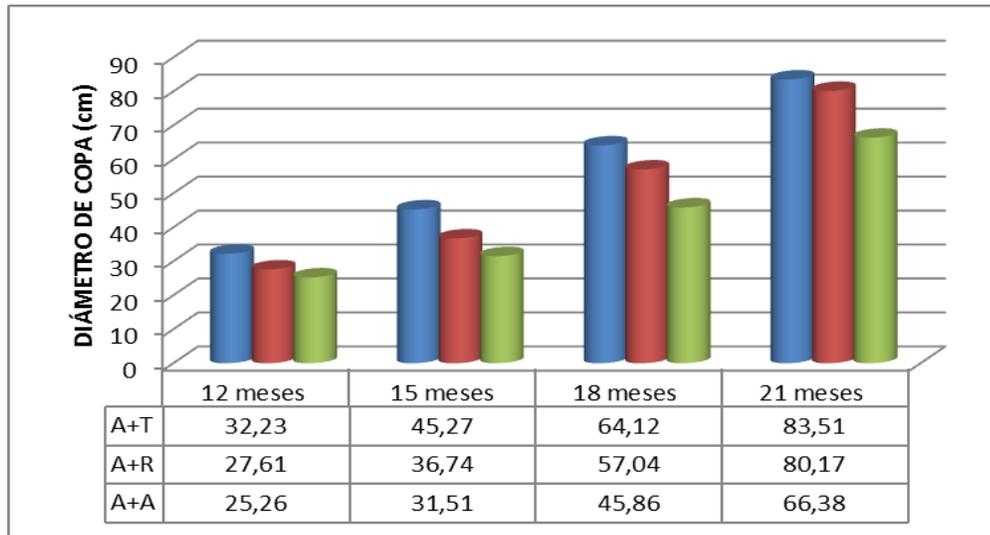


Figura 7. Diámetro de copa promedio por tratamiento durante nueve meses

4.1.1.2.5 Incremento del diámetro de copa (12 a 21 meses de la plantación)

Para determinar el incremento del diámetro de copa se tomó los datos registrados a los 12 y 21 meses de la plantación, como se indica en la tabla 42.

Tabla 42. Incremento del diámetro de copa por tratamiento en nueve meses

Tratamiento	DC. 12 meses (cm)	DC. 21 meses (cm)	Incremento (cm)
A+T	32,23	83,51	51,28
A+R	27,61	80,17	52,56
A+A	25,26	66,38	41,12

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

En el análisis de varianza se registró un valor no significativo en comparación a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística. Esto indica que, los tratamientos investigados fueron estadísticamente similares en cuanto al diámetro de copa.

Tabla 43. Análisis de varianza del incremento en diámetro de copa a los nueve meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	314,46	2	157,23	0,89 ^{ns}	4,26	8,02
Error	1598,61	9	177,62			
Total	1913,07	11				

CV= 27,58%

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que el comportamiento de la especie forestal en relación al incremento en diámetro de copa fue relativamente homogéneo.

En la figura 8, se expresan los resultados obtenidos para el incremento diámetro de copa de 12 a 21 meses de la plantación.

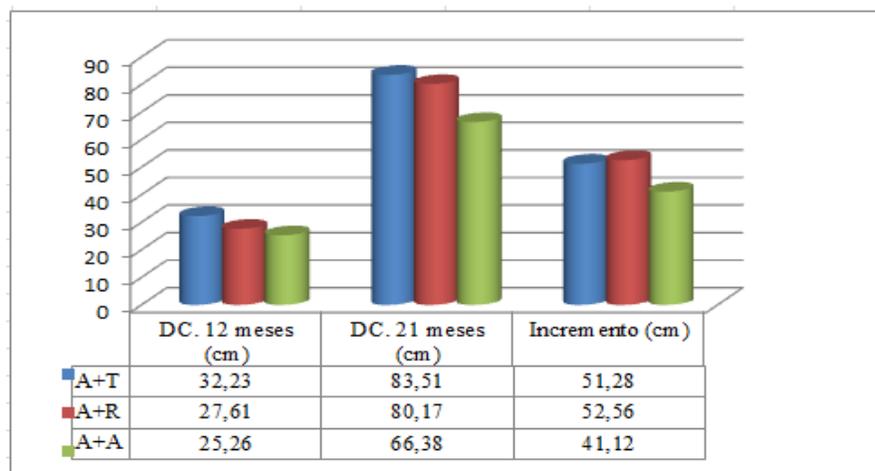


Figura 8. Incremento en diámetro basal en los nueve meses de estudio

4.1.1.4 Estado fitosanitario

4.1.1.4.1 Estado fitosanitario a los doce meses de la plantación

Al inicio de la investigación se obtuvieron valores semejantes en el nivel de clasificación excelente entre tratamientos respecto a la variable estado fitosanitario, como se muestra en la tabla 44.

Tabla 44. Estado fitosanitario a los doce meses por tratamiento

Tratamiento	Excelente %	Buena %	Regular %	Malo %
A+T	100	0	0	0
A+ R	98,33	1,67	0	0
A+A	98,88	0,56	0,56	0

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

Del análisis de varianza se obtuvo un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, lo que asevera que los tratamientos estudiados fueron similares. El coeficiente de variación determinó homogeneidad de la especie forestal respecto a la variable estado fitosanitario.

Tabla 45. Análisis de varianza del estado fitosanitario a los doce meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,01	2	0,0035	0,94 ^{ns}	4,26	8,02
Error	0,03	9	0,0037			
Total	0,04	11				
CV= 1,54 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

4.1.1.4.2 Estado fitosanitario a los quince meses de la plantación

En la tabla 46, se detallan los resultados obtenidos a los quince meses de la plantación, respecto a la variable estado fitosanitario, donde se evidencia que los tratamientos presentan, el mayor porcentaje de individuos en la categoría de clasificación excelente.

Tabla 46. Estado fitosanitario a los quince meses por tratamiento

Tratamiento	Excelente %	Bueno %	Regular %	Malo %
A+T	100	0	0	0
A+ R	98,33	1,67	0	0
A+A	98,88	0	0,56	0,56

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

Del análisis de varianza se obtuvo un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, lo tal razón se deduce que los tratamientos estudiados fueron estadísticamente similares. El coeficiente de variación determinó que, el estado fitosanitario de la especie fue homogéneo.

Tabla 47. Análisis de varianza del estado fitosanitario a los quince meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,01	2	0,0035	0,94 ^{ns}	4,26	8,02
Error	0,03	9	0,0037			
Total	0,04	11				
CV= 1,54 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

4.1.1.4.3 Estado fitosanitario a los dieciocho meses de la plantación

Los resultados obtenidos para la variable estado fitosanitario a los dieciocho meses, registran similitud entre tratamientos, permaneciendo la mayor cantidad de individuos en la categoría excelente, como se muestra en la tabla 48.

Tabla 48. Estado fitosanitario a los dieciocho meses por tratamiento

Tratamiento	Excelente %	Bueno %	Regular %	Malo %
A+T	100	0	0	0
A+ R	95,56	4,44	0	0
A+A	100	0	0	0

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

Del análisis de varianza se obtuvo un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, por lo que asevera que los tratamientos estudiados fueron similares. El coeficiente de variación determinó que, el estado fitosanitario de la especie fue homogéneo.

Tabla 49. Análisis de varianza del estado fitosanitario a los dieciocho meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,01	2	0,01	2,67 ^{ns}	4,26	8,02
Error	0,02	9	0,0026			
Total	0,04	11				
CV=1,29%						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

4.1.1.4.4 Estado fitosanitario a los veintiún meses de la plantación

Concluida la investigación, se evidencia que los resultados obtenidos para la variable estado fitosanitario, a los veintiún meses de la plantación, sigue sobresaliendo la clasificación excelente en los tres tratamientos, como se indica en la tabla 50.

Tabla 50. Estado fitosanitario a los veintiún meses por tratamiento

Tratamiento	Excelente %	Bueno %	Regular %	Malo %
A+T	98,89	1,11	0	0
A+ R	97,78	2,22	0	0
A+A	98,89	1,11	0	0

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

Del análisis de varianza se obtuvo un valor no significativo a su correspondiente tabular al 95 % de probabilidad estadística, lo que asevera que los tratamientos estudiados fueron similares. El coeficiente de variación determinó que, el estado fitosanitario de la especie fue homogéneo.

Tabla 51. Análisis de varianza del estado fitosanitario a los veintiún meses

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	0,00082	2	0,00041	0,10 ^{ns}	4,26	8,02
Error	0,04	9	0,004			
Total	0,04	11				
CV=1,60 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

En la figura 9, se muestran los resultados obtenidos para la variable estado fitosanitario a los 12, 15, 18 y 21 meses de la plantación.

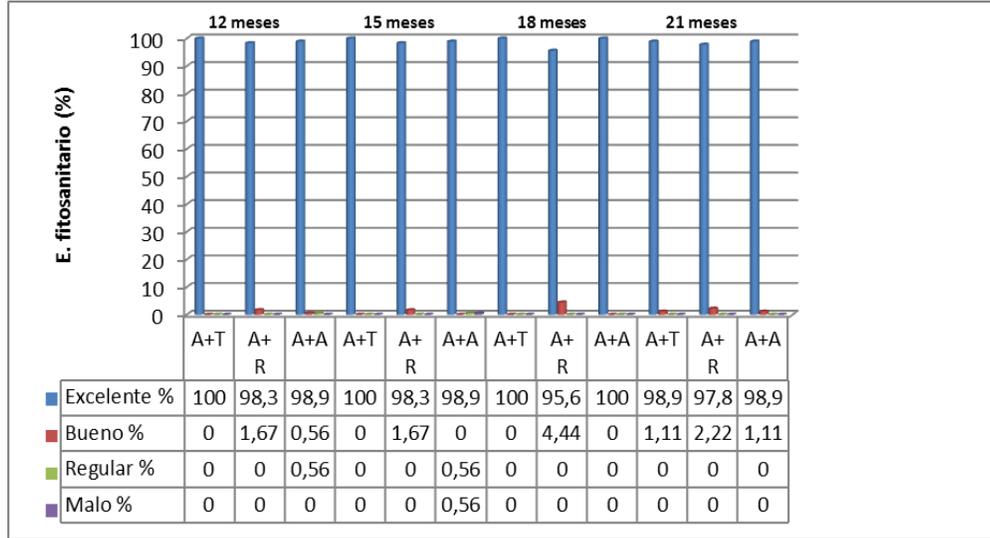


Figura 9. Estado fitosanitario por tratamiento durante nueve meses de estudio

Prueba de Tukey

Al no existir diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, en las cuatro mediciones realizadas a los 12, 15, 18 y 21 meses, en las variables forestales; altura total, diámetro basal, forma, diámetro de copa y estado fitosanitario, no fue necesario realizar la prueba de Tukey.

Por la homogeneidad estadística de los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1 Producción de forraje en el primer ciclo (12 meses de la plantación)

En la tabla 52, se muestran los resultados de producción de forraje, obtenidos en el primer ciclo de corta, sobresaliendo el tratamiento (A+T) con 25 495,37 kg/ha, seguido del tratamiento A+A y del tratamiento A+R, ver tabla 52.

Tabla 52. Producción de forraje en el primer ciclo por tratamiento

Tratamiento	Producción. (kg/ha)
A+A	14 856,48
A+R	13 856,48
A+T	25 495,37

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

En el análisis de varianza se obtuvo un valor altamente significativo a su correspondiente tabular al 99 % de probabilidad estadística. Esto demuestra que los tratamientos investigados fueron estadísticamente diferentes.

Tabla 53. Análisis de varianza del primer ciclo de producción de forraje

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	332866256,89	2	166433128,45	40,97 ^{ns}	4,26	8,02
Error	36557663,60	9	4061962,62			
Total	369423920,49	11				
CV=11.15 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que existió heterogeneidad con respecto a la variable producción de forraje.

Al ejecutar la prueba de Tukey; se observa la formación de dos rangos, destacándose el tratamiento (A+T), con una producción de 25 495,37 kg/ha (Figura 10).

Tabla 54. Prueba de Tukey del primer ciclo de producción

Tratamiento	Media (kg/ha)	Tukey
A+T	25 495,37	A
A+R	14 856,48	B
A+A	13 856,48	B

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

4.2.2 Producción de forraje en el segundo ciclo (15 meses de la plantación)

Los resultados obtenidos para producción de forraje, al segundo ciclo de corta, muestran una significativa variación entre tratamientos, destacándose el tratamiento (A+T), con una producción de 21 064,81 hg/ha, como indica en la tabla 55.

Tabla 55. Producción de forraje en el segundo ciclo por tratamiento

Tratamiento	Producción. (kg/ha)
A+A	11 055,56
A+R	12 523,15
A+T	21 064,81

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

En el análisis de varianza se obtuvo un valor altamente significativo a su correspondiente tabular al 99 % de probabilidad estadística; por tal motivo se afirma que los tratamientos investigados fueron estadísticamente diferentes.

Tabla 56. Análisis de varianza del segundo ciclo de producción de forraje

FV	SC	GL	CM	FC	F$\alpha_{0,05}$	F$\alpha_{0,01}$
Tratamiento	233732062,7	2	116866031	68,32 ^{ns}	4,26	8,02
Error	15395711,75	9	1710634,6			
Total	249127774,5	11				
CV=8.79 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que existió heterogeneidad con respecto a la variable producción de forraje.

En razón que existe diferencia entre los tratamientos, se realizó la prueba de Tukey; donde se evidenció la presencia de dos rangos, destacándose como mejor tratamiento (A+T), con una producción de 21 064,81 kg/ha (Figura 10).

Tabla 57. Prueba de Tukey del segundo ciclo de producción

Tratamiento	Media (kg/ha)	Tukey
T3	21 064,81	A
T1	12 523,15	B
T2	11 055,56	B

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

4.2.3 Producción de forraje en el tercer ciclo (18 meses de la plantación)

En la tabla 58, se muestra la producción de forraje, obtenida al tercer ciclo de corta, en donde se evidencia, que el tratamiento A+T, presenta la mayor producción de forraje de 22 768,52 kg/ha, seguido del tratamiento A+R con 12 208,33 kg/ha.

Tabla 58. Producción de forraje en el tercer ciclo por tratamiento

Tratamiento	Producción. (kg/ha)
A+A	6 791,67
A+R	12 208,33
A+T	22 768,52

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

En el análisis de varianza se obtuvo un valor altamente significativo a su correspondiente tabular al 99 % de probabilidad estadística. Esto permite establecer que los tratamientos investigados fueron estadísticamente diferentes.

Tabla 59. Análisis de varianza del segundo ciclo de producción de forraje

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	528156813	2	264078407	226,32 ^{ns}	4,26	8,02
Error	10501569	9	1166841			
Total	538658382	11				
CV=7,76 %						

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

El coeficiente de variación indica que existió heterogeneidad con respecto a la variable producción de forraje.

Al realizar la prueba de Tukey; se observa la formación de tres rangos, destacándose como mejor tratamiento (A+T), con una producción de 22 768,52 kg/ha (Figura 10).

Tabla 60. Prueba de Tukey del tercer ciclo de producción

Tratamiento	Media (kg/ha)	Tukey
T3	22 768,52	A
T1	12 208,33	B
T2	6 791,67	C

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

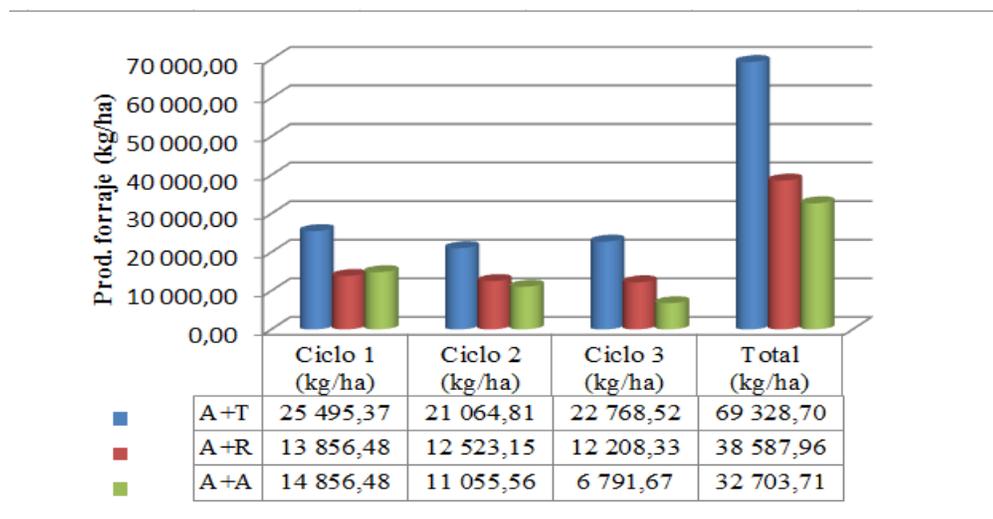


Figura 10. Producción de forraje por ciclo de corte

4.3 FIJACIÓN DE NITRÓGENO (N)

Los resultados de los análisis de suelo inicial y final en los tres tratamientos, indican que el nitrógeno (N) se ha mantenido estable en los tres tratamientos, de acuerdo con la tabla de interpretación de resultados, el nitrógeno se encuentra en un parámetro alto (> 31%), como se muestra en la tabla 61 y los anexos 2,3,4,5,6,7,8,9,10.

Tabla 61. Incremento de nitrógeno en el suelo por tratamiento

Tratamientos	Parámetro analizado	Unidad	Inicial (12 meses) y Final (21 meses)			
			Lejos del árbol (Área despejada)		Cerca del árbol (Distanciamiento 20 cm)	
			Inicial	Final	Inicial	Final
A+R	Nitrógeno	%	0,40	0,38	0,37	0,32
A+A			0,43	0,37	0,48	0,49
A+T			0,39	0,35	0,40	0,37
Interpretación de resultaos						
Parámetro		N (%)	Bajo	Medio	Alto	
			0 - 0,15	0,16 - 0,30	>0,31	

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

4.4 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN

4.4.1 Análisis de correlación

Del análisis de correlación se puede observar que todos los tratamientos presentan asociación entre las variables diámetro de copa y producción de forraje como se muestra en la tabla 62.

Tabla 62. Correlación por tratamiento

Correlación	R	$r\alpha_{0,05}$	$r\alpha_{0,01}$
A+R	0,999	0,878	0,959
A+A	0,984	0,878	0,959
A+T	0,928	0,878	0,959

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

4.4.2 Análisis de regresión

De los resultados obtenidos en el análisis de regresión lineal se evidenció que el tratamiento (A+T) presentó el menor coeficiente, teniendo un valor de 0,861 como se muestra en la tabla 63.

Tabla 63. Regresión lineal por tratamiento

Tratamiento	R ²	Ecuación
A+R	0,997	$\bar{Y} = 2,1464x - 12,699$
A+A	0,987	$\bar{Y} = 2,1091x + 18,068$
A+T	0,861	$\bar{Y} = 1,9399x + 69,912$

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

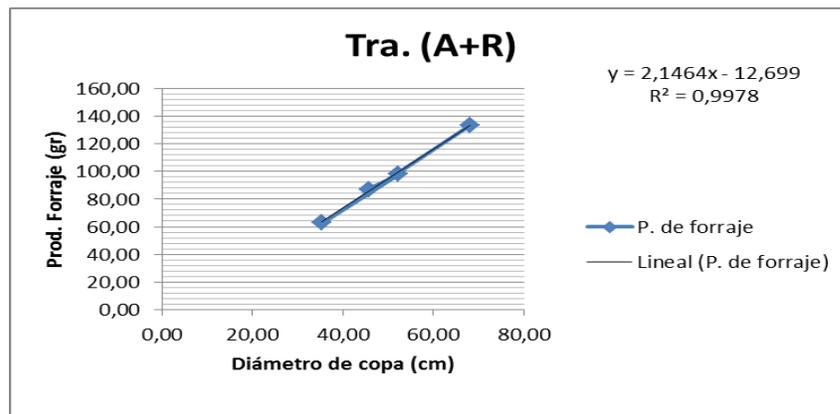


Figura 11. Análisis de regresión del Tratamiento (A+R)

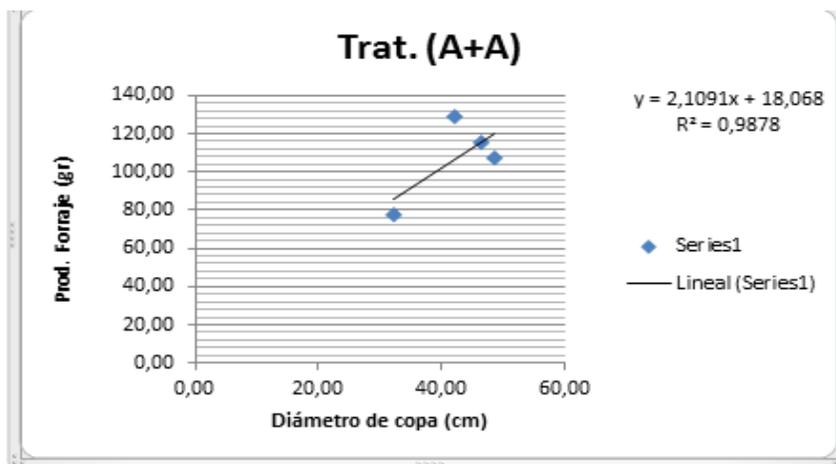


Figura 12. Análisis de regresión del Tratamiento (A+A)

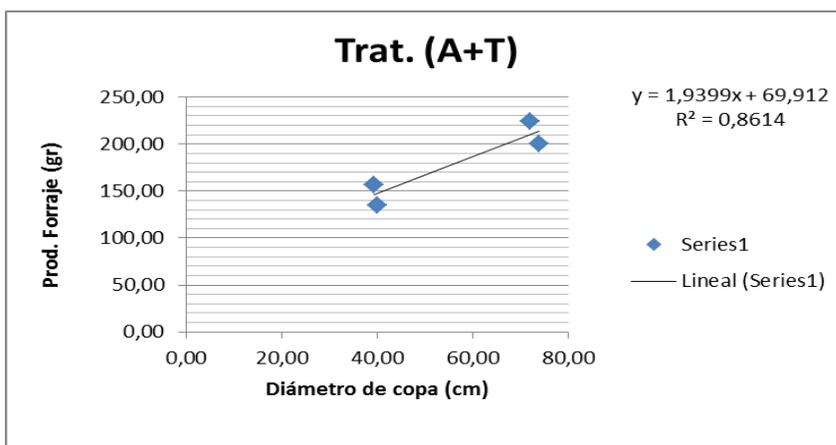


Figura 13. Análisis de regresión del Tratamiento (A+T)

4.2.3 Análisis bromatológicos de las especies forrajeras

Para determinar la interacción existente entre la especie forestal *Acacia melanoxylon* y las tres variedades de pastos, se tomaron tres variables como son: humedad, proteína y fibra, como se muestra en la tabla 67 y anexos 12, 13,14.

Tabla 64. Resultado de los análisis bromatológicos

Tratamiento	Parámetros analizados	Unidad	Área despejada	Bajo el árbol
A+R	Humedad	%	83,28	77,49
	Proteína	%	13,40	12,41
	Fibra	%	18,56	26,46
A+A	Humedad	%	80,54	84,51
	Proteína	%	6,40	12,47
	Fibra	%	17,72	27,47
A+T	Humedad	%	86,39	84,80
	Proteína	%	24,03	22,50
	Fibra	%	19,27	20,04

Elaborado por: Cristian Heriberto Cuasquer Cuasapud

Los resultados obtenidos en los análisis bromatológicos de las muestras recolectadas en área despejada y bajo la incidencia del árbol, en los tres tratamientos, registraron diferencias entre las variables evaluadas.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 VARIABLES FORESTALES

5.1.1 Incremento en altura total

En el presente estudio no se registraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. Durante los nueve meses de investigación; se obtuvo un incremento a nivel de plantación de 1,22 m.

Debido a las limitadas investigaciones, sobre esta especie en asocio con pastos en su crecimiento a partir de un año de establecido el ensayo, no se ha encontrado información que pueda ser tomada como referencia. Dadas estas circunstancias, la comparación se realizó con el crecimiento inicial de Cuasquer M (2016), quién obtuvo un incremento mensual de 7,33 cm, valor inferior al de la presente investigación de 13,55 cm. Estos resultados se justifican debido a que se evidenció inundación de un área del ensayo; factor limitante para el crecimiento de la especie forestal; dicha hipótesis, se confirma con el estudio realizado por Ramírez (2008) dónde menciona que la especie forestal acacia es susceptible a suelos inundados, y a poca disponibilidad de nutrientes para la planta.

5.1.2 Incremento de diámetro basal

En cuanto al incremento en diámetro basal no se registró diferencias significativas a su correspondiente tabular 95% de probabilidad estadísticas entre tratamientos, pero al realizar el análisis matemático se obtuvo un incremento mensual a nivel de plantación de 21,70 mm (valor extrapolado de centímetros a milímetro). Al no existir

registros similares a esta variable, se realizó la comparación con el crecimiento inicial registrado por Castro (2010), en el estudio: “Crecimiento inicial de tres procedencias de *Acacia melanoxylon* R.Br, en asocio con arveja, fréjol y cebolla paitaña en Bolívar - Carchi”, registrando un incremento mensual de 18,37 mm. El mayor incremento registrado en la presente investigación se justificaría por la presencia de mayor porcentaje de materia orgánica en el suelo, variación de las características climáticas, y los asocios realizados con la especie forestal en cada caso.

5.1.3 Incremento en diámetro de copa

En lo referente al diámetro de copa en los nueve meses de investigación, se obtuvo valores semejantes entre los tratamientos (A+R) y (A+T) con 52,26 cm y 51,28 cm respectivamente; por el contrario el tratamiento A+A presentó en menor incremento con 41,12 cm, probablemente se debería al desconocimiento de la edad y procedencia de las plantas. Debido a limitados estudios sobre esta variable; no se ha logrado encontrar información relevante para la comparación y análisis de esta variable.

5.1.4 Fijación de nitrógeno en el suelo

De acuerdo a los análisis químicos de suelo realizados al inicio y final del estudio, no se registró incremento de nitrógeno entre tratamientos, manteniéndose en el parámetro alto mayor a 31%.

Cuasquer M (2016), como resultado de su investigación a los doce meses de edad, registró un incremento promedio de 0,16%, lo que permite determinar que la especie forestal acacia sí aporta nitrógeno al suelo. En el presente estudio el nitrógeno se mantuvo estable, esto se debería a que, sin la cantidad de fosforo adecuada, las fijadoras de nitrógeno como *Acacia melanoxylon* no son muy efectivas, tomando en cuenta que existió una disminución de fosforo en los nueve meses de estudio

posteriores a la primera investigación realizada por Cuasquer M (2016) de 67,96 ppm. Por ser la presente investigación inédita y al no existir otras investigaciones no existen elementos de comparación.

5.1.5 Interacción entre árbol y pastos

De los resultados de análisis de correlación y regresión, se determinó que los tratamientos A+R y A+T presentaron alta asociación entre las variables diámetro de copa y producción de forraje al 99% de probabilidad estadística. En lo referente al tratamiento A+A su asociación es al 95% de probabilidad estadística y se registró el menor coeficiente de determinación de 0,861, lo cual probablemente se debería a que existió competencia por nutrientes entre la especie forestal y la especie forrajera avena, misma que presenta raíces abundantes y profundas que le permitirían absorber mayor cantidad de nutrientes, lo cual se evidencia en los resultados de los análisis bromatológicos.

La muestra tomada cerca del árbol registró un valor para proteína cruda de 12,93% y en área despejada de 6,40%. El mayor incremento se debería, a que en el área cerca del árbol existe mayor disponibilidad de nitrógeno y azufre. Lo que confirma con la investigación realizada por Quiroga y Noboa (2003). Al tener disponibles estos dos elementos se pueden tener valores altos de proteína cruda en las especies forrajeras. En cuanto a parámetros de comparación con otros estudios no se realizó debido a que no existen registros similares respecto a esta variable.

5.2 VARIABLES DE LOS PASTOS

5.2.1 Producción de forraje de raigrás

En el presente estudio la producción de forraje del tratamiento acacia+ raigrás (A+R) fue de 38 587,70 kg/ha; mientras que Cuichán (2011), quién realizó la “Evaluación

del rendimiento económico y productivo con tres clases de pastos” obtuvo una producción de 39 960,00 kg/ha. En comparación al valor nutritivo de proteína cruda y fibra se registraron valores de 12, 41% y 26,46% respectivamente. En sus estudios Cuichán (2011), registro valores de 13% para proteína y 23,90% para fibra. Comparando los valores de las dos investigaciones no presentan altos porcentajes de variación, por lo que se concluye que son semejantes, esto se debe a que las condiciones edafoclimáticas son semejantes, y el análisis bromatológico se realizó en el mismo tiempo de madurez del pasto.

Por otra parte Cuasquer M (2016), en su estudio determinó una producción de forraje de 42 935,00 kg/ha, y un valor nutritivo en proteína cruda de 13,40%, y 18,56% para fibra. Este valor de producción en forraje supera a las dos investigaciones antes citadas y se explica debido a que en los inicios de la plantación existió mayor cantidad de materia orgánica en el suelo.

5.2.2 Producción de forraje de avena

Al determinar la producción de forraje en el tratamiento acacia + avena (A+A), cuyo valor fue de 32 703,96 kg/ha. En comparación con el estudio realizado por García y Maguana (2015), en la provincia de Azuay, donde obtuvieron una producción de 53 000 kg/ha. La mayor producción en esta investigación se debería a la fertilización aplicada al suelo. En lo pertinente al valor nutritivo del forraje en la presente investigación fue de 12,93% para proteína. Mientras que Ramírez *et al.* (2013), obtuvieron un valor de 10,95% en proteína, valores que determinan una homogeneidad en los dos estudios.

En comparación con el estudio realizado por Cuasquer M (2016), hasta los doce meses de la plantación, quién registró una producción de 45 990,00 kg/ha, al menor

incremento logrado en la presente investigación se debería a que en el primer año el suelo presentaba mayor materia orgánica y no estaba compacto permitiendo una mejor circulación de oxígeno. Respecto al valor nutritivo de los forrajes los valores son homogéneos en las tres investigaciones.

5.2.3 Producción de forraje de trébol blanco

La producción de forraje del tratamiento asociado con acacia más trébol blanco fue de 25 495,37 kg/ha. En comparación con el estudio realizado por Ates y Tekeli (2005), dónde se investigó la calidad y potencial de tetania en combinaciones de dácilo aglomerado y trébol blanco, cuya producción fue de 15 950,00 kg/ha. El mayor rendimiento obtenido en la presente investigación se debería a que esta especie forrajera se propaga por estolones y semillas, de manera que al realizar la remoción de suelo, más la nueva siembra de semillas existió mayor regeneración.

En relación con el valor nutritivo del forraje se obtuvo valores para proteína cruda de 22,50% y fibra 20,04%; mientras que Ates y Tekeli (2005), obtuvieron los siguientes valores; proteína 22,57% y 19,60% para fibra, valores muy semejantes en las dos investigaciones. Esto se debería que las muestras de las dos investigaciones fueron tomadas en similares tiempos de maduración.

Comparando los resultados de la presente investigación, con los presentados por Cuasquer M (2016) quién determinó una producción de 16 453,00 kg/ha, se evidencio una menor producción. Esto podría deberse a los inconvenientes ocasionados en el proceso de germinación del trébol, por el ataque de plagas. El valor nutritivo de los forrajes las dos investigaciones, presentó valores homogéneos.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Concluida la investigación, no se registraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en las variables dasométricas; altura total, diámetro basal, forma, diámetro de copa y estado fitosanitario, pero al realizar análisis matemático, se evidenció que el tratamiento acacia más raigrás (A+R) obtuvo el mayor incremento entre los demás tratamientos, respecto a las variables altura total y diámetro de copa, con 1,32 m y 52,56 cm, respectivamente. A diferencia de la variable diámetro basal, el mayor incremento se registró en el tratamiento acacia + trébol blanco (A+T) con 2,20 cm.

En los tratamientos estudiados, al no presenciar el ataque de plagas y/o enfermedades a la especie forestal *Acacia melanoxylon*, se obtuvo porcentajes bajos en los rangos de clasificación individuos torcidos y bifurcados de 10,55% y 0% respectivamente, sobresaliendo la clasificación recto con el 96,48%.

La producción de forraje y valor nutritivo más significativa en los tres ciclos de corta, se registró en el tratamiento acacia más trébol blanco (A+T) con 69 328,00 kg/ha, y 22,50% de proteína cruda, lo que indica una mejor producción y calidad de pasto.

Respecto al incremento de nitrógeno en el suelo, por efecto de la especie forestal, al realizar la comparación de análisis de suelo iniciales y finales, no se registró incremento sobre esta variable, manteniéndose estable, en nivel alto, mayor a 31%.

Al no registrarse interacciones entre las variables diámetro de copa y producción de forraje, se puede concluir que la especie forestal *Acacia melanoxylon* a esta edad, aún no presenta efectos de sombra sobre las variedades de pastos.

6.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar evaluando el sistema silvopastoril con la especie *Acacia melanoxylon* con el mismo arreglo de repeticiones y tratamientos para determinar el comportamiento del sistema silvopastoril con el transcurso del tiempo.

A los productores pecuarios se sugiere cortar los pastos, manualmente o utilizando motoguadaña, en razón que la especie forestal es comestible forrajera en su estado tierno para el ganado.

Se recomienda a los ganaderos de la zona a establecer sistemas silvopastoriles asociados con acacia + trébol blanco, en razón que esta práctica agroforestal mantiene una producción de forraje mayor y de buena calidad.

Los sistemas se establezcan en suelos con buen drenaje y utilizar plantas de vivero con información de procedencia para no tener heterogeneidad en el crecimiento.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, T., Ferguson , B., & Medina, F. (2007). *Ganadería, Desarrollo y Ambiente: Una Visión para Chiapas*. Chiapas, México.: El Colegio de la Frontera Sur.
- Aguirre , C., & Vizcaíno , M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra, Ecuador: Editorial Universitaria.
- Aiton, W. (1789). *Hortus Kewensis*. Londres, Inglaterra.
- Altamirano, H. (2011). *Evaluación de diferentes densidades de siembra del plántago lanceolata asociado a una mezcla de especies introducidas*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Atez, E., & Tikelly, E. (2005). *Calidad del forraje y potencial de tetania en combinaciones de dátilo aglomerado (Dactylis glomerata L.) y trébol blanco (Trifolium repens L.)*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 39(1), 99-105. Obtenido de: [http://www. redacly.org/articulo.oa?id=193017852016](http://www.redacly.org/articulo.oa?id=193017852016)
- Castro, E. (2010). *Creiieto inicial de tres procedencias de Acacia melanoxylon R.Br, en asocio con arveja, fréjol y cebolla paitaña en Bolivar - Carchi*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Cárdenas, F. (2000). *Desarrollo sostenible en los Andes de Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana. Boyaca, Colombia.
- CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza). (2009). *Interacciones ganado-pastizal-árboles en los sistemas silvopastoriles. Agroforestería en las Américas*. Recuperado de <https://www.norlarnet.uio.no/pdf/featured-research/english/agroforesteria.pdf>

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación Y Enseñanza). (2001). *Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Castillo, N. (2012). *Análisis del comportamiento del aliso *Alnus nepalensis* d. don, asociado con *Brachiaria decumbens* staff y pasto miel *Setaria sphacelata* (schumach) staff & c. e. hubb y pasturas en monocultivo*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). (1996). *Pasturas tropicales*. Medellín-Colombia.

Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). (s.f.). *Lolium multiflorum*. Recuperado de http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_56.pdf

Cuasquer, M. (2016). *Determinación del comportamiento de acacia (*Acacia melanoxylon* R.Br.), en asocio con tres tipos de pasto, en la parroquia El Carmelo, provincia del Carchi*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Cuichán, S. (2011). *Evaluación del rendimiento económico y productivo en tres clases de pasto: pasto azul, raigrás tetralitre y raigrás inglés; sometidos a dos sistemas de manejo: al libre pastoreo y corte*". (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), (2007). *Educación Ambiental para el Trópico de Cochabamba*. Obtenido de: <http://www.fao.org/docrep/009/ah646s/AH646S08.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), (2003). *Beneficios económicos de la agrosilvicultura: experiencias*,

enseñanzas y dificultades. Obtenido de: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5574s/y5574s09.pdf>

García, D., Maguana, J. (2015). Optimización del rendimiento de avena (Avena sativa L. Variedad INIAP-82) bajo tres niveles de encalado en la granja Irquí. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Hernández, A. (1997). *Revisión Bibliografica de Acacia melanoxylon R.Br., Acacia dealbata Link., Acacia cyanophylla Lindl.* Concepcion .

Iglesias, J. (1999). Sistemas de producción agroforestales. Conceptos generales y definiciones. Matanzas, Cuba. Obtenido de: <http://payfo.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/viewFile/961/463>

Jiménez, M. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial, cantón Tulcán*. Tulcán, Ecuador.

Jordán, C., Herz, C., Añazco, M., & Andrade, M. (1999). *Construyendo cambios*. Quito, Ecuador: PIXELDOT.

Linneo, C. (1753). *Species plantarum*. London, France.

MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador). (2012). *Line Base de Deforestación del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador.

MAE. (2012). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador.

Mendieta, M., & Rocha, L. (2007). *Sistemas agroforestales*. Universidad Nacional Agraria. Obtenido de: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RENF08M538.pdf

- Menendez, L. (04 de 10 de 2006). *Acacia melanoxylum R.Br.* Recuperado el 12 de 05 de 2014, de <http://www.asturnatura.com/especie/acacia-melanoxylon.html#distribucion>
- Montagnini, F. (2012). *Silvopastoral systems, an alternative to conventional cattle ranching helping in climate change mitigation and adaptation in Latin America. Energy and Climate Partnership of the Americas.* Obtenido de <http://www.partners.net/images/partners/Montagnini%20Silvopastoral%20Blog%20for%20ECPA%20website%20December%205.pdf>
- Moreno, A. M. (2011). *Avena forrajera (Avena sativa).* *Monografias.com.* Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos85/avena-forrajera/avena-forrajera.shtml>
- Moreno, A. M. (2011). *Avena forrajera (Avena sativa).* *Monografias.com.* Recuperado el 14 de Mayo de 2014, de <http://www.monografias.com/trabajos85/avena-forrajera/avena-forrajera.shtml>
- Mutís, J. (2005). *Inventario de flora de un ecosistema de alta montaña (mutiscua, n. s.).* Obtenido de http://aplicaciones2.colombiaaprende.edu.co/concursos/expediciones_botanicas/ver_herbarios_p.php?id=563&id_p=6520
- Mutís, J. C. (2005). *Inventario de flora de un ecosistema de alta montaña (MUTISCUA, N. S.). Expediciones botánicas siglo XXI.* Recuperado el 16 de Mayo de 2014, de http://aplicaciones2.colombiaaprende.edu.co/concursos/expediciones_botanicas/ver_herbarios_p.php?id=563&id_p=6520
- Navall, M. (2011). *La Integración Silvopastoril.* *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.* Recuperado el 14 de Mayo de 2014, de <http://inta.gob.ar/documentos/otra-mirada-del-control-del-renoval-la->

integracionsilvopastoril/at_multi_download/file/Navall%202011%20daJAT
%20Control%20Renoval%20SdE.pdf

Nieto C., Ramos, R., & Galarza, J. (2005). *Sistemas agroforestales aplicables en la sierra ecuatoriana*. Quito, Ecuador.

Ospina, A. (2003) *Agroforestería, Aportes conceptuales, metodológicos y prácticas para el estudio agroforestal*. Santiago de Cali: ACASOC. Primera edición

Ospina, A. (2006). *Agroforestería, Aportes conceptuales, metodológicos y prácticas para el estudio agroforestal*. Santiago de Cali: ACASOC. Segunda Edición

Pàez, C., Geovanny , P., Parra, R., Quiroga, D., Rodríguez, A., Rojas, W., y otros. (2008). *GEO Ecuador 2008: Informe sobre el estado del medio ambiente*. Quito-Ecuador: Libri Mundi.

Palomeque, E. (2009). *Sistemas Agroforestales*. Obtenido de <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/sistemas-agroforestales.pdf?iv=20>

Pezo, D., & Muhammad, I. (1996). *Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos*. Veracruz-México: CATIE/GTZ.

Pezo, D., & Muhammad, I. (1998). *Módulo de Enseñanza Agroforestal N° 2: Sistemas Silvopastoriles*. Turrialba-Costa Rica: CATIE/GTZ.

Quiroga, M., & Noboa, C. (2003). *Efectos de exceso de humedad en suelos sobre la disponibilidad de nutrientes para los cultivos*. Revista científica. Maipú 2570-52004FSR-Rosario, Argentina

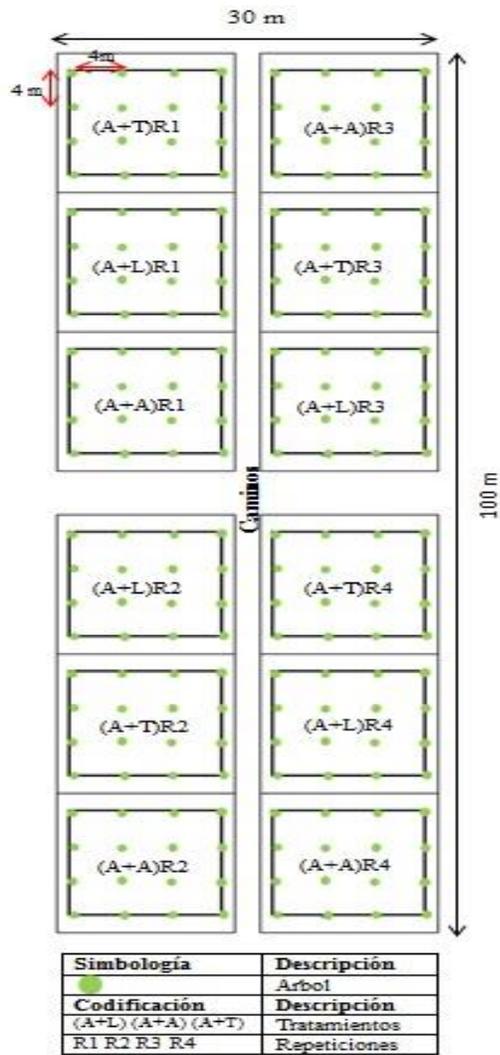
Ramírez, A. (2008). *Aspectos Fitosanitarios en Plantaciones Forestales*. Bogotá, Colombia.

- Ramírez, S., Domínguez, D., Salmerón, J., Villalobos, G., & Ortega, J. (2013). *Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte*. *Fitotec. Mex*, 36(4), 395-403.
- Rodríguez, V. (2009). *Acacia melanoxylon R. Br.* Recuperado el 13 de Mayo de 2014, de *Acacia melanoxylon R. Br.*: <https://www.google.com.ec/#q=acacia+melanoxylon+descripcion+botanica&spell=1>
- Ruíz, A. (1999). *Requerimientos agroecológicos de cultivos*. Obtenido de www.inifapcirpac.gob.mx/PotencialProductivo/Jalisco/Norte/RegionNorteReqAgroecologicos.pdf
- SAGARPA (SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACIÓN). ((s.f)). *Sistemas silvopastoriles* . Montecillo-México: Texcoco.
- Sánchez, C. (2004). *Cultivo y producción de pastos y forrajes*. Ripalme, México.
- Torres, J., Tenorio, A., & Gómez, A. (2008). *Agroforestería una estrategia de adaptación al cambio climático*.
- Vibrans, H. (2009). *Malezas en México*. Recuperado el 14 de Mayo de 2014, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/trifolium-repens/fichas/ficha.htm>
- Villagaray Inga, I. E. (2011). *Sistemas agroforestales con tecnología limpia en suelos el VRAEM, Perú*. Vrae, Perú: RevActaNova.
- Zapopan, J. (2012). *Estrategia Nacional de Agrosilvicultura* . México : Semarnat.

8 ANEXOS

FIGURAS

Anexo 1. Diseño de la investigación



Anexo 2. Resultado de análisis de suelo inicial del tratamiento A+R

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E15-1774
 Fecha emisión Informe: 24/08/2015

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Marlon Cuasquer / Agrocalidad Carchi
 Dirección: Plan B y Río Machinaza
 Provincia: Imbabura Cantón: Ibarra
 Teléfono: 2204009
 Correo Electrónico: marlon_ccf@hotmail.com
 N° Orden de Trabajo: 04-2015-011
 N° Factura/Documento: 2889

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: Rastrojo – S. Silvopastoril	
Provincia: Carchi	Coordenadas: X: ----
Cantón: Tulcán	Y: ----
Parroquia: El Carmelo	Altitud: ----
Muestreado por: ----	
Fecha de muestreo: 09-08-2015	Fecha de inicio de análisis: 12-08-2015
Fecha de recepción de la muestra: 12-08-2015	Fecha de finalización de análisis: 24-08-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-155404	A+L 1	pH	Potenciométrico	---	5,79
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	7,91
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,40
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	171,2
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,46
SFA-155405	A+L 2	pH	Potenciométrico	---	5,57
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	7,31
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,37
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	159,7
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,57

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

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

Anexo 3. Resultado de análisis de suelo inicial del tratamiento A+A

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E15-1775
 Fecha emisión Informe: 24/08/2015

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Marlon Cuasquer / Agrocalidad Carchi
Dirección: Plan B y Río Machinaza
Provincia: Imbabura **Cantón:** Ibarra
Teléfono: 2204009
Correo Electrónico: marlon_ccf@hotmail.com
N° Orden de Trabajo: 04-2015-011
N° Factura/Documento: 2889

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: Rastrojo – S. Silvopastoril	
Provincia: Carchi	Coordenadas: X: ----
Cantón: Tulcán	Y: ----
Parroquia: El Carmelo	Altitud: ----
Muestreado por: ----	
Fecha de muestreo: 09-08-2015	Fecha de inicio de análisis: 12-08-2015
Fecha de recepción de la muestra: 12-08-2015	Fecha de finalización de análisis: 24-08-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-155406	A+A 1	pH	Potenciométrico	---	5,80
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	8,51
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,43
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	178,3
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,57
SFA-155407	A+A 2	pH	Potenciométrico	---	5,61
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	9,51
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,48
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	155,0
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,46

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

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

Anexo 4. Resultado de análisis de suelo inicial del tratamiento A+T

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Informe N°: LN-SFA-E15-1776
 Fecha emisión Informe: 24/08/2015

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Marlon Cuasquer / Agrocalidad Carchi
Dirección: Plan B y Río Machinaza
Provincia: Imbabura **Cantón:** Ibarra
Teléfono: 2204009
Correo Electrónico: marlon_ccf@hotmail.com
N° Orden de Trabajo: 04-2015-011
N° Factura/Documento: 2889

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: Rastrojo – S. Silvopastoril	
Provincia: Carchi	Coordenadas: X: ----
Cantón: Tulcán	Y: ----
Parroquia: El Carmelo	Altitud: ----
Muestreado por: ----	
Fecha de muestreo: 09-08-2015	Fecha de inicio de análisis: 12-08-2015
Fecha de recepción de la muestra: 12-08-2015	Fecha de finalización de análisis: 24-08-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-155408	A+T 1	pH	Potenciométrico	---	5,74
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	7,71
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,39
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	130,3
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,41
SFA-155409	A+T 2	pH	Potenciométrico	---	5,57
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	7,91
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,40
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	171,8
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,44

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

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

Anexo 5. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+R área despejada

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E16-0688
 Fecha emisión Informe: 09/06/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cristian Cuasquer / Agrocalidad Carchi

Dirección: ----

Teléfono: ----

Correo Electrónico: crisheri_89@live.com

Provincia: Carchi

Cantón: Tulcán

N° Orden de Trabajo: 04-2016-02

N° Factura/Documento: 4780

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: Pasto	
Provincia: Carchi	X: ----
Cantón: Tulcán	Coordenadas: Y: ----
Parroquia: El Carmelo	Altitud: ----
Muestreado por: Cristian Cuasquer	
Fecha de muestreo: 19-05-2016	Fecha de inicio de análisis: 20-05-2016
Fecha de recepción de la muestra: 20-05-2016	Fecha de finalización de análisis: 09-06-2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-160833	A+R #1	pH	Potenciométrico	---	5,55
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	7,66
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,38
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	98,5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,24

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastas, Luis Cacuango

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

Anexo 6. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+R bajo el árbol

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E16-0689
 Fecha emisión informe: 09/06/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cristian Cuasquer / Agrocalidad Carchi

Dirección: ----

Teléfono: ----

Correo Electrónico: crisherj_B9@live.com

Provincia: Carchi

Cantón: Tulcán

N° Orden de Trabajo: 04-2016-02

N° Factura/Documento: 4780

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Pasto		
Provincia: Carchi	Coordenadas:	X: ----
Cantón: Tulcán		Y: ----
Parroquia: El Carmelo		Altitud: ----
Muestreado por: Cristian Cuasquer		
Fecha de muestreo: 19-05-2016	Fecha de inicio de análisis: 20-05-2016	
Fecha de recepción de la muestra: 20-05-2016	Fecha de finalización de análisis: 09-06-2016	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-160834	A+R #2	pH	Potenciométrico	---	5,58
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	6,41
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,32
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	98,6
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,26

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

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

Anexo 7. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+A área despejada

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E16-0690
 Fecha emisión Informe: 09/06/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cristian Cuasquer / Agrocalidad Carchi

Dirección: ----

Teléfono: ----

Correo Electrónico: crisheri_89@live.com

Provincia: Carchi

Cantón: Tulcán

N° Orden de Trabajo: 04-2016-02

N° Factura/Documento: 4780

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Pasto		
Provincia: Carchi		X: ----
Cantón: Tulcán	Coordenadas:	Y: ----
Parroquia: El Carmelo		Altitud: ----
Muestreado por: Cristian Cuasquer		
Fecha de muestreo: 19-05-2016	Fecha de inicio de análisis: 20-05-2016	
Fecha de recepción de la muestra: 20-05-2016	Fecha de finalización de análisis: 09-06-2016	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-160835	A+A #1	pH	Potenciométrico	---	5,50
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	7,44
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,37
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	54,5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,13

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

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

Anexo 8. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+A bajo el árbol

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 143½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	

Informe N°: **IN-SFA-016-0691**
 Fecha emisión informe: **09/06/2016**

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cristian Cuasquer / Agrocalidad Carchi

Dirección: ---

Teléfono: ---

Correo Electrónico: **crisheri_89@live.com**

Provincia: Carchi

Cantón: Tulcán

N° Orden de Trabajo: **04-2016-02**

N° Factura/Documento: **4780**

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Pasto		
Provincia: Carchi	Coordenadas:	X: ---
Cantón: Tulcán		Y: ---
Parroquia: El Carmelo		Altitud: ---
Muestreado por: Cristian Cuasquer		
Fecha de muestreo: 19-05-2016	Fecha de inicio de análisis: 20-05-2016	
Fecha de recepción de la muestra: 20-05-2016	Fecha de finalización de análisis: 09-06-2016	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-160836	A+A W2	pH	Potenciométrico	---	5,41
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	9,67
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,49
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	87,3
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,32

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

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

Anexo 9. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+T área despejada

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E16-0692
 Fecha emisión informe: 09/06/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cristian Cuasquer / Agrocalidad Carchi

Dirección: ----

Teléfono: ----

Correo Electrónico: crisheri_89@live.com

Provincia: Carchi

Cantón: Tulcán

N° Orden de Trabajo: 04-2016-02

N° Factura/Documento: 4780

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: Pasto	
Provincia: Carchi	X: ----
Cantón: Tulcán	Coordenadas: Y: ----
Parroquia: El Carmelo	Altitud: ----
Muestreado por: Cristian Cuasquer	
Fecha de muestreo: 19-05-2016	Fecha de inicio de análisis: 20-05-2016
Fecha de recepción de la muestra: 20-05-2016	Fecha de finalización de análisis: 09-06-2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-160837	A+T #1	pH	Potenciométrico	---	5,53
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	7,05
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,35
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	111,5
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,13

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuangó

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

Anexo 10. Resultado del análisis de suelo final del tratamiento A+T bajo el árbol

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-F001
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E16-0693
 Fecha emisión informe: 09/06/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cristian Cuasquer / Agrocalidad Carchi

Dirección: ----

Teléfono: ----

Correo Electrónico: crisheri_89@live.com

Provincia: Carchi

Cantón: Tulcán

N° Orden de Trabajo: 04-2016-02

N° Factura/Documento: 4780

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Pasto		
Provincia: Carchi	Coordenadas:	X: ----
Cantón: Tulcán		Y: ----
Parroquia: El Carmelo		Altitud: ----
Muestreado por: Cristian Cuasquer		
Fecha de muestreo: 19-05-2016	Fecha de inicio de análisis: 20-05-2016	
Fecha de recepción de la muestra: 20-05-2016	Fecha de finalización de análisis: 09-06-2016	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-160838	A+T #2	pH	Potenciométrico	---	5,47
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	7,46
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,37
		Fósforo	Colorimétrico	ppm	104,1
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	0,21

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

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

Anexo 11. Parámetros de interpretación de análisis de suelo

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 2 de 2

Observaciones:

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (cmol/Kg)
BAJO	< 1,0	0 - 0,15	0 - 10,0	< 0,2
MEDIO	1,0 - 2,0	0,16 - 0,3	11,0 - 20,0	0,2 - 0,38
ALTO	> 2,0	> 0,31	> 21,0	> 0,4

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

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



Ing. Rusbel Jaramillo Chamba
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Folios y Aguas

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

Anexo 12. Resultado del análisis de bromatológico del tratamiento A+R

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRICULTO	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA Vía Interoceánica Km. 146 y Elroy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Guano Telef: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/B/09-FO01 Rev. 3 Hoja 1 de 1
	INFORME DE ANÁLISIS	

Informe N°: LN-B-E16-215
 Fecha emisión informe: 09/06/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cristian Cúasquer

Teléfono: 0979899454

Dirección: Av. El Retorno y Río Machinaza

Correo Electrónico: crisher1_89@live.com

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

N° Orden de Trabajo: 04-2016-03

N° Factura/ Memorando: 4781

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Pasto	Conservación de la muestra: Refrigeración
Lote: --	Tipo de empaque: Funda plástica
Provincia: Carchi	Coordenadas: X: --- Y: --- Altitud: 2995 msm
Cantón: Tulcan	
Parroquia: El Carmelo	
Responsable de toma de muestra: Cristian Cúasquer	
Fecha de toma de muestra: 19-05-2016	Fecha de inicio de análisis: 23-05-2016
Fecha de recepción de la muestra: 20-05-2016	Fecha de finalización de análisis: 09-06-2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA
B160215	A+R	Humedad	%	Gravimétrico	77,49	---
		Materia Seca	%	PEE/B/01	22,51	---
		Proteína [Nx6,25]	%	Kjeldahl PEE/B/02	12,41	---
		Grasa	%	Soxhlet PEE/B/03	2,01	---
		Cenizas	%	Gravimétrico PEE/B/04	9,28	---
		Fibra	%	Gravimétrico PEE/B/05	26,46	---
		ENN*	%	Cálculo	49,84	---

ENN*: Elementos No Nitrogenados

Análisis por: Patricia Obando, Jorge Izabal y Nuvia Pérez

Observaciones: Los resultados de proteína, grasa, ceniza y fibra se expresan en base seca.

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA


M. Jorge Izabal
 Responsable Técnico
 Laboratorio de Bromatología y Microbiología

AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRICULTO
 LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA
 TUMBACO - GUANO

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

Anexo 13. Resultado de análisis bromatológico del tratamiento A+A

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA Vía Intercolectiva Km. 14½ y Elroy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/B/09-FO01 Rev. 3 Hoja 1 de 1
	INFORME DE ANÁLISIS	
	Informe N°: LN-B-E16-214 Fecha emisión informe: 09/06/2016	

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cristian Cúasquer

Dirección: Av. El Retorno y Río Machinaza

Teléfono: 0979899454

Correo Electrónico: crisher1_89@live.com

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

N° Orden de Trabajo: 04-2016-03

N° Factura/ Memorando: 4781

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Pasto	Conservación de la muestra: Refrigeración
Lote: --	Tipo de envase: Funda plástica
Provincia: Carchi	Coordenadas: X: --
Cantón: Tulcan	Y: --
Parroquia: El Carmelo	Altitud: 2995 msm
Responsable de toma de muestra: Cristian Cúasquer	
Fecha de toma de muestra: 19-05-2016	Fecha de inicio de análisis: 23-05-2016
Fecha de recepción de la muestra: 20-05-2016	Fecha de finalización de análisis: 09-06-2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA
B160214	A+A	Humedad	%	Gravimétrico	84,51	---
		Materia Seca	%	PEE/B/01	15,49	---
		Proteína (Nx6,25)	%	Kjeldahl PEE/B/02	12,93	---
		Grasa	%	Soxhlet PEE/B/03	2,23	---
		Cenizas	%	Gravimétrico PEE/B/04	8,61	---
		Fibra	%	Gravimétrico PEE/B/05	27,47	---
		ENN*	%	Cálculo	48,76	---

ENN* Elementos No Nitrogenados

Análisis por: Patricia Obando, Jorge Izabal y Natalia Pérez

Observaciones: Los resultados de proteína, grasa, ceniza y fibra se expresan en base seca

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA



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

Anexo 14. Resultado del análisis bromatológico del tratamiento A+T

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA Vía Interconánica Km. 145 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/B/09-F001 Rev. 3 Hoja 1 de 1
	INFORME DE ANÁLISIS	

Informe N°: LN-B-E16-216
 Fecha emisión Informe: 09/06/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Cristian Cúasquer

Dirección: Av. El Retorno y Río Machinaza

Teléfono: 0979899454

Correo Electrónico: crisherl_89@live.com

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

N° Orden de Trabajo: 04-2016-03

N° Factura/ Memorando: 4781

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Pasto	Conservación de la muestra: Refrigeración	
Lote: --	Tipo de envase: Funda plástica	
Provincia: Carchi	Coordenadas:	X: ---
Cantón: Tulcan		Y: ---
Parroquia: El Carmelo		Altitud: 2995 msm
Responsable de toma de muestra: Cristian Cúasquer		
Fecha de toma de muestra: 19-05-2016	Fecha de inicio de análisis: 23-05-2016	
Fecha de recepción de la muestra: 20-05-2016	Fecha de finalización de análisis: 09-06-2016	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA
B160216	A+T	Humedad	%	Gravimétrico	84,80	---
		Materia Seca	%	PEE/B/01	15,20	---
		Proteína (Nx6,25)	%	Kjeldahl PEE/B/02	22,50	---
		Grasa	%	Soxhlet PEE/B/03	2,89	---
		Cenizas	%	Gravimétrico PEE/B/04	10,47	---
		Fibra	%	Gravimétrico PEE/B/05	20,04	---
		ENN*	%	Cálculo	44,10	---

ENN*: Elementos No Nitrogenados

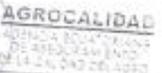
Análisis por: Patricia Gbardo, Jorge Inzábal y Natalia Pérez

Observaciones: Los resultados de proteína, grasa, ceniza y fibra se expresan en base seco.

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA


 Lic. Jorge Inzábal
 Responsable Técnico
 Laboratorio de Bromatología y Microbiología


 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASESORAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y
 MICROBIOLOGÍA
 TUMBAO - QUITO

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

FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Remoción del suelo



Foto 2. Siembra de pastos



Foto 3. Tapado de pastos



Foto 4. Localización de los rótulos



Foto 5. Rótulo de identificación de la investigación



Foto 6. Medición de la altura total Foto



7. Medición del diámetro de copa



Foto 8. Medición del diámetro de copa



Foto 9. Medición del diámetro basal



Foto 10. Corte de forraje para muestras



Foto 11. Corte de pastos



Foto 12. P.V del forraje del tratamiento A+R



Foto 13. P.S del forraje del tratamiento A+T

