



“Respuesta inicial de la fertilización con pelets y desmalezado en el crecimiento inicial de *Pinus patula* en Lasso Cotopaxi”

Autor

Diego Fernando Rueda Guerrero

Director

Ing. For. Cervio A. Jaramillo Mg. Sc.

Ibarra – Ecuador

2.007

INTRODUCCION

El *Pinus patula* es una especie prometedora para los páramos andinos que por su buena adaptación se ha plantado en la sierra ecuatoriana. En la actualidad la mayor plantación de *P. patula* se encuentra en la Provincia del Cotopaxi, con una extensión aproximada de 3000 hectáreas.

Con el avance de la tecnología y el aumento del consumo de productos de la madera, se hace indispensable el desarrollo de nuevas técnicas de manejo de las plantaciones forestales en todas sus etapas de crecimiento. Este es el caso de *P. patula*., especie que tiene alta demanda en el mercado nacional, en planes de forestación para la industria de aglomerados y tableros de fibra (MDF).

La presente investigación se propone examinar nuevas técnicas combinadas de fertilización y desmalezado, con el fin de aportar conocimientos y criterios al campo forestal, teniendo como respaldo técnico y económico al personal e instalaciones de ACOSA.



Problema

Las plantaciones forestales intensivas de rápido crecimiento requieren, según la literatura y la experiencia de los silvicultores, de faenas que favorezcan su desarrollo. Las especies con las que se hacen plantaciones son sensibles a la competencia y por lo tanto en cualquiera de sus desmalezados se convierten en una labor esencial para la supervivencia y crecimiento de las plantaciones forestales. Sin embargo, pocas veces se cuenta con datos que cuantifiquen tanto el beneficio por crecimiento y el impacto económico de la faena.

Asimismo, la fertilización ha sido considerada como parte de las faenas silviculturales desde hace muchos años. Sin embargo, la amplia gama de condiciones en las que crecen las plantaciones forestales y el impacto económico que tienen hacen que no siempre la fertilización sea considerada. Existen estudios que ratifican la necesidad y el efecto positivo de la fertilización sobre el crecimiento de los árboles, haciéndola aparecer como fundamental, y también otros en donde no se registra ningún resultado positivo.

Justificación

Aglomerados Cotopaxi S.A. posee aproximadamente 7800 ha de patrimonio en la provincia del Cotopaxi, de las cuales 6.600 ha están cubiertas por plantaciones de *P. radiata*; *patula*, entre otras especies. Actualmente el efecto de los controles de malezas y fertilización sobre plantaciones de pino no han sido todavía evaluados en un solo ensayo formal de mediano plazo. La empresa necesita contar con esta evaluación para delinear estrategias sobre el control de malezas y fertilización en el futuro. Existen algunos estudios preliminares que evidencian los beneficios de control de malezas, pero no se han comparado distintos tratamientos. También se han hecho estudios sobre fertilización y hasta la fecha no se ha podido comprobar efecto benéfico alguno sobre el crecimiento.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el efecto de la fertilización y desmalezado en el crecimiento inicial de *Pinus patula*.

Objetivos específicos

Evaluar el efecto de los controles de malezas y fertilización en el crecimiento en altura, diámetro basal y la sobrevivencia en la plantación de *P. patula*.

Determinar el costo de distintos tratamientos de control de malezas y fertilización.

Hipotesis

H₀ = *Pinus patula* posee igual crecimiento en los diferentes tratamientos de desmalezado y fertilizantes.

H_i = Al menos en uno de los tratamientos en estudio, va a demostrar diferencias.

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio de estudio

La investigación se realizó en los rodales propiedad de Aglomerados Cotopaxi S.A. ubicado en la:

Provincia : Cotopaxi

Cantón : Latacunga

Parroquia : Mulaló

Sector : San Joaquín

Rodal : 222 A

Altitud : 3350 m.s.n.m.

Temperatura mínima: 4° C

Temperatura máxima: 15° C

Precipitación anual: 500 – 600 mm

Fuente: Departamento forestal Aglomerados Cotopaxi S.A.



Diseño experimental

El diseño que se aplicó para la investigación fue Bloques al Azar, con cinco tratamientos un testigo y cinco repeticiones, como se ilustra en el cuadro

A. D. V. A.

F.V.	G.L.
Bloques	$5-1 = 4$
Tratamientos	$6-1 = 5$
Error	20
Total	$6 \times 5-1 = 29$

Descripción de tratamientos

No.	Tratamiento
T0	Sin desmalezado y sin fertilizante (testigo)
T1	Desmalezado completo químico
T2	Desmalezado en fajas químico
T3	Corona con azadón
T4	Corona con azadón + 15 g de fertilizante en Pelets
T5	Corona con azadón + 30 g de fertilizante en Pelets

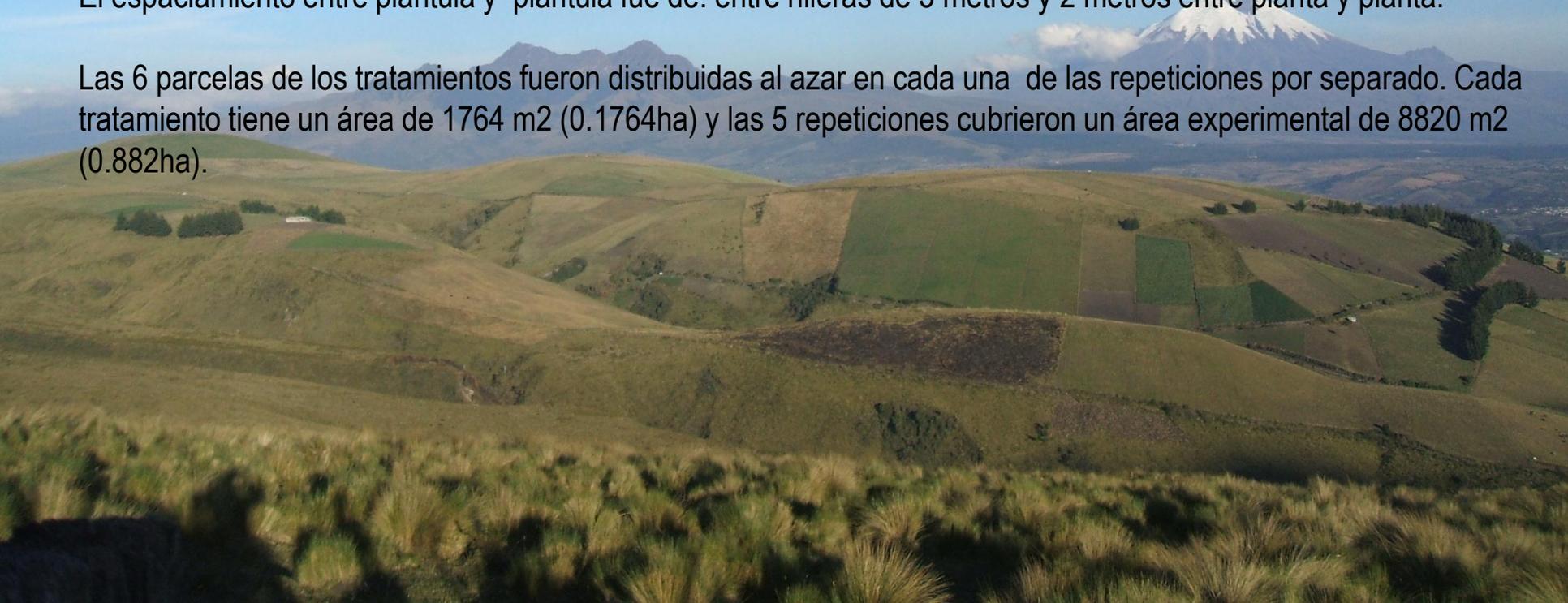
***Pelets.** Fertilizante de lenta entrega tiene las siguientes características:
KOKEI NUGGET, es un fertilizante completo, compuesto de turba orgánica con un contenido de NPK en las siguientes proporciones: Nitrógeno (N) 7%, Fósforo (P₂O₅) 7% y Potasio (K₂O₅) 7%.

Forma de los bloques y parcelas

Las parcelas tienen forma rectangular de 21 metros de longitud por 14 metros de ancho con un área de 294 metros cuadrados (0,0294 ha) dentro de la cual se plantaron 49 plantas en 7 filas y 7 columnas de las cuales solo las 25 internas fueron evaluadas con excepción de las plantas de los extremos (la primera y la última de cada fila y columna) por efecto de borde.

El espaciamiento entre plántula y plántula fue de: entre hileras de 3 metros y 2 metros entre planta y planta.

Las 6 parcelas de los tratamientos fueron distribuidas al azar en cada una de las repeticiones por separado. Cada tratamiento tiene un área de 1764 m² (0.1764ha) y las 5 repeticiones cubrieron un área experimental de 8820 m² (0.882ha).



Materiales empleados

Insumos.

1470 plantas de *Pinus patula*.

60 estacas de 6 centímetros de diámetro y de 1 metro de altura impregnadas.

Letreros.

Etiquetas metálicas.

11025 gramos de Pellets (fertilizantes de entrega lenta).

Herbicida (glifopac).

Herramientas.

Azadón.

Pala de desfonde.

Bomba de fumigación.

Instrumentos de medición.

Brújula, clinómetro, cinta métrica, Calibrador, GPS.

Materiales de oficina.

Hojas de campo, útiles de escritorio, computadora.



Metodología

- Ubicación
- Delimitación e instalación
- Hoyado
- Plantación y fertilización
- Toma de datos

Variables en estudio

- Supervivencia
- Diámetro Basal
- Altura
- Costos



RESULTADOS



1. Supervivencia

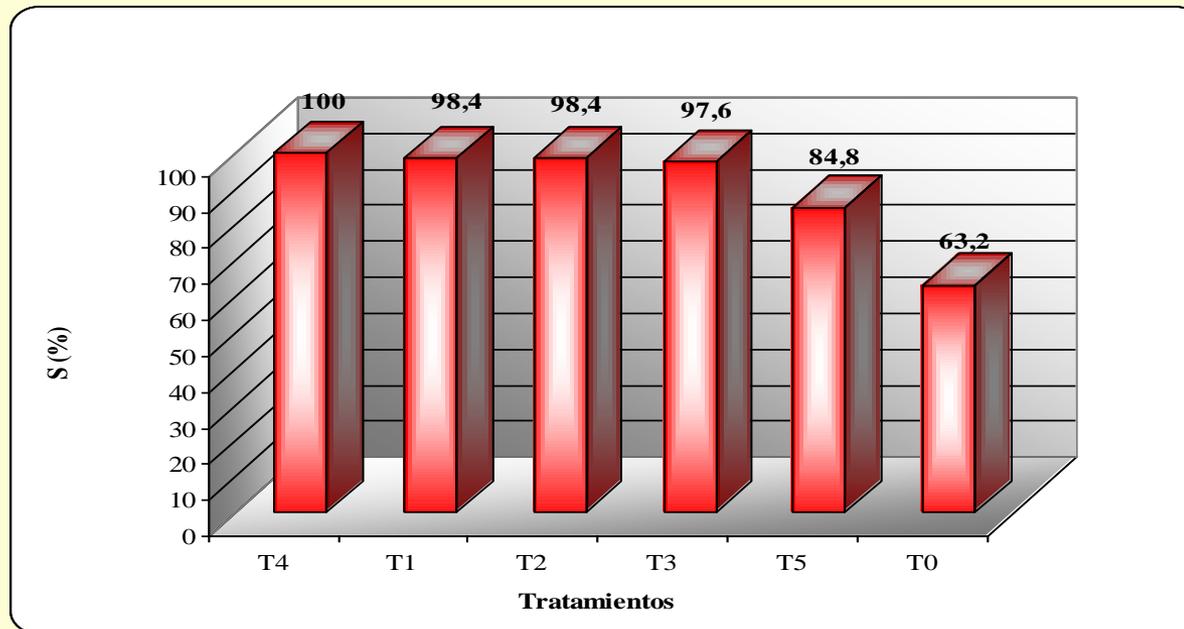
Supervivencia a los noventa días

Análisis de variancia

FV	GL	SC	CM	F.Calc	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repetición	4	483,2	120,8	1,01	2,87	4,43	N.S.
Tratamiento	5	5216	1043,2	8,75	2,71	4,10	**
Error	20	2384	119,2				
Total	29	8083,2					

Prueba Tuckey

Tratamientos	Promedio (%)	Similitud
T4	100,00	a
T2	98,40	ab
T1	98,40	ab
T3	97,60	ab
T5	84,80	b
T0	63,20	c



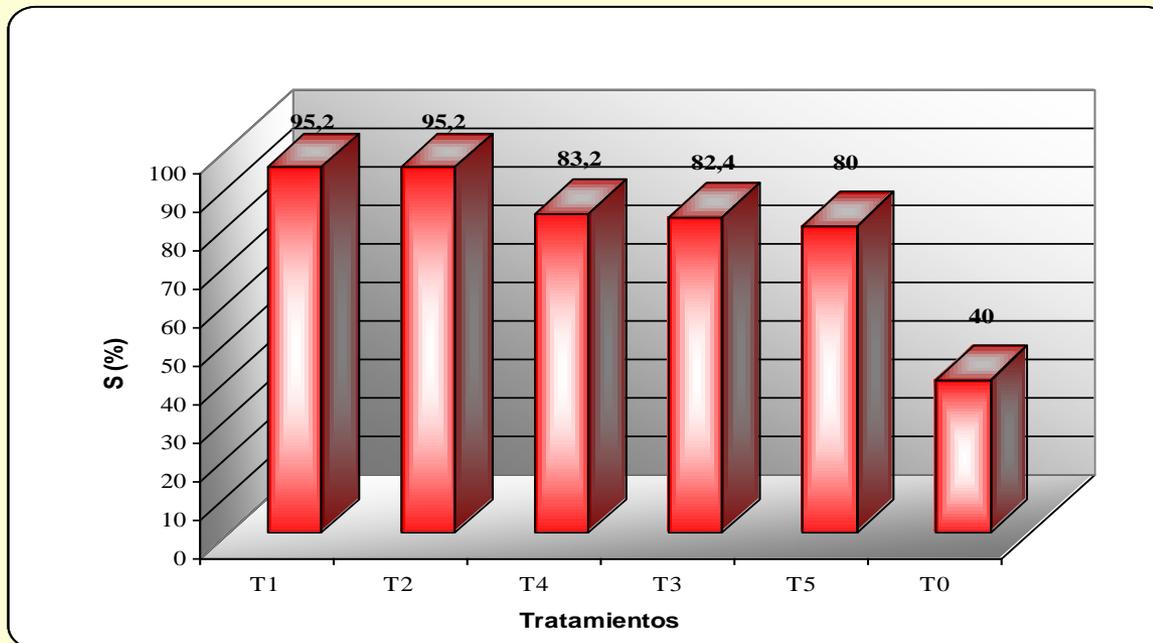
Sobrevivencia a los trescientos sesenta días

Análisis de variancia

FV	GL	SC	CM	F.Calc	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repetición	4	304,00	76,00	0,64	2,87	4,43	N.S.
Tratamiento	5	10377,07	2075,41	17,46	2,71	4,10	**
Error	20	2377,60	118,88				
Total	29	13058,67					

Prueba Tuckey

Tratamientos	Promedio (%)	Similitud
T1	95,20	a
T2	95,20	a
T4	83,20	ab
T3	82,40	ab
T5	80,00	b
T0	40,00	c



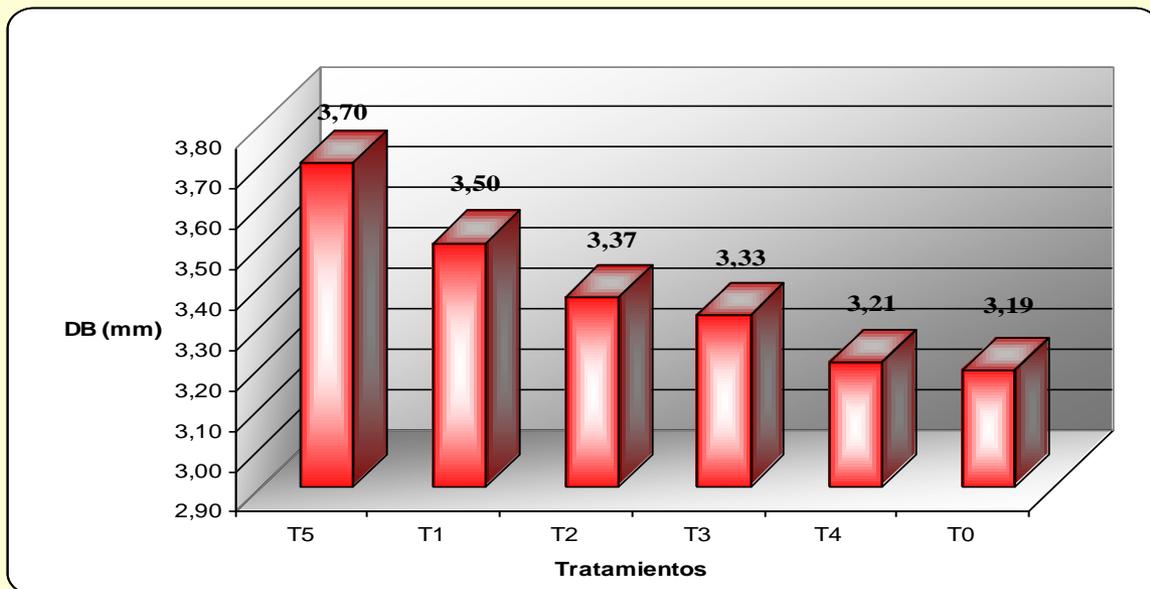
2. Diámetro Basal

Diámetro basal a los noventa días

Análisis de variancia

Prueba Tuckey

FV	GL	SC	CM	F..Calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.	Tratamientos	Promedio (mm)	Similitud
Repetición	4	2,00	0,50	11,89	2,87	4,43	**	T5	3,704	a
Tratamiento	5	0,94	0,19	4,48	2,71	4,10	**	T1	3,504	ab
								T2	3,371	bc
								T3	3,327	bc
								T4	3,211	c
								T0	3,189	c
Error	20	0,84	0,04							
Total	29	3,78								



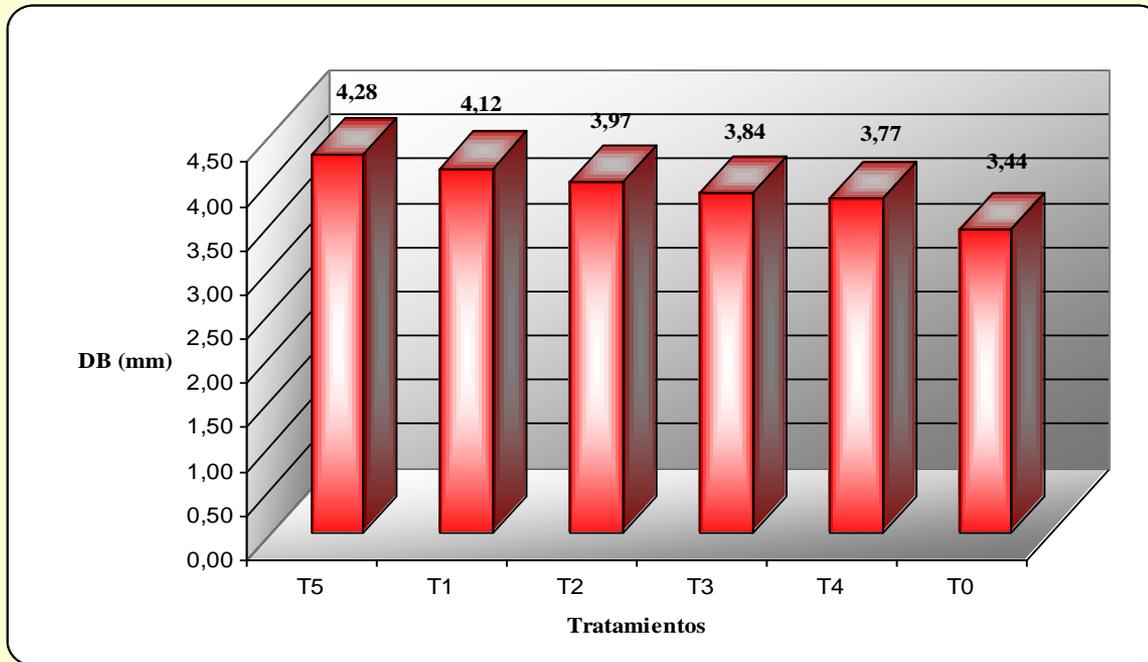
Diámetro basal a los ciento ochenta días

Análisis de variancia

FV	GL	SC	CM	F.Calc	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repetición	4	4,67	1,17	15,40	2,87	4,43	**
Tratamientos	5	2,16	0,43	5,70	2,71	4,10	**
Error	20	1,52	0,08				
Total	29	8,34					

Prueba Tuckey

Tratamientos	Promedio (mm)	Similitud
T5	4,280	a
T1	4,121	ab
T2	3,973	ab
T3	3,842	b
T4	3,773	bc
T0	3,437	c



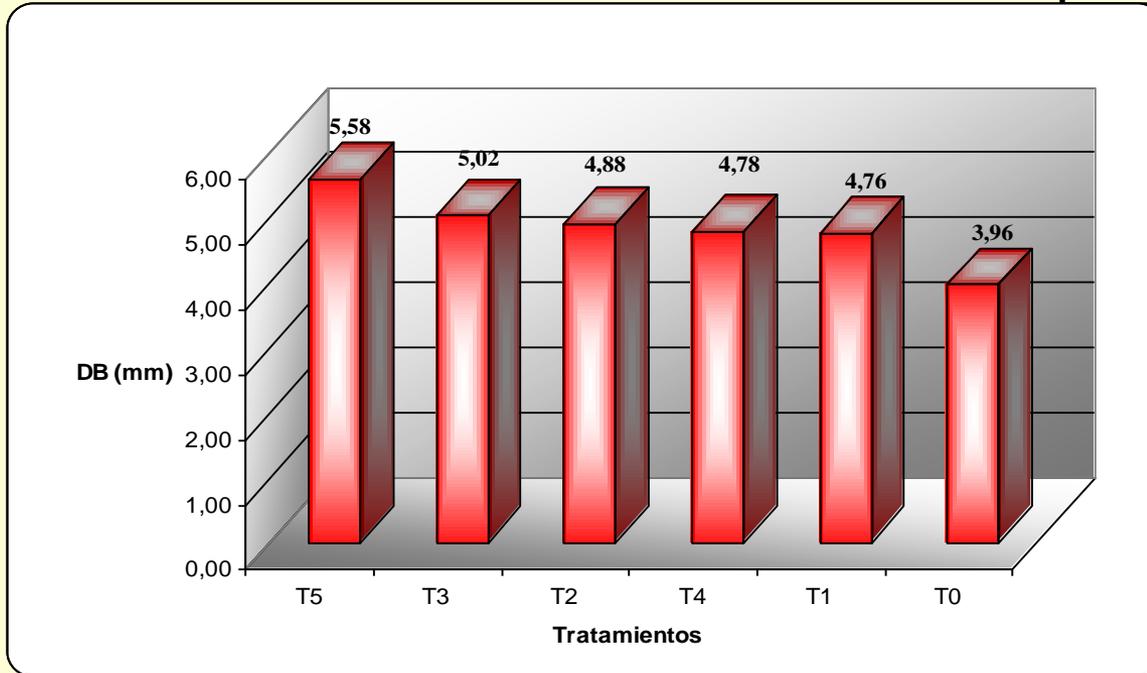
Diámetro basal a los ciento ochenta días

Análisis de variancia

FV	GL	SC	CM	F.Calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repetición	4	3,01	0,75	3,22	2,87	4,43	*
Tratamientos	5	6,82	1,36	5,83	2,71	4,10	**
Error	20	4,68	0,23				
Total	29	14,51					

Prueba Tuckey

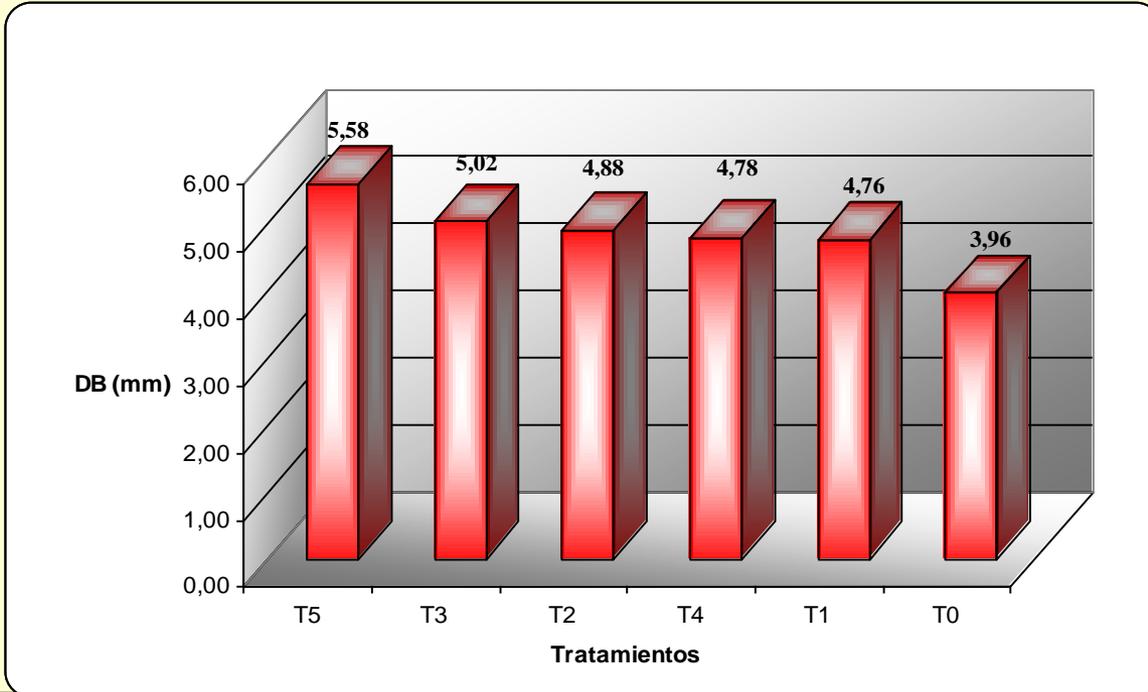
Tratamientos	Promedio (mm)	Similitud
T5	5,577	a
T3	5,022	ab
T2	4,880	b
T4	4,776	b
T1	4,755	b
T0	3,959	c



Diámetro basal a los doscientos setenta días

Análisis de variancia

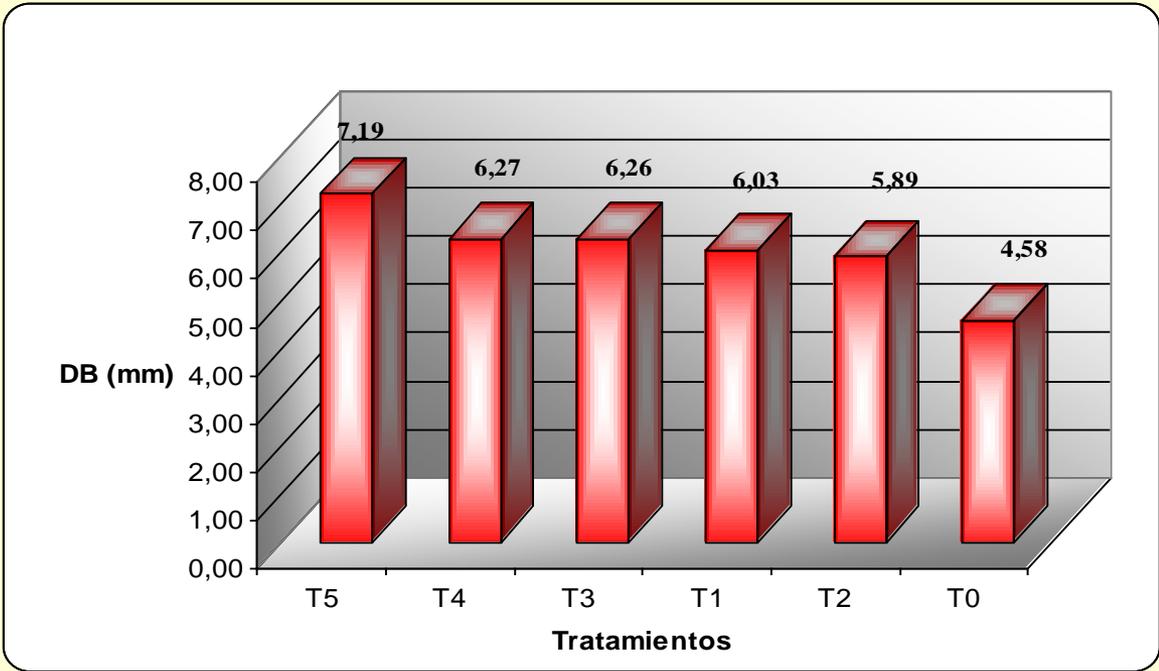
Análisis de variancia								Prueba Tuckey		
FV	GL	SC	CM	F.Calc	F 0,95	F 0,99	Sig	Tratamientos	Promedio (mm)	Similitud
Repetición	4	3,01	0,75	3,22	2,87	4,43	*	T5	5,577	a
								T3	5,022	ab
Tratamientos	5	6,82	1,36	5,83	2,71	4,10	**	T2	4,880	b
								T4	4,776	b
Error	20	4,68	0,23					T1	4,755	b
Total	29	14,51						T0	3,959	c



Diámetro basal a los trescientos sesenta días

Análisis de variancia

Análisis de variancia								Prueba Tuckey		
FV	GL	SC	CM	F.Calc	F 0,95	F 0,99	Sig.	Tratamientos	Promedio (mm)	Similitud
Repetición	4	1,55	0,39	1,91	2,87	4,43	N.S.	T5	7,19	a
								T4	6,27	b
								T3	6,26	b
Tratamientos	5	17,85	3,57	17,67	2,71	4,10	**	T1	6,03	b
Error	20	4,04	0,20					T2	5,89	b
Total	29	23,43						T0	4,58	c



3. Crecimiento en altura.

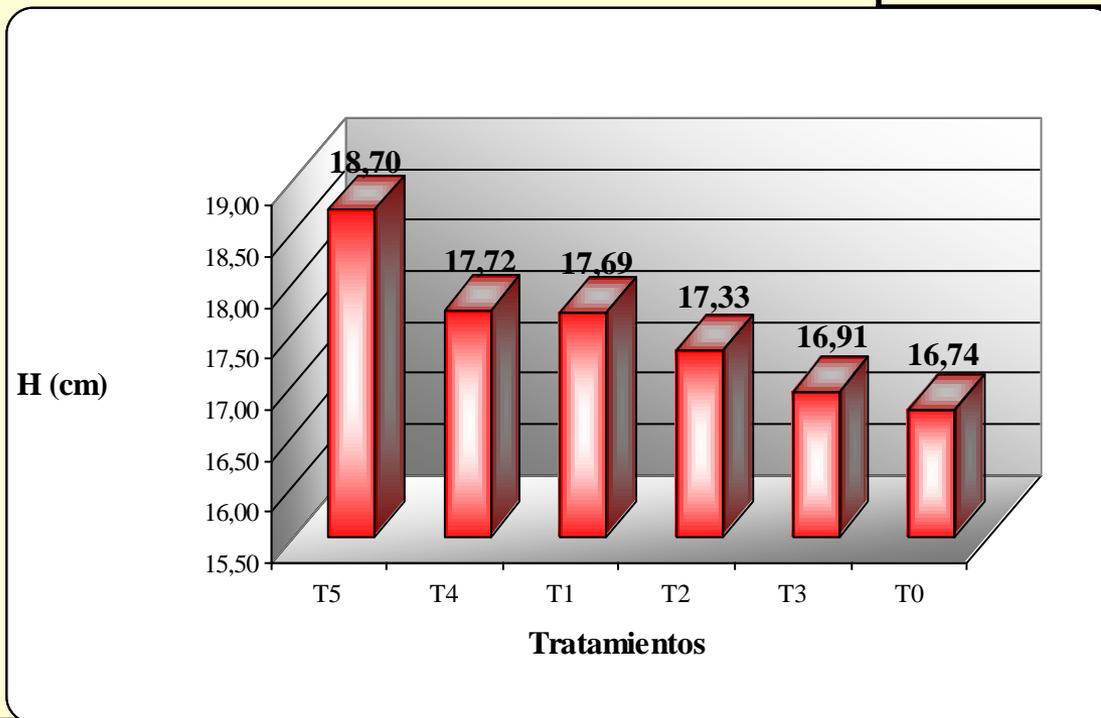
Crecimiento promedio en altura a los noventa días

Análisis de variancia

FV	GL	SC	CM	F.Calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repetición	4	25,02	6,25	7,58	2,87	4,43	**
Tratamientos	5	12,38	2,48	3,00	2,71	4,10	*
Error	20	16,49	0,82				
Total	29	53,89					

Prueba Tuckey

Tratamientos	Promedios (cm)	Similitud
T5	18,70	a
T4	17,72	a
T1	17,69	a
T2	17,33	b
T3	16,91	b
T0	16,74	b



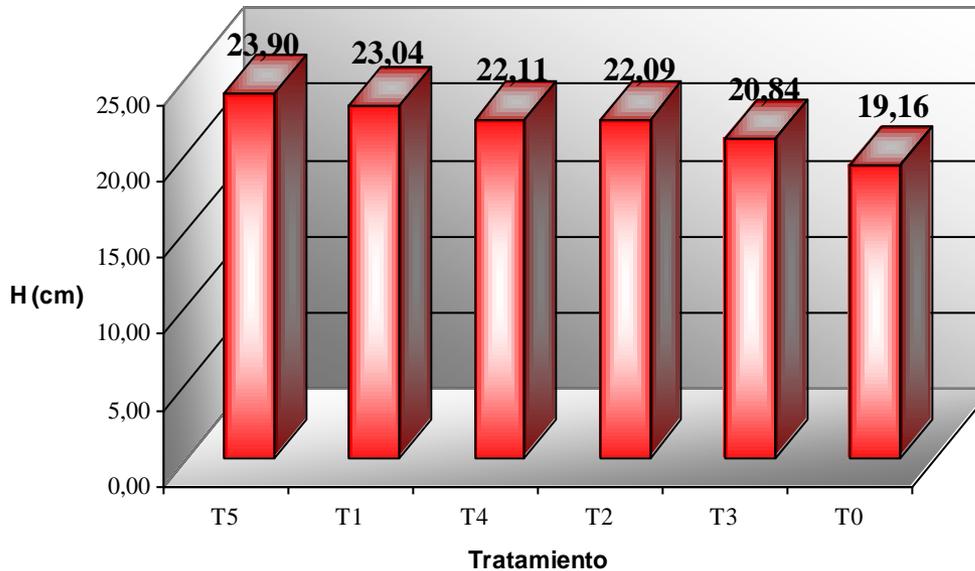
Crecimiento promedio en altura a los ciento ochenta días

Análisis de variancia

FV	GL	SC	CM	F.Calc	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repetición	4	49,09	12,27	4,23	2,87	4,43	*
Tratamientos	5	69,89	13,98	4,82	2,71	4,10	**
Error	20	57,97	2,90				
Total	29	176,94					

Prueba Tuckey

Tratamientos	Promedios (cm)	Similitud
T5	23,90	a
T1	23,04	ab
T4	22,11	ab
T2	22,09	ab
T3	20,84	bc
T0	19,16	c



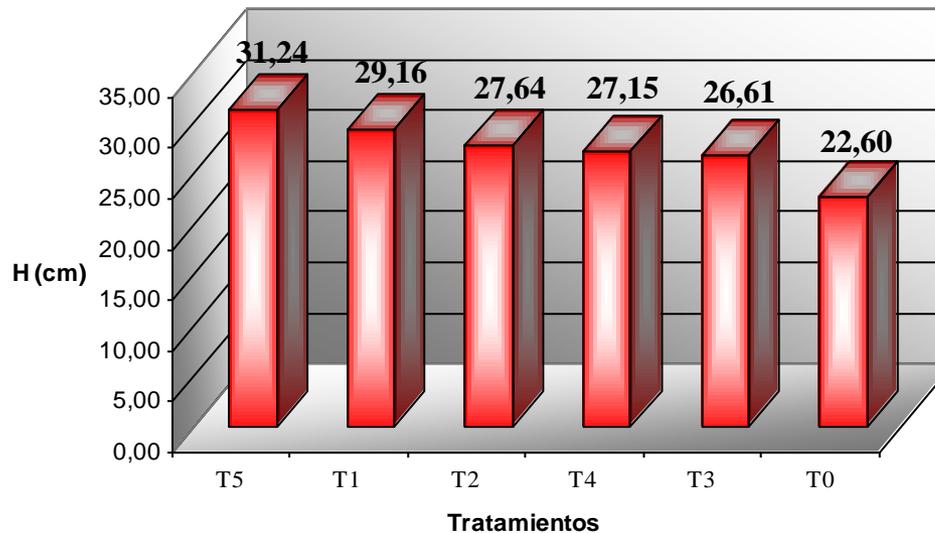
Crecimiento promedio en altura a los doscientos setenta días

Prueba Tuckey

Análisis de variancia

FV	GL	SC	CM	F.Calc	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repetición	4	55,349	13,837	2,533	2,866	4,431	NS
Tratamientos	5	208,154	41,631	7,620	2,711	4,103	**
Error	20	109,263	5,463				
Total	29	372,766					

Tratamientos	Promedios (cm.)	Similitud
T5	31,24	a
T1	29,16	b
T2	27,64	bc
T4	27,15	bc
T3	26,61	bc
T0	22,60	c



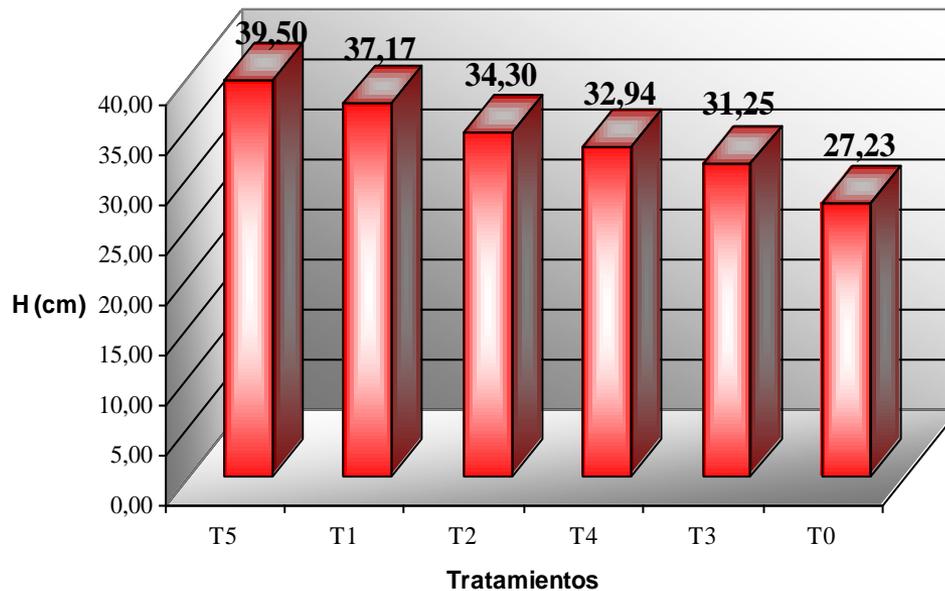
Crecimiento promedio en altura a los trescientos sesenta días

Análisis de variancia

FV	GL	SC	CM	F.Calc.	F 0,95	F 0,99	Sig.
Repetición	4	112,045	28,011	3,051	2,866	4,431	*
Tratamientos	5	472,469	94,494	10,291	2,711	4,103	**
Error	20	183,650	9,182				
Total	29	768,164					

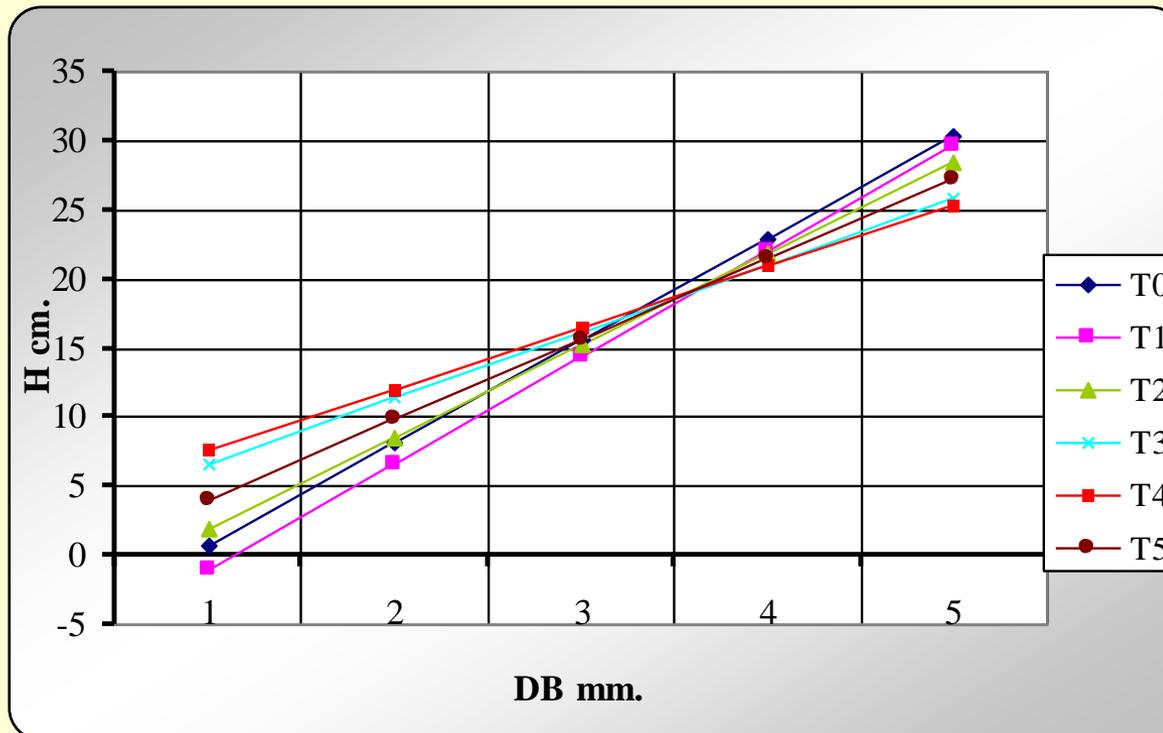
Prueba Tuckey

Tratamientos	Promedios (cm)	Similitud
T5	39,50	a
T1	37,17	ab
T2	34,30	b
T4	32,94	b
T3	31,25	b
T0	27,23	c

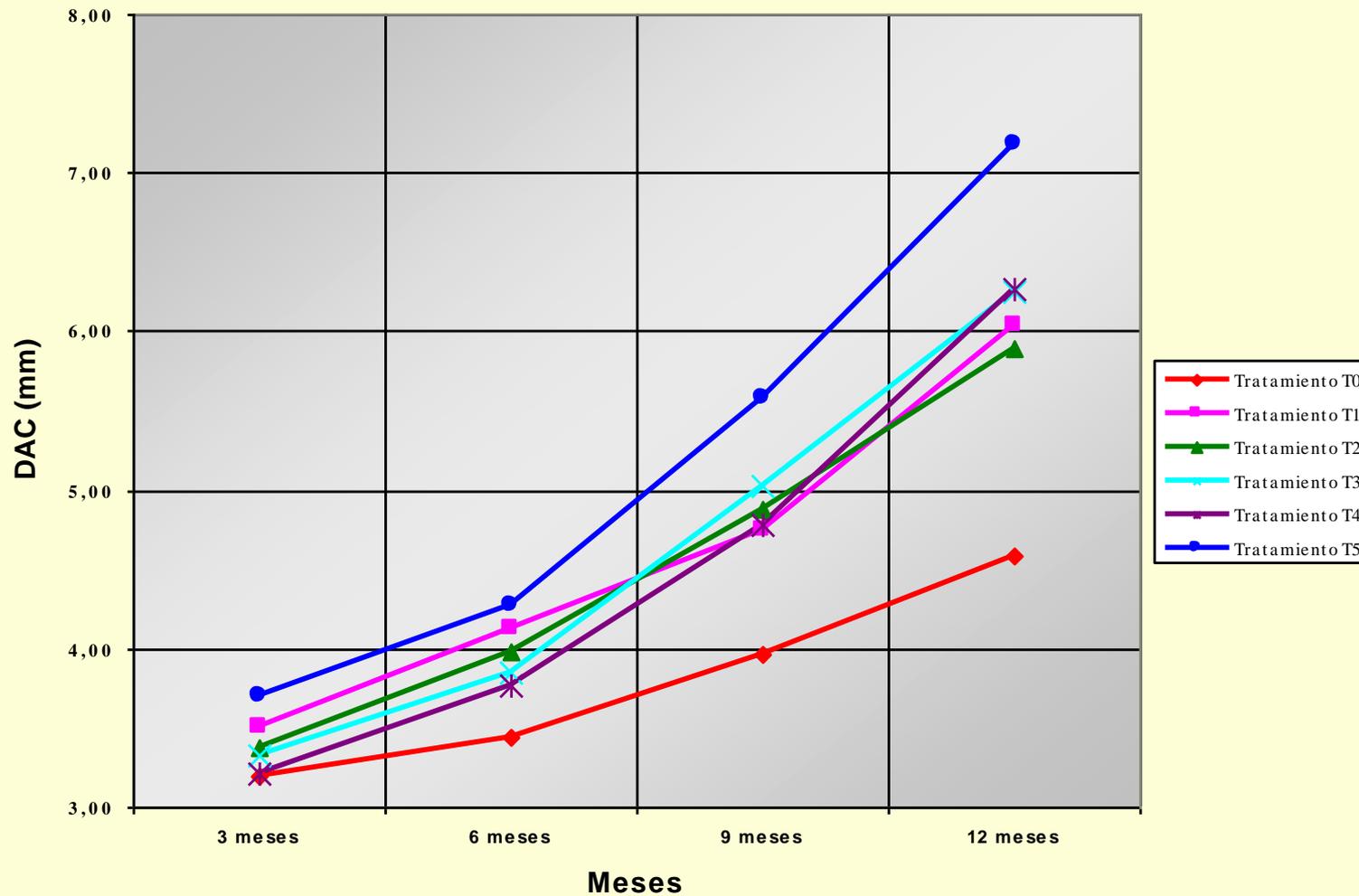


Análisis de regresión y correlación

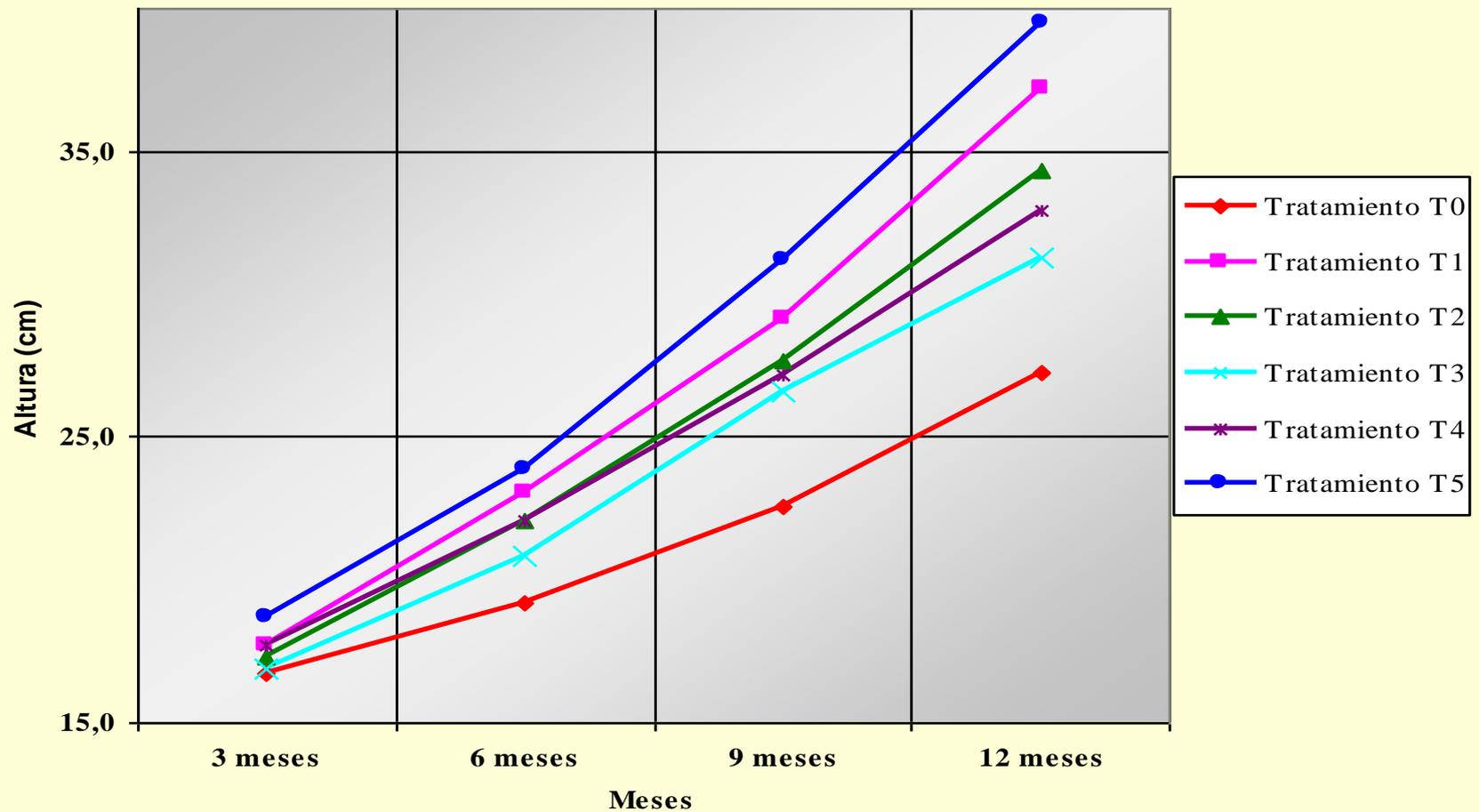
Tratamientos	Ecuación	b	R Índice de correlación	r2	Correlación
T0	$H = -6,588 + 7,388 \times DB$	7,388	0,999	99,98	Alta
T1	$H = -8,673 + 7,670 \times DB$	7,67	0,995	99,00	Alta
T2	$H = -4,711 + 6,637 \times DB$	6,637	0,999	99,98	Alta
T3	$H = 1,801 + 4,792 \times DB$	4,792	0,992	98,41	Alta
T4	$H = 3,178 + 4,437 \times DB$	4,437	0,990	98,01	Alta
T5	$H = -1,820 + 5,813 \times DB$	5,813	0,995	99,00	Alta



Relaciones de crecimiento de diámetro basal en función del tiempo por tratamiento



Relaciones del crecimiento en altura total en función del tiempo por tratamiento.



4. Costos

Tratamiento	Sobrevivencia a los 12 meses (%)	No de plantas vivas por Ha.	Costo Plantación (USD/Ha)	Costo por planta (USD)
(T0) Sin desmalezado y sin fertilizante	40,00	667	273,79	0,41
(T1) Desmalezado completo químico	95,20	1587	373,00	0,24
(T2) Desmalezado en fajas químico	95,20	1587	346,47	0,22
(T3) Corona con azadón	88,00	1467	391,60	0,27
(T4) Corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets	83,20	1387	410,25	0,30
(T5) Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets	80,00	1334	422,14	0,32

DISCUSIÓN

Sobrevivencia

En la presente investigación la mayor sobrevivencia tuvieron los tratamientos (T1) desmalezado completo químico y (T2) desmalezado en fajas químico con 92,50 %, esencialmente en los tratamientos donde no se realizó las coronas. La causa de que las plantas no murieron posiblemente se debió a que el pasto le sirvió de protección de las bajas temperaturas y del viento.

La mayor mortalidad sucedió a partir del tercer mes hasta el mes cinco de haber sido instalado el ensayo, especialmente en los tratamientos donde se realizó las coronas, una de las causas de mortalidad se atribuye a que existieron temperaturas bajo los 0° C (heladas frecuentes) y una precipitación de 13.70 a 44.7 (mm.), deduciendo que la mayor mortalidad se produjo por este factor climático. (Ver anexo1), otra causa se puede atribuir, en el (T0) sin desmalezado y sin fertilizante, a que la maleza afectó en la sobrevivencia cubriendo totalmente a las plantas.

La mayor mortalidad sucedió a partir del tercer mes hasta el mes cinco de haber sido instalado el ensayo, especialmente en los tratamientos donde se realizó las coronas, una de las causas de mortalidad se atribuye a que existieron temperaturas bajo los 0° C (heladas frecuentes) y precipitación de 13.70 a 44.7 (mm.), deduciendo que la mayor mortalidad se produjo por este factor climático. Otra causa se puede atribuir, en el (t0) sin desmalezado y sin fertilizante a que la maleza afectó en la sobrevivencia cubriendo totalmente las plantas

Año	Meses	Precipitación (mm)	Temperatura promedio (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)
2005	Junio	78,90	10,5	1,2	19,6
	Julio	21,10	10,0	-0,3	19,8
	Agosto	13,70	10,1	-0,3	21,5
	Septiembre	14,00	10,7	1,7	20,8
	Octubre	44,70	10,6	0,7	22,2
	Noviembre	102,60	10,5	-2,9	21,5
	Diciembre	133,70	10,1	1,4	20,6
2006	Enero	92,10	10,9	3	21,4
	Febrero	117,00	11,3	2,8	21,4
	Marzo	119,00	10,5	4,2	19,7
	Abril	91,00	10,8	3,9	18,9
	Mayo	24,80	11,0	1,1	20
	Junio	97,90	9,8	3,3	19,2

Diametro basal y altura

En diámetro basal el crecimiento en el tratamiento (t5) corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pellets en *Pinus patula* a los doce meses fue de 7,19 mm,. Lo cual se puede deducir que si hubo efecto del fertilizante y de las coronas

En cuanto al crecimiento promedio en altura total a los doce meses Herrera encontró que *Pinus radiata* creció 50,20 cm. en el presente estudio el tratamiento de mayor crecimiento, (T5) desmalezado con corona más 30 gr. de pellets, obtuvo un crecimiento menor con 39,50 cm., lo cual puede deberse al tamaño inicial de las plantas al momento de iniciar la investigación por Herrera, debido a que la investigación inicio a los ocho meses luego de haber sido plantada.

Similitud puede deberse a las condiciones ecológicas análogas de crecimiento.

Costos

El menor costo de plantación por hectárea lo tuvo el tratamiento (T0) sin desmalezado y sin fertilizante con \$ 273,79 USD, pero tuvo \$ 0.41 USD/planta que representa el mayor costo por planta al final de la investigación, causado debido la menor sobrevivencia por hectárea con el 40%

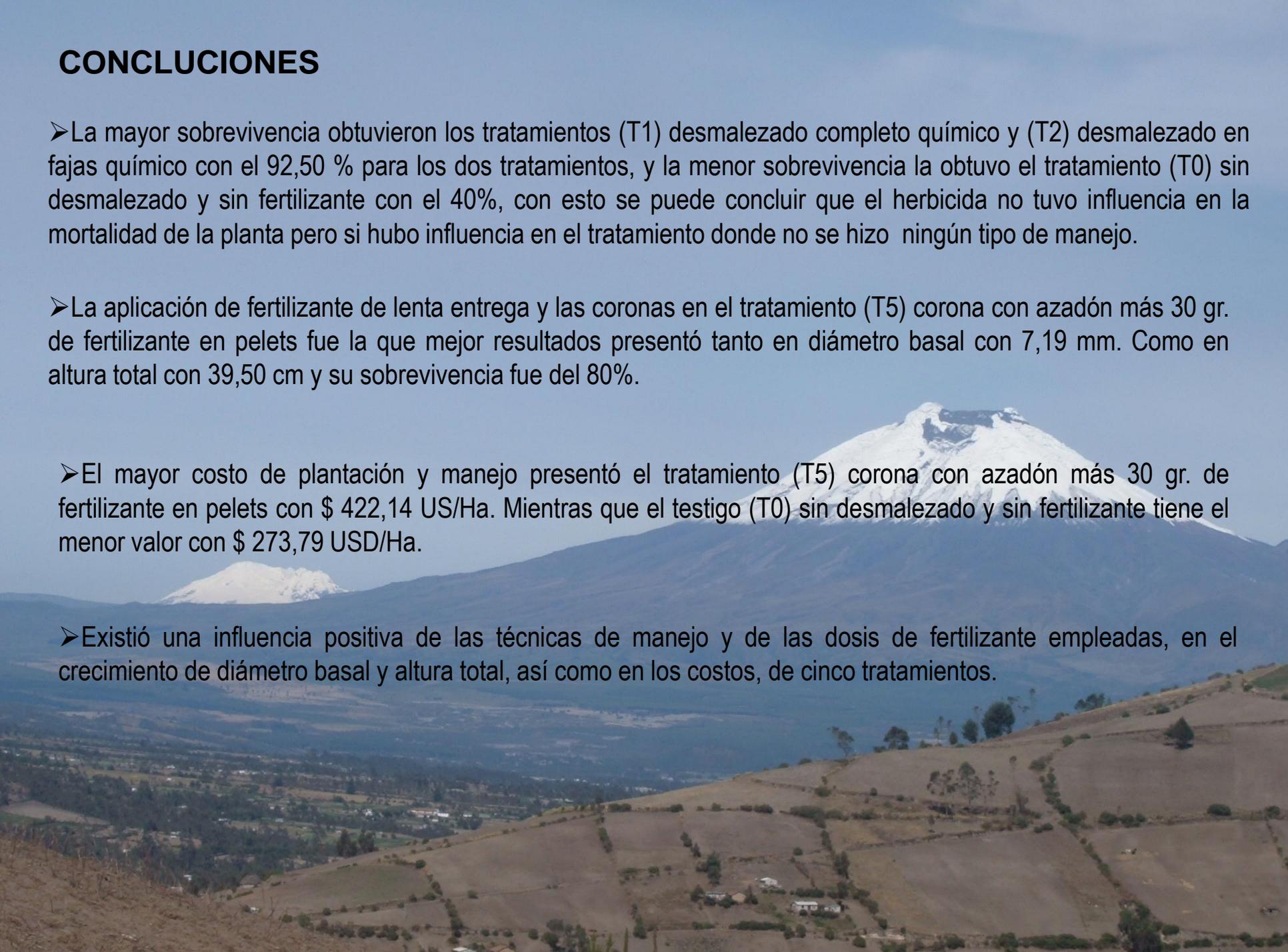
En los tratamientos donde se aplicaron los herbicidas y coronas el mayor costo por hectárea tuvo el (t3) corona con azadón con un valor de 391,60 USD/Ha y un costo por planta de 0.27 USD debido a que se utilizó mayor número de jornales para eliminar las malezas, pero el menor costo tuvo el (t2) desmalezado en fajas químico con un valor de .346,47 USD/Ha y un costo por planta de 0.22 USD, este valor se debe a que los jornales utilizados en la aplicación del herbicida fueron menores como también influyo que tuvo mayor sobrevevencia

En cuanto a los tratamientos donde se aplico fertilizante (pelets) el tratamiento mas costoso fue el (t5) corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets debido a que se agrego más cantidad de gramos de fertilizante con un costo de plantación de 422,14 USD/ha y un costo unitario de 0.32 USD, frente al tratamiento (t4) corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets con un costo de 410,00 USD/Ha y por planta un valor de \$ 0.30 USD.

Esto demuestra que hubo una influencia positiva de los diferentes tratamientos en el costo final por planta transcurrido los 360 días

CONCLUSIONES

- La mayor sobrevivencia obtuvieron los tratamientos (T1) desmalezado completo químico y (T2) desmalezado en fajas químico con el 92,50 % para los dos tratamientos, y la menor sobrevivencia la obtuvo el tratamiento (T0) sin desmalezado y sin fertilizante con el 40%, con esto se puede concluir que el herbicida no tuvo influencia en la mortalidad de la planta pero si hubo influencia en el tratamiento donde no se hizo ningún tipo de manejo.
- La aplicación de fertilizante de lenta entrega y las coronas en el tratamiento (T5) corona con azadón más 30 gr. de fertilizante en pelets fue la que mejor resultados presentó tanto en diámetro basal con 7,19 mm. Como en altura total con 39,50 cm y su sobrevivencia fue del 80%.
- El mayor costo de plantación y manejo presentó el tratamiento (T5) corona con azadón más 30 gr. de fertilizante en pelets con \$ 422,14 US/Ha. Mientras que el testigo (T0) sin desmalezado y sin fertilizante tiene el menor valor con \$ 273,79 USD/Ha.
- Existió una influencia positiva de las técnicas de manejo y de las dosis de fertilizante empleadas, en el crecimiento de diámetro basal y altura total, así como en los costos, de cinco tratamientos.



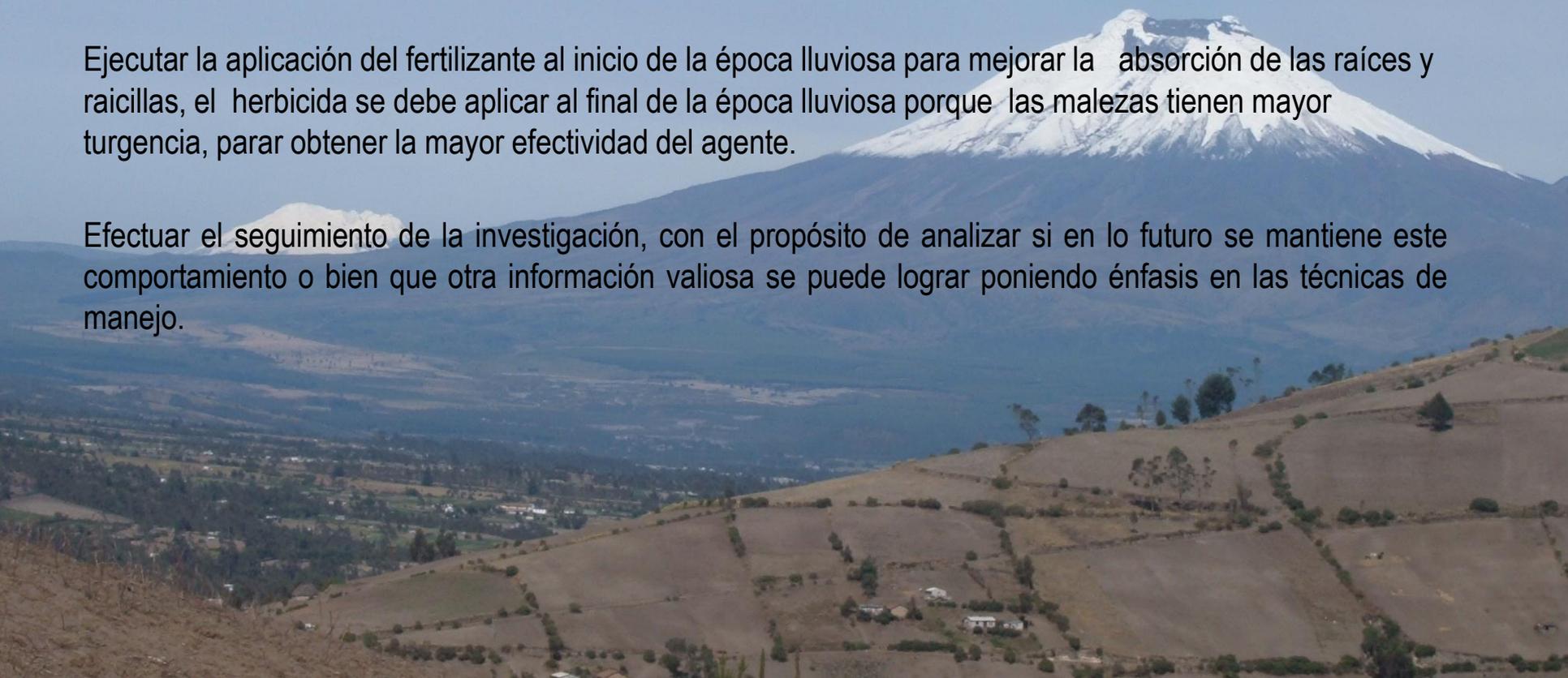
RECOMENDACIONES

Dar énfasis en la habilitación de terreno para la plantación, debido a que favorece la sobrevivencia y ayudan en el desarrollo y crecimiento de la planta.

La realización de coronas y la aplicación de herbicida se debe hacerlas antes de la plantación para evitar pérdidas de plantas por cortes del azadón y en el caso del herbicida por contacto del agente con las plantas.

Ejecutar la aplicación del fertilizante al inicio de la época lluviosa para mejorar la absorción de las raíces y raicillas, el herbicida se debe aplicar al final de la época lluviosa porque las malezas tienen mayor turgencia, para obtener la mayor efectividad del agente.

Efectuar el seguimiento de la investigación, con el propósito de analizar si en lo futuro se mantiene este comportamiento o bien que otra información valiosa se puede lograr poniendo énfasis en las técnicas de manejo.



Anexos



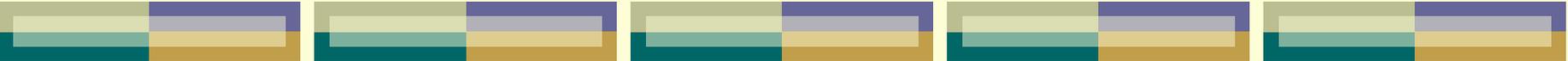












GRACIAS

