



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 espinosa*) Tanlagua – San Antonio de Pichincha

**DIRECTOR:**  
**Ing. Raúl Arévalo**

**AUTOR (S)**  
**Willan Imbaquingo F.**  
**Eliana Varela M.**



# INTRODUCCIÓN



# 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 agentes que mayores perjuicios afectan en el crecimiento de los arboles es el riego, el mismo que con la eliminación de la capa protectora vegetal va disminuyendo y en ciertos casos desaparece.



# INTRODUCCIÓN

Esta es una de las causas para que se comience a investigar sobre la posibilidad de 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



# 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.



# JUSTIFICACIÓN



Para obtener un equilibrio ambiental local, en el presente estudio se realizó plantaciones en áreas con precipitaciones bajas, aplicando distintos tratamientos de hidrogeles ya que este tipo de material absorbe y retiene líquido y nutriente, para que las plantas en su etapa inicial no tengan problemas de adaptación y crecimiento.

Si los resultados de la investigación son positivos, serán la pauta para socializar la técnica aplicada a los diferentes sectores involucrados en la actividad forestal.



# OBJETIVOS



## Objetivo General

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

## Objetivos Específicos

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



# HIPÓTESIS



- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** Los tratamientos analizados en la investigación mantienen similar respuesta.
- **Hipótesis Alternativa ( $H_a$ ):** Por lo menos uno de los tratamientos a evaluar presenta diferente respuesta a los retenedores aplicados.



# MATERIALES Y METODOS



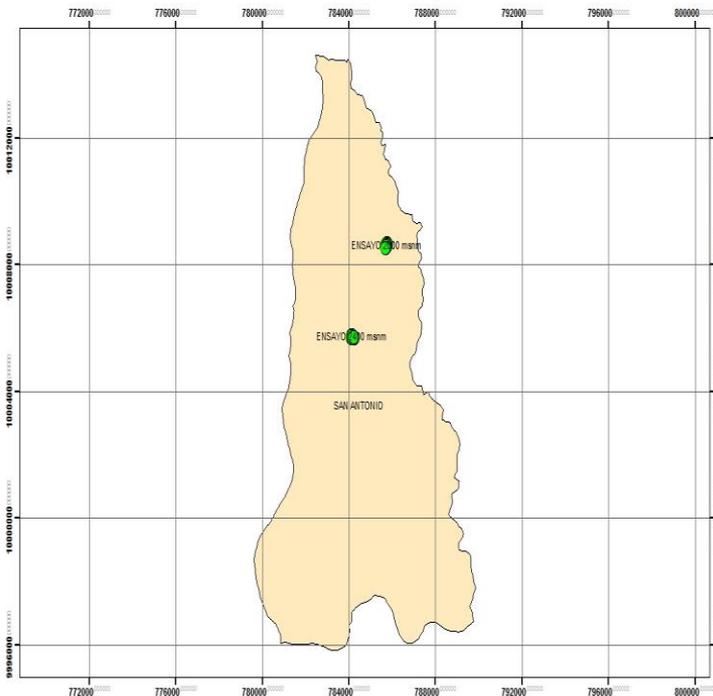
# MATERIALES Y METODOS



## 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.

UBICACIÓN PARROQUIA

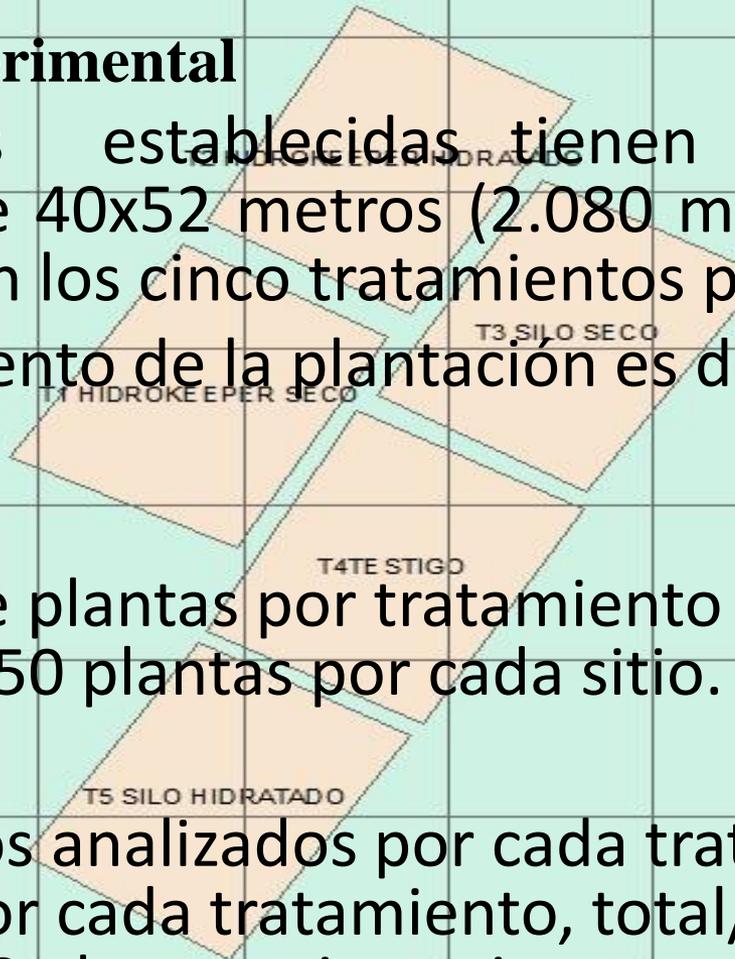


La investigación se realizó en la plantación forestal de *Caesalpinia spinosa*, establecida por PROFORESTAL.

La procedencia de las plantas fue del Vivero Jerusalén, el cual se encuentra ubicado en la parroquia de Malchinguí, cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha.

## Unidad experimental

- Las parcelas establecidas tienen las dimensiones siguientes de 40x52 metros (2.080 m<sup>2</sup>), y un total de 10.400 m<sup>2</sup> en los cinco tratamientos para cada sitio.
- El espaciamiento de la plantación es de 4 x 4 m 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.



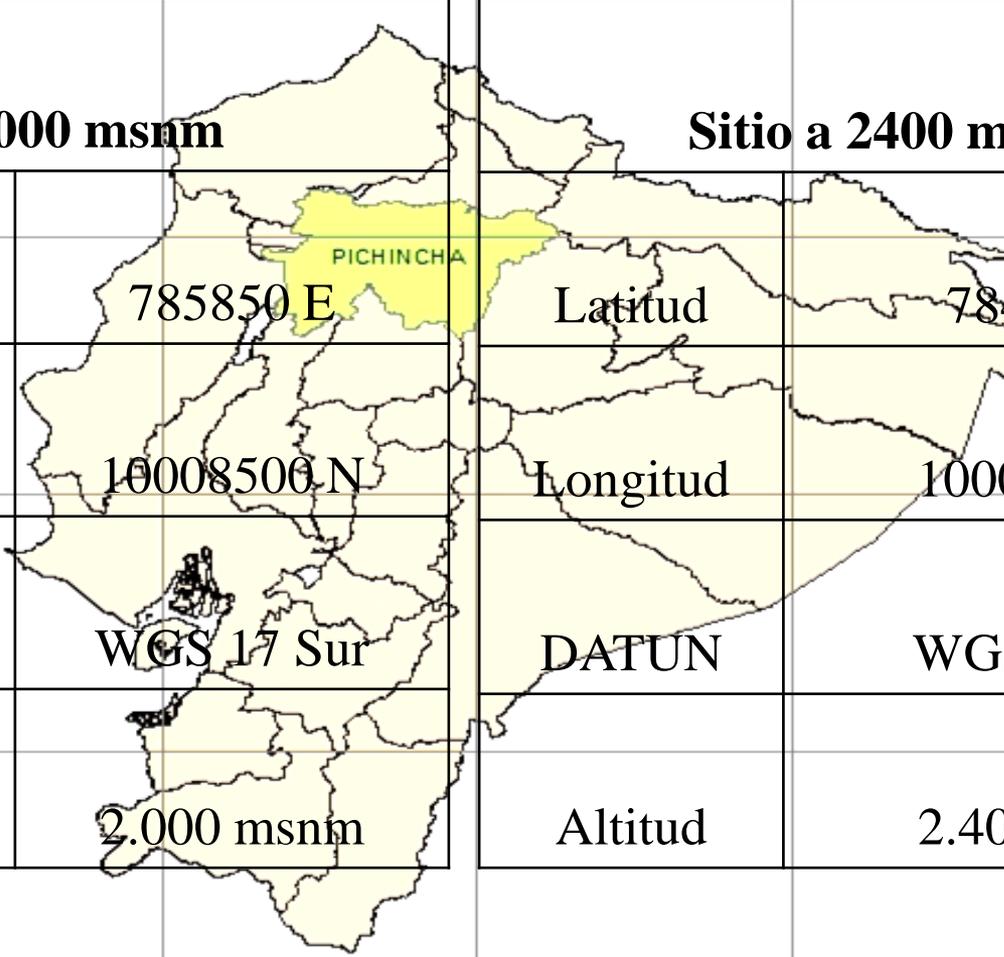


# MATERIALES Y METODOS



## Ubicación Geográfica.

	<b>Sitio a 2000 msnm</b>	<b>Sitio a 2400 msnm</b>
Latitud	785850 E	784200 E
Longitud	10008500 N	10005700 N
DATUN	WGS 17 Sur	WGS 17 Sur
Altitud	2.000 msnm	2.400 msnm





# MATERIALES Y METODOS



## 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



# MATERIALES Y METODOS



## MATERIALES Y EQUIPOS

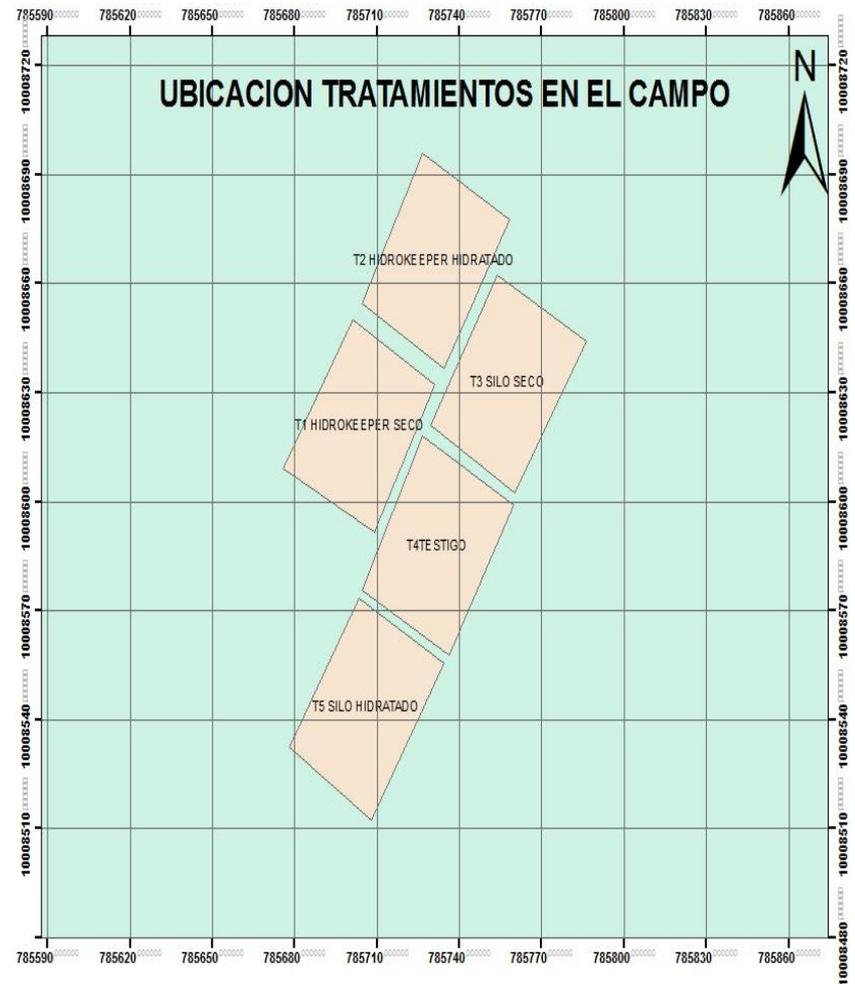
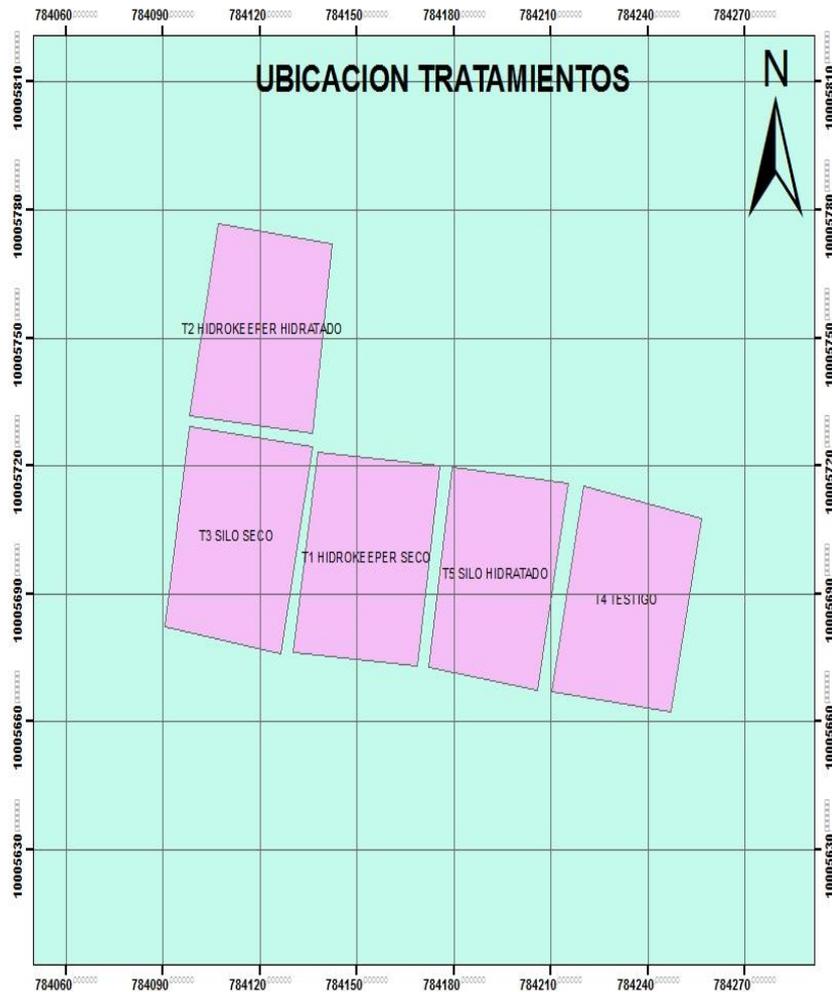
<b>Materiales de campo</b>	<b>Instrumentos</b>
Plantas	GPS
Estacas	Brújula
Balizas	Cámara digital
Materiales de oficina	Computadora portátil
Cartografía	
Silos de agua	
Hidrokeeper	
Pintura	
Hojas de campo	
Cinta de marcación	
Estacas de madera	
Letreros	
Flexómetro	
Regla	
Palas	
Machetes	



# METODOLOGÍA



## Delimitación del sitio a plantar





# METODOLOGÍA



**Balizado**



**Hoyado**

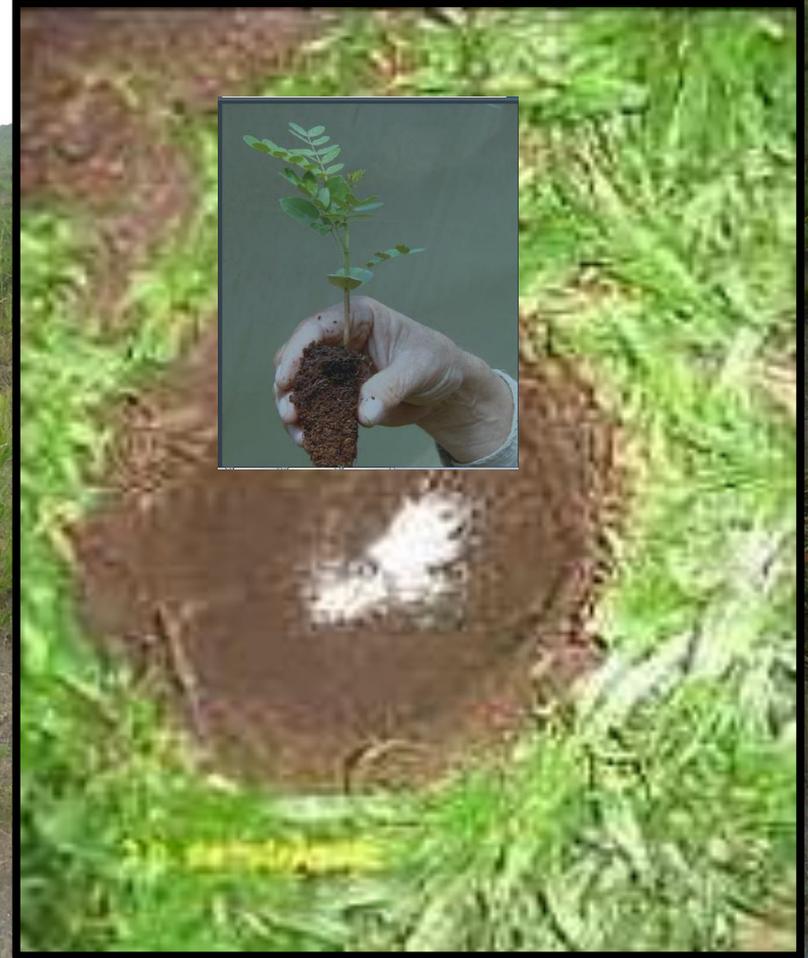






# METODOLOGÍA

Colocación de la planta y del retenedor





# METODOLOGÍA

Evaluación de la plantación



Altura total

Diámetro de copa





# METODOLOGÍA



**Diseño experimental.-** Es Bloques al Azar, con 4 tratamientos más el testigo dándonos un total de 5 tratamientos y 6 repeticiones de 8 plantas por unidad experimental.

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



# METODOLOGÍA



## Factores en estudio

## Retenedor de liquido (hidrogeles)

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





# METODOLOGÍA



- Tratamientos en estudio

Tratamiento	Retenedores	Sitios	Código
T1	HS	1-2	HS
T2	HH	1-2	HH
T3	SS	1-2	SS
T4	TO	1-2	TO
T5	SH	1-2	SH

- Cantidad de Retenedores aplicado

Producto	Cantidad/plant a	Cantidad/tratamien to	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



# METODOLOGÍA

## VARIABLES EN ESTUDIO



### Sobrevivencia

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



### Altura

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

### Diámetro de copa

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





# METODOLOGÍA

## 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 fueron 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.

TRATAMIENTO

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


OBSERVACIONES  
 .....  
 .....



# RESULTADOS Y DISCUSION



# RESULTADOS Y DISCUSION



**Sobrevivencia en (%). Sitio Uno 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					



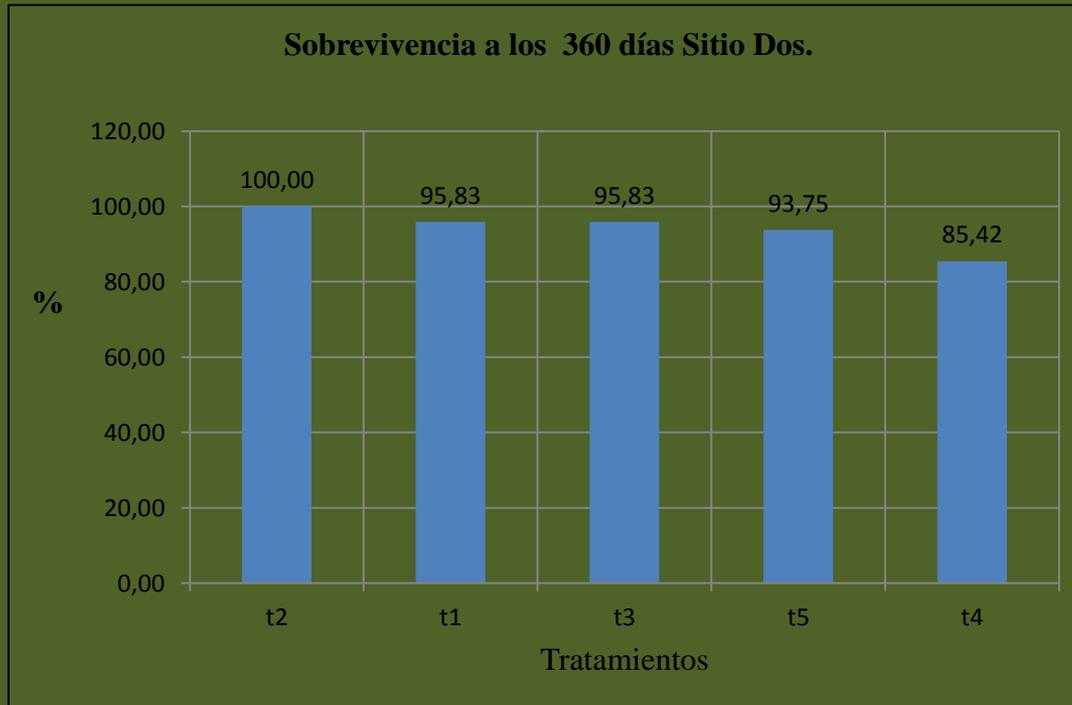


# RESULTADOS Y DISCUSION



## Sobrevivencia Sitio Dos en (%) 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					





# RESULTADOS Y DISCUSION

## Altura total en cm Sitio Uno



- Análisis de varianza en altura total en cm Sitio Uno 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					

- 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					



# RESULTADOS Y DISCUSION



- 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					



# RESULTADOS Y DISCUSION



## Diámetro de Copa en cm Sitio Uno

• Análisis de varianza en diámetro de copa en cm Sitio Uno 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					





# RESULTADOS Y DISCUSION



- 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					



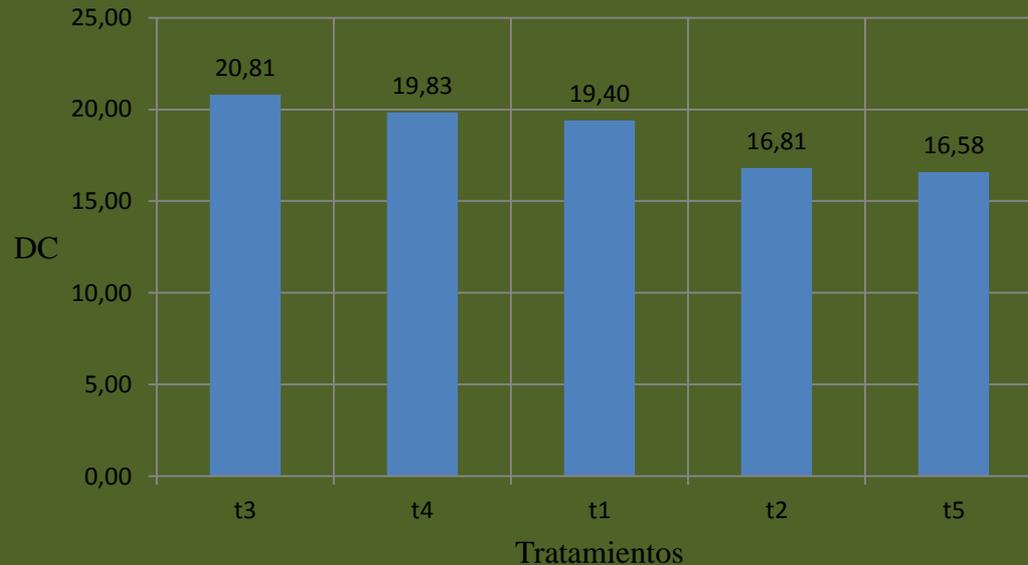
# RESULTADOS Y DISCUSION



• 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					

**Gráfico 6:** Diámetro de copa en cm del Tara a los 360 días





# RESULTADOS Y DISCUSION

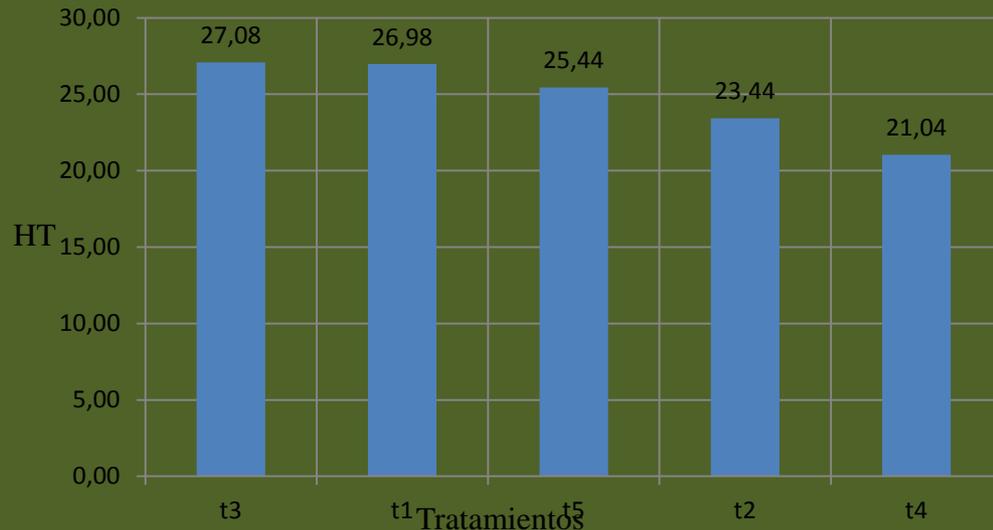
## Altura total en cm Sitio Dos



Análisis de varianza en altura total en cm Sitio Dos 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					

Altura en cm de la Tara a los 60 días



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

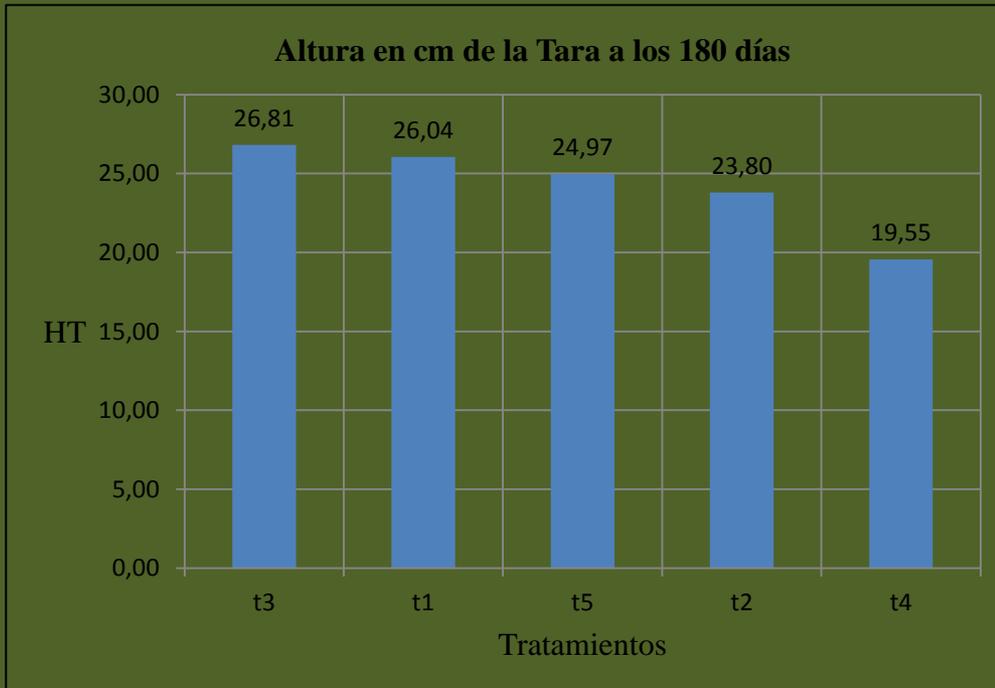


# RESULTADOS Y DISCUSION



• 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					



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



# RESULTADOS Y DISCUSION



• 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					



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	22,60	A
T4	14,63	B



# RESULTADOS Y DISCUSION

## Diámetro de Copa en cm Sitio Dos



• Análisis de varianza en diámetro de copa en cm Sitio Dos 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					





# RESULTADOS Y DISCUSION



- 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					



# RESULTADOS Y DISCUSION



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					



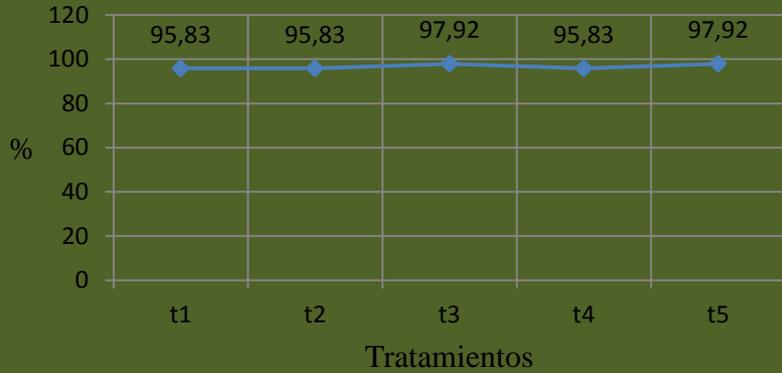


# RESULTADOS Y DISCUSION

## Interrelaciones



**Sobrevivencia sitio Uno.**



**Sobrevivencia entre sitios**



**Sobrevivencia sitio Dos.**





# RESULTADOS Y DISCUSION



- Los resultados obtenidos de la sobrevivencia promedio en los sitios Uno y Dos son mayores a los alcanzados por Erazo, 2010 en la investigación realizada en el mismo sector 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.

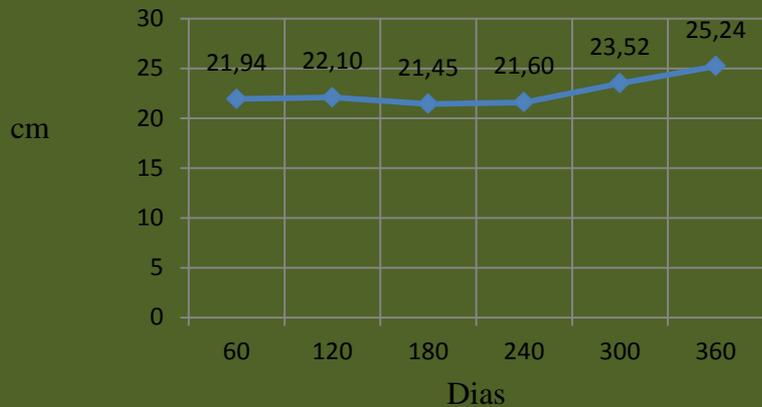


# RESULTADOS Y DISCUSION



## Curvas de Crecimiento promedio en altura total

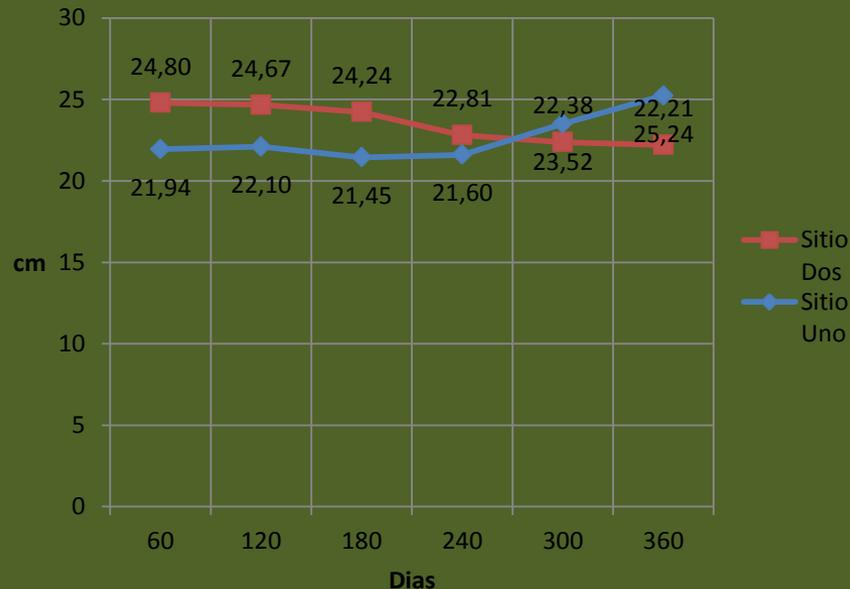
Crecimiento sitio Uno.



Crecimiento sitio Dos.



Crecimiento entre sitios





# RESULTADOS Y DISCUSION



- 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 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.



# ANÁLISIS DE COSTOS Y FINANCIAMIENTO



## 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
<b>TOTAL</b>	<b>4005,76</b>

## Financiamiento

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

A photograph of three men standing in a grassy field with mountains in the background. The man on the left is wearing a light-colored striped shirt and khaki pants, with his hands on his hips. The man in the center is wearing a light blue polo shirt, dark pants, and a tan cap. The man on the right is wearing a white t-shirt and blue jeans, with his arms crossed. The word "CONCLUSIONES" is written in large, bold, black letters across the center of the image.

# CONCLUSIONES



# CONCLUSIONES



- De los resultados obtenidos en la presente investigación se determinaron las siguientes conclusiones:
- La 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 hidratado) 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) con 25,58 cm.
- El costo de aplicación de los retenedores fue de \$ 560,00 USD.

A man with grey hair, wearing a light blue polo shirt, a tan baseball cap, and dark blue jeans, stands in a grassy field. He is looking to his right and has his hands slightly raised as if speaking. The background consists of rolling green hills and mountains under a clear sky. The text 'RECOMENDACIONES' is overlaid in large, bold, black letters across the center of the image.

# RECOMENDACIONES



# RECOMENDACIONES



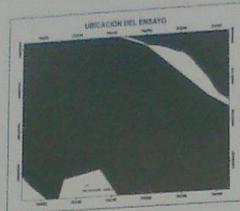
- Se recomienda continuar con la investigación, por cuanto los datos evaluados se pueden considerar preliminares en función del tiempo, ya que el efecto de los retenedores es positivo a mediano plazo.
- Se recomienda incluir el tratamiento T3 (Silos seco), en futuros planes de forestación y reforestación en sitios con similares condiciones edáfo-climáticas, porque los resultados obtenidos en el sitio Uno fueron los mejores con este método.
- Aplicar el tratamiento T2 (Hidrokeeper hidratado) en futuras investigaciones, ya que los resultados obtenidos en el sitio Dos fueron del 100% de sobrevivencia.



*Gracias.*



## Ensayo de aplicación de microorganismos en una plantación de tara (*Caesalpinia spinosa*)



Provincia: Pichincha  
Cantón: Quito  
Parroquia: San Antonio  
Sector: Tanlahua  
Plantación: Marzo / 2011  
Espaciamento: 4 x 4 m  
Sistema: Marco real  
Altitud: 2.400 m  
Superficie total: 1 ha  
Superf. por tratamiento: 0.20 ha

Coordinación de Pichincha  
Zona 2



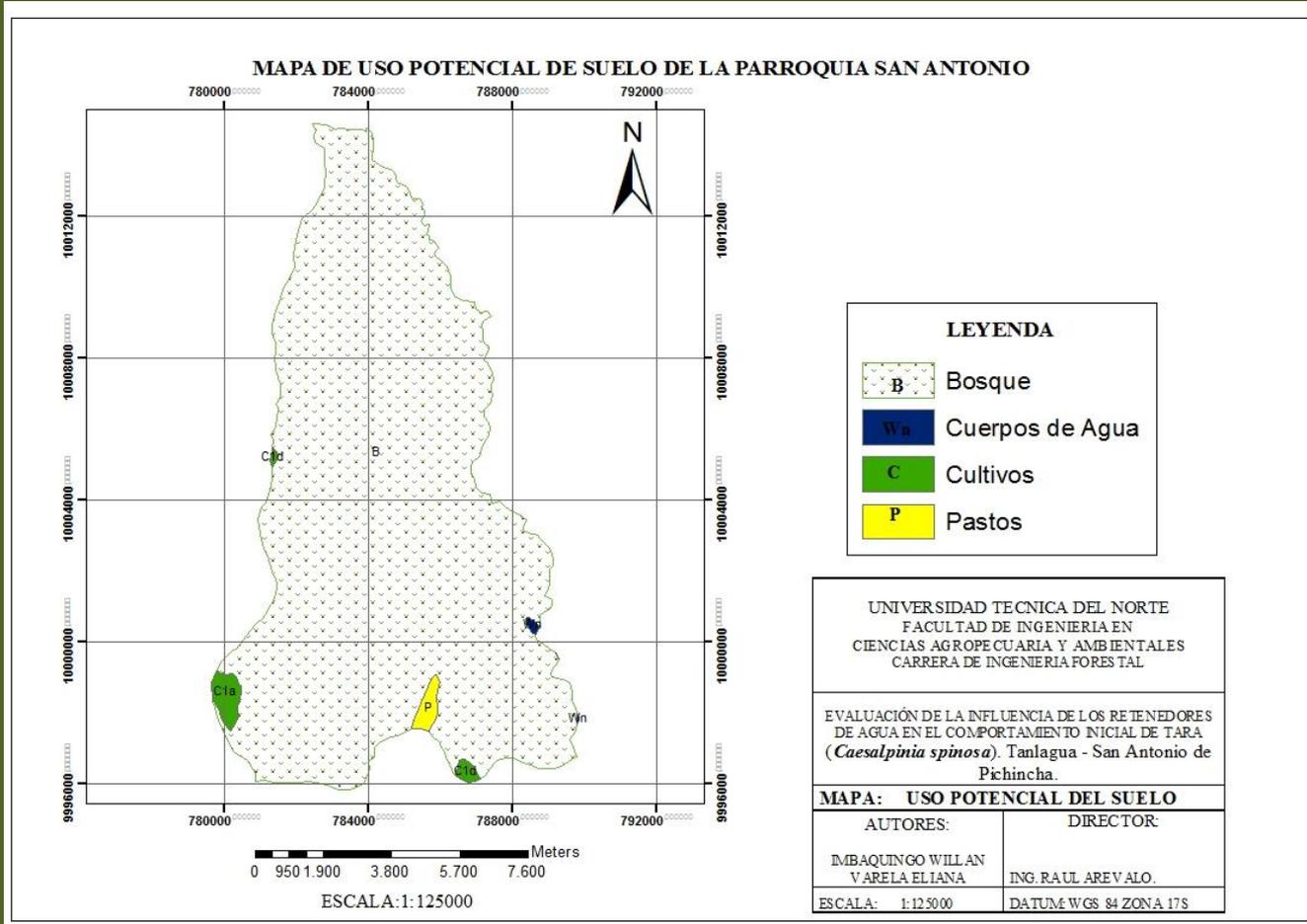
# ANEXOS



# Anexos

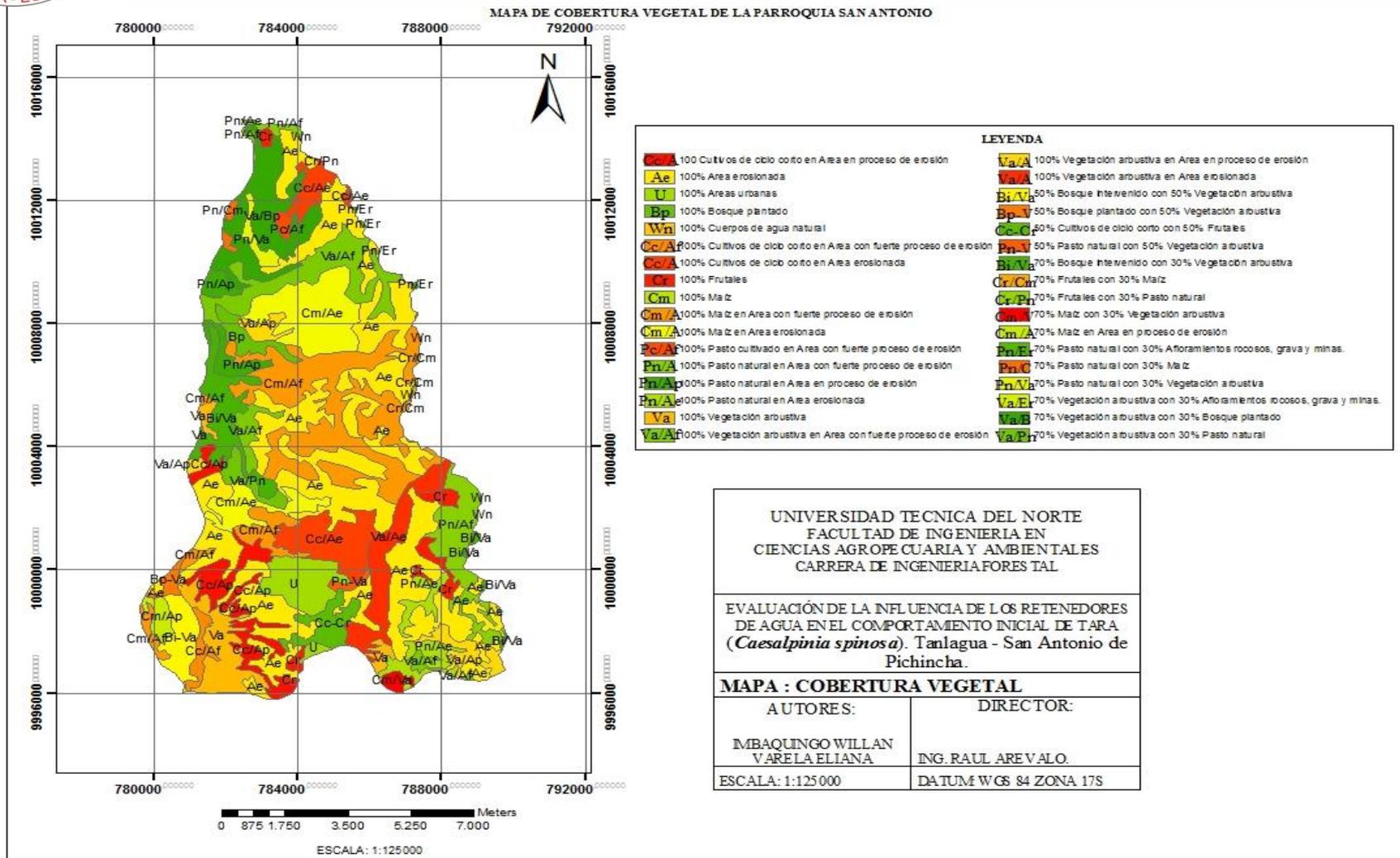


## Uso Potencial de la parroquia San Antonio



# ANEXOS

## Cobertura Vegetal de la Parroquia San Antonio



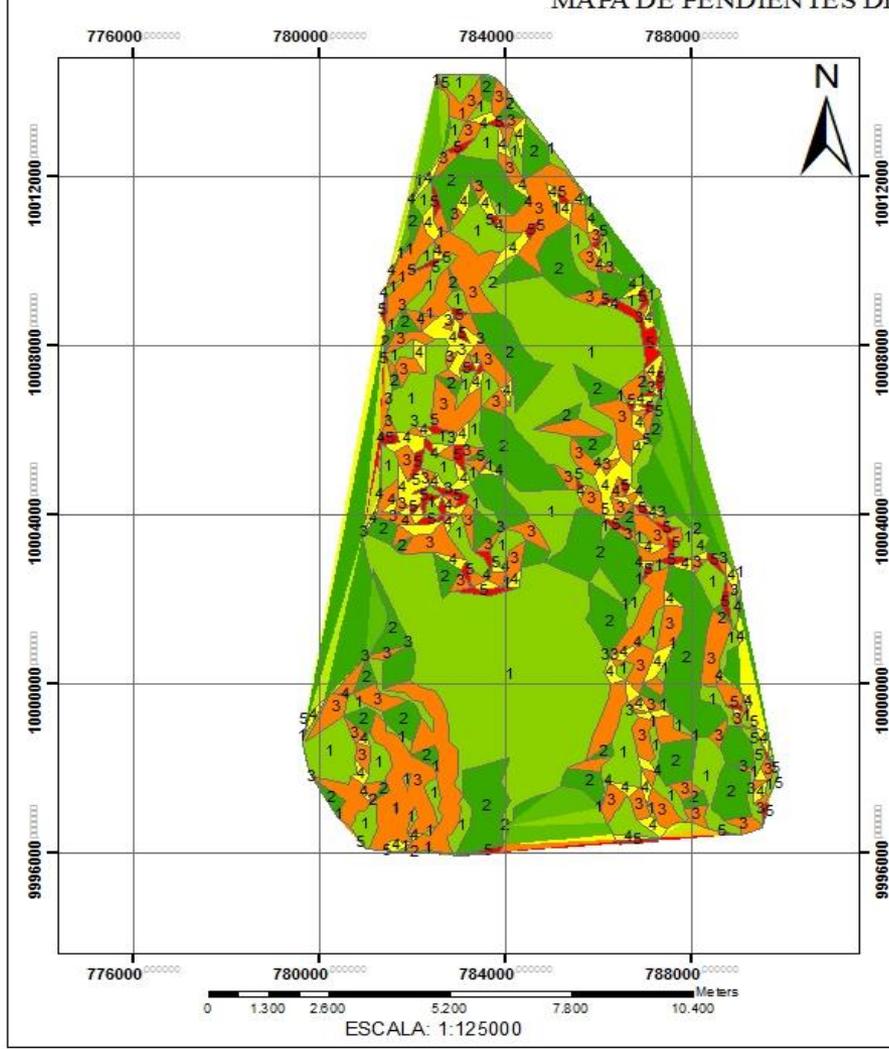


# ANEXOS

## Pendientes de la parroquia San Antonio



MAPA DE PENDIENTES DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO



LEYENDA	
5	Escarpado
3	Fuertemente Inclinado
2	Inclinado
4	Montañoso
1	Plana

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIA Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL	
EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE LOS RETENEDORES DE AGUA EN EL COMPORTAMIENTO INICIAL DE TARA ( <i>Caesalpinia spinosa</i> ). Tanlagua - San Antonio de Pichincha.	
<b>MAPA: PENDIENTES</b>	
AUTORES:	DIRECTOR:
IMBAQUINGO WILL AN VARELA ELIANA	ING. RAUL AREVALO.
ESCALA: 1: 125000	DATUM WGS 84 ZONA 17S



# ANEXOS

## Delimitación del sitio



# ANEXOS

## Delimitación de los tratamientos





# ANEXOS



## Hoyado





# ANEXOS



## Preparación de los hidrogel Hidratado



# ANEXOS

## Ubicación de las plantas en el hoyo





# ANEXOS



## Colocación de vértices en cada tratamiento





# ANEXOS

## Colocación de vértices en cada fila





# ANEXOS

## Colocación de estacas para la medición de altura





# ANEXOS



## Medición de la altura total



# ANEXOS

## Medición del diámetro de copa





# ANEXOS

Silos de agua



Hidrokeeper

