

**EVALUACIÓN DEL COMPOTAMIENTO INICIAL
DEL PINO (*Pinus radiata*) MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE RETENEDORES DE AGUA EN
TANLAGUA, SAN ANTONIO DE PICHINCHA**

AUTORA: ANA LUCIA ERAZO YUCAZA

INTRODUCCIÓN

- El agua es un elemento importante para la vida y sin este elemento la vida sería difícil por no decir imposible.
- En la actualidad muchos países tienen menos agua de la que necesitan, según los últimos datos estadísticos de la FAO, en el primer cuarto de siglo los países con demanda excesiva de agua llegarán a tener escasez de moderada a severa, una tercera parte de las naciones empezará a sentir los efectos de no tener agua de modo permanente. La estación lluviosa es cada vez más escasa como consecuencia del cambio climático provocado por emisiones de gases contaminantes de origen industrial, vehicular y la combustión de derivados de petróleo que además genera una mayor evaporación del agua de las reservas en la superficie. Esto sumado a la mayor contaminación con metales pesados en los ríos la quema y tala de bosques que disminuye la retención del agua en el suelo provoca un acelerado proceso de pérdida de nuestras reservas de agua dulce.
- Los esfuerzos por recuperar en parte el ambiente es una preocupación de todos: científicos, investigadores y ecologistas buscan desesperadamente por medio del uso de nuevas herramientas biotecnológicas recursos que nos permitan mantener un equilibrio ecológico entre la producción industrial y nuestra propia supervivencia.
- Una de las alternativas puede ser la utilización de los retenedores de agua. Anderson, S. (2009) manifiesta que los retenedores de agua de hecho, favorecen el desarrollo de las plantas cuando carecen de precipitación suficiente, ya que absorben y retiene grandes cantidades de líquido y nutrientes cuando se aplican en el suelo o en cualquier otro medio de crecimiento, a parte de esta cualidad de retener agua entre otras propiedades cuenta con un bajo índice de erosión, controla la porosidad entre otras, siendo la mejor forma de optimizar el uso del agua en cualquier tipo de planta.
- Tomando en cuenta estas consideraciones el uso de estos retenedores podría ser una solución en ciertas partes de nuestro país; especialmente en lugares donde existe más sequía y erosión del suelo por la deforestación y la sobreexplotación del mismo, haciendo que la agricultura sea prácticamente imposible.
- La aplicación de retenedores de agua puede presentar costos adicionales, mas si hacemos un comparativo de costo beneficio a largo plazo tendremos que el uso extensivo de éstos, permitirá que el beneficio sea mayor al costo. Pues la incorporación de tierras al proceso productivo deriva directamente en beneficios económicos a los propietarios de las mismas permitiendo además el aprovechamiento del agua de una manera racional y sin afectar al medioambiente.

Objetivos

- Objetivo General

Evaluar el comportamiento inicial de pino (*Pinus radiata*) aplicando retenedores de agua, para determinar el crecimiento en épocas de baja precipitación, en el sector de Tanlagua, Provincia de Pichincha.

- Objetivos Específicos

- Evaluar el crecimiento inicial de las plantas en los diferentes tipos de tratamientos.

- Establecer la sobrevivencia de las plantas en los diferentes tipos de tratamientos.

- Comprobar el estado fitosanitario de las plantas durante el proceso de investigación.

- Determinar los costos de uso de los retenedores.

Formulación de hipótesis

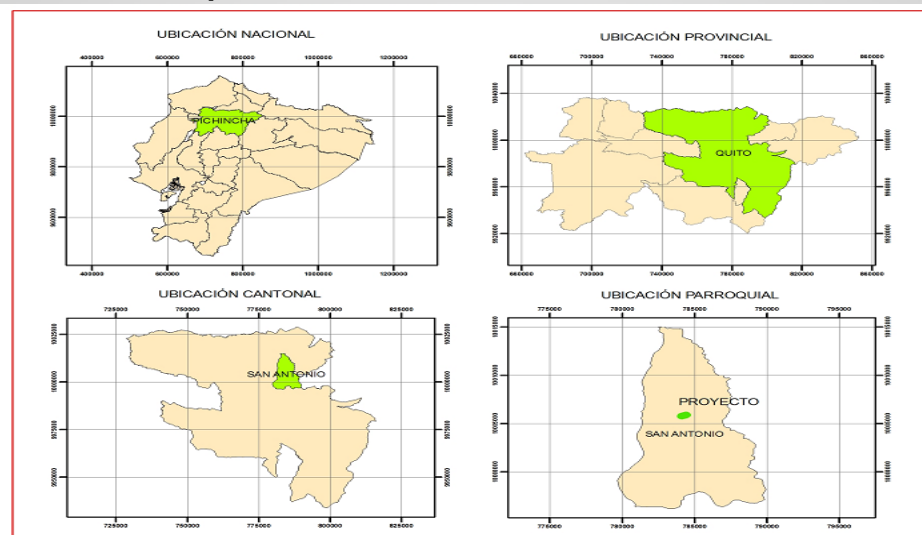
- Hipótesis Nula (H_0): Los tratamientos analizados en la investigación se mantienen similares en todas las variables evaluadas.
- Hipótesis Alternativa (H_a): Por lo menos uno de los tratamientos a evaluar presenta una diferencia.

MATERIALES Y METODOS

- **Características del área de estudio**

La investigación se realizó en una plantación forestal de *Pinus radiata*, establecida por PROFORESTAL en abril del 2010, la plantación tiene una superficie total de 2 ha a un espaciamiento de 3x3 m, se planteó un estudio preliminar de la especie a la cual se le ha aplicado retenedores de agua.

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



- Descripción del sitio experimental

Altitud 2.480 msnm

Según el INAMHI las condiciones climáticas del sitio son:

Temperatura media anual 15.6°C

Precipitación medio anual 389,2 mm

Precipitación máxima 143.6 mm

Mínima 26.2mm

Meses seco julio – octubre

Meses lluviosos noviembre- mayo

Vientos fuertes julio –agosto

Características edáficas:
(2001):

El tipo de suelo según el SIGAGRO

Textura: Arenosa (gruesa)

Profundidad a 100 cm

Pedregosidad a 10%

Drenaje: Excesivo

Inundabilidad : Ninguna

pH: de 6.6 a 7.5

- **Materiales y equipos:** Material de escritorio, computador, cartografía, hojas de campo, estacas de madera, cámara fotográfica, flexómetro, pie de rey, cinta de marcación, letreros, pintura.

- **Métodos**

Diseño experimental

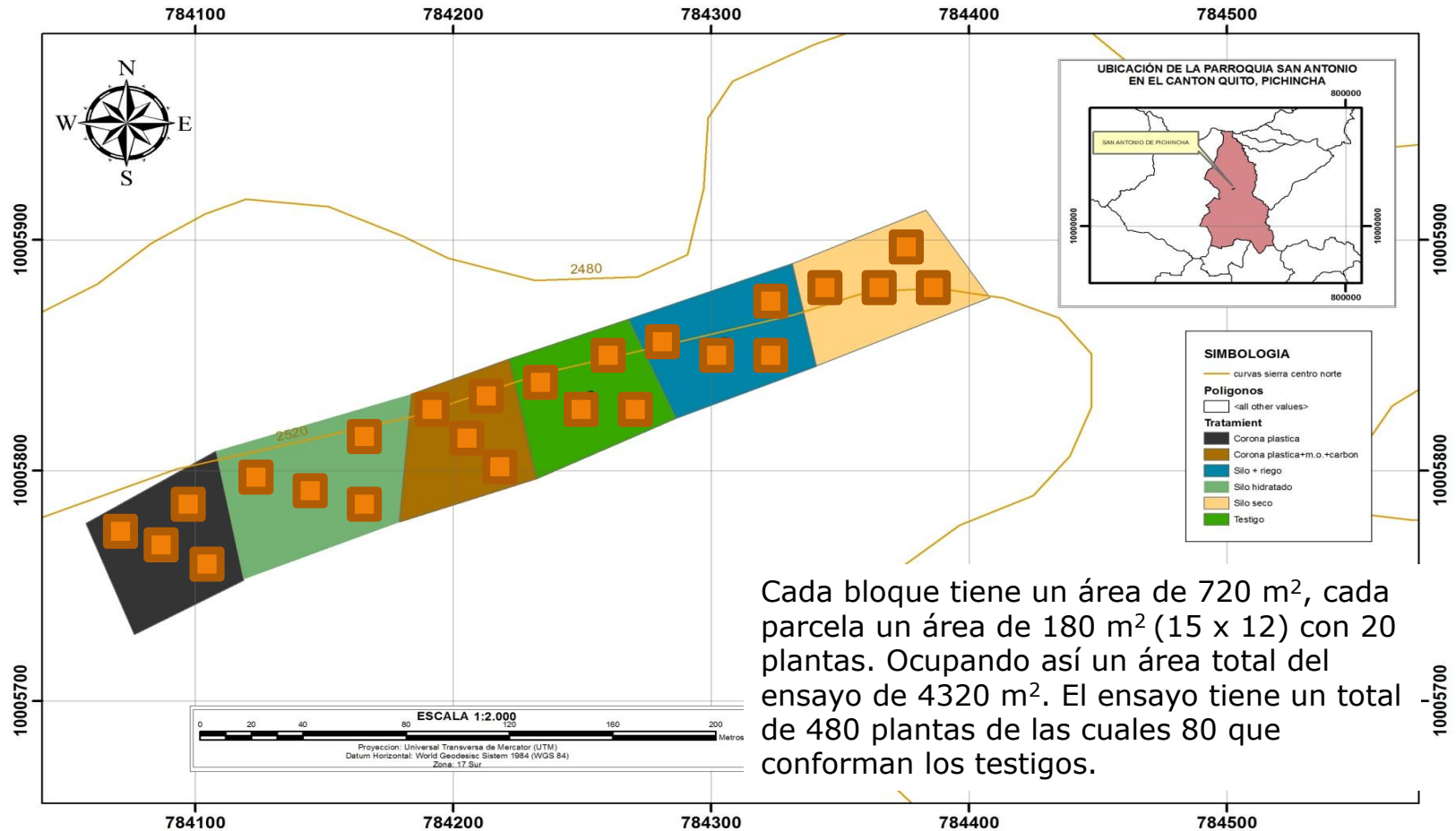
El diseño que se consideró para esta investigación fue Diseño Irrestricto al Azar, con 5 tratamientos más el testigo dándonos un total de 6 tratamientos y 4 repeticiones de 20 plantas por unidad experimental. Con un espaciamiento de 3 m x 3 m entre plantas.

Tratamientos en estudio.

Tratamiento		Codificación	Descripción de tratamientos
T1	A	A1B1	5 gr Gel seco
T2	B	A1B2	5 gr Gel con riego
T3	C	A1B3	Corona + materia orgánica + carbón
T4	D	A1B4	5 gr Gel hidratado
T5	E	A1B5	Corona plástica
T0	F	A1B0	Testigo

UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LAS PARCELAS

PROYECTO HADA TANLAGUA



Cada bloque tiene un área de 720 m², cada parcela un área de 180 m² (15 x 12) con 20 plantas. Ocupando así un área total del ensayo de 4320 m². El ensayo tiene un total de 480 plantas de las cuales 80 que conforman los testigos.

Recopilación de datos

Análisis Cuantitativo

Porcentaje de sobrevivencias: se contó el número de árboles vivos y con este valor se procedió a obtener la relación entre el número total de individuos vivos en cada medición y la población inicial de la plantación

Altura total



Medición del diámetro basal



- **Análisis Cualitativo**
Estado General

PARÁMETROS	CLASIFICACION	PUNTAJE
FORMA	Recto	4
	Ligeramente torcido	3
	Torcido	2
	Muy torcido	1

Estado Fitosanitario

PARÁMETROS	CLASIFICACION	PUNTAJE
Estado fitosanitario	Excelente: Sin lesiones de plagas y enfermedades	4
	Bueno: Lesiones en un 25% del área foliar	3
	Regular: lesiones en un 50% del área foliar	2
	Malo: lesiones en un 75% del área foliar	1

Cálculo de costos.

- Costos de aplicación de los retenedores de agua.
Se determinó el costo de aplicación por tratamiento, tomando en cuenta el valor de los retenedores, así como la mano de obra utilizada en dicha actividad.
- Cálculo de costos en el establecimiento de la plantación.
Los costos fueron determinados mediante registros en los cuales se anotó, el tiempo promedio expresado en horas / hombre por actividad realizada. Y luego se extrapoló a costo unitario, por planta, tratamiento y hectárea.

Análisis de Información

- Análisis de varianza

Se realizó el análisis de varianza usando la prueba de Fisher "F" para las variables diámetro basal, altura total y sobrevivencia. El cálculo de los datos se hizo en base al "Diseño Irrestricto al Azar"

modelo estadístico: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

Donde: Y_{ij} = observación individual

μ = media

τ_i = efecto del tratamiento

ε_{ij} = error experimental

ANDEVA

Fuentes de variación	SC	GL	CM	FC
Tratamientos	$\Sigma Y_i^2/n - FC$	t-1 6-1= 5	SC _t /GL	CM _t /CM _E
Error	$\Sigma \Sigma Y_{ij}^2 - \Sigma Y_i^2/n$	t(r-1) 6(4-1)=18	SC _E /GL	
Total	$\Sigma \Sigma Y_{ij}^2 - FC$	rt-1 (4*6)-1=23		

- Prueba de Dunnet

- Correlaciones

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

- Regresión

Se aplicó el modelo de regresión lineal $Y = b_0 + b_1x + \epsilon$
donde:

Y variable –respuesta

b_0 = intercepto

b_1 = pendiente de la recta

X = variable independiente

E = error estándar de los coeficientes

RESULTADOS

• Sobrevivencia

Para la sobrevivencia a los 8 meses de investigación el tratamiento Corona Plástica + Materia Orgánica + Carbón (A1B3) presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia con el 75%, seguido por la Corona Plástica (A1B5) con 64% y Gel + Riego (A1B2) con el 59% de sobrevivencia, en cuanto a la menor sobrevivencia lo presentaron el Testigo A1B0 con el 48% y el tratamiento Gel Seco (A1B1) con el 31% de sobrevivencia

Tratamiento	Código	MESES			
		5	6	7	8
Gel seco	A1B1	96%	58%	36%	31%
Gel con riego	A1B2	99%	85%	66%	59%
Testigo	A1B0	96%	85%	59%	48%
C.P. + M.O + C*	A1B3	95%	88%	81%	75%
Gel hidratado	A1B4	96%	83%	69%	53%
Corona plástica	A1B5	96%	88%	74%	64%

• **Altura**

En las mediciones realizadas, el tratamiento que mayor crecimiento en altura presentó es Corona Plástica + Materia Orgánica + Carbón (A1B3) con 40.64 cm además de un mayor incremento de altura en el tiempo de la investigación, seguido por el tratamiento Gel Hidratado (A1B4) con 40,38 cm, a continuación está el Testigo (A1B0) con 39,92 cm. Los que menos crecieron fueron: el tratamiento Gel Seco (A1B1) con 38.24 cm y finalmente el tratamiento Corona Plástica (A1B5) con 37.05 cm

Tratamiento	Código	Octavo mes	Incremento
Gel seco	A1B1	38,24	2,55
Gel con riego	A1B2	39,40	2,45
Testigo	A1B0	39,92	3,48
C.P. + M.O + C*	A1B3	40,64	4,82
Gel hidratado	A1B4	40,38	4,49
Corona plástica	A1B5	37,05	4,16

● **Diámetro basal**

Para el diámetro basal pese a no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos investigados (Cuadro A16), los tratamiento que presentaron un mayor diámetro son el Gel Hidratado (A1B4) con 6.21 mm, seguido por el tratamiento Gel + Riego (A1B2) con 6.21 mm y el Testigo (A1B0) con 6.08 mm entre los menores diámetros se registran el tratamiento Corona Plástica (A1B5) con 5.56 mm de diámetro basal

Tratamiento	Código	Octavo mes	Incremento
Gel seco	A1B1	5,96	0,71
Gel con riego	A1B2	6,21	0,58
Testigo	A1B0	6,08	0,73
C.P. + M.O + C*	A1B3	6,07	0,95
Gel hidratado	A1B4	6,21	0,98
Corona plástica	A1B5	5,56	0,87

- **Análisis Cualitativo**
- **Forma**

Tratamiento	Código	Octavo mes	Porcentaje
Gel seco	A1B1	3,98	99,58
Gel con riego	A1B2	4,00	100,00
Testigo	A1B0	3,97	99,22
C.P. + M.O + C*	A1B3	3,98	99,61
Gel hidratado	A1B4	3,92	97,92
Corona plástica	A1B5	4,00	100,00

- **Fitosanitario**

Tratamiento	Código	Octavo mes	Porcentaje
Gel seco	A1B1	3,63	90,63
Gel con riego	A1B2	3,67	94,01
Testigo	A1B0	3,93	98,17
C.P. + M.O + C*	A1B3	4,00	100,00
Gel hidratado	A1B4	4,00	100,00
Corona plástica	A1B5	3,98	99,48

- Correlación:** Los coeficientes de correlación para el crecimiento acumulado en altura y diámetro basal son altamente significativos por lo que se infiere que existe un alto grado de asociación entre las variables estudiadas para el crecimiento del *Pinus radiata*.

Tratamiento	Código	Octavo mes	N árboles	95%	99%
Gel seco	A1B1	0,76**	25	0.381	0.487
Gel con riego	A1B2	0,69**	47	0.288	0.372
Testigo	A1B0	0,82**	38	0.325	0.418
C.P. + M.O + C*	A1B3	0,75**	60	0.250	0.325
Gel hidratado	A1B4	0,53**	42	0.304	0.393
Corona plástica	A1B5	0,66**	51	0.273	0.354

- Regresión :** Todos los tratamientos presentaron un coeficientes de regresión (R^2) mayor al 99% lo que significa que los promedios de diámetro basal y altura total de los cinco a los ocho meses de edad tienen un ajuste perfecto casi a la recta

Tratamiento	Código	Ecuación	R^2
Gel seco	A1B1	$Y=17,9+3,4x$	0,97
Gel con riego	A1B2	$Y=14,4+4,06x$	0,93
Testigo	A1B0	$Y=13,6+4,28x$	0,95
C.P. + M.O + C*	A1B3	$Y=10,1+4,98x$	0,97
Gel hidratado	A1B4	$Y=15,1+4,11x$	0,91
Corona plástica	A1B5	$Y=12,2+4,5x$	0,97

- **Análisis económico**
- **Calculo de costos en el establecimiento de la plantación**
- **Costo de aplicación de retenedores de agua**

Tratamiento	Código	Hectárea	Planta
Testigo	A1B0	333,30	0,30
Corona Plástica	A1B5	455,51	0,41
Gel seco	A1B1	466,62	0,42
Gel hidratado	A1B3	477,73	0,43
Gel mas riego	A1B4	477,73	0,43
C.P. + M.O + C*	A1B5	633,27	0,61

DISCUSIÓN

- La dosis de Gel Seco presentó un efecto negativo en la sobrevivencia probablemente la planta solo tomó agua captada por el gel en la época de lluvia y no formó un sistema radicular más profundo por lo que se produjo un estrés en la planta.
- En investigaciones realizadas por Herrera, J en fertilización de *Pinus radiata* en Cotopaxi, presenta una sobrevivencia a los 12 meses del 92,26%, y en diámetro basal de 6,80 mm; mayor a los resultados obtenidos en esta investigación del 55% de sobrevivencias y en diámetro 6,02 mm, siendo superior en altura con un promedio de 39,27 cm en relación al obtenido por Herrera, J de 38,5 cm. Esto resultados pueden presentar diferencias debido a que las condiciones del sitio son diferentes.
- En comparación con los resultados obtenidos en esta investigación la altura promedio general es de 39,27 cm superior a la obtenida por EMDEFOR en estudios realizados en Amulá Chico, Provincia de Chimborazo cuya altura promedio obtenida en fertilización del *Pinus radiata* es de 31,78 a los 9 meses de edad, en sobrevivencia con el 93% superior a la obtenida en esta investigación del 55%.
- Según Tupi, A., 2002, en la investigación realizada en la fertilización inicial del *Pinus radiata* en Argentina se obtuvo una altura de 31 cm promedio, un diámetro basal promedio de 5.68mm y una sobrevivencia del 89% a los cinco meses de realizada la investigación, en comparación a los cinco meses que se realizo las mediciones se obtuvo una altura de 35.70 cm y un diámetro basal de 5.71 mm, lo que nos permite determinar que la relación del uso de fertilizantes con retenedores en diferentes países pueden ser similares.

CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos en la presente investigación se obtienen las siguientes conclusiones:
- A pesar de no existir diferencia significativa para la altura, el tratamiento que mayor altura acumulada presentó fue corona plástica más materia orgánica más carbón con 40,64 cm.
- Aunque no presentaron diferencias significativas entre tratamientos para el diámetro basal, el mayor crecimiento fue para el gel mas riego con 6.21 mm.
- Al pesar de no encontrar diferencias significativas para la sobrevivencia al octavo mes de investigación, los tratamientos que mayor porcentaje tuvieron son: corona plástica más materia orgánica más carbón y el corona plástica con el 75% y 64% de sobrevivencia
- Todos los tratamientos presentaron un promedio superior al 90% en forma y estado fitosanitario.
- El tratamiento más económico con relación al testigo fue Corona Plástica (A1B5) presenta un costo de 455,51 usd por hectárea
- Se presentó un alto grado de correlación entre diámetro y altura.

RECOMENDACIONES

- En las parcelas experimentales de este trabajo es importante realizar un manejo y continuar la evaluación ya que los datos presentados son preliminares y así poder determinar si el efecto de los retenedores es a largo plazo.
- Se debe realizar investigaciones con silos de agua hidratados asociados con fertilizantes en varias dosis con el propósito de disponer de estudios técnicos que permitan realizar plantaciones productivas y aprovechando al máximo el recurso agua.
- El tratamiento gel seco fue el que presentó menor sobrevivencia con un porcentaje del 31% durante los 8 meses de edad, por lo que se descarta la utilización de este tratamiento en zonas con iguales condiciones climáticas.
- En futuras investigaciones se recomienda realizar un análisis económico detallado para posibilitar estudios más precisos a la respuesta de la aplicación de retenedores en las especies forestales.
- Se hace necesario realizar varios ensayos sobre la aplicación de retenedores de agua en diferentes lugares y especies con la finalidad de comparar el comportamiento de estos en diferentes zonas ecológicas.

GRACIAS