

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

TEMA

**“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LOS RETENEDORES
DE AGUA EN EL COMPORTAMIENTO INICIAL DE TARA
(*Caesalpinia spinosa*) TANLAGUA –SAN ANTONIO DE
PICHINCHA”**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR POR EL DEL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

AUTOR (S)

**WILLAN VINICIO IMBAQUINGO FARINANGO
ELIANA MELIZA VARELA MOLINA**

DIRECTOR:

Ing. RAÚL AREVALO

**IBARRA – ECUADOR
2012**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

“Evaluación de la influencia de los retenedores de agua en el comportamiento inicial de tara (*Caesalpinia spinosa*) Tanlagua – San Antonio de Pichincha”

Trabajo de Grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO FORESTAL

Director:

Ing. Raúl Arévalo

Tribunal de Grado:

Ing. Carlos Arcos Unigarro

Ing. Hernán Cadena

Ing. Jorge Granja

Ibarra – Ecuador

2011-2012



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

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

DATOS DE CONTACTO 1			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003111414		
APELLIDOS Y NOMBRES:	IMBAQUINGO FARINANGO WILLAN VINICIO		
DIRECCIÓN	SAN PABLO DEL LAGO		
EMAIL:	Willan_imbaquingo@yahoo.es		
TELÉFONO FIJO:	062919099	TELÉFONO MÓVIL:	0991453086

DATOS DE CONTACTO 2			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003541743		
APELLIDOS Y NOMBRES:	VARELA MOLINA ELIANA MELIZA		
DIRECCIÓN	OTAVALO, Av. Luis Enrique Cisneros y Calle Juan de Dios Morales		
EMAIL:	foresvarela@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0986593693

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de la influencia de los retenedores de agua en el comportamiento inicial de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>) Tanlagua – San Antonio de Pichincha
AUTORES:	WILLAN VINICIO IMBAQUINGO FARINANGO ELIANA MELIZA VARELA MOLINA
FECHA:	04 DE JULIO DE 2012
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	X PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA FORESTAL
DIRECTOR:	Ing. Raúl Arévalo

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotros, **WILLAN VINICIO IMBAQUINGO FARINANGO**, con cédula de ciudadanía Nro. **1003111414** y **ELIANA MELIZA VARELA MOLINA** con cédula de ciudadanía Nro. **1003541743**; en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos 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.

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan 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 son los titulares 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, 23 de Julio de 2012

LOS AUTORES:

ACEPTACIÓN:

Willan Vinicio Imbaquingo Farinango
CC: 1003111414

Eliana Meliza Varela Molina
CC: 1003541743

Ing. Betty Chávez

JEFE DE BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Nosotros, **WILLAN VINICIO IMBAQUINGO FARINANGO**, con cédula de ciudadanía Nro. **1003111414** y **ELIANA MELIZA VARELA MOLINA** con cédula de ciudadanía Nro. **1003541743** ; manifestamos 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 autores de la obra o trabajo de grado denominada **“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LOS RETENEDORES DE AGUA EN EL COMPORTAMIENTO INICIAL DE TARA (*Caesalpinia spinosa*) TANLAGUA – SAN ANTONIO DE PICHINCHA”**, que ha sido desarrolla para optar por el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos 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

Willan Vinicio Imbaquingo Farinango
CC: 1003111414

Eliana Meliza Varela Molina
CC: 1003541743

Ibarra, 23 de Julio de 2012.

Formato del Registro Bibliográfico

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 04 de Julio de 2012

IMBAQUINGO FARINANGO, WILLAN VINICIO Y VARELA MOLINA, ELIANA MELIZA. Evaluación de la influencia de los retenedores de agua en el comportamiento inicial de tara (*Caesalpinia spinosa*) Tanlagua – San Antonio de Pichincha / TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra. EC. Julio 04 de 2012. 90 p. anex., diagr.

DIRECTOR: Ing. Raúl Arévalo.

Para el desarrollo de esta investigación a fin de procesar los resultados obtenidos en el campo, aplique el diseño experimental bloques al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones y ocho plantas por unidad experimental. Para determinar las variabilidades de los tratamientos se utilizó la prueba de Rango Múltiple, y análisis de varianza. La especie utilizada fue tara *Caesalpinia spinosa* aplicando retenedores de agua en diferentes métodos de aplicación, los cuales fueron implementados en los sitios a 2000 msnm y 2400 msnm. A los trescientos sesenta días de la plantación se obtuvieron los siguientes resultados en sobrevivencia a los trescientos sesenta días en el sitio dos es el tratamiento T2 (Hidrokeeper hidratado) que presentó el 100% de sobrevivencia y en el sitio Uno la mayor sobrevivencia es similar entre los tratamientos T3 (Silos seco) y T5 (Silos hidratado) con el 97,92 %. En el sitio Uno, el tratamiento que mayor altura total alcanzó a los trescientos sesenta días es el T3 (Silos seco) con 27,77 cm, y en el sitio Dos el tratamiento T3 (Silos seco) con 25,58 cm. El costo de aplicación y del producto es de \$ 653.60 USD, siendo económicamente aplicable para plantaciones.

Los resultados son positivos para la aplicación de los retenedores

Fecha: 04 de Julio de 2012.

f)
Ing. Raúl Arévalo
DIRECTOR DE TESIS

f)
Willan Imbaquingo
AUTOR

f)
Eliana Varela
AUTOR

PRESENTACIÓN

Las ideas, conceptos, cuadros, figuras y más contenidos que se presentan en este trabajo e incluso omisiones, son de absoluta responsabilidad de los autores.

DEDICATORIA

El actual trabajo de tesis está dedicado con especial cariño para mis padres Segundo lino y María Juana quienes me dieron la vida, y la fortaleza para llegar a este punto de mi vida.

Además con especial cariño para mis hermanos, Fredy, Evelyn , Etelvina y a su esposo Ramiro Méndez, a mis sobrinos Lenin, Xavier, Mishel, Heidi y Emily Méndez, quienes con su afecto me dieron la fortaleza para culminar mi carrera.

Un agradecimiento muy especial a mis hermanos Mirian, Fernando y Marisol (+) Quienes ya no están con nosotros de cuerpo presente pero si están en mi corazón.

WILLAN. I.

DEDICATORIA

A mis queridos padres Lina Mercedes y Segundo Juan.

A mis hermanos Alvaro Geovanny y Wendi Jazmín.

ELIANA V.

AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos a PROFORESTAL y JICA, por haber financiado este proyecto de investigación, en especial al Ing. Freddy Ramón y al Ing. Alberto Cevallos, quienes nos apoyaron para la realización de las actividades en el transcurso de la investigación.

Nuestro profundo Agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica del Norte quien nos abrió las puertas para poder culminar la carrera.

A los maestros, en especial al Director de Tesis el Ing. Raúl Arévalo, Ing. Antonio Jaramillo maestro y amigo y al Ing. Carlos Arcos que con sus conocimientos, comentarios y sugerencias han contribuido para la culminación de este documento de Tesis.

A los miembros del Tribunal de Grado; Ingenieros Carlos Arcos, Hernán Cadena y Jorge Granja, por sus valiosas y sinceros comentarios y sugerencias para la realización del presente trabajo.

A los amigos y demás personas que de una u otra forma brindaron su apoyo, para la realización de este proyecto.

LOS AUTORES

ÍNDICE

CONTENIDOS	PÁGINA
CAPÍTULO I	
1 INTRODUCCIÓN	1
	2
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	5

CAPÍTULO II

REVISION LITERARIA

2.1 <i>Caesalpinia spinosa</i>	6
2.1.1 Descripción Botánica	6
<input type="checkbox"/> Árbol	
<input type="checkbox"/> Hojas	
<input type="checkbox"/> Flores	
<input type="checkbox"/> Frutos	
<input type="checkbox"/> Semillas	
2.1.2 Distribución geográfica en el Ecuador	7
2.1.3 Requerimientos edafológico de la <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	8
2.1.4 Zonas de vida (Holdrich)	8
2.1.5 Regeneración natural	
2.1.6 Usos de la especie	
<input type="checkbox"/> Madera	
<input type="checkbox"/> Semillas	
<input type="checkbox"/> Frutos	

2.2	Retenedores de agua.	10
2.2.1	Origen	10
2.2.2	Definición	10
2.2.3	Características de los retenedores de agua.	11
2.2.4	Ventajas que ofrecen los Retenedores de agua	12
2.2.5	Aplicación de los retenedores de agua	13
2.2.6	Dosificación	
	<input type="checkbox"/> Forestal y frutales	
	<input type="checkbox"/> Hortalizas	
	<input type="checkbox"/> Pastos y forrajes	13
2.2.7	Composición química	14
2.3	Hidrokeeper	14
2.3.1	Definición	14
2.3.2	Composición química	14
2.3.3	Mecanismos de acción	15
2.3.4	Velocidad de absorción con el tiempo	15
2.3.5	Influencia de sales	15
2.3.6	Métodos de aplicación	16
2.3.7	Aplicación	
	a) Transporte de plantas de largas distancias	
	b) Mulching para árboles y arbustos	
	c) Inoculación de semillas	
	d) Adición directa al suelo para agricultura extensiva	
	<input type="checkbox"/> Aplicación seca	
	<input type="checkbox"/> Aplicación húmeda	20
2.3.8	Otras aplicaciones	
	a) Propagación vegetativa	
	b) Hidro mulching	
	c) Hidrosembrado	
	d) Silvicultura	
	e) Capa de césped	

f) Césped	
2.4 Silos de agua o hidrogel	22
2.4.1 Estructura de los silos de agua	23
2.4.2 Características de los silos de agua	23
2.4.3 Beneficios de los silos de agua	24
2.4.4 Instructivo para instalar silos de agua en arboles ya plantados	24
2.4.5 Dosis de aplicación de los silos de agua	25

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Características del área de estudio	26
3.1.1 Ubicación de los ensayos	26
3.1.2 Unidad experimental	28
3.1.3 Ubicación Geográfica	28
3.1.4 Características meteorológicas	29
3.2 Materiales y equipos	32
3.2.1 Materiales e instrumentos	31
3.3 Metodología	32
3.3.1 Delimitación del sitio a plantar	32
3.3.2 Balizado	32
3.3.3 Hoyado	32
3.3.4 Demarcación de los tratamientos y repeticiones	32
3.3.5 Colocación de la planta y del retenedor	32
3.3.6 Evaluación de la plantación	33

3.3.11	Manejo específico de las variables en estudio	35
	<input type="checkbox"/> Supervivencia	
	<input type="checkbox"/> Altura	
	<input type="checkbox"/> Diámetro de copa	
3.3	Tabulación de datos	36

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1	Supervivencia en porcentaje (%)	37
4.1.1	Supervivencia en (%) a los trescientos sesenta días Sitio Uno (2000 msnm)	37
4.1.2	Supervivencia en (%) a los trescientos sesenta días Sitio Dos (2400 msnm)	38
4.2	Altura total en centímetros (cm)	39
4.2.1	Análisis de varianza en altura total en cm Sitio Uno (2000 msnm) a los sesenta días	39
4.2.2	Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento veinte días	40
4.2.3	Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento ochenta días	40
4.2.4	Análisis de varianza en altura total en cm a los doscientos cuarenta días	41
4.2.5	Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos días	41
4.2.6	Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos sesenta días	42
4.3	Diámetro de Copa en centímetros (cm)	42

4.3.1	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm Sitio Uno (2000 msnm) a los sesenta días	42
4.3.2	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento veinte días	43
4.3.3	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento ochenta días	43
4.3.4	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los doscientos cuarenta días	44
4.3.5	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos días	45
4.3.6	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos sesenta días	46
4.4	Altura total en centímetros (cm)	47
4.4.1	Análisis de varianza en altura total en cm a los sesenta días Sitio Dos (2400 msnm)	47
4.4.2	Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento veinte días	49
4.4.3	Análisis de varianza en altura total en cm ciento ochenta días	50
4.4.4	Análisis de varianza en altura total en cm a los doscientos cuarenta días	51
4.4.5	Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos días	53
4.4.6	Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos sesenta días	54
4.5	Diámetro de Copa en centímetros (cm)	56
4.5.1	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los sesenta días Sitio Dos (2400 msnm)	56
4.5.2	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento veinte días	57
4.5.3	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento ochenta días	57
4.5.4	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los doscientos cuarenta días	58

4.5.5	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos días	58
4.5.6	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos sesenta días	59
4.6	INTERRELACIONES	61
4.6.1	Curvas de sobrevivencia	61
4.7	CURVAS DE CRECIMIENTO	62
4.7.1	Curvas de crecimiento promedio en altura total	62
4.8	ANALISIS DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO	63
4.8.1	Costos	63
4.8.1.1	Costos de personal	63
4.8.1.2	Costos Instrumentos, Material y Equipos	63
4.8.1.3	Costos del documento de tesis	64
4.8.1.4	Costo total del proyecto	64
4.8.2	Financiamiento	64

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES	65
--------------	----

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES	66
-----------------	----

CAPÍTULO VII

RESUMEN	67
---------	----

CAPÍTULO VIII

SUMMARY	68
---------	----

CAPÍTULO IX

BIBLIOGRAFÍA	69
--------------	----

CAPITULO X

10.1 ANEXOS DE MAPAS	72
10.2 ANEXOS FOTOGRÁFICOS	75
10.3 ANEXOS DE FIGURAS	79
10.4 ANEXOS DE CUADROS	80
10.5 ANEXOS DATOS SEXTA MEDICIÓN	81

LISTA DE MAPAS

MAPA

1	Ubicación del área de estudio	27
2	Ubicación de los tratamientos en los dos sitios	30

LISTA DE CUADROS

CUADRO

1	Características de los silos de Agua	23
2	Dosis para la aplicación de silos de agua	25
3	Ensayo 2000 msnm	28
4	Ensayo 2400 msnm	28
5	Características meteorológicas	29
6	Materiales e instrumentos	31

7	ADEVA	33
8	Tratamientos en estudio	34
9	Cantidad de Retenedores aplicado	35
10	Análisis de varianza de la sobrevivencia a los trescientos sesenta días	37
11	Análisis de varianza de la sobrevivencia a los trescientos sesenta días	38
12	Análisis de varianza en altura total en cm a los sesenta días	39
13	Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento veinte días	40
14	Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento ochenta días	40
15	Análisis de varianza en altura total en cm a los doscientos cuarenta días	41
16	Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos días	41
17	Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos sesenta días	42
18	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los sesenta días	42
19	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento veinte días	43
20	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento ochenta días	44
21	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los doscientos cuarenta días	44
22	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos días	45
23	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos sesenta días	46
24	Análisis de varianza en altura total en cm a los sesenta días	47
25	Prueba Duncan de la altura total a los sesenta días	48
26	Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento veinte días	49
27	Prueba Duncan de la altura total a los ciento veinte días	50
28	Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento ochenta días	50

29	Prueba Duncan de la altura total a los ciento ochenta días	51
30	Análisis de varianza en altura total en cm a los doscientos cuarenta días	52
31	Prueba Duncan de la altura total a los doscientos cuarenta días	53
32	Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos días	53
33	Prueba Duncan de la altura total a los trescientos días	54
34	Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos sesenta días	55
35	Prueba Duncan de la altura total a los trescientos sesenta días	56
36	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los sesenta días	56
37	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento veinte días	57
38	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento ochenta días	58
39	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los doscientos cuarenta días	58
40	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos días	59
41	Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos sesenta días	60
42	Costos de personal	63
43	Costos Instrumentos, Material y Equipos	63
44	Costos de elaboración del documento de tesis	64
45	Costo total del proyecto	64
46	Financiamiento	64

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO

1	Sobrevivencia a los 360 días Sitio Uno	38
2	Sobrevivencia a los 360 días Sitio Dos	39

3	Diámetro de copa en cm del Tara a los 60 días	43
4	Diámetro de copa en cm del Tara a los 240 días	45
5	Diámetro de copa en cm del Tara a los 300 días	46
6	Diámetro de copa en cm del Tara a los 360 días	47
7	Altura en cm del Tara a los 60 días	48
8	Altura en cm del Tara a los 120 días	49
9	Altura en cm del Tara a los 180 días	51
10	Altura en cm de la Tara a los 240 días	52
11	Altura en cm del Tara a los 300 días	54
12	Altura en cm del Tara a los 360 días	55
13	Diámetro de copa en cm del Tara a los 60 días	57
14	Diámetro de copa en cm del Tara a los 300 días	59
15	Diámetro de copa en cm del Tara a los 360 días	60
16	Sobrevivencia sitio Uno	61
17	Sobrevivencia sitio Dos	61
18	Sobrevivencia entre sitios	61
19	Crecimiento sitio Uno	62
20	Crecimiento sitio Dos	62
21	Crecimiento entre sitios	62

LISTA DE FIGURAS

FIGURA

1	Medición de diámetro de copa	36
---	------------------------------	----

LISTA DE ANEXO DE CUADRO

CUADRO

1	Hoja de campo	80
---	---------------	----

LISTA DE ANEXO DE FIGURA

FIGURA

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Diseño del establecimiento de las parcela en Tanlagua | 79 |
|---|---|----|

LISTA DE ANEXOS DE MAPAS

MAPAS

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Uso Potencial de la parroquia San Antonio | 72 |
| 2 | Cobertura Vegetal de la Parroquia San Antonio | 73 |
| 3 | Pendientes de la parroquia San Antonio | 74 |

LISTA DE ANEXOS FOTOGRÁFICOS

FOTO

- | | | |
|----|--|----|
| 1 | Delimitación del sitio | 75 |
| 2 | Delimitación de los tratamientos | 75 |
| 3 | Hoyado | 75 |
| 4 | Preparación de los hidrogeles Hidratado | 76 |
| 5 | Ubicación de las plantas en el hoyo | 76 |
| 6 | Colocación de vértices en cada tratamiento | 76 |
| 7 | Colocación de vértices en cada fila | 77 |
| 8 | Colocación de estacas para la medición de altura | 77 |
| 9 | Medición de la altura total | 77 |
| 10 | Medición del diámetro de copa | 78 |
| 11 | Silos de agua | 78 |
| 12 | Hidrokeeper | 78 |

LISTA DE ABREVIATURAS

DC Diámetro de Copa

PROFORESTAL Unidad Autónoma de Promoción y Desarrollo Forestal del Ecuador

JICA Agencia de Cooperación Nacional del Japón

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La deforestación en el país ha causado que grandes superficies de terreno se encuentren con problemas de erosión, razón por la cual se han emprendido planes de repoblación forestal como forma de control de los agentes perniciosos para la permanencia de la capacidad de producción de los suelos.

Uno de los recursos que limita el crecimiento de los arboles es la insuficiente disponibilidad de agua, que ha sido causada principalmente por la eliminación de la capa protectora vegetal siendo esta una de las razones para emplear agentes hidratantes que protejan y permitan la presencia de humedad en el suelo.

La presente investigación se dirige a la aplicación de hidrogeles que tienen como característica fundamental la retención de agua por mayor tiempo en base a la capacidad higroscópica de las moléculas de agua ya que este al ser un polímero que tiene una estructura reticulada y tridimensional además la capacidad de hidratación de sus grupos carboxílicos, lo cual ayuda a la captación gradual y permanente del líquido vital por parte de las especies vegetales, de esta manera estamos buscando una repuesta para poder realizar plantaciones forestales en lugares con niveles de precipitación muy bajos siendo esta una de las causas por las cuales en el país se ha descuidado la realización de proyectos en sectores con característica edáfo-climática deplorable

1.1 PROBLEMA

La situación forestal en el país es crítica y uno de los indicadores de esto son las grandes superficies de bosques que han sido y están siendo talados para la dotación de materia prima para industrias.

Por lo antes mencionado, han quedado áreas totalmente desérticas dando como resultado un desequilibrio ecológico natural principalmente alterado el ciclo hidrológico del agua gracias a la acción del hombre.

En base a lo antes citado, se puede identificar la falta de interés en la reforestación y la forestación nacional, debido a la falta de incentivos por parte de los organismos pertinentes y ambientalmente por la presencia de suelos degradados, precipitaciones mínimas, parámetros que son considerados indispensables para realizar éstas actividades, haciendo que se convierta la reforestación en una actividad limitada, a nivel del país lo que causa que grandes áreas se estén erosionando en la actualidad.

También la poca importancia que le dan a la reforestación algunas autoridades locales, provinciales y nacionales, hace que esta importante actividad quede relegada. Además existe un desconocimiento por parte de los agricultores de las grandes ventajas e importancia de los árboles en el ecosistema Andino y de otras regiones del Ecuador.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Para obtener un equilibrio ambiental local, en el presente estudio se realizó plantaciones en áreas con precipitaciones bajas, aplicando distintos tratamientos de hidrogeles, debido a que este tipo de material absorbe, retiene líquidos y nutrientes, en la etapa inicial de adaptación y crecimiento de las plantas.

Los resultados obtenidos son positivos, siendo una pauta para socializar las técnicas aplicadas en los diferentes sectores involucrados de la actividad forestal.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la influencia de los retenedores de agua en el crecimiento inicial de la tara (*Caesalpinia spinosa*).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la sobrevivencia de las plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en los diferentes tipos de tratamientos.

- Evaluar el crecimiento inicial de las plantas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en los diversos tipos de tratamientos.

- Determinar los costos de aplicación de los retenedores en los diferentes tratamientos.

1.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis Nula (Ho): Los tratamientos analizados en la investigación mantienen similar respuesta.

Hipótesis Alternativa (Ha): Por lo menos uno de los tratamientos a evaluar presenta diferente respuesta a los retenedores aplicados.

II CAPÍTULO

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 *Caesalpinia spinosa*

2.1.1 Descripción Botánica

- **Árbol**

Esta especie alcanza alturas de 2 a 10 m. Con diámetros que llegan hasta los 40 cm. El fuste es corto más o menos cilíndrico y a veces tortuoso. En muchos casos las ramas se inician desde la base, dando la impresión de varios tallos y de raíz pivotante.

La copa del guarango es irregular, aparasolada y poco densa, con ramas ascendentes.

La corteza del tallo y de las ramas gruesas es áspera y fisurada, con cicatrices de color gris a marrón dejadas por las espinas al caerse. La parte interna es de consistencia suave, fibrosa, de color blanco amarillento que se vuelve pardo al contacto con el aire, de sabor amargo y astringente (Loján, 1992).

- **Hojas**

Hojas compuestas y bipinadas en forma de pluma con 6 a 8 pares de folíolos opuestos. Los folíolos son lisos de color verde claro tanto en el haz como en el envés cuando jóvenes y verde oscuro cuando adultos (Quezada, 2000).

- **Flores**

Flores amarillas agrupadas en racimos (Ecobona, 2011).

- Frutos

Los frutos, son vainas arqueadas e indehiscentes, sus dimensiones generalmente son: 2 cm de ancho por 8 cm de largo, presentan un color naranja rojizo y en el interior contiene de 6 a 7 semillas (Villanueva, 2007).

- Semillas

La semilla es circular aplanada de color café oscuro (Ecobona, 2011).

Las semillas son ovoides algo aplastadas. El color es pardo oscuro, brillantes y duras (Quezada, 2000).

Sinónimos botánicos: *tara spinosa*; *poinciana spinosa* (Molina); *caesalpinia tinctoria* HBK.

Denominación : tara guarango espino, vainillo, changue, Campeche.

Familia : Caesalpinaceae

Género : *Caesalpinia*

Especie : *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze.

2.1.2 Distribución geográfica en el Ecuador

El guarango se encuentra en la sierra entre los 1500 m.s.n.m. a 3000 m.s.n.m. En los flancos de las cordilleras, en los valles y laderas interandinos (Ecobona, 2011).

El guarango tiene una amplia distribución en la serranía de nuestro País, tal es el caso que va desde los 1400 a 3100 m.s.n.m. Es común en las formaciones ecológicas (sistema de Holdrige), quien ubica en la Estepa espinosa montana bajo (ee-MB), y bosque seco montano bajo (bs-MB). 2800- 3000 msnm (Loján 1992).

2.1.3 Requerimientos edafológicos de la *Caesalpinia spinosa* (Molina Kuntze)

Es una especie que se desarrolla en suelos degradados, poco profundos a medianamente profundos (20-60cm), que pertenece a los órdenes afisol, entisol y oxisol. Crece en pendientes que van de suaves a muy pronunciadas.

Se desarrolla en zonas cuya temperatura va desde 12 a 22°C con pluviosidad de 300 a 800mm. Preferentemente en altitudes de 1300 a 2600 msnm., aunque llega a cotas de 2800msnm (Fosefor, 2005).

2.1.4 Zonas de vida (Holdrich)

Se desarrolla en bosque seco-montano bajo (bs-MB) y bosque seco-premontano (bs-PM) (Fosefor, 2005).

2.1.5 Regeneración natural

La regeneración natural es por semillas, se ha observado abundante regeneración natural bajo los árboles padres, en presencia de suficiente humedad, descomposición de hojarasca de especies que se hallan en asocio y poca luminosidad (bajo matorral).

En zonas de poca vegetación o áreas descubiertas la regeneración natural es muy escasa, debido a que existe ausencia de humedad, factor importante para la germinación (Fosefor, 2005).

2.1.6 Usos de la especie

La Tara tiene la propiedad de rebrotar cuando el árbol es joven; esta propiedad puede aprovecharse para el manejo en la producción de leña o de varas (Fosefor, 2005).

- Madera

La madera del guarango es dura y tradicionalmente se utiliza para construcciones rurales, fabricación de herramientas, se obtiene además carbón y leña (Fosefor, 2005).

- Semillas

Las semillas tienen un alto contenido de grasa y proteínas y sirven de alimento para porcinos. Los frutos se utilizan en infusión para la desinfección y el tratamiento tradicional contra la amigdalitis.

La parte aérea de la planta es utilizada para preparar una bebida ingerida como depurativo del colesterol (García, 2004).

- Frutos

El principal producto de la Tara es el fruto que contiene tanino. En el Perú se muelen las vainas y semillas y se exporta una especie de harina que contiene del 50 al 60% de tanino, con lo cual compite con otras fuentes vegetales como el mangle y el quebracho (Loján, 1992).

La vaina tiene mayor importancia en la industria por su contenido tánico. Es a partir del guarango en polvo de donde se obtienen el ácido gálico y tánico, los cuales le otorgan una buena cotización en el mercado internacional (García, 2004).

2.2 Retenedores de agua

2.2.1 Origen

Los retenedores de agua fueron creados hace 10 años y son originarios de Alemania, Francia y Estados Unidos, en donde se desarrolló la tecnología. De hecho han sido objeto de múltiples investigaciones demostrando su eficiencia al conservar vivas las plantas cuando carecen de agua ya que adsorben y retienen grandes cantidades de líquido y nutrientes cuando se aplican al suelo o en cualquier otro medio de crecimiento (Trujillo, 2007).

2.2.2 Definición

Son polímeros biodegradables que absorben y retienen grandes cantidades de agua y nutrientes cuando son introducidos en el suelo o en cualquier otro medio de cultivo. Esta capacidad de retención de agua permite el desarrollo de las plantas aún en épocas secas aprovechando al máximo los escasos recursos de agua y nutrientes disponibles (Profafor, 2007).

2.2.3 Características de los retenedores de agua

Los retenedores de agua tienen las siguientes características.

- Son una opción de alta tecnología, bajo costo y amigables con el ambiente ante la escasez creciente de la disponibilidad de recursos hídricos. Este producto salió al mercado hace aproximadamente 10 años en los países como Alemania, Francia y Estados Unidos donde se desarrolló la tecnología.
- Es un polímero súper absorbente de gran calidad que debido a su estructura reticulada tridimensional y a la capacidad de hidratación de sus grupos

carboxílicos, incrementa la capacidad del suelo para mantener la humedad y proporcionarla fácilmente a las plantas cuando éstas la necesitan.

- Actúa como un verdadero almacén de agua en la zona radicular de las plantas, proporcionando un crecimiento más rápido y sano de las plantas y a la vez reduciendo los costos de riego.
- Las raíces de la planta no se saturan de agua, porque una vez que las partículas se han expandido completamente mantienen su forma, y el exceso de agua y de aire circulan libremente alrededor de ellas.
- El agua absorbida queda a disposición de las raíces de la planta y éstas pueden crecer alrededor y utilizando la reserva de agua cuando lo necesiten (Trujillo, 2003).

2.2.4 Ventajas que ofrecen los Retenedores de agua

Ventajas de los retenedores:

- Incrementa las reservas de agua de los suelos por muchos años.
- Permite el cultivo de la tierra bajo condiciones extremas de clima y suelo.
- Provee a las plantas de un suplemento regular de humedad.
- Permite un mejor crecimiento de la planta en regiones de escasas lluvias.
- Mejora la ventilación de aquellos suelos compactos.
- Reduce los ciclos de irrigación y las cantidades de agua.
- Reduce al menos un tercio la percolación de nutrientes en el suelo.
- Protege el medio ambiente de sequía, erosión, desertificación y contaminación del agua (Profafor, 2007).

2.2.5 Aplicación de los retenedores de agua

Los Polímeros al hidratarse forman una gelatina a la que llamamos hidrogel, específicamente diseñado para la aplicación en el campo:

- En la agricultura se puede emplear para hortalizas, cítricos, fruticultura (incl. nueces), cultivos en surcos. Reduce los problemas de infertilidad del suelo, escasez de agua, ausencia de fertilizante, formación de costras de sal y erosión del suelo. Sus propiedades de retención de agua ayudan al almacenamiento de aguas de lluvia y de riego, que normalmente se perderían por efecto de la gravedad.
- En el sector forestal se utiliza en viveros, transporte y protección, trasplantes. Está demostrado que las reforestaciones son más efectivas, al reducir el shock de trasplante y minimizar el secado del sistema radicular, tanto durante el transporte como en la plantación.
- En lo ornamental, fomenta la capacidad de almacenar agua en el suelo y en sustratos de cultivo, a la vez que aumenta la aireación del medio de cultivo.
- En paisajismo, restauración, mejora de campos de golf, revegetación de áreas de minería (Rengifo, 2006).

También se lo utiliza para jardinería, árboles frutales y arbustos, césped, flores, campos deportivos, viveros/invernaderos, suplemento para sustrato, plantas en el interior de la casa, raíces desnudas, además es una gran ayuda durante el ciclo de crecimiento del césped y herbáceas, especialmente en la germinación de semillas, en el transporte de rollos de césped, etc. Igualmente se puede aplicar mediante hidro-siembra (Pulidon, 2010).

2.2.6 Dosificación

□ Forestales y frutales

En vivero: 1 a 3 gramos de retenedor/plántula/bolsa, mezclado uniformemente con el Sustrato; al momento de transplante al sitio definitivo aplicar de 3 a 5 gr/bolsa.

Nota: en frutales, al momento de transplante definitivo aplicar 10 gramos.

En árboles ya establecidos: 10 gramos por planta, divididos en proporciones iguales y colocados en cuatro hoyos equidistantes alrededor del árbol (2.5 g/hoyo) (Profafor, 2007).

- Hortalizas

Calcule el área de la cama sembrada y aplique una dosis de 0.5-2 g/planta, mezclado. Uniformemente con el sustrato (Profafor, 2007).

- Pastos y forrajes

Aplique una dosis de 30-40 kg/Ha, mezclado uniformemente con el sustrato (Profafor, 2007).

2.2.7 Composición química.

Técnicamente se trata de un polímero reticular de acrilamida y acrilato de potasio no soluble en agua, súper absorbente, que fue diseñado en primera medida para reducir las frecuencias de riego, pero, sus excelentes resultados llevaron a que se utilizara hoy y de manera rutinaria en todo tipo de cultivos tanto agrícolas como forestales y en especial en zonas secas. Es un acumulador PR-400 que se mantiene

efectivo después de varios ciclos de hidratación y deshidratación hasta varios años. A medida que las partículas se hinchan, empujan al suelo incrementando la aireación (Anderson, 2009).

2.3 Hidrokeeper

2.3.1 Definición

Hidrokeeper es un polímero hidro-retenedor de aspecto granular que al entrar en contacto con el agua se hidrata convirtiéndose en un gel transparente que actúa como una reserva de agua para las plantas cuando estas así lo requieran (Profafor, 2007).

2.3.2 Composición química

Hidrokeeper es un polímero súper-absorbente de acrilamida y acrilato de potasio. Es un compuesto insoluble en agua que tiene la capacidad de absorber hasta 350 veces su peso en agua destilada, aumentando de tamaño proporcionalmente. Esta reserva de agua es entregada en un 95% a la planta, recobrando su tamaño original (Profafor, 2007).

2.3.3 Mecanismo de acción

Al entrar en contacto con el agua o medio acuoso los grupos carboxílicos de su estructura reticular se disocian exponiendo cargas iguales negativas lo que permite una repulsión de las cadenas poliméricas ampliando las cavidades de la red, esto permite el paso de las moléculas de agua al interior del polímero. Las fuerzas intermoleculares de cohesión impiden la desintegración del compuesto. El agua es atrapada entonces en el interior del polímero y solo es entregada a las raíces de la planta a través de un proceso físico de presión osmótica (Profafor, 2007).

2.3.4 Velocidad de absorción con el tiempo

Como se puede apreciar en el gráfico a mayor tamaño de grano menor será la capacidad y velocidad de absorción. Sin embargo esta propiedad es inversamente proporcional al ciclo de vida del producto (Profafor, 2007).

2.3.5 Influencia de sales

La presencia de electrolitos en medio acuoso disminuye significativamente la capacidad de absorción de hidrokeeper. Esto explica que la capacidad de retención de agua en un substrato varía entre 100 y 150 veces su peso (Profafor, 2007).

2.3.6 Método de aplicación

La dosis calculada de hidrokeeper se ubica en la base del pozo y se mezcla hasta confundirse con el suelo. Se llena el hoyo con agua para expandir el polímero. Se ubica la planta en el hoyo de acuerdo con el proceso normal. En casos donde la mortalidad es alta debido al estrés hídrico, el suelo usado para llenar el espacio alrededor del árbol también puede ser tratado con 1,0 kg/m³ de hidrokeeper. Se debe mojar bien para asegurar que la reserva provista por el hidrokeeper esté completa. Cuando se usen polímeros secos, debe asegurarse que no hay sobredosis, ya que, de suceder ésta, cuando el polímero se hincha, puede causar roturas de suelo o forzar a la planta a salir a la superficie antes de lo normal. Debe recordarse que 100 gramos de polímero pueden absorber 50 litros de agua y de este modo expandirse armónicamente.

Alternativamente, el hidrokeeper puede ser aplicado pre-hidratado. Esto asegura que la máxima cantidad de agua se halle disponible. Considerando que la aplicación es un proceso algo más trabajoso, éste polímero está quizás mejor adaptado a suelos arenosos y de escasas lluvias.

Las dosis varían con el tamaño del contenedor de la planta. Generalmente, se utilizan 500 ml de gel para postes de 15 cm, 3 litros para postes de 30 cm, y 10 a 30

litros para contenedores de plantas de grandes dimensiones. Así el uso de hidrokeeper pre-hidratado resulta más económico, considerando que las dosificaciones en términos de producto seco pueden ser reducidas, hidrokeeper es compatible con todo tipo de árboles y arbustos. Como dato, se han obtenido excelentes resultados con cítricos, frutas tropicales, coníferas, rosas, camelias y otras, hidrokeeper no estimuló el decaimiento de la raíz, o los estancamientos en el suelo (Profafor, 2007).

2.3.7 Aplicación

Preparar un gel con 30 gramos de hidrokeeper por 10 litros de agua. Dejar que el proceso de siembra se desarrolle por alrededor de 30 minutos. En algunos casos, un kilogramo de éste gel puede reemplazar 280 litros de irrigación de agua.

Sumerja la raíz de la planta de semillero dentro del gel, para revestirlas y luego plantar normalmente.

Para silvicultura, una técnica útil es colocar una gruesa capa de gel de alrededor de 2,5 cm en una bandeja. Remueva las plantas de sus contenedores y ubíquelas sobre el gel. Ahora pueden ser transplantadas normalmente, o dejadas por un lapso de tiempo de hasta una semana sobre la cama de gel, sin requerimientos adicionales de agua (Profafor, 2007).

a) Transporte de plantas de larga distancia

En las operaciones de compras y ventas actuales, el transporte de plantas en largos recorridos se ha vuelto común. Obviamente, durante el transporte prolongado hay un problema de provisión de un adecuado suplemento de agua a la planta.

Hidrokeeper puede ser usado para proveer agua, sin derrame alguno, por más de un mes sin mayor rociado.

Coloque 2,5 cm de hidrokeeper hidratado (50 gramos para 16 litros de agua) que es relativamente firme, en la base del contenedor. Remueva las plantas de sus macetas y ubique la bola de la raíz, aún intacta, dentro del gel. Para estabilidad

adicional, la bola de la raíz puede ser retenida por una capa de cartón u otro material poroso alrededor de la raíz. Esto facilitará también la remoción y separación de las plantas luego de la jornada.

Si las plantas son transportadas con raíces desnudas, se puede aplicar el mismo sistema. Asegúrese de que el gel esté relativamente firme, para asegurar buena aireación de la raíz. Luego, las plantas pueden ser sostenidas por un soporte poroso alrededor de cada raíz. Luego de 14 días la frescura puede ser obtenida en plantas con raíces desnudas (Profafor, 2007).

b) Mulching para árboles y arbustos

Es una práctica normal "mulchear" alrededor de ciertos tipos de árboles y arbustos, para reducir la superficie de pérdida de agua y mejorar la alimentación a los sistemas de raíz superficiales o poco profundos (caso típico es el de la palma africana). El uso de un mulch hidrokeeper puede reducir la pérdida por evaporación en un 90%. Esta técnica es conveniente para todos los árboles y arbustos con sistemas de raíz superficiales.

Remueva una capa superficial de suelo alrededor del tronco, disemine el hidrokeeper alrededor del tronco en el área generada. Use el gel de modo firme (50 g/ 16 litros). Cubra el gel con una capa de suelo y hojas. Esta capa de suelo, hojas, abono, etc., es para proteger el hidrokeeper de la luz ultravioleta, la cual podría afectarlo dentro de los 6 meses. Si el mulch es bien cubierto, éste debiera funcionar por varios años. Si son usados fertilizantes, éstos deben también ser aplicados bajo el mulch como un spray foliar o en forma de solución muy diluida.

Para plantas de cítricos, las dosis típicas de mulch son de 4,5 a 9,0 litros para de 1,5 metro, y 25 a 45 litros para árboles de 3,0 metros (Profafor, 2007).

c) Inoculación de semillas

Hidrokeeper puede ser suministrado en su forma micronizada-hidrokeepers para revestimiento de semillas. Esta técnica ha sido aplicada a algodón, cereales y

alfalfa. El revestimiento hidrokeeper puede mejorar la germinación en más de un 25%, reducir el tiempo de germinación, mejorar el desarrollo de la raíz en las etapas tempranas de crecimiento y acelerar la cosecha en alrededor de dos a tres semanas. Además produce un eficaz arranque en la germinación de todas las semillas.

El hidrokeeper micronizado debe ser mezclado homogéneamente con las semillas.

El polvo se adhiere a la superficie de la semilla por atracción electrostática. Un barril mezclador es el dispositivo utilizado usualmente para mezclar el polvo y las semillas. Es vital que la humedad sea eliminada del sistema durante el mezclado y sembrado. Si el hidrokeeper llega a estar húmedo, perderá su habilidad para pegarse a la semilla, y causará considerables dificultades de manejo. Asegúrese de que la mezcla esté seca y no intente mezclar cuando la humedad es alta, mayor a 76%. Una vez que la mezcla es completada, guarde las semillas en un contenedor aireado.

Los niveles de dosis normalmente son los siguientes:

- Trigo - 1 kg cada 400 kg de semillas
- Sorgo - 1 kg cada 200 kg de semillas
- Algodón - 1 kg cada 200 kg de semillas
- Maíz - 1 kg cada 250 kg de semillas
- Brotes de soja - 1 kg cada 150 kg de semillas

Regla: en general para pequeñas semillas 1 kg cada 100 kg, tamaño mediano 1 kg cada 200 kg, y grandes 1 kg cada 250 kg o más (Profafor, 2007).

d) Adición directa al suelo para agricultura extensiva

Existen varias maneras limitadas en las cuales el uso de un súper absorbente en cosechas por hileras resulta efectivo. Si las condiciones lo garantizan, se puede intentar poner hidrokeeper en hileras a razón de 65 kg/Ha. Aunque esta cantidad sólo absorba 3500 litros de agua puede producir una buena diferencia especialmente durante el establecimiento inicial de las plantas en casos de lluvias esporádicas o sequías. En lo posible tenga en cuenta que cada aplicación

subsiguiente de esta cantidad de hidrokeeper tendrá un efecto acumulativo a medida que la retención de agua sea más accesible para tierra a través del uso.

Para aplicación generalizada el método de incorporación depende del equipamiento disponible. Los dos métodos de aplicación más usuales son:

- **Aplicación seca**

Hidrokeeper es diseminado uniformemente sobre el suelo, el cual es luego dado vuelta para ser arado y penetrar así a una profundidad de 10 a 30 cm. Luego de que el polímero ha penetrado y ha sido correctamente ubicado, la estructura del suelo es mejorada y la capacidad de retención de agua incrementada. En suelos con muy pobre drenaje, la arena puede ser mezclada con el hidrokeeper. Este método no es recomendado para una hinchazón inmediata.

- **Aplicación húmeda**

Primero, hidratar con agua al hidrokeeper con alrededor de 100 veces su peso inicial, dejar una hora, y luego rociarlo sobre el suelo. El suelo es luego dado vuelta y el polímero enterrado a una profundidad de entre 10 a 30 cm. Este método está particularmente bien adaptado a las actividades inmediatamente posteriores a la siembra.

Esta técnica puede también puede ser adoptada para reducir el consumo de agua en sistemas de irrigación en los que la pérdida de agua ocurre debido a que los suelos son pobres para retener la humedad.

1- Para cultivos con sistemas de raíz poco profundos. El hidrokeeper debe ser diseminado aplicado con sembradora de siembra directa.

2 - Para cultivos con un sistema de raíz profundo, es necesario ubicar la capa de hidrokeeper en una profundidad de 30 - 45 cm debajo de la superficie del suelo.

Esto sólo puede ser alcanzado con un arado profundo.

3 - Para árboles y arbustos, preparar hoyos de al menos un metro de profundidad.

Mezclar hidrokeeper en alrededor de 100 g/ hoyo con el suelo y planta normales.

No intentar ésta técnica con suelos que contengan altos porcentajes de arcilla.

4 - Para implantar árboles y arbustos durante la estación en que no hay crecimiento, cavar una zanja tan profundo como sea posible en el espacio entre las líneas de árboles. Agregar alrededor de 20 g de hidrokeeper por metro lineal

mezclado con el suelo en la base de la zanja. Mejorar la zanja con el remanente de suelo.

En sistemas de irrigación, el costo efectivo de éste tipo de tratamiento sólo puede ser estimado tomando caso por caso. El costo del agua, la cantidad almacenada, y algunos otros beneficios obtenidos, deben ser tomados en cuenta y enfrentados con el costo del tratamiento.

El conocimiento actual indica que hidrokeeper continuará trabajando por varios años, previniendo que el mismo no sea expuesto a la luz ultravioleta. La biodegradación del polímero está aparentemente limitada a una reducción de su eficiencia del orden del 10% al 15%. Esta degradación ocurre dentro de unos pocos meses, luego de lo cual el producto permanece estable e inerte (Profafor, 2007).

2.3.8 Otras aplicaciones

a) Propagación vegetativa

Hidrokeeper puede ser usado para proveer un recurso de agua para esquejes.

Este actuará estabilizando la disponibilidad de agua para los esquejes y mejorando el desarrollo de la raíz. Hidrokeeper debe ser siempre mezclado con el sustrato, pero nunca por encima del 25% del volumen, si se utiliza en la forma hidratada. Subsecuentemente, el rociado puede ser reducido sin que el estrés hídrico ocurra (Profafor, 2007).

b) Hidro mulching

El uso de hidrokeeper para hidromulching es una aplicación de probado valor. Este mejora la germinación y el crecimiento temprano, reduce la frecuencia de los futuros riegos, y mantiene el hidromulch firme en el lugar correcto. Esto es particularmente beneficioso en áreas donde la deficiencia de agua es común - suelos arenosos con rápido drenaje, etc.

Mezclar el hidrokeeper dentro del tanque de hidromulch en proporción de 10 kg por cada 3.500 litros. Mezclar por 30 minutos y luego proceder a diseminar normalmente (Profafor, 2007).

c) Hidrosembrado

Mezclar hidrokeeper dentro del tanque en una dosis de 1 kg por cada 300 litros. La cantidad de agua a ser inyectada puede ser reducida en alrededor de un 80%, permitiendo de ese modo que un mismo tanque pueda ser usado para un área ocho veces superior a la normal. Dado que el hidrokeeper es guardado en la cercanía de la semilla, el agua no se pierde por percolación. La velocidad de germinación puede aumentar hasta un 40% mayor al de las semillas no tratadas con mejor porcentaje de germinación. Las ventajas usuales de un mejor crecimiento temprano y desarrollo de la raíz, derivan en una cosecha temprana y anticipada (Profafor, 2007).

d) Silvicultura

Para silvicultura puede emplearse la técnica descrita anteriormente para el transporte en largas distancias. Cada planta de semillero tendrá una reserva de agua debajo de sus raíces para proveer una estable disponibilidad de agua, la mortalidad de los árboles jóvenes puede ser drásticamente reducida y la plantación fuera de estación puede ser extendida (Profafor, 2007).

e) Capa de césped

Sobre el suelo preparado diseminar hidrokeeper en una concentración de 10 g/m² como mínimo y 50 g/m² como máximo dependiendo del tipo de suelo. Mezclarlo con el suelo usando un rastrillo. Colocar los cespedones sobre la superficie en la forma usual. Mojar copiosamente la capa de césped para activar el hidrokeeper. El rociado puede ser reducido en

algunos casos hasta el 60% en verano y 90-95% en invierno. El césped establecerá más rápidamente una estructura de raíz y evitará problemas de déficit de agua (Profafor, 2007).

f) Césped

Esta técnica es similar a la de la capa de césped, y las dosificaciones son las mismas. La técnica recomendada de todos modos es mezclar el hidrokeeper con el suelo, luego cubrir con una capa de suelo de la superficie a una profundidad de entre 10 a 30 cm. Esto es para proteger de la luz ultravioleta y prevenir que se trabaje desde fuera sobre la superficie. Las semillas sembradas, luego de rociadas, comienzan su germinación, y comienza la hinchazón del hidrokeeper. Una vez que la germinación ha ocurrido y el sistema de raíz ha penetrado la superficie del suelo, se verifican todos los beneficios usuales de hidrokeeper.

La cantidad de polímero a usar debe ser de entre 10 a 100 g/m². Equipamiento especializado se encuentra disponible para permitir que el polímero sea insertado a la profundidad requerida, debajo del césped existente (Profafor, 2007).

2.4 Silos de Agua o hidrogel

Los Silos de Agua, que desde hace algunos años se están utilizando en forma extensiva para mejorar la capacidad de retención de agua del suelo, favoreciendo por lo tanto el desarrollo de las plantas. Al mezclarse con el suelo consigue, por un lado, aprovechar mejor el agua de lluvia o de riego al perderse menor cantidad por infiltración, y por otro lado, también se consigue disminuir la evaporación de la misma.

Estos dos factores son suficientes para mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo.

Los Silos de Agua tienen la particularidad de adsorber grandes cantidades de agua y la liberación lenta de la misma, para disponibilidad de la planta. A parte de esta cualidad de retener agua entre otras propiedades cuenta con: bajo índice de erosión, controla la porosidad entre otras.

La disposición reticular, le permiten ser una sustancia con gran afinidad por moléculas de agua y por lo tanto adquiere propiedades de un gel, es decir de un sólido que contiene gran cantidad de líquido. Una cualidad importante es la capacidad de hidratación en forma reversible que presentan los Silos, dejando la mayor parte de su agua retenida disponible para las plantas (Grupo Arita, 2009).

2.4.1 Estructura de los Silos de Agua

Están formados por monómeros que cuando estos se retículan (se forma una red), cambian sus propiedades físicas y químicas y casi siempre este cambio es favorable en la agricultura.

La formación depende de varios factores; la humedad que contiene, la presión a la que se someta, el estado físico, entre otras (Grupo Arita, 2009).

2.4.2 Características de los silos de agua

Características de los Silos de Agua (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1: Características de los Silos de Agua

Forma	Sólido granular
Tamaño de partículas	3mm
Ph	Neutro
Densidad	0.7-0.085
Solubilidad en agua	Insoluble
Tiempo de absorción	De 5 a 45 min. Dependiendo de la granulometría
Almacenamiento	Indefinido
Composición	Poliacrilamida 94.13%
	Humedad 5.87%
Tiempo de vida	Hasta por 10 años
Empaque	Bolsas de Kg. y cubetas de 15 Kg.

Fuente: (Grupo Arita, 2009).

2.2.6.3 Beneficios de los Silos de Agua

- Reduce el número de riegos
- Reduce la erosión del suelo.
- Reduce la contaminación de los mantos acuíferos.
- Aumenta el crecimiento de las plantas.
- Mejora la densidad aparente.
- Mejora la capacidad de intercambio catiónico.
- Reduce el estrés hídrico
- Optimiza el uso de agroquímicos.

Además los Silos de Agua no solo ayudan a conservar los recursos naturales, también ayudan a ahorrar tiempo y reducir los costos que se generan por la energía, disminuyen los costos de mantenimiento de equipos de riego y bombeo, ahorro de los fertilizantes y el agua. Además ayudan a proteger el medio ambiente.

Los requisitos del agua varían a través de la estación de crecimiento. Una fuente constante, fácilmente disponible del agua y los alimentos que es esencial para el crecimiento, disminuye la pérdida de nutrientes por efecto de infiltración del agua, favorece la floración, el amarre de frutos, un mayor crecimiento de la raíz, incrementa el rendimiento de las cosechas, es acondicionador de semillas es un excelente acondicionador de suelos formando agregados.

Al mezclarlo con abonos en campañas de reforestación, proporciona una reserva de agua para las primeras fases (las más críticas) de su adaptación al terreno (Grupo Arita, 2009).

2.4.4 Instructivo para instalar silos de agua en árboles ya plantados

Según la Delegación Azcapotzalco de México indica que para instalar los silos de agua se debe hacer una zanja alrededor del árbol, en el área de goteo y a la profundidad que se encuentran las raicillas absorbentes.

La tierra que se extrae de la zanja mezclarla uniformemente con los Silos de Agua en seco entre 50 y 100 gramos de acuerdo al tamaño del árbol. Si no se cuenta con riego y fuera de la temporada de lluvias se instalaran los Silos de Agua ya hidratados, especialmente si el árbol está sufriendo de estrés-hídrico. Se volverá a regar solo cuando las hojas del árbol acusen estrés-hídrico (Grupo Arita, 2009).

2.4.5 Dosis de Aplicación de los silos de agua

Dosis de aplicación de los silos de agua (Ver Cuadro: 2).

Cuadro 2: Dosis para la aplicación de silos de agua.

Nombre	Dosis
Pasto	40 gr. /m ²
Árboles	De 50 a 120 gr/unidad
Arbustos y flores	20 gr. por unidad
Macetas	De 5 a 20 gr. según tamaño
Cultivos agrícolas	De 25 a 40 Kg. /ha.

Fuente: (Grupo Arita, 2009).

Cabe indicar que con el Agua líquida las plantas absorben apenas el 10%, mientras que con la "Lluvia Solida" las plantas disponen de más del 90% de la humedad, por lo que pasaran semanas antes de volver a hidratarlas (Grupo Arita, 2009).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación de los ensayos

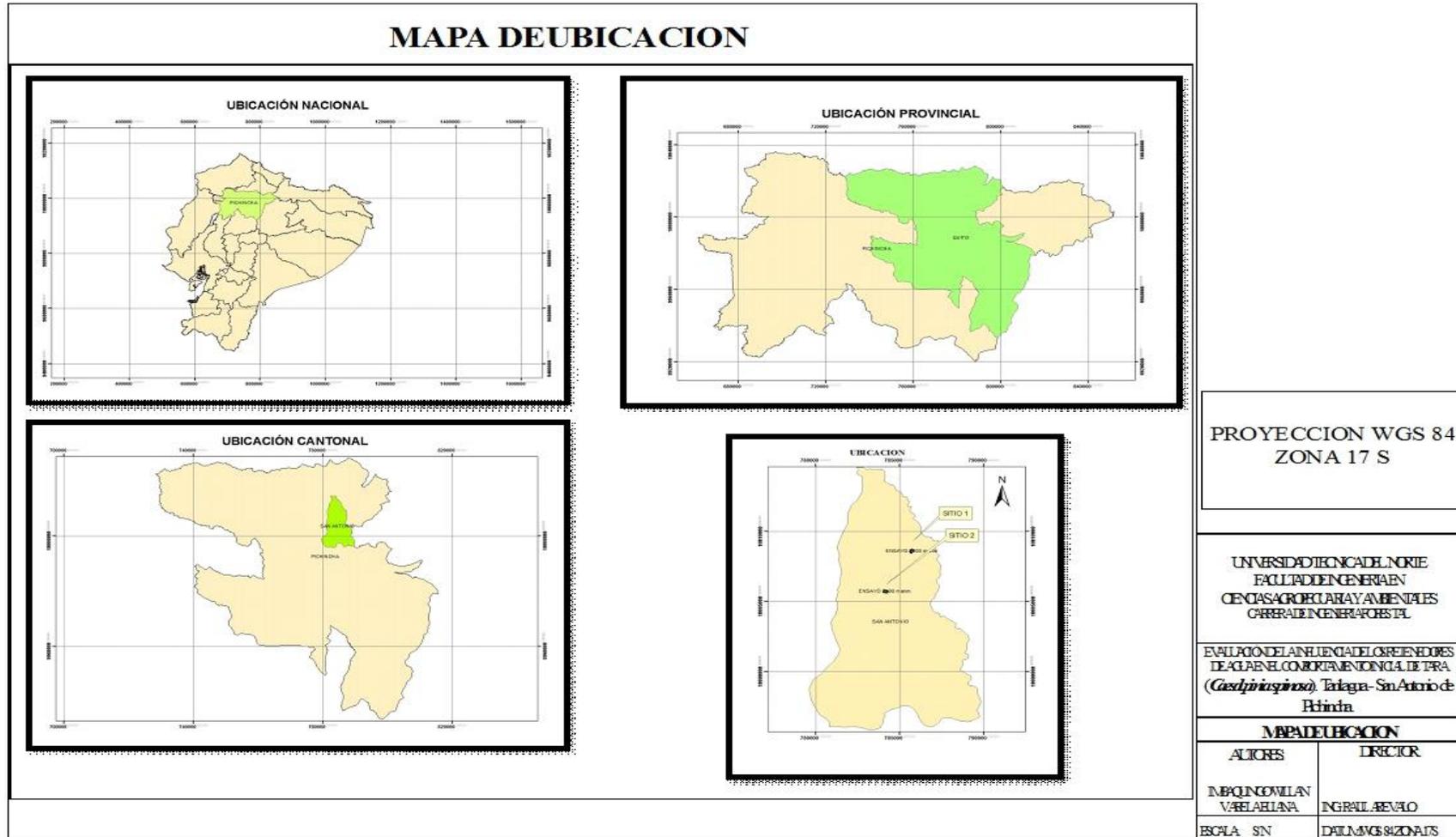
El sitio de la investigación se localiza en: la Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia San Antonio de Pichincha, sector Tanlagua.

La investigación se realizó en la plantación forestal de *Caesalpinia spinosa*, establecida por la Unidad Autónoma de Promoción y Desarrollo Forestal del Ecuador (PROFORESTAL).

El material vegetal se adquirió en el Vivero Jerusalén, el cual se encuentra ubicado en la parroquia de Malchinguí, cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha.

El costo de cada planta en la actualidad es de 30 centavos, las cuales se adquirirán con financiamiento de la Agencia de Cooperación Nacional del Japón (JICA).

Mapa 1: Ubicación del área de estudio



3.1.2 Unidad experimental

Las parcelas establecidas tienen las siguientes dimensiones de 40x52 metros (2.080 m²), y un total de 10.400 m² en los cinco tratamientos para cada sitio.

El espaciamiento de la plantación es de 4 x 4 metros en marco real.

El número de plantas por tratamiento es de 130 dando un total de 650 plantas por cada sitio.

Los individuos analizados por cada tratamiento son de 48 plantas por cada tratamiento, total/por sitio 240 plantas y 480 plantas a investigar.

3.1.3 Ubicación Geográfica.

Cuadro 3: Ensayo 2000 msnm.

Sitio a 2000 msnm	
Latitud	785850 E
Longitud	10008500 N
DATUN	WGS 17 Sur
Altitud	2.000 msnm

Cuadro 4: Ensayo 2400.

Sitio a 2400 msnm	
Latitud	784200 E
Longitud	10005700 N
DATUN	WGS 17 Sur
Altitud	2.400 msnm

3.1.4 Características meteorológicas

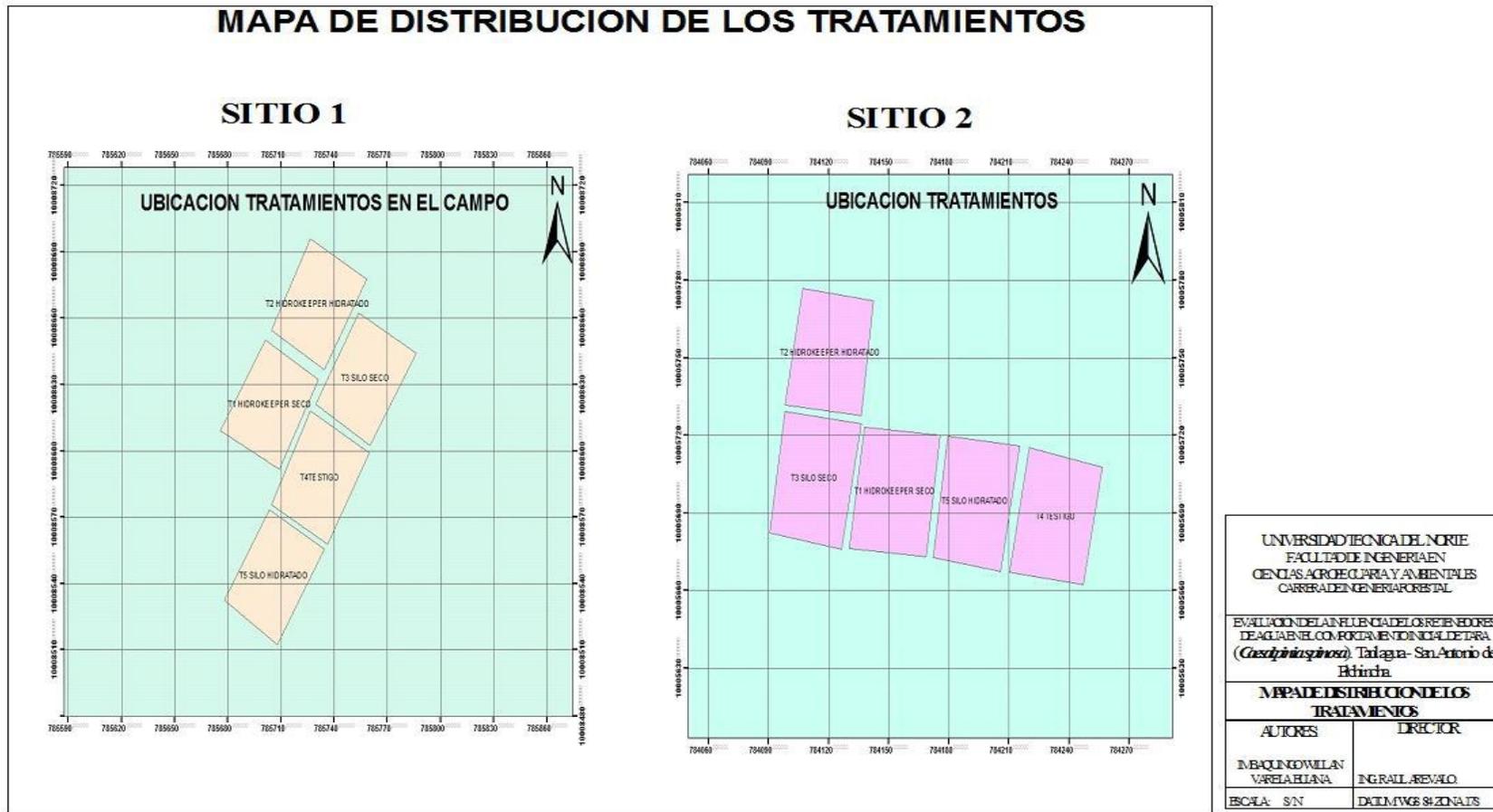
Las condiciones climáticas son:

Cuadro 5: Características meteorológicas.

Temperatura media anual	15.6°C
Precipitación medio anual	389,2 mm
Precipitación máxima	143.6 mm
Precipitación mínima	26.2mm
Meses secos	julio – octubre
Meses lluviosos	noviembre- mayo
Vientos fuertes	Julio –agosto

Fuente: INAMHI (Victoria-Guayllabamba)

Mapa 2: Ubicación de los tratamientos en los dos sitio



3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 Materiales e instrumentos

Cuadro 6: Materiales e instrumentos

Materiales de campo	Instrumentos
Plantas	GPS
Estacas	Brújula
Balizas	Cámara digital
Materiales de oficina	Computadora portátil
Cartografía	
Silos de agua	
Hidrokeeper	
Pintura	
Hojas de campo	
Cinta de marcación	
Estacas de madera	
Letreros	
Flexómetro	
Regla	
Palas	
Machetes	

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Delimitación del sitio a plantar

Se midió toda el área donde se estableció el ensayo, tomando en cuenta las características del sitio.

3.3.2 Balizado

Una vez delimitado el área se marca el sitio definitivo de cada una de las plantas, tomando en cuenta que la distancia entre planta y planta es de cuatro metros.

3.3.3 Hoyado

Después de señalar el sitio definitivo de la planta, se realiza el hoyado del sitio, los hoyos tienen las siguientes dimensiones 30x30x30 cm, y el suelo es removido y mullido antes de colocar la planta.

3.3.4 Demarcación de los tratamientos y repeticiones

Se coloca estacas en cada vértice de cada tratamiento establecido, y dentro de cada tratamiento se demarcaron cada una de las repeticiones.

3.3.5 Colocación de la planta y del retenedor

Una vez hoyado, se procedió a colocar la planta en cada hoyo tomando en cuenta que se realizó una ligera presión en el contorno de la planta.

3.3.6 Evaluación de la plantación

Una vez establecido el ensayo, se evalúa la misma, esto se lo realizó en un lapso de sesenta días calendario para cada una de las mediciones, por un periodo de 360 días.

3.3.7 Diseño experimental

El diseño aplicado en la presente investigación es Bloques al Azar, con 4 tratamientos más el testigo dando un total de 5 tratamientos y 6 repeticiones de 8 plantas por unidad experimental.

Los resultados se someterán a la prueba Duncan.

Cuadro 7: ADEVA.

FV	GL
Repeticiones	$6-1=5$
Tratamientos	$5-1=4$
Error experimental	$(4*5)20$
Total	$(5*6)-1 = 29$

3.3.8 Factores en estudio

- **Retenedor de líquido (hidrogeles)**

Se utilizaron hidrogeles de dos casas comerciales (Hidrokeeper y Silos de Agua) en una dosificación de 5 gr/planta para los dos productos.

3.3.9 Tratamientos en estudio

Cuadro 8: Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Retenedores	Sitios	Código
T1	Hidrokeeper seco	1-2	HS
T2	Hidrokeeper hidratado	1-2	HH
T3	Silos seco	1-2	SS
T4	Testigo	1-2	TO
T5	Silos hidratado	1-2	SH

Al tratamiento testigo se consideró a todas las plantas dentro de un tratamiento sin la aplicación de ningún agente retentivo de agua.

En los tratamientos con el retenedor seco se procedió a colocar el producto en una dosificación de 5 gr/planta justo debajo de la planta mezclado con la tierra.

En los tratamientos con el retenedor hidratado se procedió a colocar el producto en una dosificación de 5 gr de gel seco con agua/ planta justo debajo de la planta y mezclado con la tierra. Para la aplicación del producto bajo este tratamiento, se procedió a colocar 5 gr de gel seco en un recipiente y se agregó agua dejando en reposo hasta que se hidrate completamente, así, de esta forma, se determinó la cantidad precisa equivalente a la aplicación del gel seco pero con adición de agua.

Cuadro 9: Cantidad de Retenedores aplicado

Producto	Cantidad/planta	Cantidad/tratamiento	Total
Hidrokeeper Seco	5 gr	650gr	1300 gr
Hidrokeeper Hidratado	5 gr	650gr	1300 gr
Silos seco	5 gr	650gr	1300 gr
Testigo	0 gr	0 gr	0 gr
Silos hidratado	5 gr	650gr	1300 gr
Cantidad de producto Sitio Uno			2,6 gr
Cantidad de producto Sitio Dos			2,6 gr

3.3.10 Variables en estudio

- Supervivencia.
- Altura total.
- Diámetro de copa.

3.3.11 Manejo específico de las variables en estudio

Las mediciones de los diferentes parámetros en estudio se realizaron cada sesenta días calendario, por un periodo de trescientos sesenta días.

• Supervivencia

Se determina mediante la relación entre el número de árboles plantados y el número de árboles vivos al final de la investigación.

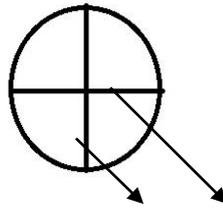
• Altura

Se coloca una estaca a 5 cm de distancia de la planta como punto de referencia de cada una de las plantas. La altura se mide desde la parte superior de la estaca hasta el ápice de la planta mediante la utilización de una regla graduada al mm.

- **Diámetro de copa**

Se realizan dos mediciones perpendiculares y rectangulares de la proyección de la copa en el terreno, de las dos mediciones se obtiene un diámetro promedio

Figura 1: Medición del diámetro de copa



$$\text{Diámetro de copa} = (D1 + D2) / 2$$

3.4 Tabulación de datos

Los datos obtenidos en el campo fueron seleccionados y clasificados de acuerdo al diseño experimental propuesto y sometidos a la prueba Duncan.

De los resultados obtenidos en cada una de las mediciones se elaboraron cuadros, gráficos, los cuales son interpretados y redactados de acuerdo al cronograma propuesto, y sometidos a las pruebas estadísticas que nos determinaron el mejor de los tratamientos y sus respectivas conclusiones y recomendaciones, luego de la discusión y comparación con trabajos similares.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos de campo obtenidos, permitieron dar respuesta a los objetivos planteados en la investigación a través de las variables en estudio. Fueron tabulados, analizados, e interpretados tomando como base los Análisis de Variancia para cada fecha de toma de datos y la variable evaluadas, las mismas que se expresan a continuación.

4.1 Sobrevivencia en porcentaje (%)

4.1.1 Sobrevivencia en (%) a los trescientos sesenta días. Sitio Uno (200msnm)

Del análisis de varianza realizado a los trescientos sesenta días se determinó que, no existieron diferencias significativas entre bloques y tratamientos lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 10).

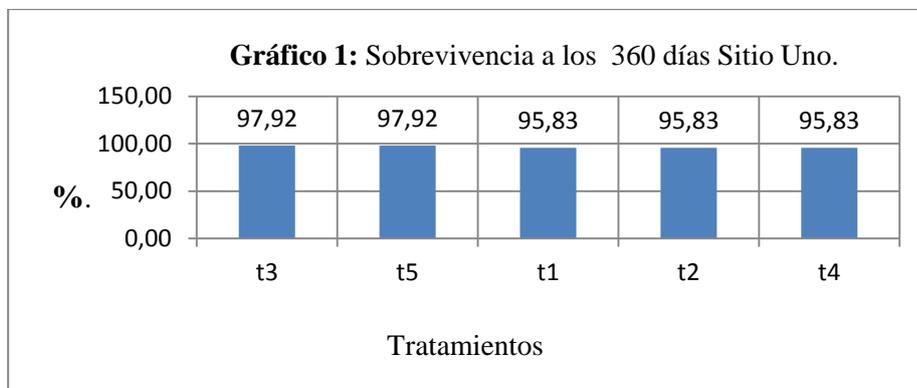
Cuadro 10: Análisis de varianza de la sobrevivencia a los trescientos sesenta

Días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	104,17	20,83	0,53	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	31,25	7,81	0,20	2,87	4,43	ns
Error	20	781,25	39,06				
Total	29	916,67					

Luego de haber realizado el análisis de sobrevivencia de los tratamientos investigados del Sitio Uno a los trescientos sesenta días se determinó, que el

tratamiento T3 (Silos seco) y T5 (Silos hidratado) tuvo el 97,92% de sobrevivencia; mientras que los tratamientos T1 (Hidrokeeper Seco), T2 (Hidrokeeper hidratado) y T4 (Testigo) tuvieron el 95,83%(Ver Gráfico 1).



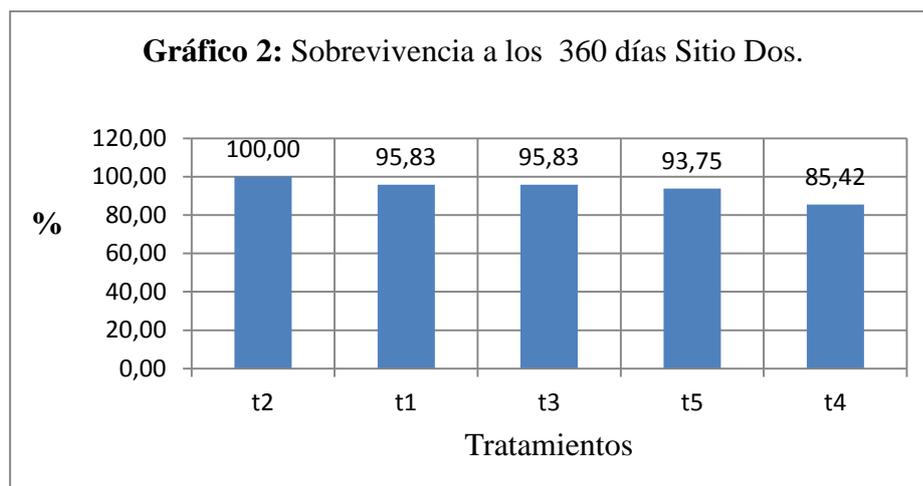
4.1.2 Sobrevivencia Sitio Dos en (%) a los trescientos sesenta días. Sitio Dos (2400 msnm)

Del análisis de varianza realizado a los trescientos sesenta días se determinó que, no existió diferencia significativa entre bloques pero si existió significancia entre tratamientos lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 11).

Cuadro 11: Análisis de varianza de la sobrevivencia a los trescientos sesenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	104,17	20,83	0,26	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	697,92	174,48	2,16	2,87	4,43	*
Error	20	1614,58	80,73				
Total	29	2416,67					

Luego de haber realizado el análisis de sobrevivencia de los tratamientos investigados del Sitio Dos a los trescientos sesenta días se determinó, que el tratamiento T2 (Hidrokeeper hidratado) tuvo el 100% de sobrevivencia; mientras que los tratamientos T1 (Hidrokeeper seco) y T3 (Silos seco) tuvieron el 95,83% de sobrevivencia; el tratamiento T5 (Silos hidratado) tuvo 93,75% y el tratamiento T4 (Testigo) con el 85,42% de sobrevivencia (Ver Gráfico 2).



Los resultados obtenidos de la supervivencia promedio en los sitios Uno y Dos son mayores a los alcanzados por Erazo, 2010 en la investigación realizada en el mismo sector en una plantación de Pino aplicada la misma metodología a una altitud de 2.480 msnm con 55%, resultado que podrían deberse a las mejores condiciones de precipitación que se presentó durante el año 2011 y parte del 2012.

4.2 Altura total en centímetros (cm)

4.2.1 Análisis de varianza en altura total en cm Sitio Uno a los sesenta días

Del análisis de varianza realizado a los sesenta días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques y tratamientos lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 12).

Cuadro 12: Análisis de varianza en altura total en cm a los sesenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	54,52	10,90	1,70	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	31,92	7,98	1,24	2,87	4,43	ns
Error	20	128,47	6,42				
Total	29	214,91					

4.2.2 Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento veinte días

Del análisis de varianza realizado a los ciento veinte días se determinó que, existió diferencia significativa entre bloques, pero para tratamientos no existió diferencia significativa lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 13).

Cuadro 13: Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento veinte días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	70,55	14,11	2,51	2,71	4,1	*
Tratamientos	4	35,30	8,83	1,57	2,87	4,43	ns
Error	20	112,61	5,63				
Total	29	218,46					

4.2.3 Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento ochenta días

Del análisis de varianza realizado a los ciento ochenta días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques y tratamientos lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 14).

Cuadro 14: Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento ochenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	51,87	10,37	1,89	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	39,04	9,76	1,78	2,87	4,43	ns
Error	20	109,67	5,48				
Total	29	200,58					

4.2.4 Análisis de varianza en altura total en cm a los doscientos cuarenta días

Del análisis de varianza realizado a los doscientos cuarenta días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques y tratamientos lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 15).

Cuadro 15: Análisis de varianza en altura total en cm a los doscientos cuarenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	61,45	12,29	1,99	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	41,83	10,46	1,70	2,87	4,43	ns
Error	20	123,37	6,17				
Total	29	226,65					

4.2.5 Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos días

Del análisis de varianza realizado a los trescientos días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques y tratamientos lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 16).

Cuadro 16: Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	75,02	15,00	1,73	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	28,31	7,08	0,82	2,87	4,43	ns
Error	20	173,56	8,68				
Total	29	276,89					

4.2.6 Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos sesenta días

Del análisis de varianza realizado a los trescientos sesenta días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques y tratamientos lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 17).

Cuadro 17: Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos sesenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	36,02	7,20	0,48	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	59,74	14,94	1,16	2,87	4,43	ns
Error	20	291,56	14,58				
Total	29	387,33					

4.3 Diámetro de Copa en centímetros (cm)

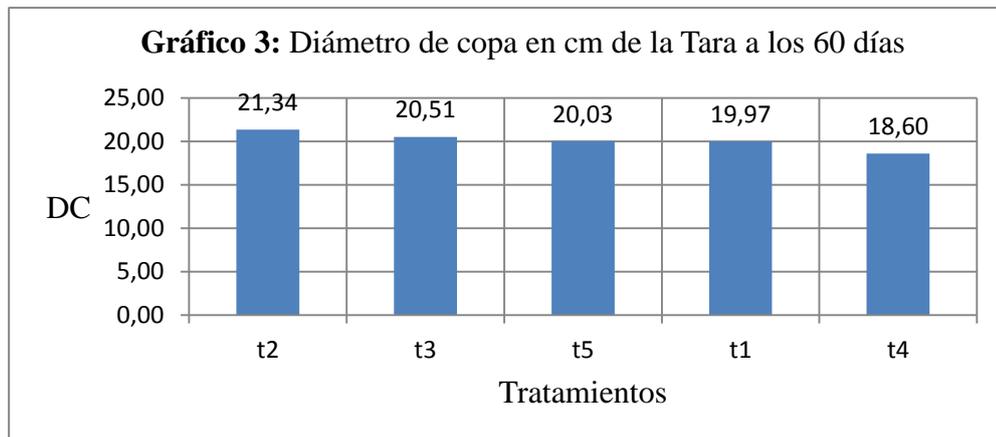
4.3.1 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm Sitio Uno (200msnm) a los sesenta días

Del análisis de varianza realizado a los sesenta días se determinó que, no existió significancia entre bloques pero si existió significancia entre tratamientos (Ver cuadro 18).

Cuadro 18: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los sesenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	12,05	2,41	0,70	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	53,01	13,25	3,85	2,87	4,43	*
Error	20	68,91	3,45				
Total	29	134,0					

En el gráfico 3: Se observa que el tratamiento T2 (Hidrokeeper hidratado) tuvo el mayor crecimiento en diámetro de copa con 21,34 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T4 (Testigo) con 18,60 cm (Ver gráfico 3).



4.3.2 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento veinte días

Del análisis de varianza realizado a los ciento veinte días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques y tratamientos lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 19).

Cuadro 19: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento veinte días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	24,69	4,94	1,52	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	3,15	0,79	0,24	2,87	4,43	ns
Error	20	65,13	3,26				
Total	29	93,0					

4.3.3 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento ochenta días

Del análisis de varianza realizado a los ciento ochenta días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques y tratamientos lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 20).

Cuadro 20: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento ochenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	19,51	3,90	0,93	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	13,27	3,32	0,79	2,87	4,43	ns
Error	20	84,24	4,21				
Total	29	117,0					

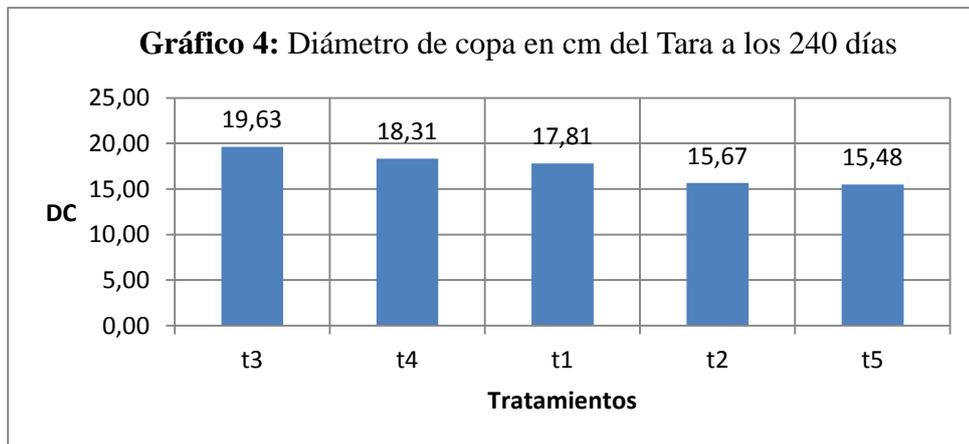
4.3.4 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los doscientos cuarenta días

Del análisis de varianza realizado a los doscientos cuarenta días se determinó que, no existió significancia entre bloques pero si existió significancia entre tratamientos (Ver cuadro 21).

Cuadro 21: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los doscientos cuarenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	8,36	1,67	0,39	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	75,87	18,97	4,37	2,87	4,43	*
Error	20	86,72	4,34				
Total	29	171,0					

En el gráfico 4: Se observa que el tratamiento T3 (Silos seco) tuvo el mayor crecimiento en diámetro de copa con 19,63 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T5 (Silos hidratado) con 15,48 cm (Ver gráfico 4).



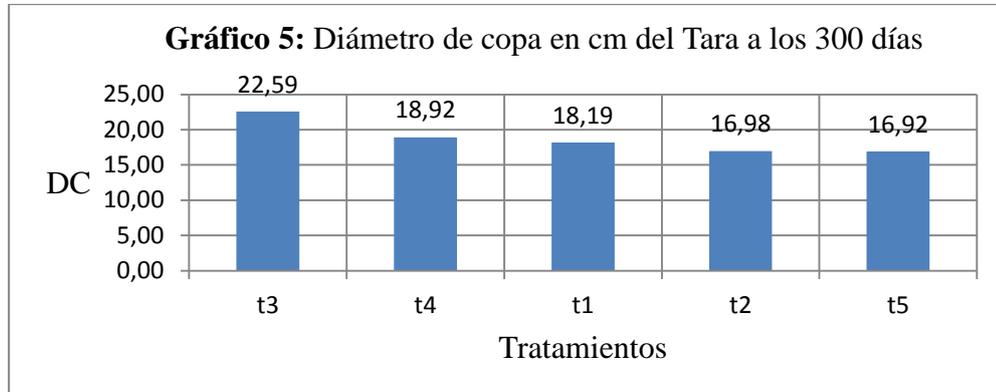
4.3.5 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos días

Del análisis de varianza realizado a los trescientos días se determinó que, no existió significancia entre bloques pero si existió significancia entre tratamientos (Ver cuadro 22).

Cuadro 22: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	34,19	6,84	0,88	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	129,20	32,30	4,14	2,87	4,43	*
Error	20	156,15	7,81				
Total	29	319,5					

En el gráfico 5: Se observa que el tratamiento T3 (Silos seco) tuvo el mayor crecimiento en diámetro de copa con 22,59 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T5 (Silos hidratado) con 16,92 cm (Ver gráfico 5).



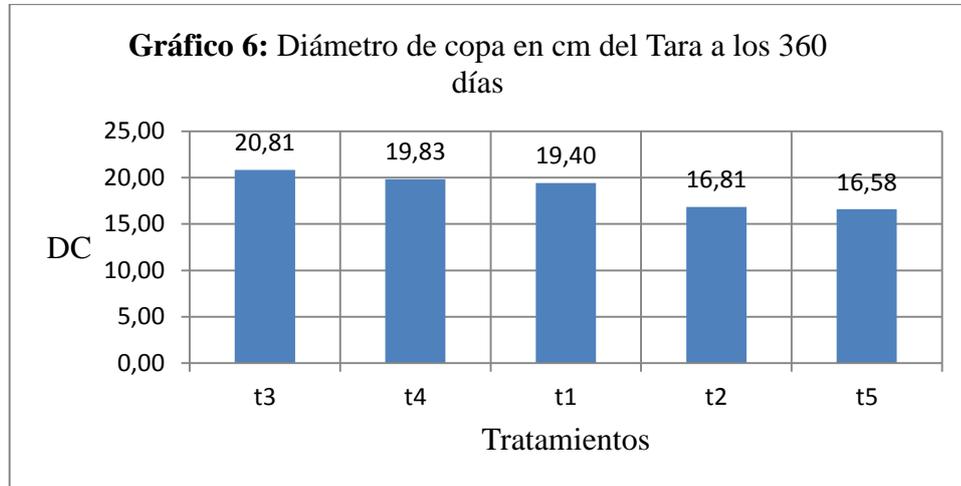
4.3.6 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos sesenta días

Del análisis de varianza realizado a los trescientos sesenta días se determinó que, no existió significancia entre bloques pero si existió significancia entre tratamientos (Ver cuadro 23).

Cuadro 23: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos sesenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	3,22	0,64	0,08	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	85,64	21,41	2,67	2,87	4,43	*
Error	20	160,50	8,03				
Total	29	249,37					

En el gráfico 6: Se observa que el tratamiento T3 (Hidrokeeper seco) tuvo el mayor crecimiento en diámetro de copa con 20,81 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T5 (Silos hidratado) con 16,58 cm (Ver gráfico 6).



4.4 Altura total en centímetros (cm)

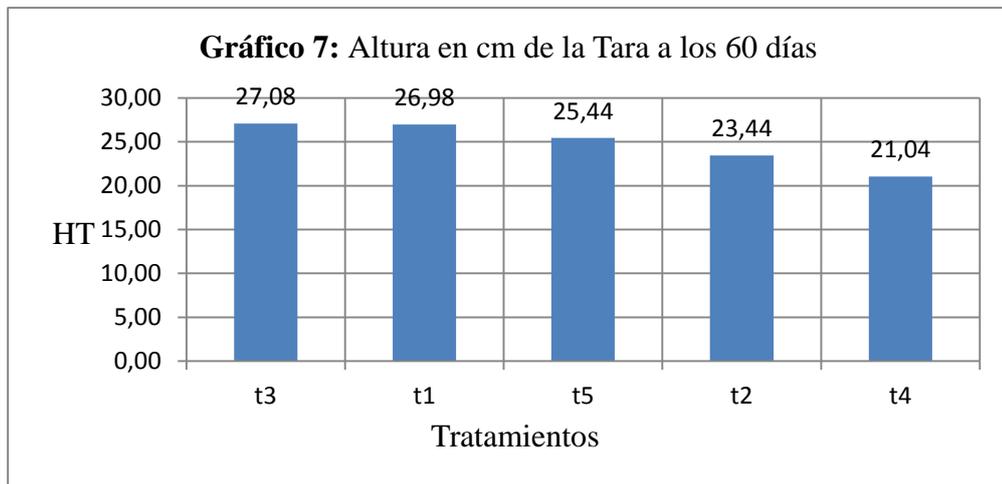
4.4.1 Análisis de varianza en altura total en cm Sitio Dos a los sesenta días

Del análisis de varianza realizado a los sesenta días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques, pero entre tratamientos se determinó diferencias altamente significativas (Ver cuadro 24).

Cuadro 24: Análisis de varianza en altura total en cm a los sesenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	9,71	1,94	0,49	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	158,10	39,53	9,90	2,87	4,43	**
Error	20	79,88	3,99				
Total	29	247,69					

En el gráfico 7: Se observa que el tratamiento T3 (Silos seco) tuvo el mayor crecimiento en altura total con 27,08 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T4 (Testigo) con 21,04 cm (Ver gráfico 7).



En la Prueba Duncan se observan que los tratamientos T3 (Silos seco), T1 (Hidrokeeper seco) y T5 (Silos hidratado) son similares estadísticamente presentando los siguientes valores 27,08 cm – 26,98 cm – 25,44 cm respectivamente y el tratamiento T4 (Testigo) fue estadísticamente diferente a los demás con 21,04 cm (Ver cuadro 25).

Cuadro 25: Prueba Duncan de la altura total a los sesenta días

Tratamientos	Media	Interpretación
T3	27,08	A
T1	26,98	A
T5	25,44	ABC
T2	23,44	BC
T4	21,04	C

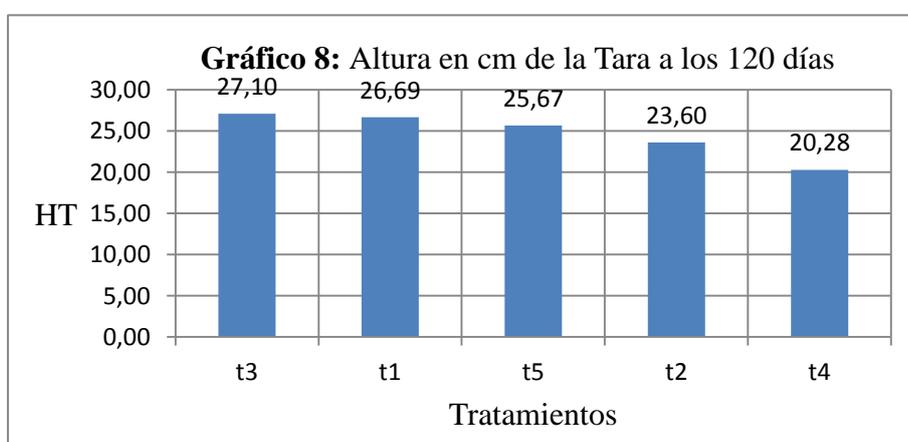
4.4.2 Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento veinte días

Del análisis de varianza realizado se encontró que no existió diferencias significativas entre bloques, pero entre tratamientos se determinó diferencias altamente significativas (Ver cuadro 26).

Cuadro 26: Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento veinte días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significacia
Bloques	5	9,68	1,94	0,38	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	188,32	47,08	9,26	2,87	4,43	**
Error	20	101,67	5,08				
Total	29	299,67					

En el gráfico 8: se observa que el tratamiento T3 (Silos seco) tuvo el mayor crecimiento en altura total con 27,10 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T4 (Testigo) con 20,28 cm (Ver gráfico 8).



En la Prueba Duncan se observan que los tratamientos T3 (Silos seco) y T1 (Hidrokeeper seco) son similares estadísticamente presentando los siguientes valores 27,10 cm – 26,69 cm respectivamente y el tratamiento T4 (Testigo) fue estadísticamente diferente a los demás con 20,28 cm (Ver cuadro 27).

Cuadro 27: Prueba Duncan de la altura total a los ciento veinte días

Tratamientos	Media	Interpretación
T3	27,10	A
T1	26,69	A
T5	25,67	AB
T2	23,60	BC
T4	20,28	C

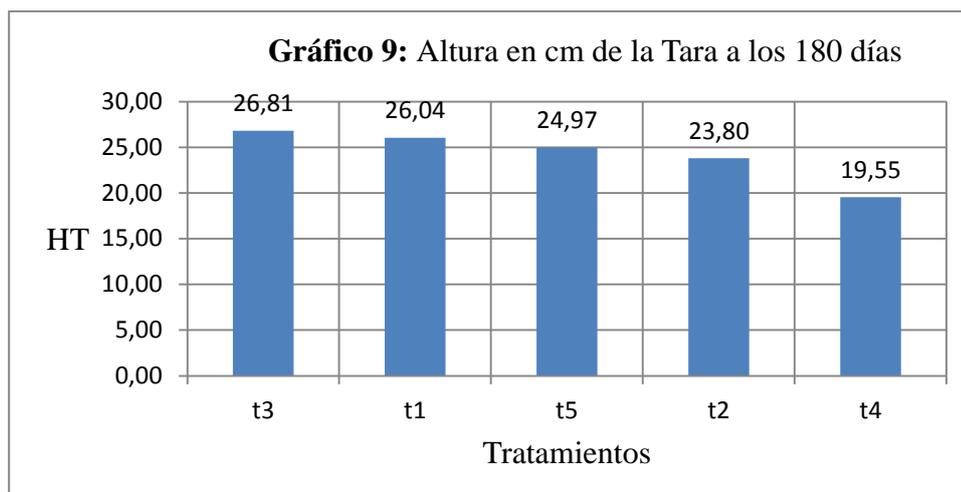
4.4.3 Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento ochenta días

Del análisis de variancia realizado a los ciento ochenta días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques, pero entre tratamientos se determinó diferencias altamente significativas (Ver cuadro 28).

Cuadro 28: Análisis de varianza en altura total en cm a los ciento ochenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	19,58	3,92	0,65	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	195,38	48,84	8,12	2,87	4,43	**
Error	20	120,26	6,01				
Total	29	335,22					

En el gráfico 9: se observa que el tratamiento T3 (Silos seco) tuvo el mayor crecimiento en altura total con 26,81 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T4 (Testigo) con 19,55 cm (Ver gráfico 9).



En la Prueba Duncan se observan que los tratamientos T3 (Silos seco) y T1 (Hidrokeeper seco) son similares estadísticamente presentando los siguientes valores 26,81 cm – 26,04 cm respectivamente y el tratamiento T4 (Testigo) fue estadísticamente diferente a los demás con 19,55 cm (Ver cuadro 29).

Cuadro 29: Prueba Duncan de la altura total a los ciento ochenta días

Tratamientos	Media	Interpretación
T3	26,81	A
T1	26,04	A
T5	24,97	AB
T2	23,80	B
T4	19,55	C

4.4.4 Análisis de varianza en altura total en cm a los doscientos cuarenta días

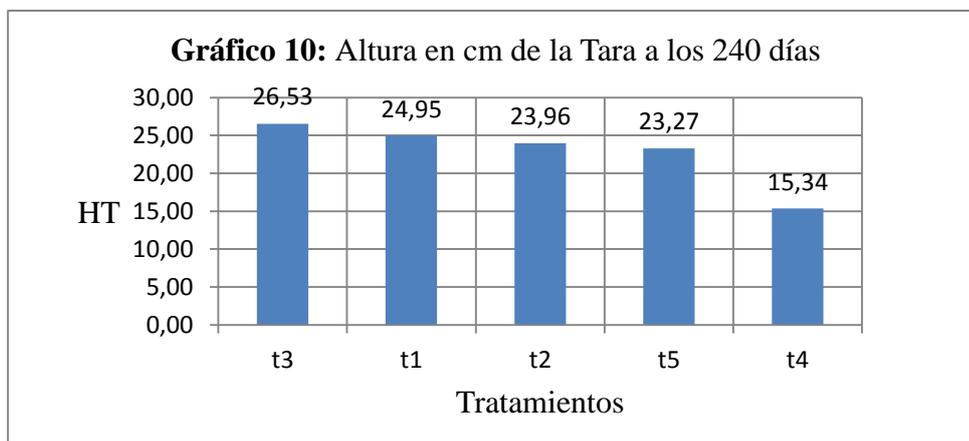
Del análisis de variancia realizado a los doscientos cuarenta días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques, pero entre tratamientos se determinó diferencias altamente significativas (Ver cuadro 30).

Cuadro 30: Análisis de varianza en altura total en cm a los doscientos

cuarenta días.

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	16,45	3,29	0,23	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	454,17	113,54	7,82	2,87	4,43	**
Error	20	290,23	14,51				
Total	29	760,85					

En el gráfico 10: se observa que el tratamiento T3 (Silos seco) tuvo el mayor crecimiento en altura total con 26,53 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T4 (Testigo) con 15,34 cm (Ver gráfico 10).



En la Prueba Duncan se observan que los tratamientos T3 (Silos seco), T1 (Hidrokeeper seco), T2 (Hidrokeeper hidratado) y T5 (Silos hidratado) son similares estadísticamente presentando los siguientes valores 26,53 cm - 24,95 cm - 23,96 cm - 23,27 cm respectivamente y el tratamiento T4 (Testigo) fue estadísticamente diferente a los demás con 15,34 cm (Ver cuadro 31).

Cuadro 31: Prueba Duncan de la altura total a los doscientos cuarenta días

Tratamientos	Medias	Interpretación
T3	26,53	A
T1	24,95	A
T2	23,96	A
T5	23,27	A
T4	15,34	B

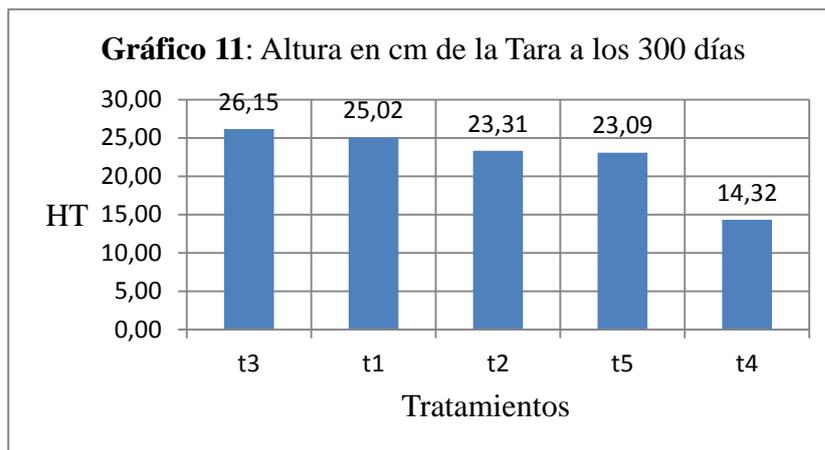
4.4.5 Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos días

Del análisis de variancia realizado a los trescientos días se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques, pero entre tratamientos se determinó diferencias altamente significativas (Ver cuadro 32).

Cuadro 32: Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	35,79	7,16	0,65	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	524,85	131,21	11,83	2,87	4,43	**
Error	20	221,91	11,10				
Total	29	782,55					

En el gráfico 11: se observa que el tratamiento T3 (Silos seco) tuvo el mayor crecimiento en altura total con 26,15 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T4 (Testigo) con 14,32 cm (Ver gráfico 11).



En la Prueba Duncan se observan que los tratamientos T3 (Silos seco), T1 (Hidrokeeper seco), T2 (Hidrokeeper hidratado) y T5 (Silos hidratado) son similares estadísticamente presentando los siguientes valores 26,15 cm – 25,02 - 23,31 cm – 23,09 cm respectivamente y el tratamiento T4 (Testigo) fue estadísticamente diferente a los demás con 14,32 cm (Ver cuadro 33).

Cuadro 33: Prueba Duncan de la altura total a los trescientos días

Tratamientos	Medias	Interpretación
T3	26,15	A
T1	25,02	A
T2	23,31	A
T5	23,09	A
T4	14,32	B

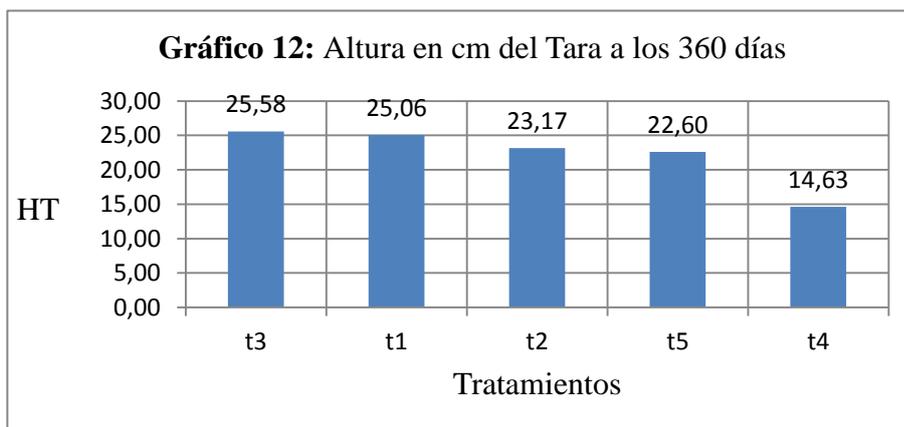
4.4.6 Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos sesenta días

Del análisis de variancia realizado a los trescientos sesenta se determinó que, no existió diferencias significativas entre bloques, pero entre tratamientos se determinó diferencias altamente significativas (Ver cuadro 34).

Cuadro 34: Análisis de varianza en altura total en cm a los trescientos sesenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	31,23	6,25	0,59	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	468,71	117,18	11,15	2,87	4,43	**
Error	20	210,19	10,51				
Total	29	710,14					

En el gráfico 12: se observa que el tratamiento T3 (Silos seco) tuvo el mayor crecimiento en altura total con 25,58 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T4 (Testigo) con 14,63 cm (Ver gráfico 12).



En la Prueba Duncan se observan que los tratamientos T3 (Silos seco), T1 (Hidrokeeper seco), T2 (Hidrokeeper hidratado) y T5 (Silos hidratado) son similares estadísticamente presentando los siguientes valores 25,58 cm – 25,06 cm - 23,17 cm – 22,60 cm respectivamente y el tratamiento T4 (Testigo) fue estadísticamente diferente a los demás con 14,63 cm (Ver cuadro 35).

Cuadro 35: Prueba Duncan de la altura total a los trescientos sesenta días

Tratamientos	Media	Interpretación
T3	25,58	A
T1	25,06	A
T2	23,17	A
T5	22,6	A
T4	14,63	B

Los resultados obtenidos de la altura total promedio en los sitios Uno y Dos son similares a los alcanzados por Orosco, 2010 en la investigación realizada con la misma especie ubicada en la provincia de Chimborazo, cantón Guano, parroquia El Rosario, comunidad Langos San Alfonso con similares características edafo-climáticas, obteniendo 25,07 cm en altura total a los 180 DDT, aplicados 15gr/planta de retenedor.

4.5 Diámetro de Copa en centímetros (cm)

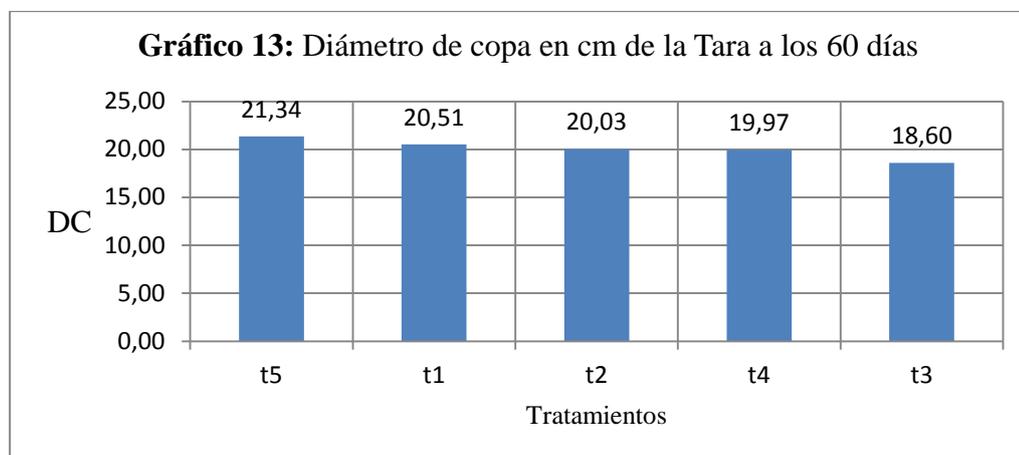
4.5.1 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los sesenta días Sitio Dos (2400 msnm)

Del análisis de varianza realizado a los sesenta días se determinó que no existió significancia entre bloques pero si existió significancia entre tratamientos (Ver cuadro 36).

Cuadro 36: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los sesenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	20,09	4,02	2,93	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	23,85	5,96	4,36	2,87	4,43	*
Error	20	27,38	1,37				
Total	29	71,31					

En el gráfico 13: se observa que el tratamiento T5 (Silos hidratado) tuvo el mayor crecimiento en diámetro de copa con 21,34 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T3 (Silos seco) con 18,60 cm (Ver gráfico 13).



4.5.2 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento veinte días

Del análisis de variancia realizado se encontró que no existieron diferencias significativas entre bloque y tratamientos (Ver cuadro 37).

Cuadro 37: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento veinte días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	55,62	11,12	1,7	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	26,17	6,54	1,64	2,87	4,43	ns
Error	20	79,85	3,99				
Total	29	161,63					

4.5.3 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento ochenta días

Del análisis de variancia realizado se encontró que no existieron diferencias significativas entre bloque y tratamientos (Ver cuadro 38).

Cuadro 38: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los ciento ochenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	55,59	11,12	1,07	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	76,71	19,18	1,84	2,87	4,43	ns
Error	20	208,74	10,44				
Total	29	341,04					

4.5.4 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los doscientos cuarenta días

Del análisis de variancia realizado se encontró que no existieron diferencias significativas entre bloques y tratamientos (Ver cuadro 39).

Cuadro 39: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los doscientos cuarenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	28,52	5,70	1,21	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	31,88	7,97	1,69	2,87	4,43	ns
Error	20	94,22	4,71				
Total	29	154,62					

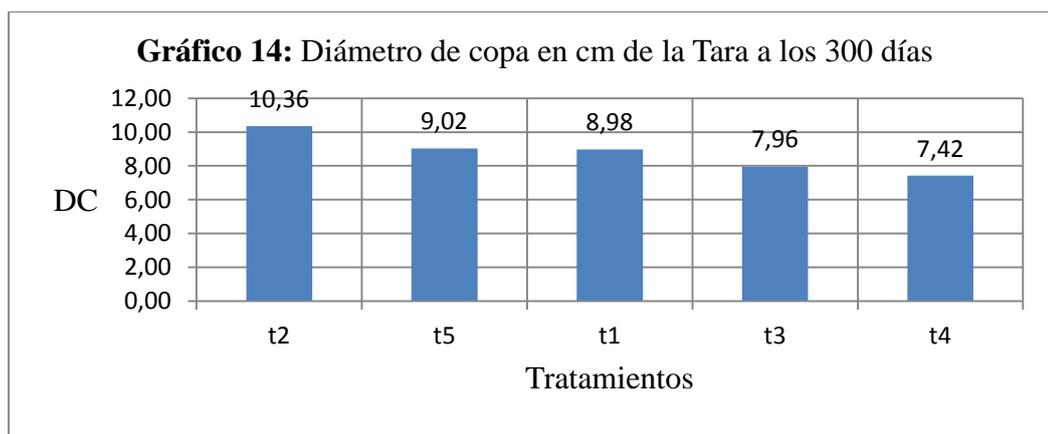
4.5.5 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos días

Del análisis de variancia realizado se encontró que no existió diferencias significativas entre bloques, pero entre tratamientos se determinó diferencias significativas lo que se expresa en el cuadro (Ver cuadro 40).

Cuadro 40: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	27,56	5,51	1,87	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	30,61	7,65	2,60	2,87	4,43	*
Error	20	58,92	2,95				
Total	29	117,10					

En el gráfico 14: se observa que el tratamiento T2 (Hidrokeeper hidratado) tuvo el mayor crecimiento en diámetro de copa con 10,36 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T4 (Testigo) con 7,42 cm (Ver gráfico 14).



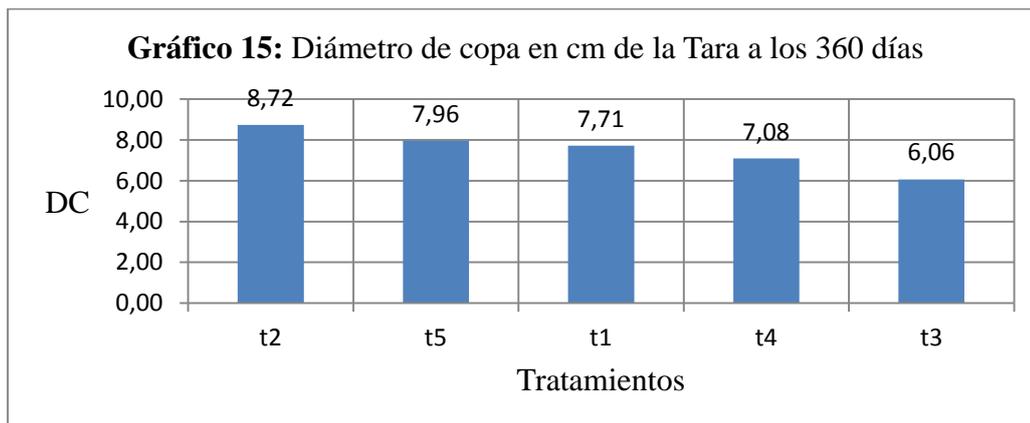
4.5.6 Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos sesenta días

Del análisis de variancia realizado se encontró que no existió diferencias significativas entre bloques, pero entre tratamientos se determinó diferencias significativas (Ver cuadro 41).

Cuadro 41: Análisis de varianza en diámetro de copa en cm a los trescientos sesenta días

FV	GL	SC	CM	FC	F 95 %	F 99%	Significancia
Bloques	5	13,57	2,71	1,04	2,71	4,1	ns
Tratamientos	4	23,94	5,98	2,29	2,87	4,43	*
Error	20	52,17	2,61				
Total	29	89,67					

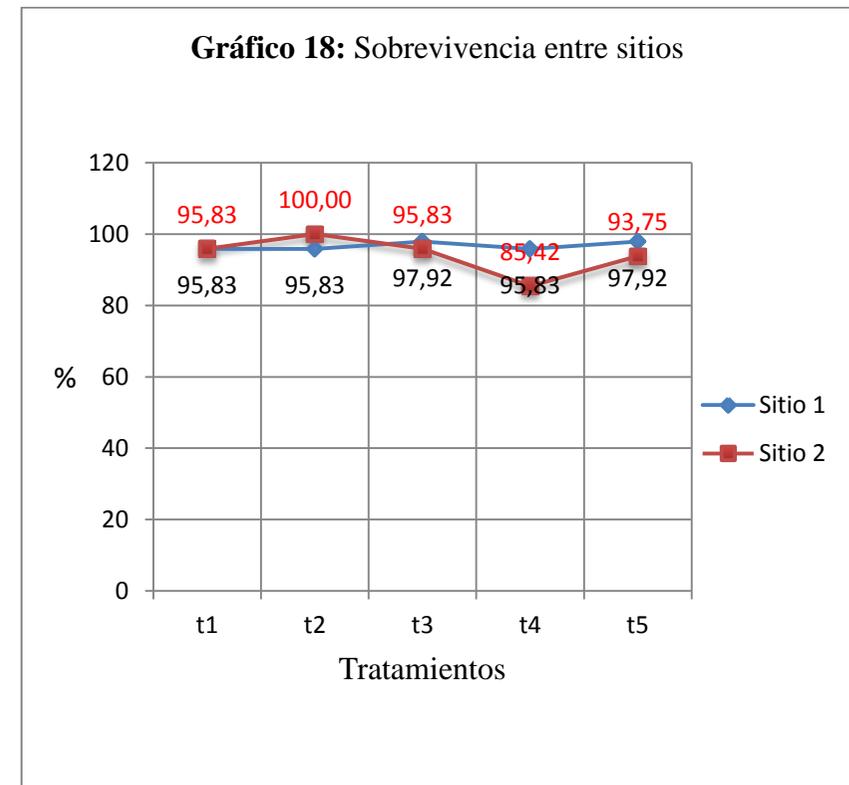
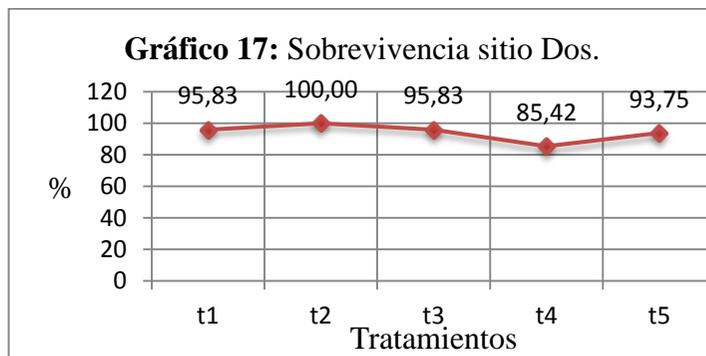
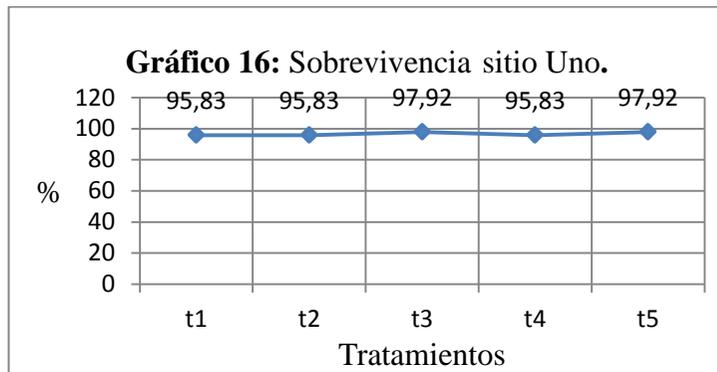
En el gráfico 15: Se observa que el tratamiento T2 (Hidrokeeper hidratado) tuvo el mayor crecimiento en diámetro de copa con 8,72 cm y el menor crecimiento presentó el tratamiento T3 (Silos seco) con 6,06 cm (Ver gráfico 15).



En la presente investigación no se presentan elementos de juicio para los valores de diámetro de copa por ser inédito para la especie tara (*Caesalpinia spinosa*). Por cuanto los mejores resultados obtenidos a los trescientos sesenta días en el Sitio Uno es el tratamiento T3 (Silos seco) y en el Sitio Dos el tratamiento T2 (Hidrokeeper hidratado)

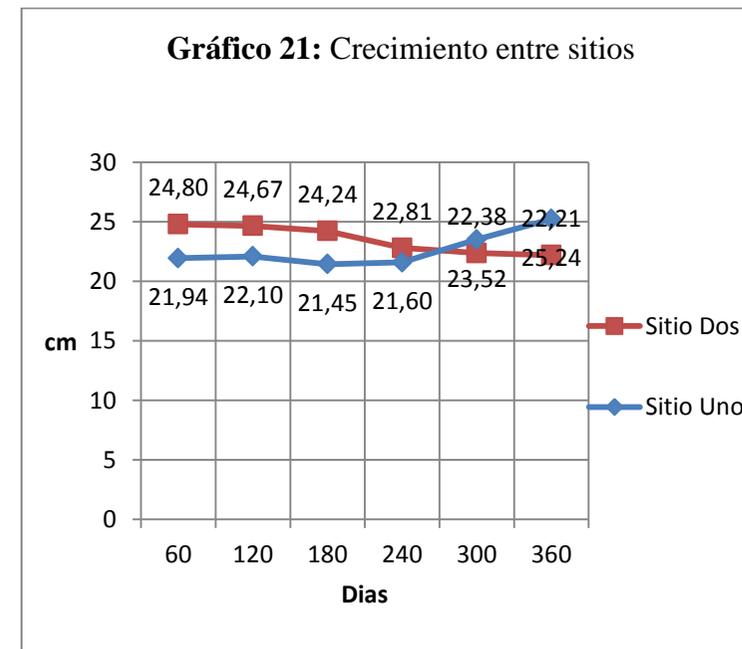
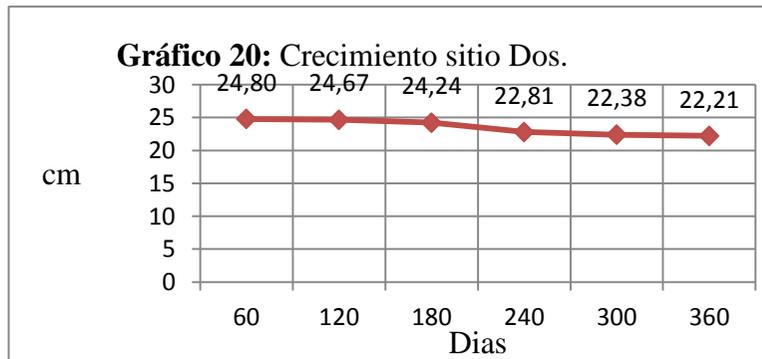
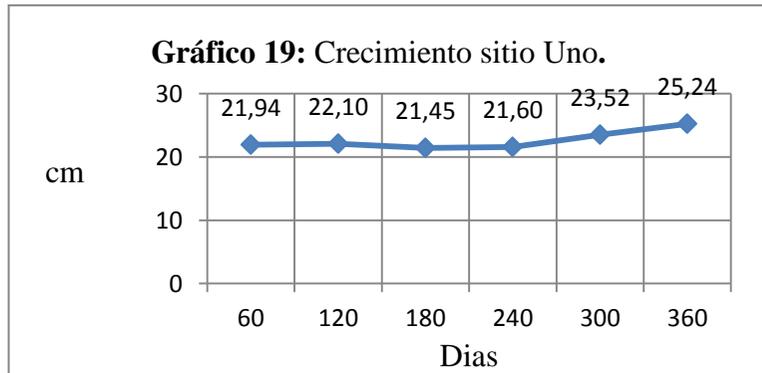
4.6 INTERRELACIONES

4.6.1 Curvas de supervivencia



4.7 CURVAS DE CRECIMIENTO

4.7.1 Curvas de crecimiento promedio en altura total



4.8 ANALISIS DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO

4.8.1 Costos

4.8.1.1 Costos de personal

Cuadro 42: Costos de personal

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo total \$
Investigadores	T	2	900	1800,00
Jornales	J	40	14,00	560,00
Subtotal				2360,00

4.8.1.2 Costos, Instrumentos, Materiales y equipos

Cuadro 43: Costos, Instrumentos, Materiales y equipos

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo/unitario \$	Costo total \$
Plantas	pl	1300	0,30	390,00
Estacas	es	24	2,50	60,00
Balizas	b	480	0,50	240,00
Silos de agua	kg	2,60	18,00	46,80
Hidrokeeper	kg	2,60	18,00	46,80
Cuaderno de campo	u	1	3,00	3,00
Material de oficina	u	1	22,00	22,00
Cámara fotográfica*	%	10	200	20,00
Cinta de marcación	u	28	1,00	28,00
GPS*	%	10	300	30,00
Brújula	u	1	3	3,00
Subtotal				889,60

* La valoración económica es el valor del alquiler de los equipos expresado en porcentaje.

4.8.1.3 Costos del documento de tesis

Cuadro 44: Costos de elaboración del documento

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo/ \$	Costo total \$
Computadora	H	100	0,70	70,00
Elaboración de documento	U	1	100	100,00
Impresión de documento	U	6	5,00	30,00
Impresión de documento final	U	8	9,00	72,00
Empastado del documento final	U	8	15,00	120,00
Costo Total				392,00

4.8.1.4 Costo total del proyecto

Cuadro 45: Costos total del proyecto

Concepto	Costo \$
Personal	2360,00
Instrumentos, Material y Equipos.	889,60
Costos de elaboración del documento	392,00
Subtotal	3641,60
Imprevistos 10%	364,16
TOTAL	4005,76

4.8.2 Financiamiento

Cuadro 46: Financiamiento

Financiamiento	Porcentaje	Cantidad \$
JICA- PROFORESTAL	31,21	1250,25
Investigadores	68,79	2755,51

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la presente investigación se determinaron las siguientes conclusiones:

- Se acepta la hipótesis alternativa ya que si se encontraron diferencias entre tratamientos y entre sitios.
- Los mejores resultados en sobrevivencia a los trescientos sesenta días en el sitio dos es el tratamiento T2 (Hidrokeeper hidratado) que presentó el 100% de sobrevivencia y en el sitio Uno la mayor sobrevivencia es similar entre los tratamientos T3 (Silos seco) y T5 (Silos hidratado) con el 97,92 %
- En el sitio Uno, el tratamiento que mayor altura total alcanzó a los trescientos sesenta días es el T3 (Silos seco) con 27,77 cm, y en el sitio Dos el tratamiento T3 (Silos seco) con 25,58 cm.
- El costo de aplicación y del producto es de \$ 653.60 USD, siendo económicamente aplicable para plantaciones.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Realizar plantaciones aplicando retenedores de agua, por cuanto los resultados son positivos tanto para la sobrevivencia y altura total.
- Incluir el tratamiento T3 (Silos seco), en planes de forestación y reforestación en sitios con similares condiciones edáfo-climáticas, debido que los resultados obtenidos en el sitio Uno fueron los mejores con este método.
- Aplicar el tratamiento T2 (Hidrokeeper hidratado) en plantaciones forestales, ya que los resultados obtenidos en el sitio Dos fueron del 100% de sobrevivencia.

CAPÍTULO VII

RESUMEN

El presente estudio de investigación: Evaluación de la Influencia de los Retenedores de Agua en el Comportamiento Inicial de Tara (*Caesalpinia spinosa*). Tanlagua - San Antonio de Pichincha". Sector Tanlagua. Parroquia San Antonio, Cantón Quito, Provincia Pichincha, Con las siguientes características edafo-climáticas: Precipitación de 389,2 mm anual, temperatura promedio de 15.6 °C y una altitud de 2000-2400 m.s.n.m.

El suelo es de textura arenosa gruesa, profundidad 100 cm, pedregosidad del 10%, drenaje excesivo y con un pH de 6,6 a 7,5.

Los objetivos específicos de la investigación fueron los siguientes:

Determinar la sobrevivencia de las plantas de tara en los diferentes tipos de tratamientos. Evaluar el crecimiento inicial de las plantas de tara en los diferentes tipos de tratamientos. Determinar los costos de aplicación de los retenedores en los diferentes tratamientos.

El diseño aplicado fue Bloques al Azar (D.B.A) con 5 tratamientos y 6 repeticiones.

Los tratamientos y sus respectivas codificaciones fueron: T1: Hidrokeeper Seco (HS). T2: Hidrokeeper Hidratado (HH). T3: Silos Seco (SS). T4: Testigo (T0). T5: Silos Hidratado (SH). Se ejecutó la siguiente Metodología: Delimitación del sitio a plantar, balizado, hoyado, demarcación de los tratamientos y repeticiones, colocación de la planta y del retenedor y evaluación de la plantación.

Se acepta la hipótesis alternativa ya que si se encontraron diferencias entre tratamientos y entre sitios. Los resultados de sobrevivencia a los trescientos sesenta días en el sitio Dos fue el tratamiento T2 (Hidrokeeper hidratado) que presentó el 100% de sobrevivencia y en el sitio Uno la sobrevivencia es similar entre los tratamientos T3 (Silos seco) y T5 (Silos de agua hidratada) con el 97,92 %. En el sitio Uno, el tratamiento que mayor altura total alcanzó a los trescientos sesenta días fue el T3 (Silos seco) con 27,77 cm, y en el sitio Dos el tratamiento T3 (silos seco) obtuvo la mayor altura con 25,58 cm.

El costo de aplicación y del producto es de \$ 653.60 USD, siendo económicamente aplicable para plantaciones.

Se recomienda realizar plantaciones aplicando retenedores de agua, por cuanto los resultados son positivos tanto para la sobrevivencia y altura total e incluir el tratamiento T3 (Silos seco), en futuros planes de forestación y reforestación en sitios con similares condiciones edafo-climáticas, porque los resultados obtenidos en el Sitio 1 fueron los mejores con esta concentración, además aplicar el tratamiento con T2 (Hidrokeeper hidratado) en futuras investigaciones, ya que los resultados obtenidos en el Sitio Dos fueron del 100% de sobrevivencia.

CAPÍTULO VIII

SUMMARY

This investigation: Evaluation of the Influence of Water retainers as Initial Behavior Tara (*Caesalpinia spinosa*). Tanlagua - San Antonio de Pichincha. "Tanlagua Sector. St. Anthony Parish, Quito - Pichincha Province, which it has the following soil and weather: precipitation of 389.2 mm annual, average temperature of 15.6 °C and an altitude of 2000-2400 m. The soil is sandy and thick, 100 cm depth, stoniness 10%, and over drainage with a pH of 6.6 to 7.5. The specific goal of this investigation research were to determine the survival of plants tara with different types of treatments. Evaluate the initial growth of plants tara with different types of treatments. Regulate the costs of implementation of the retainers with different treatments. During the applied, the design was randomized blocks (DBA) with 5 treatments and 6 replications. The treatments and their encodings were: T1: Hydro keeper Seco (HS). T2: Hydro keeper Hydrated (HH). T3: Dry Silos (SS). T4: control (T0). T5: Hydrated Silos (SH). It was ran the following methodology: Delineation of the site to plant, marked, hoyado, demarcation of treatments and replications, placement of the plant and the retainer and evaluation of the plantation. The alternative hypothesis is accepted and if differences were found between treatments and between sites. The survival results of the three hundred sixty two days at the site was the treatment T2 (Hydro keeper hydrated) that presented a 100% survival and the survival one site which it was similar between treatments T3 (Silos dry) and T5 (silos hydrated water) with 97.92%. In one site, the treatment increased the total height and reached three hundred sixty days that was the T3 (Silos dry) to 27.77 cm, and the two treatment site T3 (dry silos) had the highest height 25.58 cm. The cost of the implementation and the product is \$ 653.60 USD, to be economically feasible for plantations. Make plantations using water retainers, because the results are positive both for survival and total height and include T3 treatment (dry Silos), because of the future plans and reforestation sites with similar soil and weather conditions, the results obtained at Site 1 were the best at this concentration also apply treatment T2 (Hydro keeper hydrated) and since the results obtained on the Site Two were 100 % survival.

CAPÍTULO IX

BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN AMIGOS DE LOS JARDINES DE LA OLIVA, (2010). Tara.
Sevilla – España.

ANDERSON S., (2009). Silvotecnia, Costa Rica.

CAÑADAS L. (1983). El Mapa bioclimático y ecológico del Ecuador.
Quito-Ecuador

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL, (2011). La tara (*Caesalpinia spinosa*)
Una alternativa de producción sustentable para mejorar la economía
campesina. Loja – Ecuador.

ECOBONA, (2011). La Tara, Guarango o Taya (*Caesalpinia spinosa*) en la
Región Andina: Criterios ambientales para la sustentabilidad de su
aprovechamiento y manejo en Bolivia, Ecuador y Perú.

ERAZO, A. (2011). Evaluación del comportamiento inicial del pino (*Pinus radiata*) mediante la aplicación de retenedores de agua en Tanlagua , San Antonio de Pichincha. Tesis de grado de la Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Ibarra - Ecuador.

- FOSEFOR, (2005). Propagación y beneficios de la Tara. Proyecto Clasificación de fuentes semilleras para el aprovechamiento. Cajamarca, Perú.
- FOSEFOR, (2006). La Tara en el Ecuador (*Caesalpinia spinosa*), Cartilla Técnica.
- FOSSATI, (Jorge), (1996). Resumen Silvicultural de 10 Especies Nativas. Bolivia.
- GARCIA, (2004). La Tara – Guarango.
- GRUPO ARITA, (2009). Honduras, Silos de agua.
- HOLDRIDGE, L., (1967). Life zone ecology. San José Costa Rica, Tropical Science Center. 140 p.
- LOJAN, L., (1992). Practicas agroforestales en los Andes. Agroforesteria Memoria seminario regional. Quito- Ecuador
- MANCERO L. (2009). La Tara (*Caesalpinia spinosa*) en Perú, Bolivia y Ecuador: análisis de la cadena productiva en la región.
- OROSCO, M(2011). Evaluación de cuatro dosis de Hidroretenedor Luquasorb y tres tipos de Sustratos en la Plantación de Guarango (*Caesalpineae spinosa*) (Moll) O. Kuntz, en el cantón Guano.
- RENGIFO, M., (2006). Polímeros súper absorbentes para uso agrícola – hidrogeles. Venezuela.
- QUEZADA, (2000). La Tara (*Caesalpinia spinosa*).
- PROFAFOR, (2007). Retenedores de humedad-Hidrokeeper.

PULIDO N., (2010). Retenedores Hídricos, Agricultura, Jardinería.

TRUJILLO, N., (2003-2007) Plantines y Retenedores de Agua.

VILLANUEVA, (2007). La Tara (*Caesalpinia spinosa*).

YÉPEZ, W. (2006). Determinación del potencial de producción y comercialización de semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) en la Región Norte del Ecuador. Tesis de grado de la Universidad Técnica del Norte.

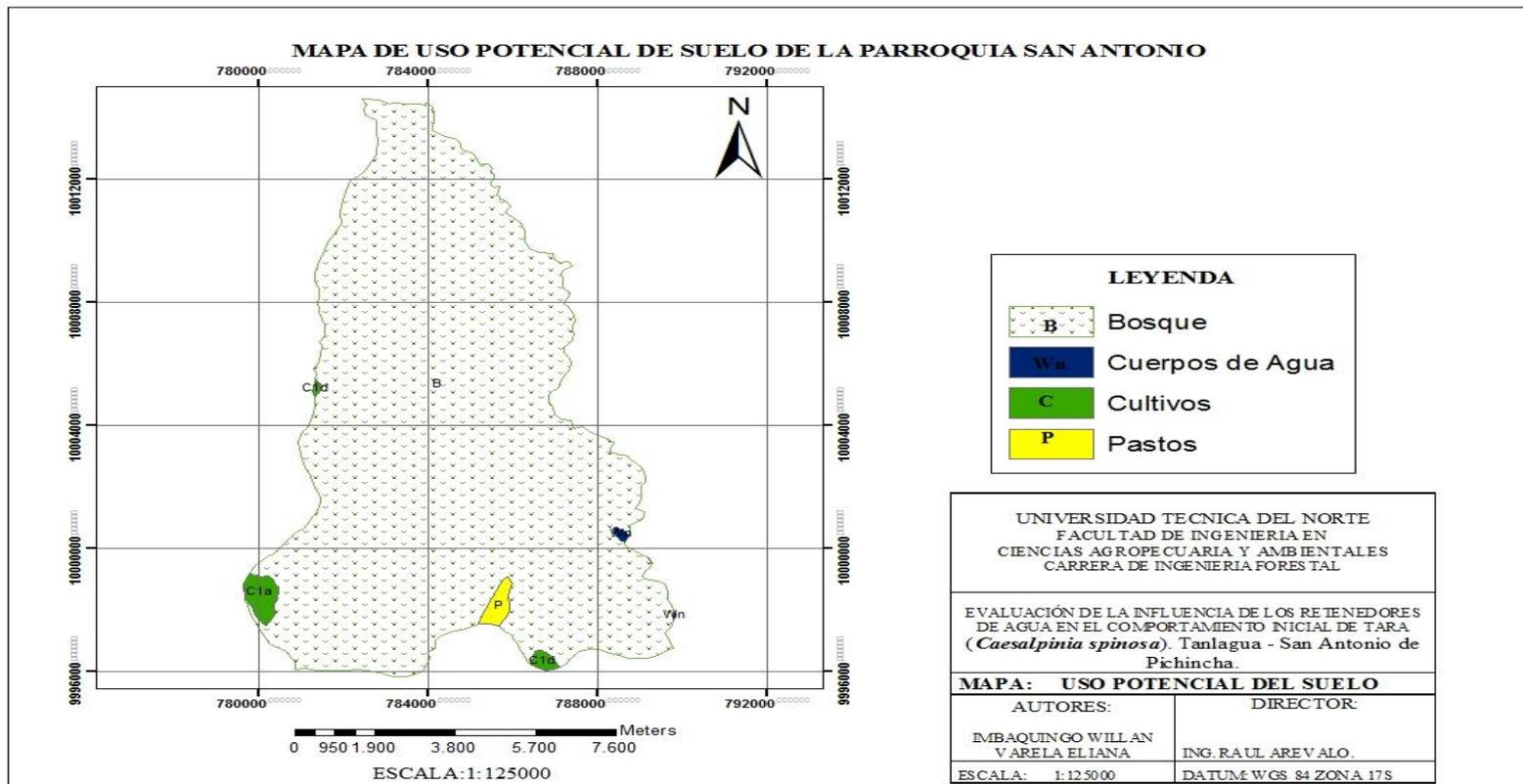
Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Ibarra – Ecuador.

CAPÍTULO X

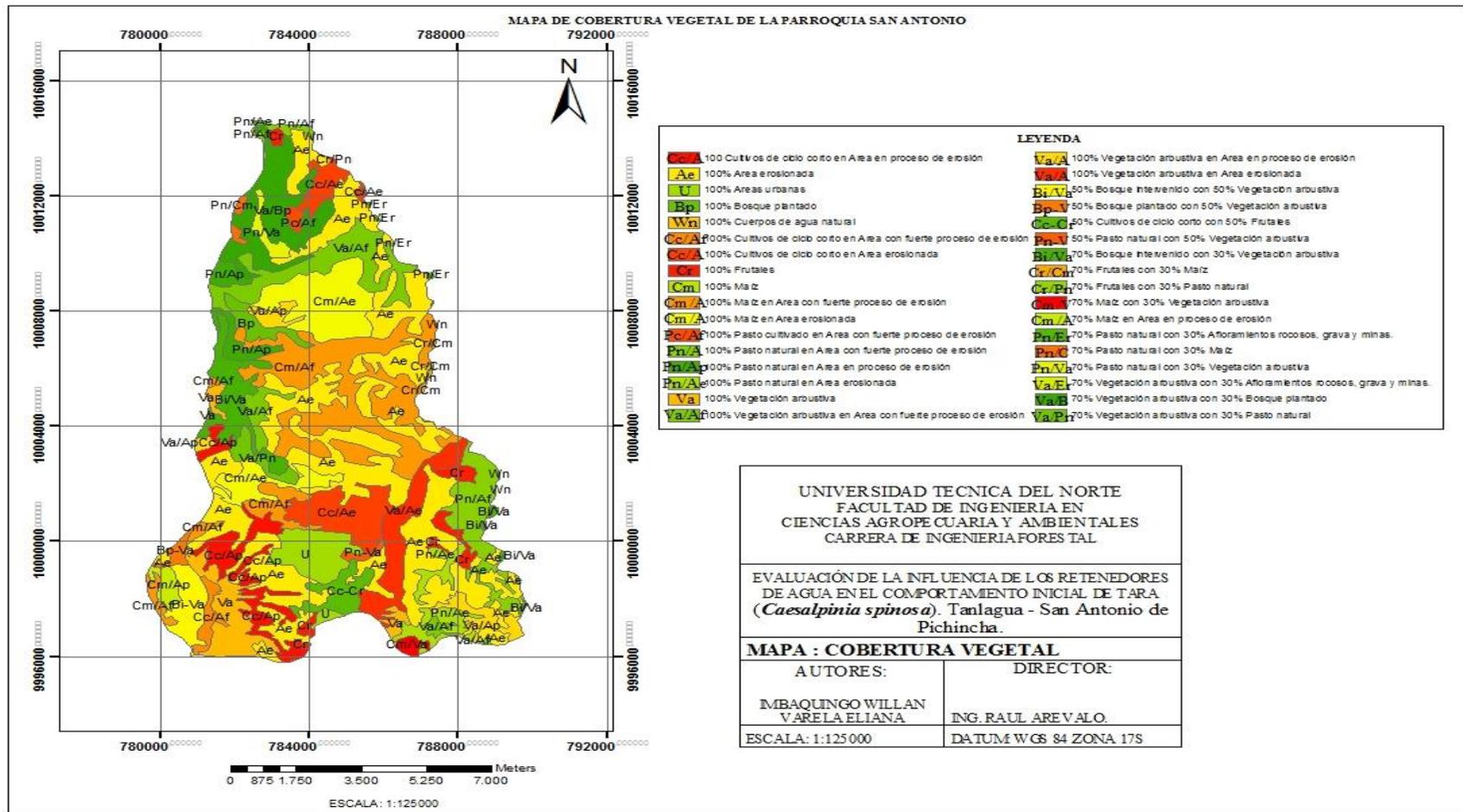
ANEXOS

10.1 ANEXOS DE MAPAS

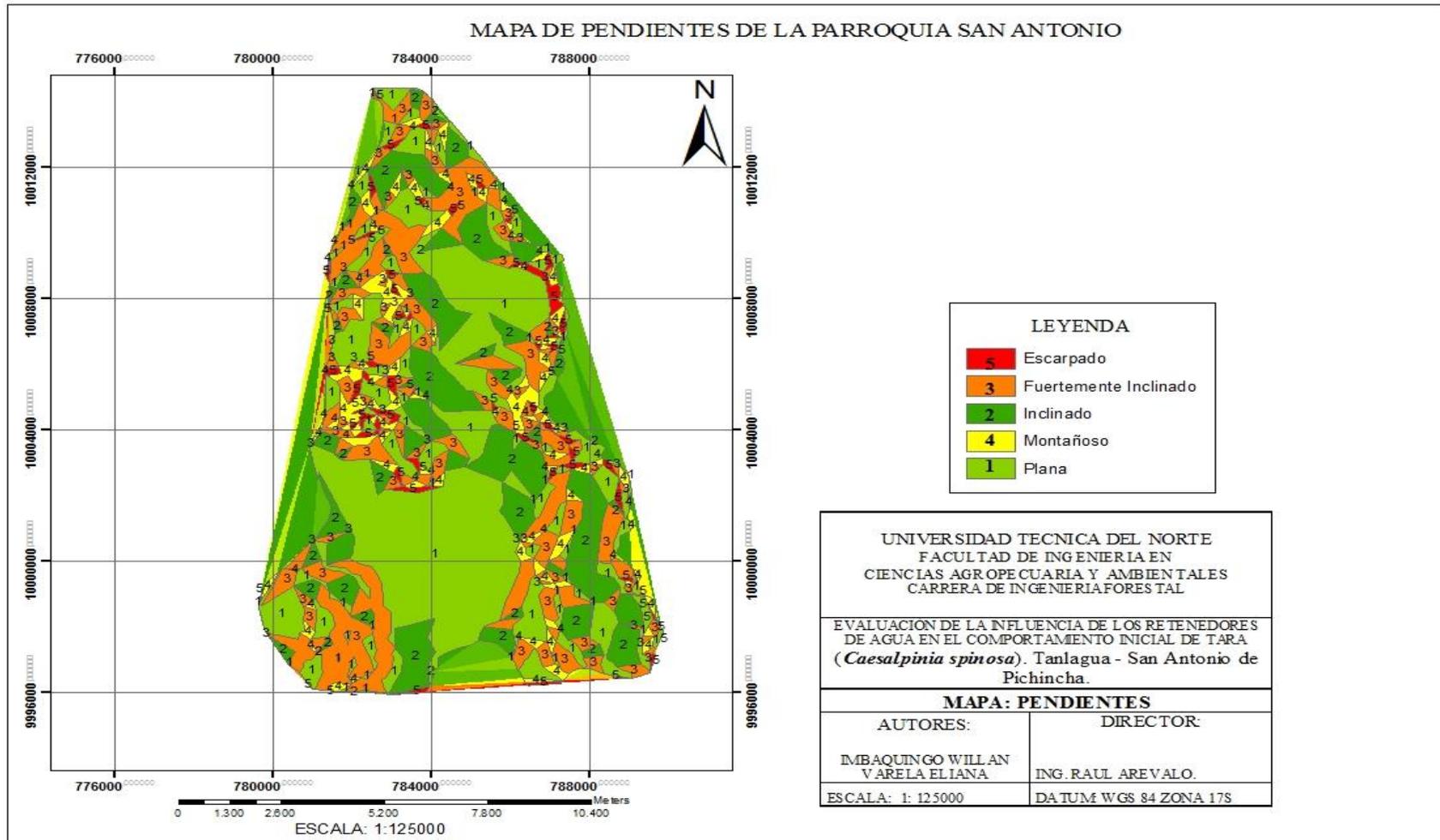
Mapa 1: Uso Potencial de la parroquia San Antonio



Mapa 2: Cobertura Vegetal de la Parroquia San Antonio



Mapa 3: Pendientes de la parroquia San Antonio



10.2 ANEXOS FOTOGRÁFICO

Sitio 1

Foto 1 Delimitación del sitio



Sitio 2

Delimitación del sitio



Foto 2 Delimitación de los tratamientos



Delimitación de los tratamientos



Foto 3 Hoyado



Hoyado



Foto 4 Preparación de los hidrogeles Hidratado



Preparación de los hidrogeles Hidratado



Foto 5 Ubicación de las plantas en el hoyo



Ubicación de las plantas en el hoyo



Foto 6 Colocación de vértices en cada tratamiento



Colocación de vértices en cada tratamiento



Foto 7 Colocación de vértices en cada fila



Colocación de vértices en cada fila



Foto 8 Colocación de estacas para la medición de altura



Colocación de estacas para la medición de altura



Foto 9 Medición de la altura total



Medición de la altura total



Foto 10 Medición del diámetro de copa



Medición del diámetro de copa



Foto 11 Silos de agua

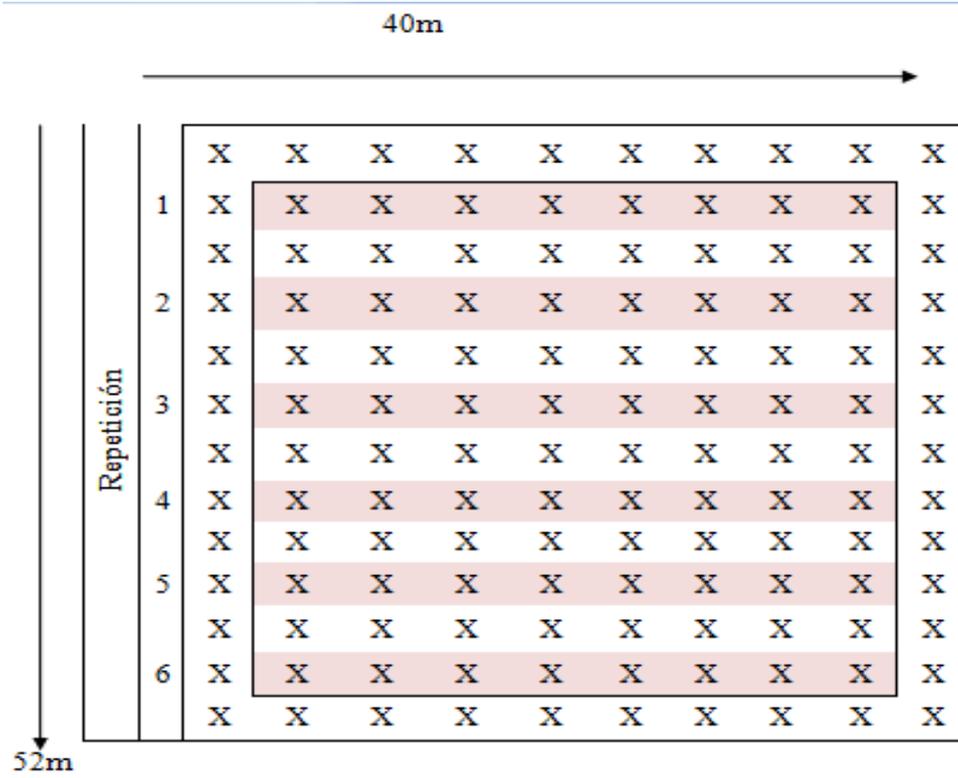


Foto 12 Hidrokeeper



10.3 ANEXO DE FIGURA

Figura 1: Diseño del establecimiento de la parcela en Tanlagua



10.4 ANEXO DE CUADRO.

Cuadro 1: Hoja de campo

TRATAMIENTO

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HT								
	DC								
2	HT								
	DC								
3	HT								
	DC								
4	HT								
	DC								
5	HT								
	DC								
6	HT								
	DC								

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.5 ANEXOS DATOS SEXTA MEDICIÓN

ENSAYO CON HIDRORETENEDORES CON TARA A 2000 MSNM (Jueves 8 de Marzo del 2012)
TRATAMIENTO HIDROKEEPER SECO

	1	2	3	4	5	6	7	8
HT	24	19	11	25	31	18	28	28
DC	18	16	7	21	18	20	18	10
HT	35	36	43	28	23	23	31	20
DC	25	36	24	18	20	17	16	17
HT	30	43	18	40	31	0	23	34
DC	24	25	18	27	22	0	21	18
HT	25	32	25	37	43	17	30	31
DC	15	20	23	25	38	15	25	27
HT	18	33	23	6	35,5	23	21	26
DC	14	24	25	10	20	22	12	17
HT	0	20	16	6	28	48	19	40
DC	0	19	16	4	23	35	16	30

	1

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TRATAMIENTO HIDROKEEPER HIDRATADO

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HT	6	17	37	30,5	18	32	36	35
	DC	9	15	25	20	18	23	23	27
2	HT	23	17	27	37	40	18	0	28
	DC	23	13	20	21	22	15	0	26
3	HT	25	37	0	19	26	29	21	26
	DC	17	15	0	13	17	18	18	19
4	HT	34	23	23,5	41	31,5	31	26	26
	DC	23	17	8	14	16	16	17	18
5	HT	20,5	27	17	24	21	33	15	26
	DC	18	15	17	18	15	17	11	9
6	HT	22	26	17,5	26	16	32	19	24
	DC	18	19	9	18	13	30	14	20

2	

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TRATAMIENTO SILO SECO

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HT	29	38	25	19	32	26,5	25	28,5
	DC	29	22	21	18	24	17	15	18
2	HT	22	25	10	11	21	24	18	21
	DC	22	19	10	14	17	16	17	14
3	HT	23	21	30	38	52	26	16	31
	DC	20	15	26	30	30	16	14	20
4	HT	28	30	41	32	28	0	18	38
	DC	29	25	30	25	17	0	19	18
5	HT	33	18	60	36	28	51	32	25
	DC	27	15	33	22	22	32	24	16
6	HT	29	24	32	23	18	38	37	22
	DC	25	23	21	20	13	30	29	20

3	

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TRATAMIENTO TESTIGO

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HT	27	26	23	38	42	37	23	38
	DC	24	18	18	30	33	30	20	30
2	HT	26	19,5	31	23	26	8	14	27
	DC	20	20	24	19	22	12	13	20
3	HT	22	24	23	24	19	37	24	6
	DC	26	18	25	20	14	28	12	10
4	HT	28	32	40	0	21	28	30	26
	DC	22	20	27	0	22	16	19	15
5	HT	18	41	25	23	16	7	17	35
	DC	24	33	21	22	20	11	20	24
6	HT	0	29	23	30	23	33	21	22
	DC	0	27	21	21	9	20	16	16

4	

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

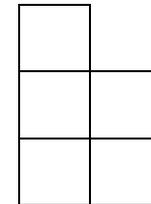
.....

.....

.....

TRATAMIENTO SILO HIDRATADO

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HT	14	19	17	26	32	19	22	20
	DC	12	14	10	16	22	12	16	11
2	HT	26	39	27	27	9	37	29	18
	DC	19	26	24	16	10	26	20	16
3	HT	47	22	13	34	16	15	26	16
	DC	22	19	11	25	11	16	20	12
4	HT	18	23	29	38	20	17	31	11
	DC	17	14	22	22	18	12	23	3
5	HT	15	40	0	24	34	34	21	24
	DC	15	21	0	11	25	19	16	17
6	HT	17	30	26	17	31	9	37	23
	DC	14	14	21	16	18	14	22	16



OBSERVACIONES

ENSAYO CON HIDRORETENEDORES CON TARA A 2400 MSNM (Jueves 8 de Marzo del 2012)

TRATAMIENTO TESTIGO

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HT	25,5	23	23	5	24	8	15	27
	DC	7	4	7	10	12	8	11	8
2	HT	9,5	5	28,5	9	25	31	25	4
	DC	8	5	16	8	7	15	8	7
3	HT	7	3	22	29	0	26	6	0
	DC	5	2	6	10	0	12	6	0
4	HT	0	31	6	20,5	21	7	0	4
	DC	0	10	8	11	9	7	0	4
5	HT	6	17	30	24	0	6	20	21
	DC	7	11	14	11	0	7	4	5
6	HT	0	2	31,5	0	17	19,5	21	17
	DC	0	4	6	0	11	10	13	6

4			

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TRATAMIENTO SILO HIDRATADO

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HT	28	3	34	18,5	22	0	23,5	23
	DC	4	4	7	13	4	0	11	8
2	HT	23,5	26	17	18	3	31,5	0	31
	DC	6	5	10	6	3	5	0	12
3	HT	24	27	29	28,5	27	34	37	24
	DC	5	9	10	14	5	6	6	9
4	HT	3	23,5	30	22	18,5	29,5	25	26,5
	DC	3	14	6	13	14	7	8	18
5	HT	0	18	20	26,5	29	30	39,5	20,5
	DC	0	10	13	5	10	6	10	7
6	HT	24	23	16,5	6	44	29	22,5	26
	DC	16	8	11	6	12	10	7	6

	5		

OBSERVACIONES

TRATAMIENTO HIDROKEEPER HIDRATADO

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HT	39	34	0	3	29,5	28	31	18
	DC	7	8	4	0	11	11	6	7
2	HT	35,5	19	22	0	39	25	19	20,5
	DC	10	7	6	0	9	4	7	7
3	HT	22,5	24	27	36,5	4	24	18,5	23
	DC	8	8	7	7	5	8	5	7
4	HT	23	25	25	24	23	33	21,5	33
	DC	11	6	7	11	6	5	9	4
5	HT	24	27	27	29,5	37	28	28	25
	DC	5	6	5	3	15	13	9	7
6	HT	32,5	20,5	30,5	29	24,5	30	28	33
	DC	13	9	7	11	11	15	12	11

		1	

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TRATAMIENTO SILO SECO

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HT	32	30	23	36	15,5	21	6	2
	DC	5	6	6	4	2	4	5	3
2	HT	29	34	23	21	22,5	25	21	23
	DC	6	8	3	8	5	2	8	3
3	HT	36,5	28,5	15	18	22	30	37	27
	DC	7	10	3	8	9	9	4	4
4	HT	17	43,5	30	34	26	37	25	33
	DC	8	4	2	5	6	11	10	12
5	HT	27	29	31	26	24	31	24	28
	DC	7	7	7	4	2	4	5	14
6	HT	28	0	33	0	25	26	32	40,5
	DC	7	0	7	0	12	4	9	12

			3

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TRATAMIENTO HIDROKEEPER HIDRATADO

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	HT	21	30	5	19	22	22	26	23
	DC	6	7	4	4	13	13	10	13
2	HT	24	33	24	30	24,5	24	28	15,5
	DC	15	7	5	17	8	19	11	8
3	HT	19,5	9	22	26	35	20	22,5	6
	DC	8	5	8	4	9	4	13	7
4	HT	28	29	31,5	19,5	24	20	19	27
	DC	4	4	7	8	5	7	9	7
5	HT	30	22,5	29	18	29,5	17	31	18
	DC	10	9	5	10	11	5	7	8
6	HT	31	21,5	25,5	18	22	28	20	22
	DC	10	13	17	14	8	10	11	6

			2

OBSERVACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

