

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

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

**Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Forestal**

**Autor**

**Diego Fernando Rueda Guerrero**

**Director**

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

**Ibarra – Ecuador**

**2.010**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

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

**Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el Título de:**

**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADA:**

**Ing. Cervio A. Jaramillo S. Mg. Sc.**

**Director** .....

**Ing. Carlos Arcos.**

**Asesor** .....

**Ing. Raúl Arevalo.**

**Asesor** .....

**Ing. Edgar Vásquez**

**Asesor** .....

**Ibarra – Ecuador**

**2.007**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico

A Dios y ala Virgen.

Por que me han enseñado que el mundo está en las manos de aquellos que tienen el coraje de soñar y correr el riesgo de vivir sus sueños, cada uno de ellos no los hubiese podido lograr sin la ayuda de mis seres queridos quienes me apoyaron durante todo el transcurso de esta ardua tarea.

A mis Padres: Segundo Lauro Rueda Hernades y María Leonor Guerrero Arciniega quien con su infinito amor y consejos constituyeron una base solida en la formación personal y profesional.

A mi hijo Dylan por su sonrisa y ternura que ha sido fuente de inspiración y de superación.

Diego Rueda

## **AGRADECIMIENTO**

Dejo constancia de mi sincero agradecimiento al Ing. M.Sc. : Antonio Jaramillo que apporto con sus valiosos conocimientos y sus acertadas sugerencias.

A los miembros del Comité Consejero, Ing. Aníbal Arévalo, Ing. M. Sc. Edgar Vásquez y al Ing. Raúl Arévalo, por la revisión del documento y valiosas sugerencias.

Al Ing.: Juan Pablo Fontecilla Gerente Forestal de ACOSA por la apertura y el apoyo económico. Al Ing. Andrés Varhola por el auspicio y orientación durante toda la investigación. Al Per. For. Xavier Suarez por su respaldo profesional.

Al Personal del Departamento Forestal de Aglomerados Cotopaxi S.A., Sr. Estiven Ribadeneira por el apoyo logístico durante las evaluaciones. Al personal de la Fundación Forestal Juan Manuel Durini, Ing. Bladimir Herrera por la colaboración desinteresada en la redacción del documento, al Sr. Marco Cantuña por la ayuda en la elaboración de los mapas.

A mis amigos y a todas las personas que me ayudaron en la finalización de esta investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Tema</b>	<b>página</b>
CARÁTULA	i
APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCION	1
1.1. Problema	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis	3
CAPÍTULO II	4
REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Descripción de la especie	4
2.1.1. Área de distribución	4
2.1.2. Requisitos ecológicos	5
2.1.3. Características botánicas	6
2.1.4. Manejo	6
2.2. Usos	7
2.3. La fertilización forestal	7
2.4. Nutrientes esenciales para los árboles	9

<b>Tema</b>	<b>página</b>
2.5. Función de los macronutrientes	9
2.5.1. Carbono (C)	9
2.5.2. Oxígeno (O)	10
2.5.3. Hidrógeno (H)	10
2.5.4. Nitrógeno (N)	10
2.5.5. Fosforo (P)	11
2.5.6. Potasio (K)	11
2.6. Función de los Micronutrientes	12
2.6.1. Cloro (Cl)	12
2.6.2. Hierro (Fe)	12
2.6.3. Boro (B)	13
2.6.4. Manganeseo (Mn)	13
2.6.5. Molibdeno (Mo)	13
2.7. Las Malezas	14
2.8. Habilitación del terreno	15
2.8.1. Desmalezado Manual	16
2.8.1.1. Desmalezado en coronas con azadón	16
2.8.2. Desmalezado químico	17
2.8.2.1. Fumigación con glifosato	18
CAPÍTULO III	19
MATERIALES Y METODOS	19
3.1 Localización del sitio de estudio	19
3.2 Condiciones ambientales	19
3.3 Diseño experimental y tratamientos	20
3.3.1. Análisis estadístico	21
3.3.1.1. Esquema de análisis de varianza	21
3.3.2. Descripción de tratamientos	22
3.3.3. Forma de bloques y parcelas	24
3.4. Materiales empleados	25

<b>Tema</b>	<b>página</b>
3.5. Ubicación	26
3.6. Delimitación e instalación	27
3.7. Hoyado	27
3.8. Plantación y fertilización	28
3.9. Variables en estudio	28
3.9.1 Altura	28
3.9.2 Diámetro basal	29
3.9.3. Supervivencia	29
3.9.4. Costos	29
CAPÍTULO IV	30
RESULTADOS	30
4.1 Supervivencia	30
4.1.1 Supervivencia a los noventa días	30
4.1.2 Supervivencia a los trescientos sesenta días	31
4.2 Diámetro basal	33
4.2.1 Diámetro basal a los noventa días	33
4.2.2 Diámetro basal a los ciento ochenta días	34
4.2.3 Diámetro basal a los doscientos setenta días	36
4.2.4 Diámetro basal a los trescientos sesenta días	37
4.3 Crecimiento en Altura	39
4.3.1 Crecimiento promedio en altura a los noventa días	39
4.3.2 Crecimiento promedio en altura a los ciento ochenta días	40
4.3.3 Crecimiento promedio en altura a los doscientos setenta días	42
4.3.4 Crecimiento promedio en altura a los trescientos sesenta días	43
4.4 Análisis de regresión y correlación	45
4.4.1. Relación de crecimiento de diámetro basal en función de tiempo y tratamiento	46
4.4.2 Relación de crecimiento en altura en función de tiempo y tratamiento	47
4.5. Costos	48

<b>Tema</b>	<b>página</b>
4.5.1. Costos de establecimiento de plantación y manejo silvicultural	49
CAPÍTULO V	52
DISCUSIÓN	52
CAPÍTULO VI	55
CONCLUSIONES	55
CAPÍTULO VII	56
RECOMENDACIONES	56
CAPÍTULO VIII	57
RESUMEN	57
CAPÍTULO IX	59
SUMMARY	59
CAPÍTULO X	61
BIBLIOGRAFÍA CITADA	61



## CAPÍTULO XI

## ANEXOS

1.	Datos climáticos mensuales del año 2005-2006.	64
2.	Análisis de Variancia de la sobrevivencia (%) a los noventa días	64
3.	Análisis de Varianza de la sobrevivencia (%) a los trescientos sesenta días	64
4.	Análisis del Diámetro Basal promedio en (cm.) a los noventa días	65
5.	Análisis del Diámetro Basal promedio en (cm.) a los ciento Ochenta días	65
6.	Análisis del Diámetro Basal promedio en (cm.) a los doscientos setenta días	65
7.	Análisis del Diámetro Basal promedio en (cm.) a los trescientos sesenta días	65
8.	Análisis de Variancia de la Altura promedio (cm.) a los noventa días	66
9.	Análisis de Variancia de la Altura promedio (cm.) a los ciento ochenta días	66
10.	Análisis de Variancia de la Altura promedio (cm.) a los doscientos setenta días	66
11.	Análisis de Variancia de la Altura promedio (cm.) a los trescientos sesenta días	66
12.	Ubicación de los Tratamientos en Campo	67
13.	Ubicación del Ensayo en el Mapa del Ecuador	68
14.	Patrimonio Forestal ACOSA Ubicación de la Hacienda y Rodal	69
15.	Fotografías de la investigación	70

## Foto

1.	Área de la Investigación	70
2.	Fertilizante de entrega lenta (Pelets)	70
3.	Altura de pasto	71
4.	Aplicación de herbicida (glifopac)	71
5.	Muerte de maleza en fajas	72
6.	Corona con azadón	72
7.	Hoyado en coronas	73
8.	Plantación en coronas	73
9.	Corona con planta a los noventa días	74
10.	Plantación en coronas + 30 gr de pellets	74
11.	Plantación en coronas + 15 gr. de pellets	75
12.	Plantación sin coronas ni herbicida	75
13.	Muerte de planta de <i>Pinus patula</i> causa el no manejo silvicultural	76
14.	Daño del ápice de la planta por heladas	76

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>página</b>
1. Análisis de varianza	20
2. Esquema de ADEVA	21
3. Descripción de los tratamientos	22
4. Prueba Tuckey de sobrevivencia en % a los 90 días	31
5. Prueba Tuckey de sobrevivencia en % a los 360 días	32
6. Prueba Tuckey de diámetro basal en (mm) a los 90 días	33
7. Prueba Tuckey Diámetro basal a los ciento ochenta días.	35
8. Prueba Tuckey del Diámetro basal a los doscientos sesenta días	36
9. Prueba Tuckey del Diámetro basal a los trescientos sesenta días	38
10. Prueba Tuckey de la altura total inicial en cm. a los noventa días	39
11. Prueba Tuckey de la altura total en cm. a los ciento Ochenta días	41
12. Prueba Tuckey de la altura total en cm. a los doscientos setenta días	42
13. Prueba Tuckey de la altura total en cm. a los trescientos setenta días	44
14. Ecuaciones de Regresión por Tratamiento	45
15. Sin desmalezado y sin fertilizante (T0)	49
16. Desmalezado completo químico (T1)	50
17. Desmalezado en fajas químico (T2)	50
18. Corona con Azadón (T3)	50
19. Corona con Azadón + 15 gr. de pellets (T4)	51
20. Corona con Azadón + 30 gr. de pellets (T5)	51
21. Resumen de Costos por tratamiento	51

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico</b>	<b>página</b>
1. Ubicación de los árboles en la parcela	24
2. Supervivencia de <i>Pinus patula</i> a los 90 días	31
3. Supervivencia de <i>Pinus patula</i> a los 360 días	32
4. Diámetro basal promedio de <i>Pinus patula</i> a los 90 días	34
5. Diámetro basal promedio de <i>Pinus patula</i> a los 180 días	35
6. Diámetro basal promedio de <i>Pinus patula</i> a los 270 días	37
7. Diámetro basal promedio de <i>Pinus patula</i> a los 360 días	38
8. Altura Total Promedio de <i>Pinus patula</i> a los 90 días	40
9. Altura Total Promedio de <i>Pinus patula</i> a los 180 días	41
10. Altura Total Promedio de <i>Pinus patula</i> a los 270 días	43
11. Altura Total Promedio de <i>Pinus patula</i> a los 360 días	44
12. Ecuaciones de regresión por tratamiento	46
13. Crecimiento trimestral de diámetro en <i>Pinus patula</i>	47
14. Promedios de altura trimestral en (cm) en <i>Pinus patula</i>	48

## CAPITULO I

### 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).

Por estas razones se hace necesario realizar estudios en las nuevas plantaciones que contribuyan a mantener un stock permanente de materia prima para la industria de la madera. Esta ha sido una de las prioridades de la Empresa Aglomerados Cotopaxi S. A., que se encuentra empeñada en investigar nuevas alternativas de manejo, con el fin de proveer de materia prima de calidad y en menor tiempo para fomentar sus áreas boscosas.

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.

## **1.1 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.

## **1.2 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.

### 1.3 *Objetivos*

#### 1.3.1 **Objetivo general**

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

#### 1.3.2 **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.

### 1.4 **Hipotesis**

**H<sub>0</sub>** = *Pinus patula* posee igual crecimiento en los diferentes tratamientos de desmalezado y fertilizantes.

**H<sub>i</sub>** = Al menos en uno de los tratamientos en estudio, va a demostrar diferencias.

## CAPITULO II

### REVISION DE LITERATURA

#### 2.1 *Descripción de la especie*

##### 2.1.1 **Identificación**

**Nombre común:** Pino patula

**Especie:** *Pinus patula* Schl.et Cham

**Familia:** PINACEAE

### 2.1.2 Área de distribución

El *P. patula* es nativo de México, pero ahora el 95% de población total de plantaciones de *P. Patula* en el mundo se encuentra al este, centro y sur de África (Lamprecht, 1989).

En Ecuador el *P. patula* es la segunda especie en relación de la superficie plantada en el país, 41% de total (Añazco, 1996). Citado por (Hofstede R, Lips J, Jongsma W, Sevink Y, 1998).

### 2.1.3 Requisitos ecológicos

Los límites del rango de *P. patula* están definidos por tres factores:

- El suelo debe tener una disponibilidad de humedad todo el año.
- El suelo tiene que ser ácido.
- El tercer factor está relacionado con la temperatura máxima que en el mes más caliente no tiene que sobrepasar los 29°C en promedio. (Wornald, 1975). Citado por (Hofstede R, Lips J, Jongsma W, Sevink Y, 1998).

El *P. Patula* prefiere temperaturas promedios anuales de 12 - 18°C con una mínima absoluta de -10°C. La precipitación tiene que estar dentro de 1.000 – 2000 mm anual (Lamprecht, 1989). En el sur del Ecuador en las provincias Loja, Azuay y Cañar el establecimiento de *P. patula* ha sido más generalizado. Aquí las plantaciones están establecidas en suelos superficiales y pedregosos (Galloway, 1987), que generalmente son sitios de baja calidad. Citado por (Hofstede R, Lips J, Jongsma W, Sevink Y, 1998).

En lo que se refiere a su preferencia por suelos, esta especie soporta texturas diversas. Su área de dispersión altitudinal (no sobre los 3300 m.s.n.m.) es la marca prácticamente sus límites de adaptabilidad (Spier/Biederbick, 1980).



#### **2.1.4 Características botánicas**

Esta especie posee hojas de color verde, con tono amarillento limbo formado por 5 agujas o foliolos aciculares, de 25 a 30 centímetros de largo, su formación es triangular, borde dentado (sólo se puede apreciar al tacto), cara superior suave, parte inferior se presenta áspera, nervadura no es disponible distinguirla a simple vista. Inserción en las ramas, esparcidas.

Flores se presentan formadas por escamas con apéndice laminar agrupadas en forma de cono, de 5 a 7 centímetros de longitud. El color de las escamas se aprecia de un verde blanquecino, mientras que los apéndices es café claro.

Fruto y semillas Se presenta en forma similar al “pino de Monterrey”. Las semillas son aladas y están contenidas dentro de un cono seco que tiene aproximadamente 10 centímetros de largo (Spier/Biederbick, 1980).

#### **2.1.5 Manejo**

En general, los modelos de manejo para *P. patula* son más intensivos que para *P. radiata*. Aparte de tener más raleos, se pone más atención en la poda porque *P. Patula* es muy ramificado y casi no tiene poda natural, esta poda entonces sirve para mejorar la accesibilidad de la plantación y para reducir el impacto y el riesgo del fuego. Además recomienda 2-3 desyerbas en el primer año en sitios de buena calidad. (Burgers 1972) citado por ( Hostede lips, Jongsma, Sevink , 1998).

#### **2.2 Usos**

El *P. patula* sirve como planta ornamental, ya que tiene un efecto más decorativo sobre el paisaje, que el pino de Monterrey. Su madera es apta para todo uso, donde la resistencia mecánica no significa un factor primordial. Por lo general, su aprovechamiento es similar al del *Pinus radita* (Spier/Biederbick, 1980).

### 2.3. *La Fertilización forestal*

La fertilización es la aportación de sustancias minerales u orgánicas al suelo de cultivo con el objeto de mejorar su capacidad nutritiva. Este método de fertilización consiste en alimentar a las plantas directamente mediante su abastecimiento con sustancias nutritivas químico sintéticas solubles en agua por medio de la osmosis forzosa. (Suquilanda 1995).

La fertilización forestal forma parte del manejo silvícola en muchos países; en el Ecuador, las plantaciones forestales en general se las establece en zonas con terrenos de poca fertilidad, de ahí la importancia que se debe dar a experiencias relacionadas con fertilización en plantaciones en proceso o en rodales ya establecidos.

Los fertilizantes contienen nutrientes para plantas y pueden incorporarse al suelo para aumentar su fertilidad natural, su modo de acción es directo. Cuando se aplican los fertilizantes adecuados suele presentarse una considerable mejora tanto en calidad como en la cantidad de los productos obtenidos, (Canon 1983, 1990) citado por Meneses (1995).

En un estudio de la fertilización establecido en 1976, *Pinus patula* y *Cupressus lusitanica* respondieron a la aplicación combinada de boro y fósforo más nitrógeno, al finalizar los dos años de crecimiento (Ladrach, 1978) citado por Cannon. Adicionalmente, en el mismo estudio se observó que la aplicación del boro en forma de borax disminuyó la incidencia de las dos especies de formar bifurcaciones y se corrigió la tendencia del ciprés de achaparrarse. Sin embargo, luego de cuatro años, las respuestas tempranas habían disminuido a tal punto de que no fueron significativas, estadísticamente, pero en el caso de *p. patula* la aplicación de 100 gramos de calfos y 5 gramos de borax resultó en un aumento de 50% en el volumen total (Cannon, 1981).

Fertilizando *Pinus patula* y al utilizar diferentes dosis de NPK y bórax por año, la aplicación de 75 g de NPK aumentó la altura en un 27% y las tasas de 20 y 50 g aumentaron en un 12% y 15% respectivamente. La combinación de 75 g de NPK más 50 g de bórax provocaron un aumento del 48% en altura en relación al testigo. La aplicación de

100 g de bórax por planta resultó tóxico (reducción de crecimiento en un 12% y aumento del 14% en la mortalidad) (Cannon, 1983).

En cualquier caso las decisiones relativas del manejo de la nutrición deben basarse en las respuestas de la productividad y el estado vigente del suelo, con frecuencia, los bosques responden muy bien a la fertilización. (Binkley, 1993).

Según los resultados de una investigación realizada con productos similares en Maula Chico provincia del Chimborazo en la misma especie investigada (*P. radiata*), los mejores resultados en crecimiento de altura los consiguió con 2 y 1 pastilla de fertilizante, es decir 30 y 15 gramos de fertilizante de liberación lenta. Según la investigación realizada por Herrera en la Provincia del Cotopaxi los mejores resultados en diámetro y altura lo consiguió con 30 y 20 gramos de pelets. (Herrera, 2003).

## **2.5 Nutrientes esenciales para los árboles**

Las plantas necesitan de 16 elementos conocidos como esenciales para el crecimiento de árboles forestales. De estos, 4 se originan en la atmósfera, y 12 en el suelo.

En la actualidad se conocen 16 elementos que son esenciales para el crecimiento de los árboles. Estos se pueden dividir en dos grupos los cuales se denominan macronutrientes y micronutrientes. Esta división se basa a la necesidad relativa de estos nutrientes que tienen los árboles.

De los cuales nueve macronutrientes que se necesitan en el follaje de los árboles a niveles generalmente de 1000 partes por millón (ppm) o más y 7 micronutrientes que se requieren generalmente 100 ppm o menos (Salisbury y Ross, 1978) Citado por Cannon.

## **2.6. Función de los Macronutrientes**

### **2.6.1 Carbono ( C )**

El carbono forma los esqueletos de todas las moléculas orgánicas del árbol incluyendo la celulosa. Entra al árbol como CO<sub>2</sub> a través de los estomas de las hojas o acículas y durante la fotosíntesis se reduce el C. Esto quiere decir que obtiene mucho hidrógeno del agua.(Davey, 1983).

### **2.6.2 Oxígeno ( O )**

Hay dos fuentes mayores y una fuente menor de oxígeno para el árbol. Primero, una buena parte del oxígeno entra a la planta como parte del CO<sub>2</sub> utilizado en la fotosíntesis. Segundo el O se saca directamente de la atmósfera durante la respiración como O<sub>2</sub>. Tercero, una pequeña cantidad de O se adquiere del agua a través de reacciones de hidrólisis.(Davey, 1983)

### **2.6.3 Hidrógeno ( H )**

El hidrógeno es el tercer elemento en cuanto a porcentaje de composición del árbol y representa aproximadamente el 6% del peso total del árbol. La fuente de H es el Agua que se utiliza en la fotosíntesis y por lo tanto cualquier deficiencia de hidrógeno es el resultado de la sequía ya que impide ambos el estado del agua en los árboles y causa que los estomas se cierren, impidiendo así la formación de CO<sub>2</sub> y evitando que ocurra la fotosíntesis.(Davey, 1983)

### **2.6.4 Nitrógeno ( N )**

Hay 2 formas principales de N en el suelo que pueden ser utilizados por los árboles. Son estas, el amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y el nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). La mayor parte de las especies de árboles parecen aprovechar más eficientemente el NH<sub>4</sub><sup>+</sup> que el NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Esto es verdad en el caso de todos los pinos y la mayor parte de las especies latifoliadas que se han estudiado. La última

fuente de N es el N<sub>2</sub> de la atmósfera. Puede fijarse en las formas orgánicas solamente gracias a un pequeño grupo de microorganismos que incluyen bacterias especializadas, actinomicetes, y las algas azul verdosas.

En el árbol, el N es una parte esencial de todos los aminoácidos, proteínas, enzimas y coenzimas, moléculas de clorofila, nucleótidos, ácidos nucleicos y muchos otros componentes vegetales. Por tanto, es un elemento extremadamente importante. (Davey, 1983)

### **2.6.5 Fósforo ( P )**

El árbol toma el fósforo en una de dos formas inorgánicas. Estas son: H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> y HPO<sub>4</sub><sup>-2</sup>. La buena parte del fósforo en el suelo está presente en los componentes de materia orgánica pero éstos deben ser mineralizados por microorganismos para convertirlos en forma inorgánica para que el árbol los use. El fósforo es el segundo elemento más comúnmente deficiente después del nitrógeno en los suelos forestales.(Davey, 1983)

### **2.6.6 Potasio ( K )**

El único macronutriente que no tiene un papel estructural en el árbol es K, sin embargo se necesita en cantidades relativamente grandes para cumplir con sus diversas funciones reguladoras. En ambos el suelo y el árbol, el potasio se encuentra como K<sup>+</sup> ion. Consecuentemente es altamente móvil en el árbol y puede ser lixiviado de las hojas por la lluvia. Davey (1983).

## **2.7 Función de los Micronutrientes**

### **2.7.1 Cloro ( Cl )**

Aunque este micronutriente es obviamente esencial para el crecimiento del árbol, solamente se ha confirmado una función del cloro. Aumenta la tasa de transferencia de

electrones del agua a la clorofila durante la fotosíntesis. La formación de raicillas partidas en las puntas en las plantulas deficientes en cloro sugiere que aún falta por descubrir otras funciones de este micronutriente. El  $\text{Cl}^-$  ion es absorbido del suelo y a pesar del hecho de que es uno de los micronutrientes más abundantes en el árbol, la necesidad del mismo en el árbol es muy pequeña. No ha habido informes concretos sobre deficiencias de Cl en los bosques. (Davey, 1983)

### **2.7.2 Hierro ( Fe )**

Los árboles que presentan deficiencias de hierro son bastantes comunes pero la deficiencia está más fuertemente relacionada con especies de árboles o con la edad, que con la falta de este elemento en el suelo.

Afortunadamente a excepción de aquellas especies que están genéticamente predispuestas a la deficiencia de hierro, se ha sabido de muy poca deficiencia de hierro en árboles forestales que vaya más allá de la etapa de la plántula, excepto en lugares donde se han plantado mal o en suelos calcáreos con altos valores de pH. (Davey, 1983)

### **2.7.3 Boro ( B )**

De los elementos menores el boro es el que más comúnmente está en deficiencia en los suelos forestales (Stone, 1968). Citado por Davey. Es especialmente probable que haya deficiencia de boro en los suelos derivados de ceniza volcánica. (Davey, 1983)

Uno de los primeros resultados de deficiencia de boro es la cesación de crecimiento de las puntas de las raíces. A esto se sigue el daño y a menudo la muerte de los meristemas. (Davey, 1983)

### **2.7.4 Manganeso ( M )**

La mayor parte de los árboles toleran amplios rangos en el nivel de manganeso en sus tejidos. Sin embargo, se ha sabido de deficiencias y de toxicidad por manganeso en los

árboles. La tasa de acumulación de manganeso depende fuertemente de la especie de árbol. (Davey, 1983)

### **2.7.5 Molibdeno ( Mo )**

De los nutrientes que el árbol necesita, el molibdeno es el que se requiere en menores cantidades. Su única función conocida es la de reducción del nitrato. Los microbios que fijan N requieren de cantidades ligeramente mayores dentro y sobre el suelo y en los nódulos. (Davey, 1983).

## **2.8 Las Malezas**

La maleza constituye el enemigo más importante y de una masa forestal, de cuyo eficaz combate depende, en la mayoría de los casos, el futuro de la masa boscosa. Vale la pena repetir que la maleza compite con el repoblado por el agua, los nutrientes y el espacio, y que si la densidad es alta por efecto de las auxinas ganan rápidamente en altura por escases de luz, ahogando al repoblado. No obstante no toda ofrece el mismo peligro, pues ello depende del tipo de maleza, de su posición respecto a las plantas cultivadas, de la edad del repoblado y de las condiciones de la estación. Por ello, se debe estudiar bien cuáles son perjudiciales y combatir las en el momento oportuno. (Alvarez, Varona, 1988).

Las malezas y pastos comerciales compiten activamente con plántulas y arbolitos por el agua y los nutrientes del suelo. También pueden producir sustancias alelopáticas dañinas para las raíces de los árboles (Klingman y Ashton, 1982) citado por Cannon, 1984.

El crecimiento del eucalipto se ve particularmente afectado por la presencia de especies de pasto comercial. Los pinos también son afectados por los pastos. (Cannon, 1984)

Detroux (1966) citado por Meneses señala que las malezas absorben gran parte de los abonos naturales del suelo, y en particular de los nitratos, además pueden servir de hospedaje para insectos y enfermedades.

La competencia entre las malezas en plantaciones forestales, adquiere cada día más relevancia, un control adecuado de plantas invasoras, evitan pérdidas iniciales de crecimiento y mejora la sobrevivencia de la planta. La combinación de herbicidas, remoción del suelo y fertilización al establecer las plantaciones han dado resultados muy halagadores. (CHILE FORESTAL, 1987) citado por Meneses

Según Varhola, 2004 dice que “La maleza es la Vegetación que compite con la especie forestal de interés, perjudicando su desarrollo y crecimiento.”

## **2.9 Habilitación del Terreno**

Según Varhola, 2004 la Habilitación del terreno es el “Conjunto de faenas que constituyen un requisito indispensable para el posterior establecimiento de plantaciones, con el objeto de minimizar la competencia sobre la especie de interés, mejorar el rendimiento, favorecer la adecuada accesibilidad y permitir que se obtenga la densidad deseada de plantación”

Antes de realizar cualquier faena de habilitación de terreno, se debe planificar la faena en el rodal observando la superficie a intervenir, asegurándose que cuentan con todo el equipo de seguridad y herramientas necesarias para el cumplimiento de la faena, y procurando que se realice de forma oportuna.

La habilitación de terreno debe programarse de tal forma que el establecimiento de la plantación ocurra en el menor tiempo posible luego de finalizada la faena , para evitar un nuevo crecimiento de la vegetación competidora. Un área habilitada debe ser plantada en la temporada invernal inmediatamente próxima.

Se han definido cuatro faenas distintas de habilitación de terreno:

### **2.9.1 Dezmalezado Manual**

Según Varhola, 2004 dice que el desmalezado manual es la “Eliminación de toda la vegetación que puede competir posteriormente con la plantación futura mediante el uso



de herramientas cortantes (machete). El desmalezado manual es la faena de habilitación de terreno más apropiada ambientalmente, que debería hacerse siempre que sea posible.”

Se lo realiza caminando en líneas paralelas, los grupos de trabajo realizan un desmalezado total del rodal cortando la maleza a una altura no mayor 10 cm desde el suelo y cuidando al máximo de no dañar las plantas de la especie de interés.

### **2.8.1.1 Desmalezado en Coronas con azadón**

El desmalezado en coronas con azadón es la “Eliminación de competencia (pastos y arbustos) alrededor de la planta en plantaciones jóvenes, donde la maleza se encuentra en forma abundante y agresiva, tratando de suprimir y eliminar a la planta.

Las coronas con azadón se realizan uno y dos años después de haber sido establecida la plantación si las plantas poseen menos de 1 m de altura. Si poseen mas de 1 m las coronas no son necesarias.

El trabajador realiza coronas circulares de 50 cm de radio alrededor de cada planta cortando la maleza al ras del piso, dejando el suelo expuesto y cuidando de no dañar a la especie en interés. (Varhola, 2004).

### **2.8.2 Desmalezado Químico**

Según Varhola, 2004 el desmalezado químico “ consiste en la eliminación total de la vegetación mediante el uso de herbicidas en áreas donde se requiere la eliminación total sin posibilidad a rebrote” por ejemplo para la eliminación de rebrotes de eucalipto.

El desmalezado químico es una alternativa para el desmalezado manual con el objeto de aumentar rendimientos en la faena.

En el caso de tener que controlar malezas herbáceas en postplantación de pino y eucalipto, existen varias alternativas de control químico, entre ellas, mezcla de productos

como la que agrupa algunos ingredientes activos. Esta mezcla presenta alta selectividad para ambas especies (no provoca daño o estrés a la planta).

Existen mezclas de productos que pueden aplicar desde el primer día de plantación, sin provocar daño a los árboles y que tienen un amplio espectro controlando gramíneas y latifoliadas.

Las aplicaciones deben hacerse idealmente sobre malezas en activo crecimiento ya sea en fajas sobre las hileras de plantación o bien a toda la superficie. (Forestal Chile, 1998).

#### **2.8.2.1 Fumigación con glifosato.**

Según Varhola (2004) dice según las experiencias obtenidas en terreno, que para la eliminación de rebrotes de eucalipto y la fumigación sean óptimas es necesario que los rebrotes no posean una altura superior a 0,6 a 1 m.

Que el producto no se debe aplicar cuando llueve para evitar el lavado del mismo; las lluvias que ocurran dentro de un periodo de ocho horas desde la aplicación pueden reducir hasta el 100% la efectividad del tratamiento.

El glifosato se mezcla fácilmente con agua, y a esta mezcla puede adicionarse opcionalmente un fijador que sirve para romper la tensión superficial del agua (Agral 90 o detergente en polvo). En el caso de usar detergente, se mezclarán 100 gramos por cada 200 litros de agua; en caso de usar otros productos, seguir las instrucciones del fabricante.

Una vez preparada la mezcla se carga en las bombas de 15 litros para su aplicación en terreno.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### **3.1 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.

#### **3.2 Condiciones ambientales**

##### **3.2.1 Piso altitudinal**

Según la Clasificación de Holdrige citado por Cañadas (1983) describe que el área se encuentra en la transición: Bosque húmedo sub-andino y bosque sub húmedo sub alpino. Los meses más fríos y más secos durante el año son julio y agosto.

##### **3.2.2 Topografía y suelos**

Los suelos del área de estudio son: arenoso derivados de material volcánico, poco meteorizado, constituidos por una mezcla de gravas y piedras y una sucesión de capas de ceniza y pómez (UDEORTHENT).

La pendiente es irregular, los suelos tienen una capa de materia orgánica de (2cm) suelo negro orgánico, el horizonte inferior está constituido principalmente de piedra pómez (Cañadas, 1983).

### 3.3 *Diseño experimental y tratamientos*

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 1

Cuadro 1: Análisis de Varianza

**A. D. V. A.**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>
Bloques	5-1 = 4
Tratamientos	6-1 = 5
Error	20
<b>Total</b>	<b>6 X 5-1 = 29</b>

#### **Modelo Estadístico**

$$Y_{ij} = u + \beta_j + \tau_i + \Sigma_{ij}$$

Donde:

**u** = Media general

**$\beta_j$**  = Efecto del bloque

**$\tau_i$**  = Efecto del *i*ésimo tratamiento.

**$\Sigma_{ij}$**  = Error experimental

### 3.3.1 Análisis Estadístico

#### 3.3.1.1 Esquema de Análisis de Varianza

Cuadro 2: Esquema del ADEVA.

<b>A D E V A</b>				
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F Cal</b>
Bloque	(r-1)	$\Sigma X^2 \cdot j / t - Fc$	SCAB/GLB	CMB/CME
Tratamiento	(t-1)	$\Sigma X^2 \cdot i / r - Fc$	SCt/GLt	CmT/CMt
Error Experimental	(r-1)(t-1)	$\Sigma Y_{ij} - X^2 \cdot j / t - Y_i^2 / n + Fc$	SC/GLE	
<b>Total</b>	<b>(t x r) - 1</b>	<b><math>\Sigma X^2 \cdot i \cdot j - Fc</math></b>		

### 3.3.2 Descripción de tratamientos

En el cuadro 3 se describen cada uno de los tratamientos en estudio.

Cuadro 3. Descripción de tratamientos

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

En la presente investigación se emplearon los siguientes tratamientos:

- **Sin desmalezado y sin fertilizante (T0)**, no se realizó ningún tipo de desmalezado ni aplicación de fertilizante ni durante ni después de haberse instalado la plantación, este criterio se mantuvo hasta que finalizó la investigación.
- **Desmalezado químico completo (T1)**, el desmalezado completo se efectuó aplicando el herbicida glifopac, este producto se aplico cubriendo totalmente toda la superficie en todo las parcelas, las dosis recomendadas para este tipo de pasto fue de 15 ml. por litro y se mezcló con 18 litros de agua, su aplicación se efectuó en un día donde sin precipitaciones.
- **Desmalezado químico en fajas (T2)**, para este tratamiento de igual manera se aplico el herbicida glifopac en la dosis indicada anteriormente con la misma cantidad de agua, el desmalezado químico se realizó en fajas con un metro de ancho distribuidos 50 cm a cada lado donde están ubicadas las plantas siguiendo la hilera.
- **Corona con azadón (T3)**, para este tratamiento se utilizó como herramienta el azadón, con el cual se hizo la eliminación de malezas realizando coronas de 50 centímetros de radio dejando el suelo mineral expuesto.
- **Corona con azadón mas 15 g de fertilizante en pelets (T4)**, en este tratamiento se estableció el mismo tipo de manejo para la eliminación de malezas que el tratamiento 3 con la diferencia que a estas parcelas se agregó 15 gramos de pelets fertilizante de lenta entrega.

- **Corona con azadón más 30 g de fertilizante en pelets (T5)**, para este último tratamiento se ejecuto igual que el tratamiento 4, a estas parcelas se le agregó una dosis más alta de fertilizante en 30 gramos de pelets.

### 3.3.3 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 m<sup>2</sup> (0.1764ha) y las 5 repeticiones cubrieron un área experimental de 8820 m<sup>2</sup> (0.882ha).

En la figura 1 se muestra la distribución de los árboles dentro de la parcela.

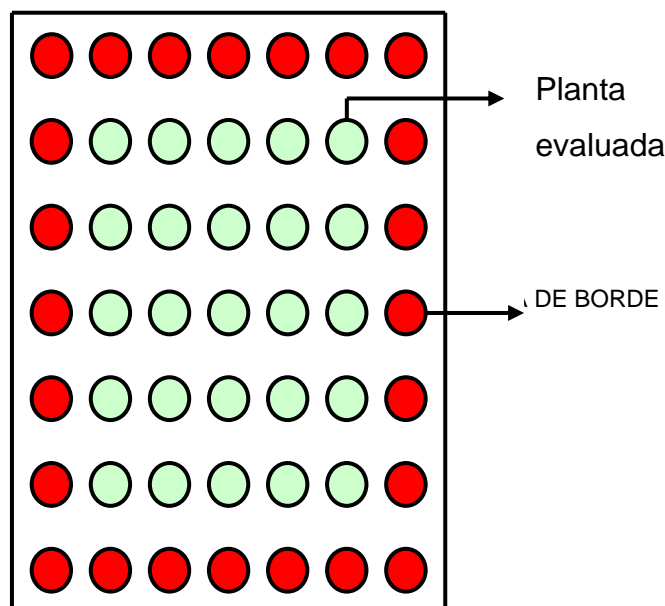


Figura 1: Ubicación de los árboles en la parcela.

En el anexo 13 se describen cada uno de los tratamientos, su simbología y su ubicación de las parcelas en el ensayo.

### **3.4 *Materiales empleados***

#### **3.4.1 Materiales**

En la instalación, eliminación de malezas, fertilización y medición de los individuos integrantes de la unidad experimental, se utilizó los siguientes materiales e insumos:

El fertilizante de lenta entrega pelets 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 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 7% y Potasio (K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 7%.

#### **Materiales y herramientas de campo.**

- ⇒ 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).
  
- ⇒ Azadón.
- ⇒ Pala de desfonde.
- ⇒ Bomba de fumigación.



## **Instrumentos.**

- ⇒ Brújula,
- ⇒ Clinómetro,
- ⇒ Cinta métrica,
- ⇒ Calibrador,
- ⇒ GPS.

## **Materiales de oficina.**

- ⇒ Hojas de campo, computadora.

### **3.4.2 Ubicación**

El ensayo se instaló en el Predio San Joaquín en el rodal: 222 A debido a que tiene las características más apropiadas para la investigación, con el mismo tipo de maleza y una densidad promedio.

### **3.5 *Delimitación e instalación***

Se delimitó cada uno de los bloques para los diferentes tratamientos y se estableció su ubicación para cada una de las parcelas, la ubicación se estableció haciendo un sorteo que permitió ubicar los tratamientos en cada una de las repeticiones.

#### **3.5.1 Hoyado**

Se procedió a realizar el hoyado, utilizando una pala de desfonde y se estableció todos los tipos de desmalezado propuestos. Para este estudio, en el Vivero San Joaquín propiedad de Aglomerados Cotopaxi S.A. se seleccionó a cada una de las plántulas que reunieron las siguientes características:

- Altura promedio 15 centímetros, diámetro promedio de cuello de 3 milímetros y totalmente lignificadas.
- Tallo recto, sanas, ni bifurcadas.
- Planta de la misma edad y procedencia.

Seleccionadas las plantas fueron transportadas a cada uno de los sitios mencionados donde se procedió a instalar el ensayo.

### **3.5.2 Plantación y fertilización**

La eliminación de malezas manual como químico se realizó antes de la plantación y se ubicaron 49 plántulas en cada parcela que fueron inmediatamente plantadas en el centro del hoyo. El fertilizante fue aplicado solo en los tratamientos corona con azadón + 15 gr. fertilizante en pelets (T4) y corona con azadón + 30 gr. fertilizante en pelets (T5) en las dosificaciones indicadas anteriormente y depositados a 15 centímetros de cada plántula, realizando un hoyo de 5 centímetros de profundidad donde se ubicaron cada una de los pelets y se los cubrió con tierra.

### **3.6 Variables en estudio**

Se procedió a medir la altura total, diámetro basal y sobre vivencia, la altura fue medida con regla graduada al centímetro completo mientras que el diámetro fue medido con un calibrador, la sobre vivencia se determinó contando el número de plantas vivas. La segunda medición se la realizó a los 3 meses, la tercera medición se la realizó a los 6 meses, la cuarta medición a los 9 meses, y la última medición a los 12 meses.

#### **3.6.1 Altura**

La altura se evaluó para cada uno de las plantas en los diferentes tratamientos en cada bloque, desde el momento de la instalación del estudio hasta la finalización de la

misma, para realizar la medición se tomo como base el suelo a un centímetro de altura y solamente fueron evaluadas las 25 plantas centrales.

### **3.6.2 Diámetro Basal**

El diámetro de la planta se tomó de igual manera que la altura a 1 centímetro de la base del suelo para ello se utilizara el calibrador o pie de rey.

### **3.6.3 Sobre vivencia**

La sobre vivencia se evaluó en porcentaje para cada una de los tratamientos en cada bloque, a partir de la instalación de la investigación hasta la finalización de la misma haciendo un conteo de las plantas muertos en cada parcela.

### **3.6.4 Costos**

Se determinó el costo de fertilización y control de malezas para cada tratamiento, tomando en cuenta el valor del fertilizante, valor del herbicida; y la mano de obra utilizada en estas actividades.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

En consideración a las condiciones en las que se llevó a cabo la presente investigación, se obtuvieron los siguientes resultados los cuales fueron analizados tomando en cuenta los objetivos y las variables establecidas como son: sobrevivencia, diámetro basal y altura.

#### **4.1 Sobrevivencia**

##### **4.1.1 Sobrevivencia a los noventa días**

Del análisis de variancia realizado a la sobrevivencia en porcentaje por tratamiento se determinó que, existen diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos, por el contrario, no existe diferencias significativas entre los promedios de las repeticiones. (Ver Anexo 1)

Realizado el análisis de los promedios de la sobrevivencia a los tres meses de evaluación se obtuvo que el tratamiento corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets (T4) tuvo una sobrevivencia del 100 %, seguido de los tratamientos desmalezado químico en fajas (T2) y desmalezado químico químico (T1) para los dos tratamientos tuvieron un valor de 98.40 %, la menor sobrevivencia obtuvo el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0) con un valor de 63.20 % (ver cuadro 4, figura 2).

Cuadro 4: Prueba Tuckey de sobrevivencia en % a los 90 días

Tratamientos	Promedio (%)	Similitud
T4 (Corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets)	100,00	a
T2 (Desmalezado químico en fajas)	98,40	ab
T1 (Desmalezado químico completo)	98,40	ab
T3 (Corona con azadón)	97,60	ab
T5 (Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets)	84,80	b
T0 (Sin desmalezado y sin fertilizante)	63,20	c

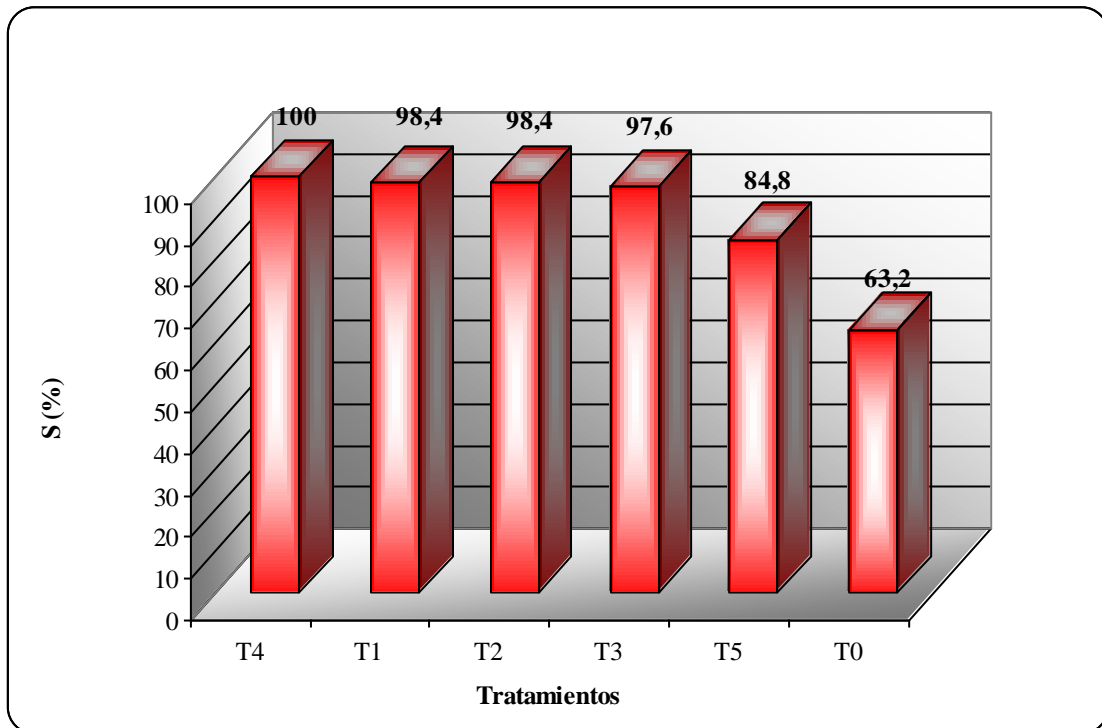


Figura 2: Sobrevivencia de *Pinus patula* a los 90 Días

#### 4.1.2 Sobrevivencia a los trescientos sesenta días

Del análisis de variancia realizado a la sobrevivencia al año de instalado el ensayo se determinó que, existen diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos, por el contrario, no existe diferencias significativas entre los promedios de las repeticiones. (Ver Anexo 2)

Realizado el análisis de los promedios de la sobrevivencia a los trescientos sesenta días al finalizar la evaluación el tratamiento desmalezado químico completo (T1) mantiene la mayor sobrevivencia del 95.20 %, y la menor sobrevivencia mantiene el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0) con un valor de 40.00 % (ver cuadro 5, figura 3).

Cuadro 5: Prueba Tuckey de sobrevivencia en % a los 360 días

Tratamientos	Promedio (%)	Similitud
T1 (Desmalezado completo químico)	95,20	a
T2 (Desmalezado en fajas químico)	95,20	a
T4 (Corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets)	83,20	ab
T3 (Corona con Azadón)	82,40	ab
T5 (Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets)	80,00	b
T0 (Sin desmalezado y sin fertilizante)	40,00	c

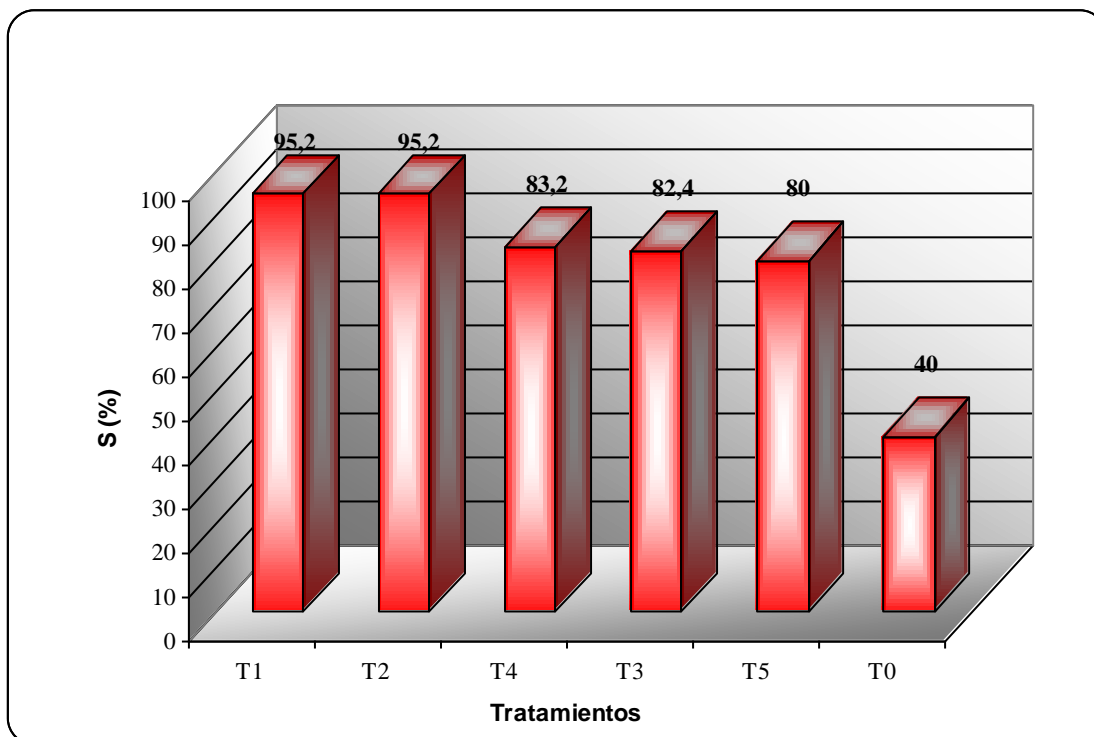


Figura 3: Sobrevivencia de *Pinus patula* a los 360 Días.

## 4.2 Diámetro Basal

### 4.2.1 Diámetro basal a los noventa días

De los resultados del análisis de variancia para la medición a los noventa días se determinó que, existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre repeticiones. (Ver Anexo 3).

Realizada la Prueba Tukey se observó que, el mayor crecimiento lo obtuvo el tratamiento corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets (T5) con 3.704 mm. y desmalezado completo químico (T1) con 3.504 mm y, el menor crecimiento medio mensual lo tuvo el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0) con 3.189 mm. (Ver cuadro 6 y figura 4).

Cuadro 6: Prueba Tuckey de diámetro basal en (mm) a los 90 días

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Similitud</b>
T5 (Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets)	3,704	a
T1 (Desmalezado químico completo)	3,504	ab
T2 (Desmalezado químico en fajas)	3,371	bc
T3 (Corona con azadón)	3,327	bc
T4 (Corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets)	3,211	c
T0 (Sin desmalezado y sin fertilizante)	3,189	c

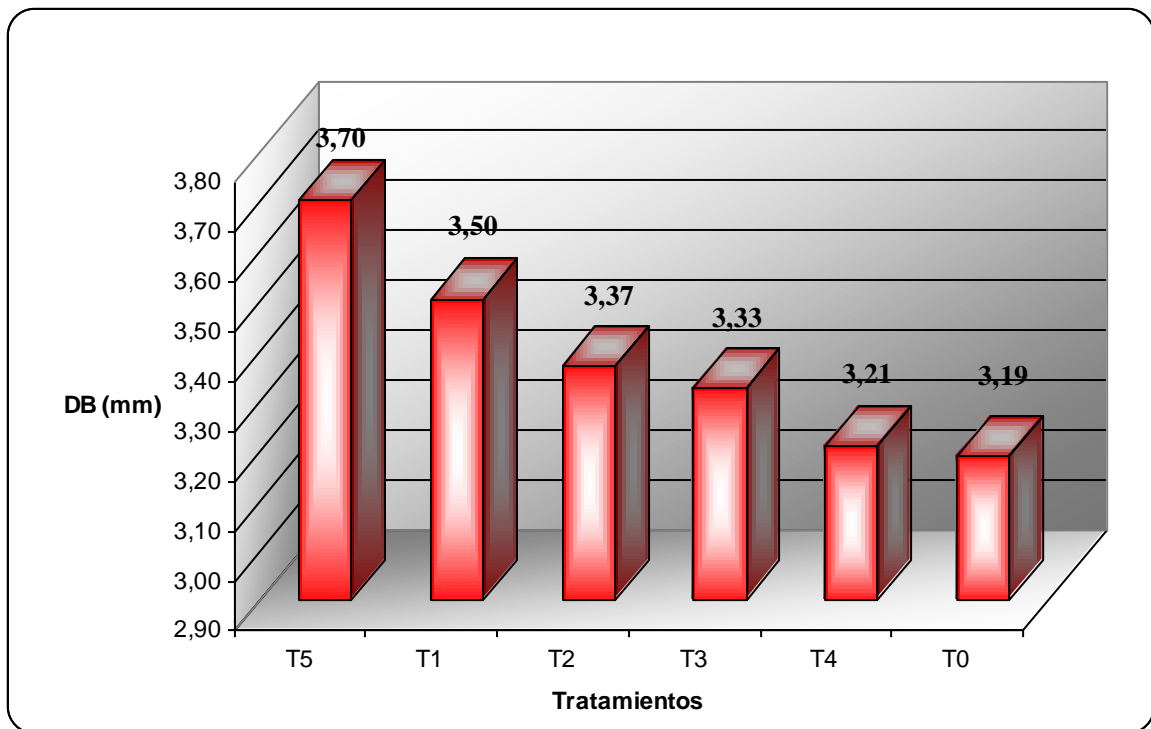


Figura 4: Diámetro basal promedio de *Pinus patula* a los 90 días

#### 4.2.2 Diámetro basal a los ciento ochenta días

Los resultados del análisis de variancia para la medición a los ciento ochenta días, se determinó que, existió diferencias altamente significativas entre tratamientos y repeticiones. (Ver Anexo 4).

Realizada la Prueba Tuckey se encontró que en la segunda medición no se alteran las posiciones siendo, el tratamiento corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets (T5), tuvo el mayor crecimiento acumulado con 4.28 mm., seguido por el tratamiento desmalezado completo químico (T1) con 4.12 mm., el menor crecimiento acumulado lo tuvo el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0) con 3.43 mm., de diámetro basal. (Ver cuadro 7 y figura 5)

Cuadro 7: Prueba Tuckey Diámetro basal a los ciento ochenta días.



Tratamientos	Promedio (mm)	Similitud
T5 (Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets)	4,280	a
T1 (Desmalezado químico completo)	4,121	ab
T2 (Desmalezado químico en fajas)	3,973	ab
T3 (Corona con azadón)	3,842	b
T4 (Corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets)	3,773	bc
T0 (Sin desmalezado y sin fertilizante)	3,437	c

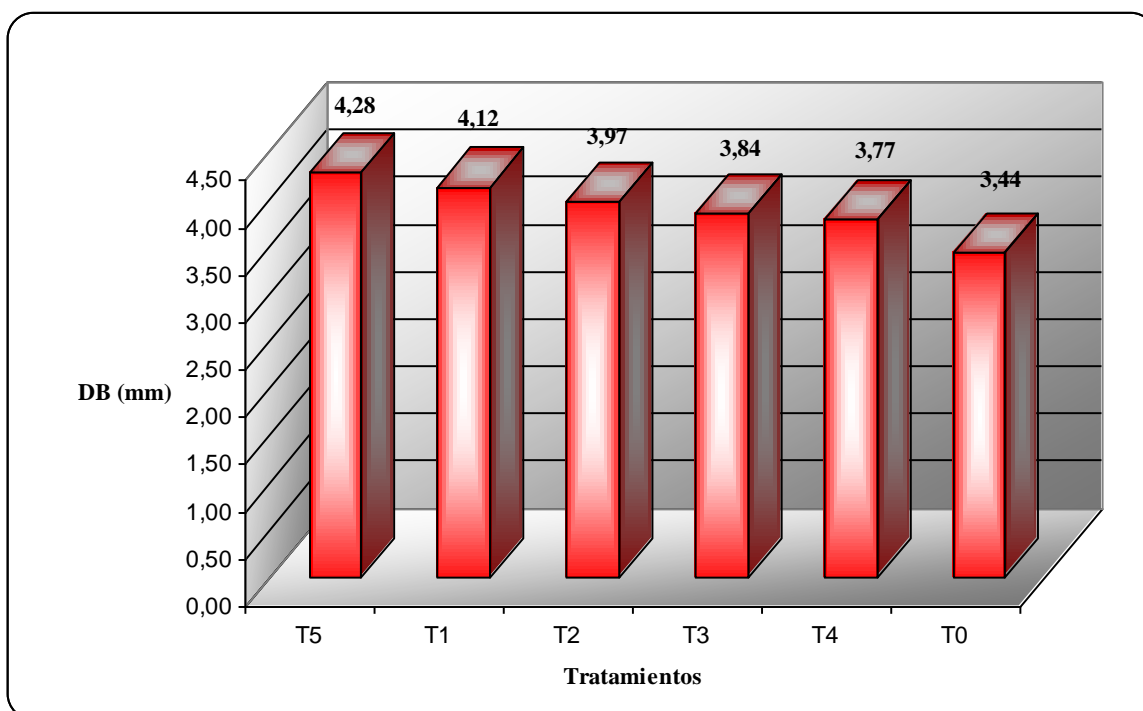


Figura 5: Diámetro basal promedio de *Pinus patula* a los 180 días

#### 4.2.3 Diámetro basal a los doscientos setenta días

Los resultados del análisis de variancia realizado a los doscientos setenta días determinó que, existen diferencias significativas entre repeticiones, y en tratamientos, se encontró diferencias altamente significativas entre los promedios. (Ver Anexo 5).

En cuanto a los resultados en la prueba de Tuckey a los doscientos setenta días de plantada la especie se determinó que, el tratamiento corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets (T5), tuvo el mayor crecimiento promedio acumulado con 5.58 mm., en esta tercera evaluación la segunda posición la alcanzó el tratamiento corona con azadón (T3) con 5.02 mm. El menor crecimiento tuvo el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0) con 3.95 mm. (Ver cuadro 8 y figura 6).

Cuadro 8: Prueba Tuckey del Diámetro basal a los doscientos sesenta días.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedio (mm)</b>	<b>Similitud</b>
T5 (Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets)	5,577	a
T3 (Corona con azadón)	5,022	ab
T2 (Desmalezado en Fajas químico)	4,880	b
T4 (Corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets)	4,776	b
T1 (Desmalezado Completo químico)	4,755	b
T0 (Sin desmalezado y sin fertilizante)	3,959	c

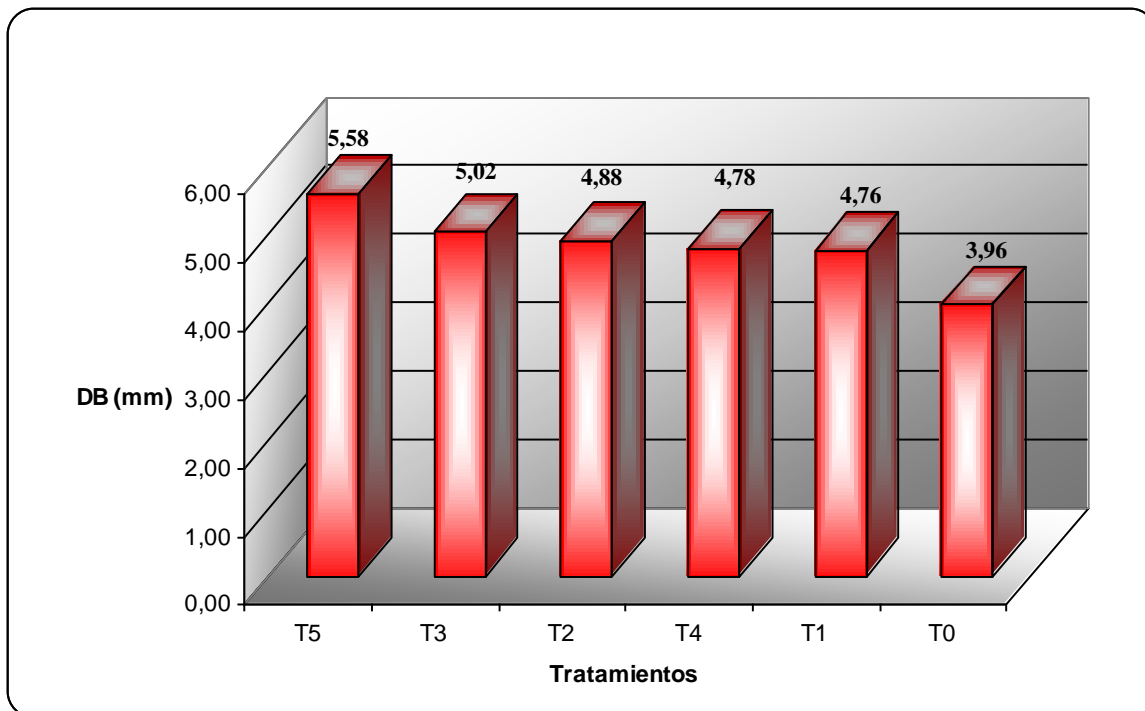


Figura 6: Diámetro basal promedio de *Pinus patula* a los 270 días

#### 4.2.4 Diámetro basal a los trescientos sesenta días

Los resultados del análisis de variancia para la medición a los trescientos sesenta días, se determinó que, no existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre repeticiones no hubo diferencia significativas. (Ver Anexo 6).

De el análisis de promedios efectuado con la prueba Tuckey se encontró que el tratamiento corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets (T5) tuvo el mayor crecimiento promedio acumulado por tratamiento con 7.19 mm., crecimientos semejantes tuvieron los tratamientos corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets (T4.), con 6.27 mm, y el tratamiento corona con azadón con 6.26 mm.

El menor crecimiento promedio acumulado presentó el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0) con 4.58 mm. (Ver cuadro 9, figura 7).

Cuadro 9: Prueba Tuckey del Diámetro basal a los trescientos sesenta días.

Tratamientos	Promedio (mm)	Similitud
T5 (Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets)	7,19	a
T4 (Corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets)	6,27	b
T3 (Corona con azadón)	6,26	b
T1 (Desmalezado químico completo)	6,03	b
T2 (Desmalezado químico en fajas)	5,89	b
T0 (Sin desmalezado y sin fertilizante)	4,58	c

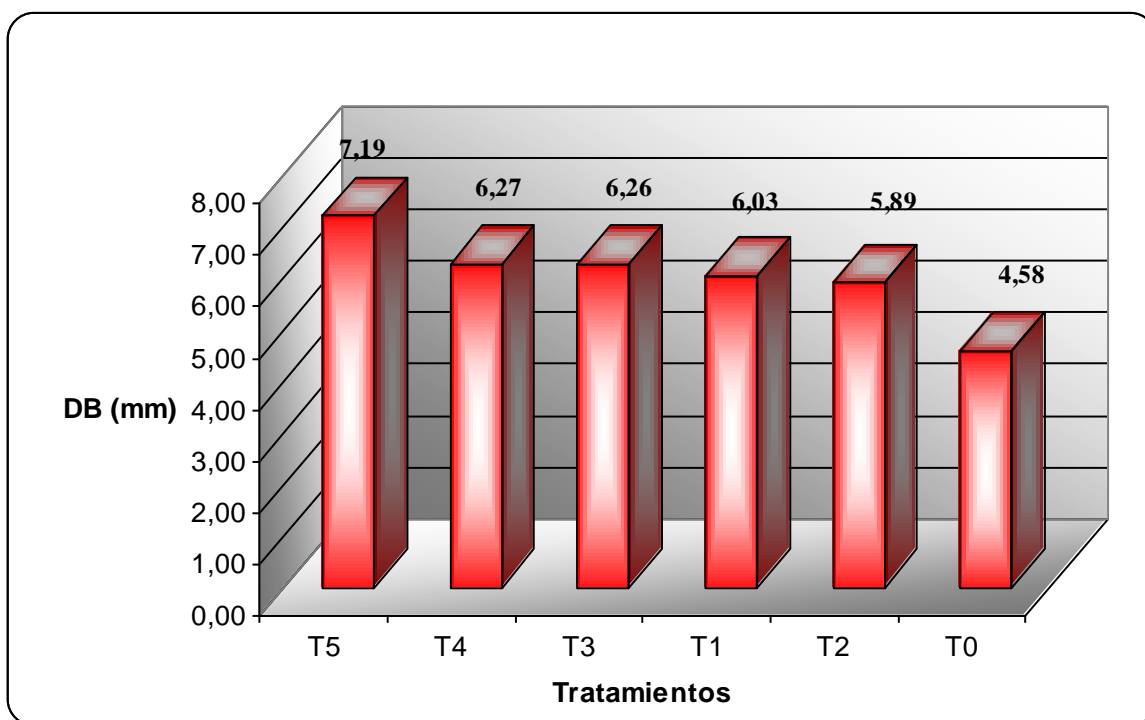


Figura 7: Diámetro basal promedio de *Pinus patula* a los 360 días.

#### 4.3 Crecimiento en altura.

##### 4.3.1 Crecimiento promedio en altura a los noventa días

Del análisis de variancia realizado a los datos de campo se determinó que, existen diferencias altamente significativas entre repeticiones, mientras que entre tratamientos existen diferencias significativas. (Ver Anexo 7).

Los resultados de la prueba Tuckey realizada a los promedios de los tratamientos investigados se observó que, el tratamiento de corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets (T5) tuvo el mejor crecimiento promedio en altura total con 18.70 cm., crecimientos semejantes tuvieron el tratamiento corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets (T4) con 17.72 cm, y el tratamiento desmalezado completo químico con (T1) 17.69 cm.

El menor crecimiento en altura total promedio lo tuvo el tratamiento Sin desmalezado y sin fertilizante (T0), con 16.74 cm. (Ver cuadro 10, figura 8).

Cuadro 10: Prueba Tuckey de la altura total inicial en cm. a los noventa días.

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios (cm)</b>	<b>Similitud</b>
T5 (Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets)	18,70	a
T4 (Corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets)	17,72	a
T1 (Desmalezado químico completo)	17,69	a
T2 (Desmalezado químico en fajas)	17,33	b
T3 (Corona con azadón)	16,91	b
T0 (Sin desmalezado y sin fertilizante)	16,74	b

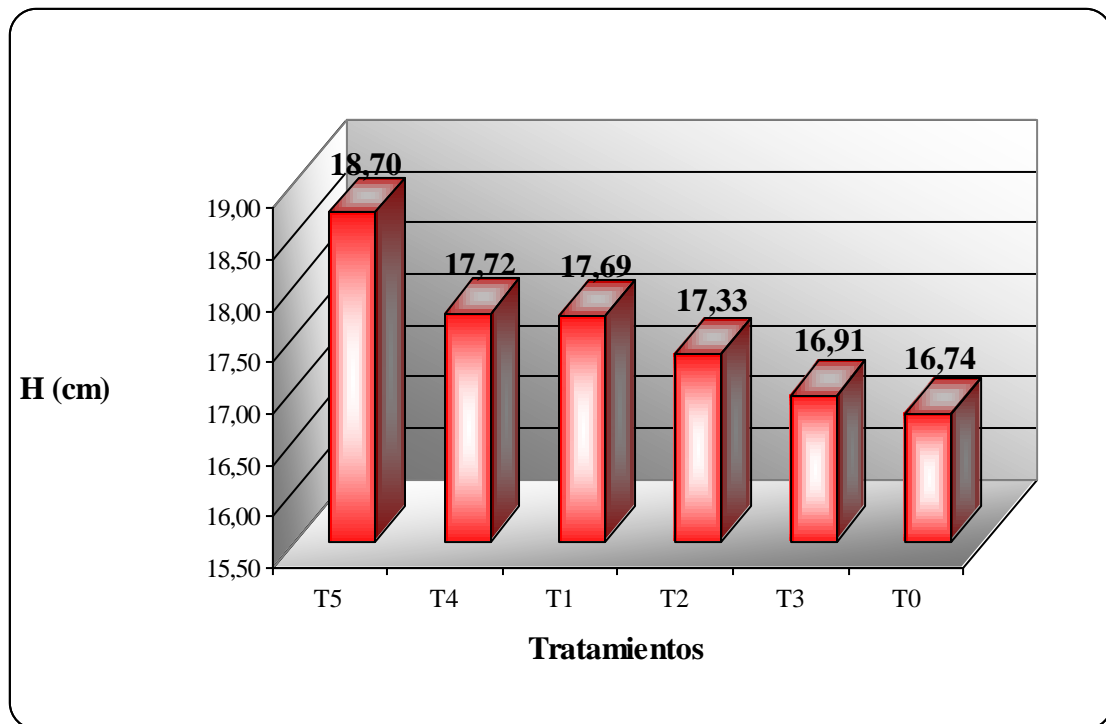


Figura 8: Altura total promedio de *Pinus patula* a los 90 días.

#### 4.3.2 Crecimiento promedio en altura a los ciento ochenta días

Realizado el análisis estadístico de esta variable se puede observar que existen diferencias significativas entre repeticiones, en cambio, las diferencias entre los promedios de los tratamientos son altamente significativas. (Ver Anexo 8).

Luego del análisis de los promedios de los tratamientos en la prueba Tuckey se determinó que, el tratamiento corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets (T5), tuvo el mayor crecimiento con 23.90 cm. seguido del tratamiento desmalezado químico completo (T1) con 23.04 cm.

El tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0), tuvo el menor crecimiento con 19.16 cm. (Ver cuadro 11, figura 9)

Cuadro 11: Prueba Tuckey de la altura total en cm. a los ciento ochenta días.

Tratamientos	Promedios (cm)	Similitud
T5 (Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets)	23,90	a
T1 (Desmalezado Completo químico)	23,04	ab
T4 (Corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets)	22,11	ab
T2 (Desmalezado en Fajas químico)	22,09	ab
T3 (Corona con azadón)	20,84	bc
T0 (Sin desmalezado y sin fertilizante)	19,16	c

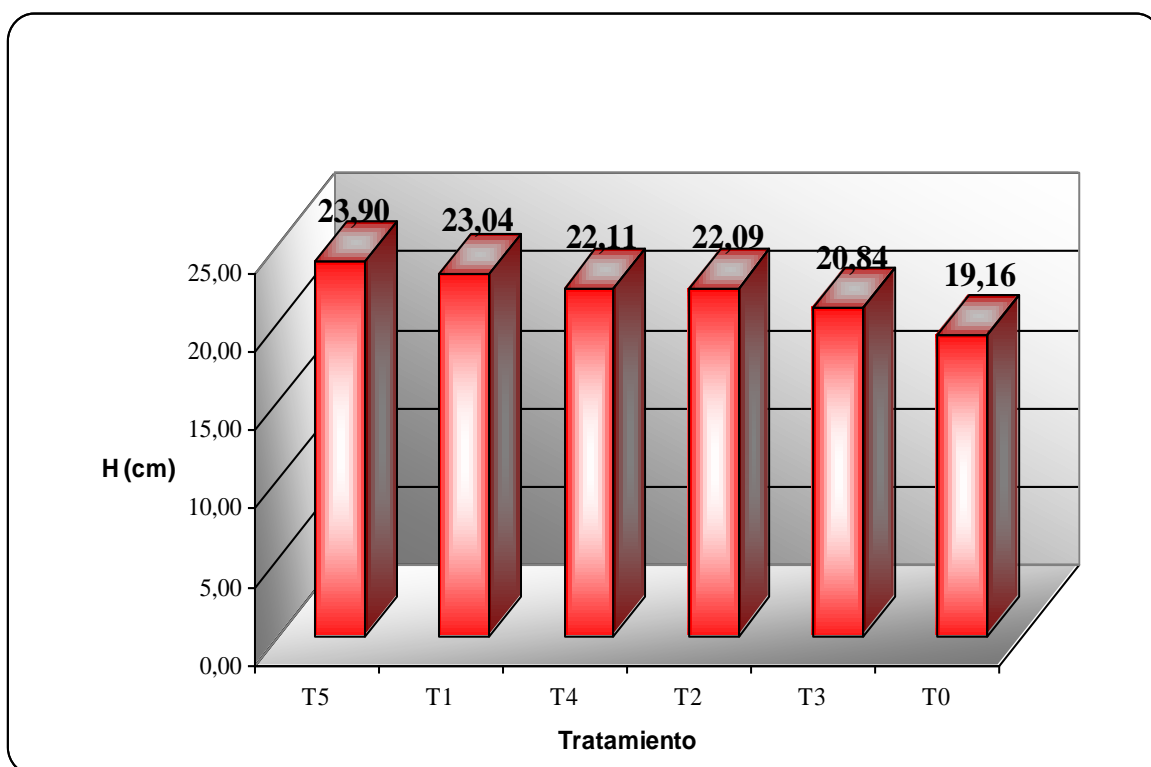


Figura 9: Altura total promedio de *Pinus patula* a los 180 días.

#### 4.3.3 Crecimiento promedio en altura a los doscientos setenta días

Del resultado en el análisis de variancia se observa que, no existe diferencias significativas entre repeticiones, en cambio, existe diferencias altamente significativas entre tratamientos. (ver Anexo 9)

Luego de haber realizado el análisis de los promedios de los tratamientos investigados en la Prueba Tuckey se determinó que, el tratamiento corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets (T5), tuvo el mayor crecimiento con 31.24 cm. seguido del tratamiento desmalezado químico completo (T1) con 29.16 cm.

El menor crecimiento lo tuvo el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0) con 22.60. (Ver cuadro 12 y figura 10)

Cuadro 12: Prueba Tuckey de la altura total en cm. a los doscientos setenta días

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios (cm.)</b>	<b>Similitud</b>
T5 (Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante)	31,24	a
T1 (Desmalezado químico completo)	29,16	b
T2 (Desmalezado químico en fajas)	27,64	bc
T4 (Corona con azadón + 15 gr. de pellets)	27,15	bc
T3 (Corona con azadón)	26,61	bc
T0 (Sin desmalezado y sin fertilizante)	22,60	c



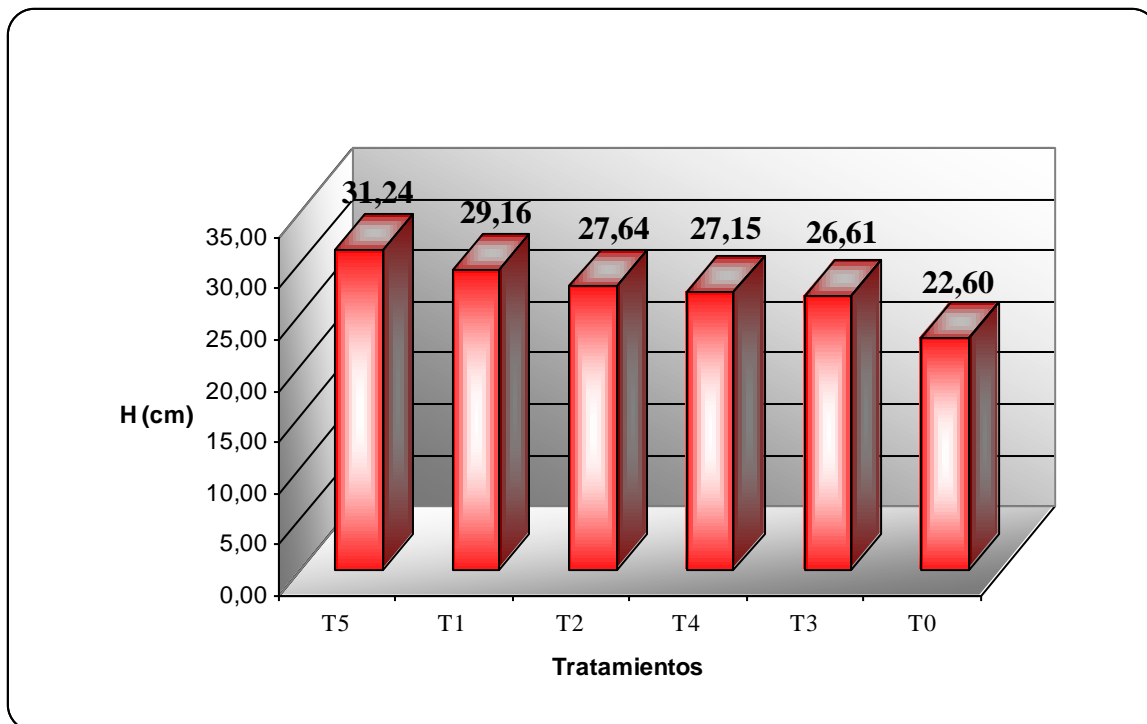


Figura 10: Altura total promedio de *Pinus patula* a los 270 días.

#### 4.3.4 Crecimiento promedio en altura a los trescientos sesenta días

Del análisis de variancia se desprende que, existen diferencias significativas entre las repeticiones, y diferencias altamente significativas entre los promedios de los tratamientos. (Ver Anexo 10).

Luego de haber realizado el análisis de los promedios de los tratamientos investigados en la Prueba Tuckey se determinó que, el tratamiento corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets (T5), tuvo el mayor crecimiento con 39.50 cm. seguido del tratamiento desmalezado químico completo (T1) con 37.17 cm.

El menor crecimiento lo tuvo el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante con 27.23 cm. (Ver cuadro 13 y figura 11)

Cuadro 13: Prueba Tuckey de la altura total en cm. a los trescientos setenta días.

Tratamientos	Promedios (cm)	Similitud
T5 (Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets)	39,50	a
T1 (Desmalezado químico completo)	37,17	ab
T2 (Desmalezado químico en fajas)	34,30	b
T4 (Corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets)	32,94	b
T3 (Corona con azadón)	31,25	b
T0 (Sin desmalezado y sin fertilizante)	27,23	c

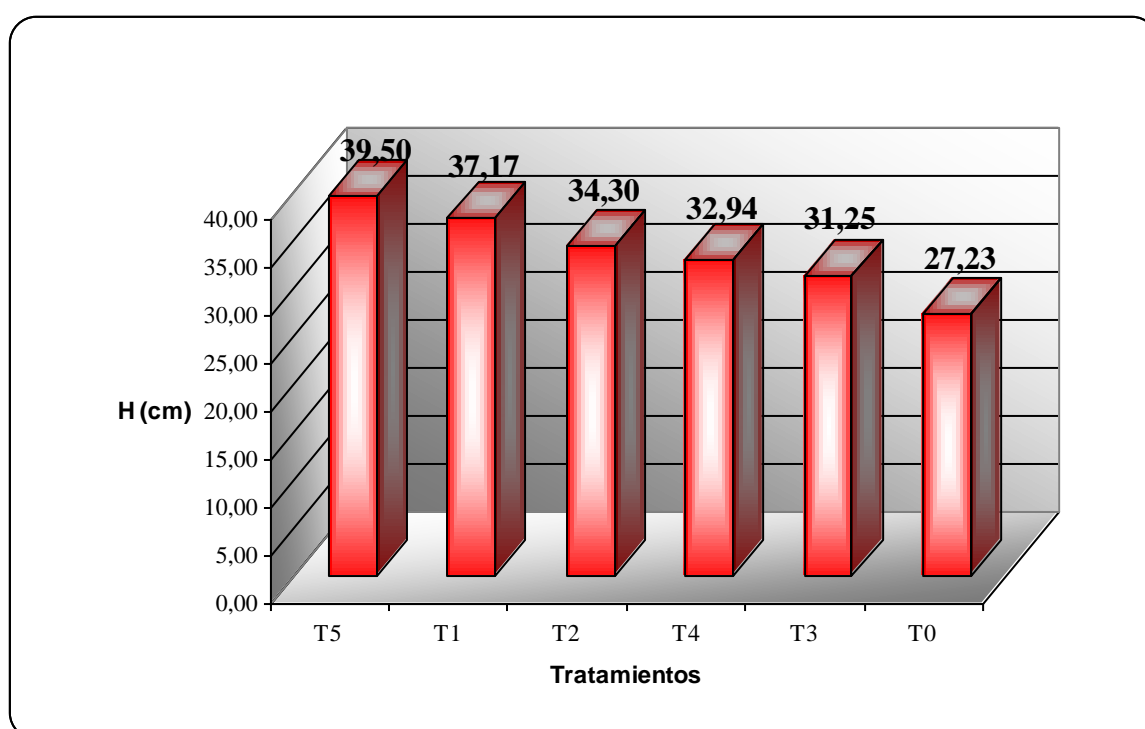


Figura 11: Altura total promedio de *Pinus patula* a los 360 días.

#### 4.4 Análisis de regresión y correlación

Los resultados obtenidos en el análisis de correlación y regresión, en base a los Coeficientes encontrados se determinó que todos los tratamientos presentan una alta correlación entre el crecimiento del diámetro basal con el crecimiento en altura de *Pinus*

*patula*. Lo que determina que las dosis de fertilizantes utilizados no influyeron mayormente en el crecimiento de los parámetros estudiados. (Ver cuadro 14 y figura 12).

En la sobrevivencia se puede observar un contraste sustancial entre los diferentes tratamientos.

Cuadro 14: Ecuaciones de Regresión entre diámetro basal y altura total por Tratamiento

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

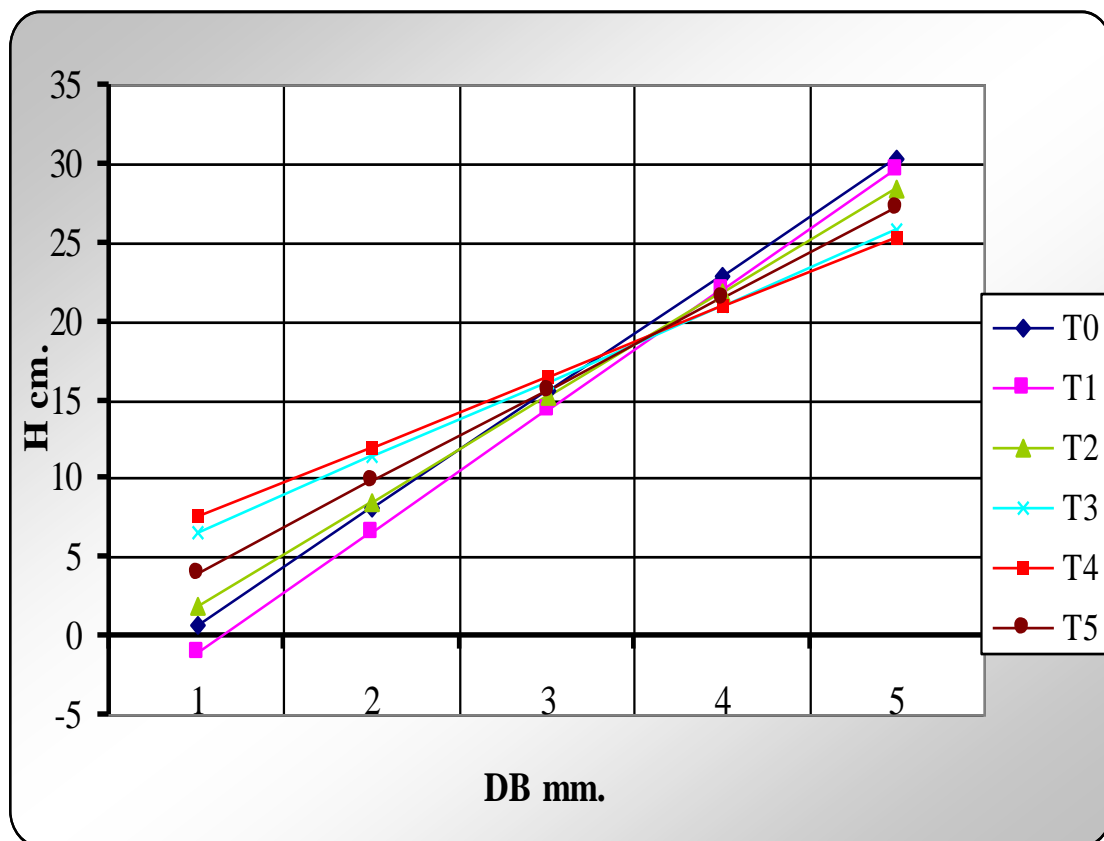


Figura 12: Ecuaciones de regresión entre diámetro basal y altura total por tratamiento

Las ecuaciones determinan una proyección normal en el crecimiento del diámetro basal y la altura.

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

El mayor y constante crecimiento en diámetro basal en función del tiempo lo tuvo el tratamiento desmalezado con corona más 30 gr. de fertilizante en pelets (T5), la que determinó la mayor curva tendencia en el crecimiento. Mientras que el menor crecimiento lo tuvo el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0), la que tiene la menor pendiente en la curva en cada una de las mediciones. (ver figura 13).

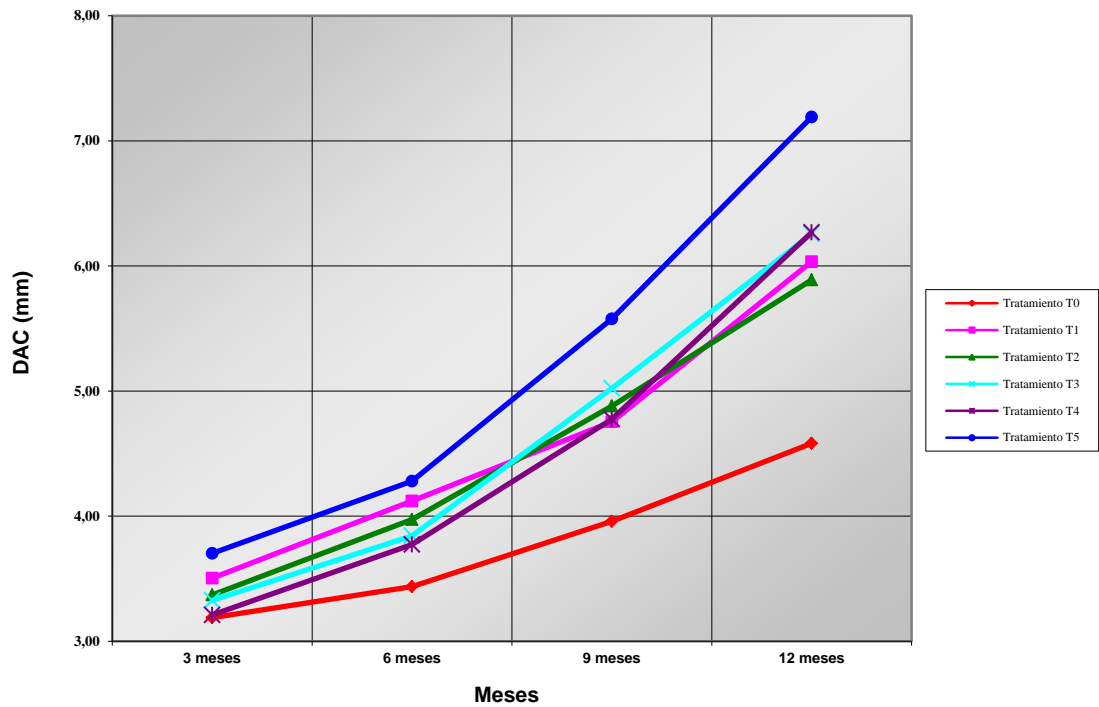


Figura 13: Crecimiento trimestral de diámetro (mm) en *Pinus patula*

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

La mayor curva tendencia en el crecimiento de altura total lo tuvo el tratamiento desmalezado con corona más 30 gr. de fertilizante en pellets (T5). Y la menor curva tendencia en el crecimiento en altura total presentó el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0). (Ver figura 14)

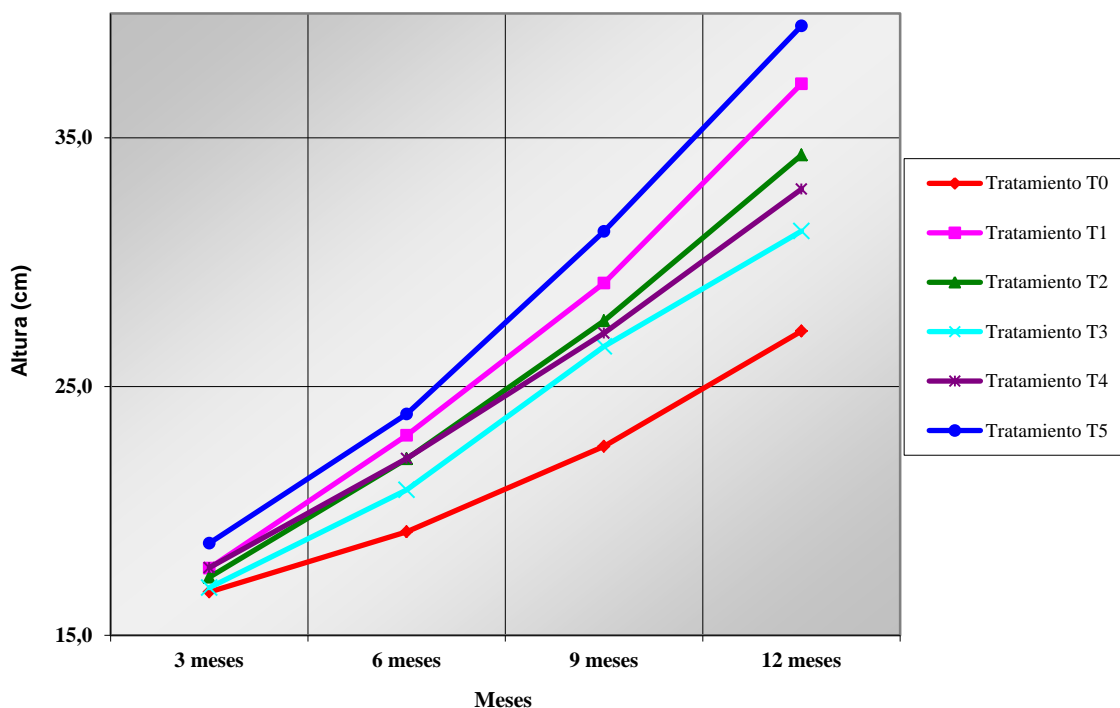


Grafico 14. Promedios de Altura trimestral (cm) en *Pinus patula*

#### 4.5 Costos

El mayor costo de plantación y manejo por hectárea a los primeros doce meses en los tratamientos tuvo el tratamiento corona con azadón más 30 gr. de fertilizante en pelets (T5) con un valor de \$ 422,14 USD/ha, y un valor por planta de \$ 0,32 USD/planta, el costo por hectárea es alto porque en la plantación se realizaron coronas y se aplicó más cantidad de fertilizantes.

El menor costo de plantación y manejo por hectárea en los primeros doce meses tuvo el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0) con \$ 273,79 USD/ha, pero tuvo un mayor valor por planta de \$ 0,41 USD/planta, el costo por hectárea es menor debido a que no se realizó ningún tipo de desmalezado pero tuvo el mayor costo por planta por que hubo mayor mortalidad.

El menor costo por planta fue el tratamiento desmalezado químico en fajas (T2) con un valor de 346,47 USD/ha y el costo por planta fue de 0,22 USD/planta. Este tratamiento dio el menor costo por planta debido a que en la plantación el área a eliminar las malezas fue menor debido a esto se utilizó menor número de jornales y menor cantidad de producto, y también la mortalidad fue menor. (Ver cuadro 20, 17 y 15).

#### 4.5.1 Costos de establecimientos de plantación y manejo silvicultural

Cuadro 15: Sin desmalezado y sin fertilizante (T0).

Actividad	Unidad	Número	Costo Jornal (USD)	Costo Parcial (USD)
Hoyado	Jornlaes	6	13,50	81,00
Plantas	Plantas	1660	0,10	166
Plantación	Jornales	2	13,50	26,79
Transporte de plantas	Km	12	0,80	9,60
<b>Total</b>				<b>273,79</b>

Cuadro 16: Desmalezado químico completo (T1).

Actividad	Unidad	Número	Costo Jornal (USD)	Costo Parcial (USD)
Hoyado	Jornales	6,00	13,50	81,00
Plantas	Plantas	1660	0,10	166
Plantación	Jornales	2,00	13,50	27,00

Fumigación	Jornales	5	13,50	67,50
Producto (Glifopac)	ml	3000	0,0033	9,90
Transporte de Agua	Km	12	1	12
Transporte de plantas	Km	12	0,80	9,60
<b>Total</b>				<b>373,00</b>

Cuadro 17: Desmalezado químico en fajas (T2).

<b>Actividad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Número</b>	<b>Costo jornal (USD)</b>	<b>Costo Parcial (USD)</b>
Hoyado	Jornales	6,00	13,50	81,00
Plantas	Plantas	1660	0,10	166
Plantación	Jornales	2,00	13,50	27,00
Fumigación	Jornales	2,5	13,50	45,92
Producto (Glifopac)	ml	1500	0,0033	4,95
Transporte de Agua	Km	12	1	12
Transporte de plantas	Km	12	0,80	9,60
<b>Total</b>				<b>346,47</b>

Cuadro 18: Corona con Azadón (T3).

<b>Actividad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Número</b>	<b>Costo Jornal (USD)</b>	<b>Costo Parcial (USD)</b>
Hoyado	Jornales	6,00	13,50	81,00
Plantas	Plantas	1660	0,10	166
Plantación	Jornales	2,00	13,50	27,00
Coronas	Jornales	8,00	13,50	108,00
Transporte de plantas	Km	12,00	0,80	9,60
<b>Total</b>				<b>391,60</b>

Cuadro 19: Corona con Azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets (T4).



<b>Actividad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Número</b>	<b>Costo Jornal (USD)</b>	<b>Costo Parcial (USD)</b>
Jornales hoyado	Jornales	6	13,50	81,00
Plantas	Plantas	1660	0,10	166
Jornales plantación	Jornales	2	13,50	27,00
Coronas	Jornales	8	13,50	108,00
Transporte de plantas	Km	12	0,80	9,6
Fertilización	Jornales	1	13,50	13,5
Costo Pelets	Unidades	245	0,021	5,15
<b>Total</b>				<b>410,25</b>

Cuadro 20: Corona con Azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets (T5).

<b>Actividad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Número</b>	<b>Costo Jornal (USD)</b>	<b>Costo Parcial (USD)</b>
Jornales hoyado	Jornales	6,00	13,50	81,00
Plantas	Plantas	1660,00	0,10	166
Jornales plantación	Jornales	2,00	13,50	27,00
Coronas	Jornales	8,00	13,50	108,00
Transporte de plantas	Km	12,00	0,80	9,6
Jornales fertilización	Jornales	1,5	13,50	20,25
Costo Pelets	Unidades	490	0,021	10,29
<b>Total</b>				<b>422,14</b>

Cuadro 21: Resumen de costos por tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Sobrevivencia a los 12 meses (%)</b>	<b>No de plantas vivas por Ha.</b>	<b>Costo Plantación (USD/Ha)</b>	<b>Costo por planta (USD)</b>
(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	83,20	1387	410,25	0,30

fertilizante en pelets (T5) Corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets	80,00	1334	422,14	0,32
--	-------	------	--------	------

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN

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

En estudios realizados en los predios de Aglomerados Cotopaxi S.A. por (Herrera, 2003) con *Pinus radiata*, manifiesta que la fertilización con 30gr. de pellets hay una incidencia en la variable sobrevivencia de los tratamientos evaluados con un valor del 85.7 % de sobrevivencia.

La mayor mortalidad sucedió a partir del tercer mes hasta el mes quinto de haber sido instalado el ensayo, especialmente en los tratamientos donde se realizó coronas, una de las causas de mortalidad se atribuye a que las temperaturas bajo los 0° C (heladas frecuentes) y precipitaciones 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 tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0), la maleza afectó en la sobrevivencia cubriendo totalmente las plantas.

En diámetro basal el crecimiento en el tratamiento corona con azadón + 30 gr. de fertilizante (T5) en pelets en *Pinus patula* a los doce meses fue de 7,19 mm., En el estudio realizado por (Herrera, 2003) en los predios de la hacienda San Joaquín el crecimiento de diámetro basal a los doce meses tuvo un valor de 7,50 mm. de *Pinus radiata*, siendo estadísticamente similar al crecimiento obtenido por el *Pinus patula*. Lo cual se puede deducir que hubo efecto del fertilizante.

En cuanto al crecimiento promedio en altura total a los doce meses (Herrera, 2003) encontró que *Pinus radiata* creció 50,20 cm., en el presente estudio el tratamiento de mayor crecimiento, desmalezado con corona más 30 gr. de pellets (T5), 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, 2003) debido a que la investigación la inicio a los ocho meses luego de haber sido plantada, similitud que puede deberse a las condiciones ecológicas análogas de crecimiento.

El menor costo de plantación por hectárea lo tuvo el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0) con \$ 273,79 USD/ha, pero tuvo \$ 0.41 USD/planta que representa el mayor costo por planta al final de la investigación, causado debido a la menor sobrevivencia por hectárea con el 40%. (ver cuadro 15).

En los tratamientos donde se aplicaron los herbicidas y coronas el mayor costo por hectárea tuvo el corona con azadón (T3) con un valor de 391,60 USD/ha y un costo por planta de 0.27 USD/planta debido a que se utilizó mayor número de jornales para eliminar las malezas, pero el menor costo tuvo el tratamiento desmalezado químico en fajas (T2) con un valor de .346,47 USD/ha y un costo por planta de 0.22 USD/planta, este valor se debe a que los jornales utilizados en la aplicación del herbicida fueron menores y también influyo que tuvo la mayor sobrevevencia, (ver cuadro 18).

En cuanto a los tratamientos donde se aplicó fertilizante (pelets) el tratamiento mas costoso fue la corona con azadón + 30 gr. de fertilizante en pelets (T5) debido a que se agregó más cantidad de gramos de fertilizante con un costo de plantación de 422,14 USD/ha y un costo unitario de 0.32 USD/planta, frente al tratamiento corona con azadón + 15 gr. de fertilizante en pelets (T4) con un costo de 410,00 USD/ha y por planta un valor de \$ 0.30 USD/planta. (ver cuadro 19 y 20).

Esto demuestra que hubo una influencia positiva de los diferentes tratamientos en el costo final por planta transcurrido los 360 días (ver cuadro 21).

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES**

La mayor sobrevivencia obtuvieron los tratamientos desmalezado químico completo (T1) y desmalezado químico en fajas químico (T2) con el 92,50 % para los dos tratamientos, y la menor sobrevivencia la obtuvo el tratamiento sin desmalezado y sin fertilizante (T0) 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 corona con azadón más 30 gr. de fertilizante en pelets (T5) 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 corona con azadón más 30 gr. de fertilizante en pelets (T5) con \$ 422,14 US/ha. Mientras que el testigo sin desmalezado y sin fertilizante (T0) 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.

## **CAPITULO VII**

### **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.

## CAPITULO VIII

### RESUMEN

El estudio sobre: “El efecto de la fertilización y desmalezado en el crecimiento inicial de *Pinus patula*”. Se realizó con el propósito de determinar nuevas técnicas de fertilización y desmalezado combinadas, con el fin de aportar criterios al campo forestal, teniendo como respaldo técnico y económico al personal e instalaciones de ACOSA. Los objetivos específicos propuestos fueron: Evaluar el efecto de los controles de malezas y fertilización en el crecimiento en altura diámetro basal y sobrevivencia en la plantación de *p. patula*, Determinar el costo de los distintos tratamientos del control de malezas y fertilización.

El sitio del ensayo se estableció en la Hacienda San Joaquín, Propiedad de Aglomerados Cotopaxi S.A. Rodal 222 A, a una altitud de 3350 m.s.n.m. con precipitaciones anuales de 500 a 600 mm y temperatura promedio de 10 °C a 12 °C en la Provincia del Cotopaxi perteneciente al Cantón Latacunga Parroquia Mulaló, La investigación tuvo una duración de 12 meses, el diseño experimental fue Bloques al Azar con seis tratamientos y cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron, sobrevivencia; diámetro basal; altura; y costos de plantación y manejo. La información se procesó mediante un análisis de varianza, los promedios de las variables fueron sometidos a la prueba Tuckey al 95 %. A los 12 meses de instalado el ensayo la mayor sobrevivencia tuvieron los tratamientos desmalezado completo químico (T1) con el 95.2% y el desmalezado en fajas químico (T2) con el 95,2%. El mayor crecimiento en diámetro basal obtuvo el tratamiento corona con azadón + 30 gr. de pellets (T5) con 3,704 mm. El mayor crecimiento promedio en altura tuvo el tratamiento Corona con azadón + 30 gr. de pellets (T5) con 39.5 cm. El tratamiento con mayor costo fue Corona con azadón + 30 gr. de pellets (T5), con 422,14 USD/ha con una altura de 39,50 cm. diámetro basal de 7,19 mm y una sobrevivencia del 80% en cuanto al tratamiento donde se realizó el desmalezado químico y que alcanzó la mayor altura fue el tratamiento desmalezado completo químico (T1) con 373.00 USD/ha con una altura de 37.17 cm, diámetro de 6.03 mm y una sobrevivencia del 95.2 %. La mayor sobrevivencia obtuvieron los tratamientos desmalezado completo químico (T1) y desmalezado en fajas químico (T2) con el 92,50 %.

El tratamiento corona con azadón más 30 gr. de pellets (T5) obtuvo el mayor crecimiento en diámetro basal con 7,19 mm. y también en altura total con 39,50 cm. Los costos de plantación y manejo determinaron que el tratamiento corona con azadón más 30 gr. de pellets (T5) con 422,14 US Dólares americanos. El menor costo de producción por planta lo tuvo el tratamiento desmalezado en fajas químico (T2) con 0,22 US Dólares americanos.

## **CAPITULO IX**

### **SUMMARY**

He studied on: “The effect of the fertilization and grubbed in the initial growth of *Pinus patula*.” He was carried out with the purpose of determining new fertilization techniques and grubbed combined, with the purpose of contributing approaches to the forest field, having like technical and economic back to the personnel and facilities of it HARASSES. The two proposed specific objectives were: To evaluate the effect of the controls of overgrowths and fertilization in the growth in height basal diameter and survival in the plantation of *p. patula*, to Determine the cost of the different treatments of the control of overgrowths and fertilization.

The place of the rehearsal settled down in the Treasury San Joaquín, Property of Agglomerated Cotopaxi CORP. Rodal 222 TO, to an altitude of 3350 m.s.n.m. with annual precipitations of 500 to 600 mm and temperature average of 10 °C to 12 °C in the County

of the Cotopaxi belonging to the Canton Latacunga Parish Mulaló, The investigation had a duration of 12 months, the experimental design it was Blocks at random with six treatments and five repetitions. The valued variables were, survival; basal diameter; height; and plantation costs and handling. The information was processed by means of a variance analysis, the averages of the variables were subjected to the test Tuckey to 95%. To the 12 months of having installed the rehearsal the biggest survival had the chemical complete grubbed treatments (T1) with 95.2% and the one grubbed in chemical strips (T2) with 95,2%. The biggest growth in basal diameter obtained the treatment T5 (it crowns with hoe + 30 gr. of pellets) with 3,704 mm. The biggest growth average in height had the treatment T5 it Crowns with hoe + 30 gr. of pellets with 39.5 cm. The treatment with more cost was T5 (it Crowns with hoe + 30 gr. of pellets), with 422,14 USD with a height 39,50 cm. basal diameter 7,19 mm and a survival of 80% as for the treatment where one carries out the one grubbed chemical and that I reach the biggest height it was the treatment (T1) Grubbed complete chemical with 373.00 USD with a height of 37.17 cm, diameter of 6.03 and a survival of 95.2%. The biggest survival obtained the treatments (T1) grubbed complete chemical and (T2) grubbed in chemical strips with 92,50%.

The treatment (T5) it crowns with hoe more 30 gr. of pellets he/she obtained the biggest growth in basal diameter with 7,19 mm. and also in total height with 39,50 cm. The plantation costs and handling determined that the treatment (T5) it crowns with hoe more 30 gr. of pellets with 422,14 US American Dollars. The smallest cost of production for plant had it the treatment (T2) grubbed in chemical strips with 0,22 US American Dollars.



## CAPITULO X

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- **BINKLEY, D.** Nutrición Forestal Prácticas de Manejo. Primera edición. México 1993. 68p.
- **CANNON, P.** Breve historia de la Fertilización Forestal en el Mundo y en Colombia. Investigación Forestal. Octavo Informe Anual. Cartón Colombia. S.A. Cali Colombia Diciembre 1983. 14p.
- **DAVEY, C.B.** Crecimiento de los Árboles y los Elementos Nutrientes Esenciales. Universidad de Carolina del Norte. Estados Unidos Investigación Forestal. Octavo Informe Anual. Cartón Colombia S.A. Cali, Colombia. 1983. 13p.
- **GALLOWAY, G.** Criterios y Estrategias para el Manejo de Plantaciones Forestales en la Sierra Ecuatoriana. Ministerio de Agricultura y ganadería. Agencia para el desarrollo Internacional. MAG/AID. Mayo 19863.
- **HOFSTEDE, R. LIPS, J. JONGSMA, W. SEVIK, Y.** Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador. Programa FACE de forestación (PROFAFOR) DEL Ecuador S.A. Quito Ecuador 1998. 242p.
- **HERRERA, B.** Efecto de la fertilización en las Plantaciones de Pino *Pinus radiata* (D. Don) En Lasso – Cotopaxi. Tesis de grado presentada para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 2003. 99p.
- **FORESTAL,** Agro Análisis, Revista Informativa, técnica, económica y de mercado del sector forestal, Segundo semestre 1998.16p.

- **LAMPRECHT, H.** Silvicultura en los Trópicos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH Corporación Técnica. Republica Federal de Alemania, Eschborn 1990. 335p.
- **MENESES, V.** Ensayo de Fertilización y Crecimiento Inicial en el Manejo de rebrotes de *Eucalyptus glóbulos labill.* Utilizando tres niveles de fertilización. Tesis de grado presentada para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 1995. 115p.
- **MARTINEZ, M.** Los Pinos Mexicanos. Tercera Edición Ediciones Botas. México, D.F. 1992.327p.
- **SUQUILANDA, M.** Fertilización Orgánica. Manual Técnico. Fundación Para el Desarrollo Agropecuario. Quito Ecuador, 1995.
- **SPIER/BIEDERBICK.** Árboles y Leñosas para Reforestar las Tierras Altas de la Región Interandina del Ecuador. Primera Edición. Quito-Ecuador 1980. 192.p.
- **VARHOLA, A.** Habilitación de Terreno para Plantación, Documento del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001, Versión N° 1. 2004. 15p.
- **VARHOLA, A.** Control de Malezas Post-Plantación, Documento del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001, Versión N° 1. 2004.8p.
- **VARHOLA, A.** Manejo y aplicación de glifosato, Documento del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001, Versión N° 1. 2004.4p.

## ANEXOS

Anexo 1. Datos climáticos mensuales del año 2005-2006.

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

Anexo 2. Análisis de Variancia de la sobrevivencia (%) a los noventa días

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

Anexo 3. Análisis de Varianza de la sobrevivencia (%) a los trescientos sesenta días

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

#### **ADEVAS DE DIAMETRO BASAL**

Anexo 4: Análisis del Diámetro Basal promedio en (cm.) a los noventa días

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F.Calc.</b>	<b>F 0,95</b>	<b>F 0,99</b>	<b>Significancia</b>
<b>Repetición</b>	4	2,00	0,50	11,89	2,87	4,43	**
<b>Tratamientos</b>	5	0,94	0,19	4,48	2,71	4,10	**
<b>Error</b>	20	0,84	0,04				
<b>Total</b>	29	3,78					

Anexo 5: Análisis del Diámetro Basal promedio en (cm.) a los ciento ochenta días

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F.Calc.</b>	<b>F 0,95</b>	<b>F 0,99</b>	<b>Significancia</b>
<b>Repetición</b>	4	4,67	1,17	15,40	2,87	4,43	**
<b>Tratamientos</b>	5	2,16	0,43	5,70	2,71	4,10	**

<b>Error</b>	20	1,52	0,08				
<b>Total</b>	29	8,34					

Anexo 6: Análisis del Diámetro Basal promedio en (cm.) a los doscientos setenta días

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

Anexo 7: Análisis del Diámetro Basal promedio en (cm.) a los trescientos sesenta días

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F.Calc.</b>	<b>F 0,95</b>	<b>F 0,99</b>	<b>Significancia</b>
<b>Repetición</b>	4	1,55	0,39	1,91	2,87	4,43	N.S.
<b>Tratamientos</b>	5	17,85	3,57	17,67	2,71	4,10	**
<b>Error</b>	20	4,04	0,20				
<b>Total</b>	29	23,43					

## ADEVAS DE LA ALTURA

Anexo 8: Análisis de Variancia de la Altura promedio (cm.) a los noventa días

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

Anexo 9: Análisis de Variancia de la Altura promedio (cm.) a los ciento ochenta días

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

Anexo 10: Análisis de Variancia de la Altura promedio (cm.) a los doscientos setenta días

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

Anexo 11: Análisis de Variancia de la Altura promedio (cm.) a los trescientos sesenta días

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

Anexo 12: Ubicación de los Tratamientos en Campo

<b>Repetición N° 1</b>	<b>T2</b> Desmalezado en fajas químico	<b>T3</b> Corona con azadón	<b>T1</b> Desmalezado completo químico
	<b>T5</b> Corona con azadón mas 30 g de pelets	<b>T0</b> Sin desmalezado y sin fertilizante	<b>T4</b> Corona con azadón mas 15 g de pelets

<b>Repetición N° 2</b>	<b>T1</b> Desmalezado completo químico	<b>T0</b> Sin desmalezado y sin fertilizante	<b>T5</b> Corona con azadón mas 30 g de pelets
	<b>T2</b> Desmalezado en fajas químico	<b>T3</b> Corona con azadón	<b>T4</b> Corona con azadón mas 15 g de pelets

<b>Repetición N° 3</b>	<b>T3</b> Corona con azadón	<b>T1</b> Desmalezado completo químico	<b>T5</b> Corona con azadón mas 30 g de pelets
	<b>T2</b> Desmalezado en fajas químico	<b>T4</b> Corona con azadón mas 15 g de pelets	<b>T0</b> Sin desmalezado y sin fertilizante

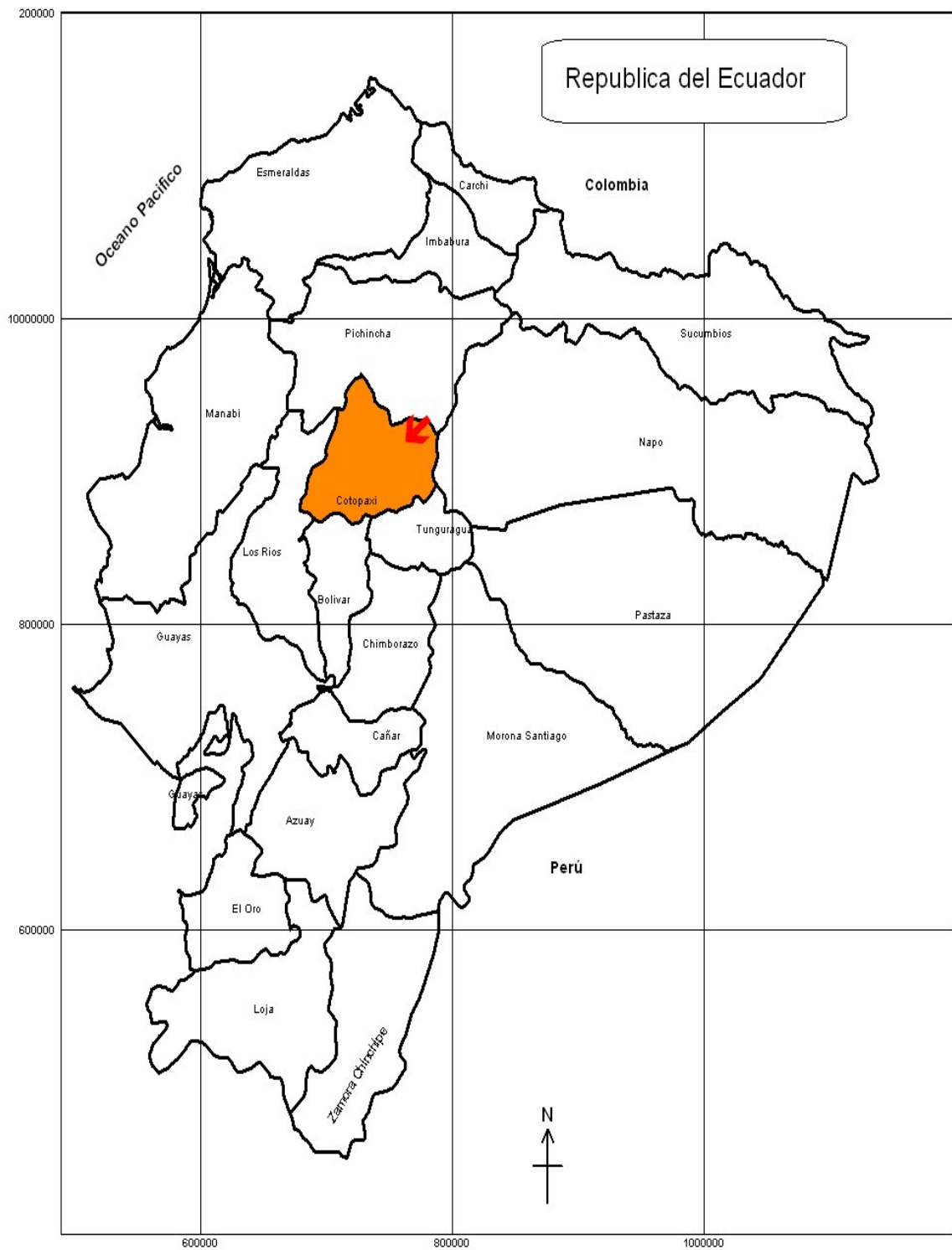
<b>Repetición N° 4</b>	<b>T5</b> Corona con azadón mas 30 g de pelets	<b>T2</b> Desmalezado en fajas químico	<b>T3</b> Desmalezado completo químico
	<b>T4</b> Corona con azadón mas 15 g de pelets	<b>T1</b> Desmalezado Corona completo químico	<b>T0</b> Sin desmalezado y sin fertilizante

<b>Repetición N° 5</b>	<b>T4</b> Corona con azadón mas 15 g de pelets	<b>T3</b> Corona con azadón	<b>T5</b> Corona con azadón mas 30 g de pelets
------------------------	---	--------------------------------	---

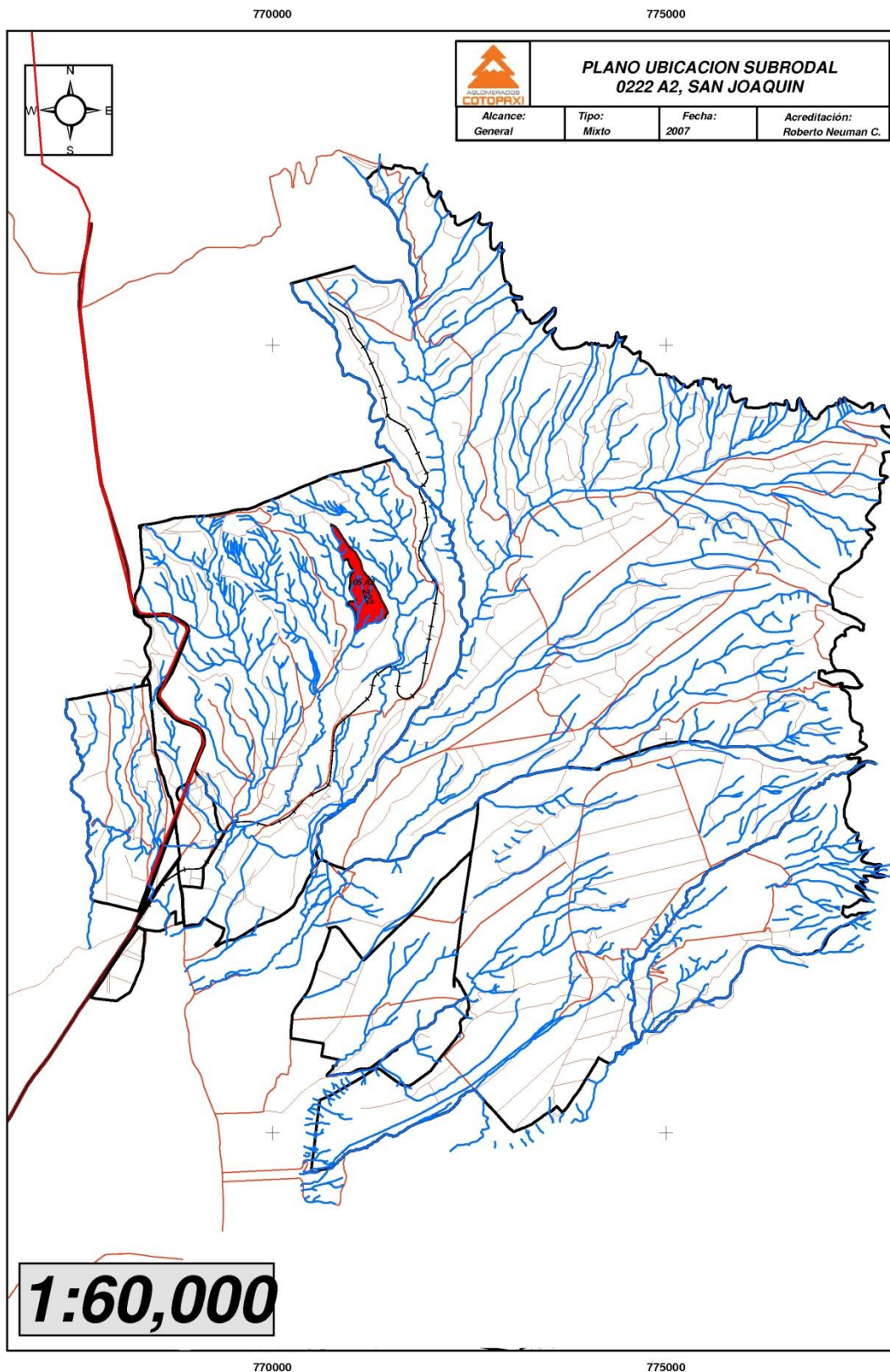
	<b>T1</b> Desmalezado completo químico	<b>T2</b> Desmalezado en fajas químico	<b>T0</b> Sin desmalezado y sin fertilizante
--	--	--	--

Anexo 13. Ubicación del Ensayo en el Mapa del Ecuador





Anexo 14. Patrimonio Forestal Aglomerados Coptopaxi S.A. Ubicación de la Hacienda y Rodal



**Anexo15. Fotografías de la Investigación**





Foto 1 Área de la Investigación

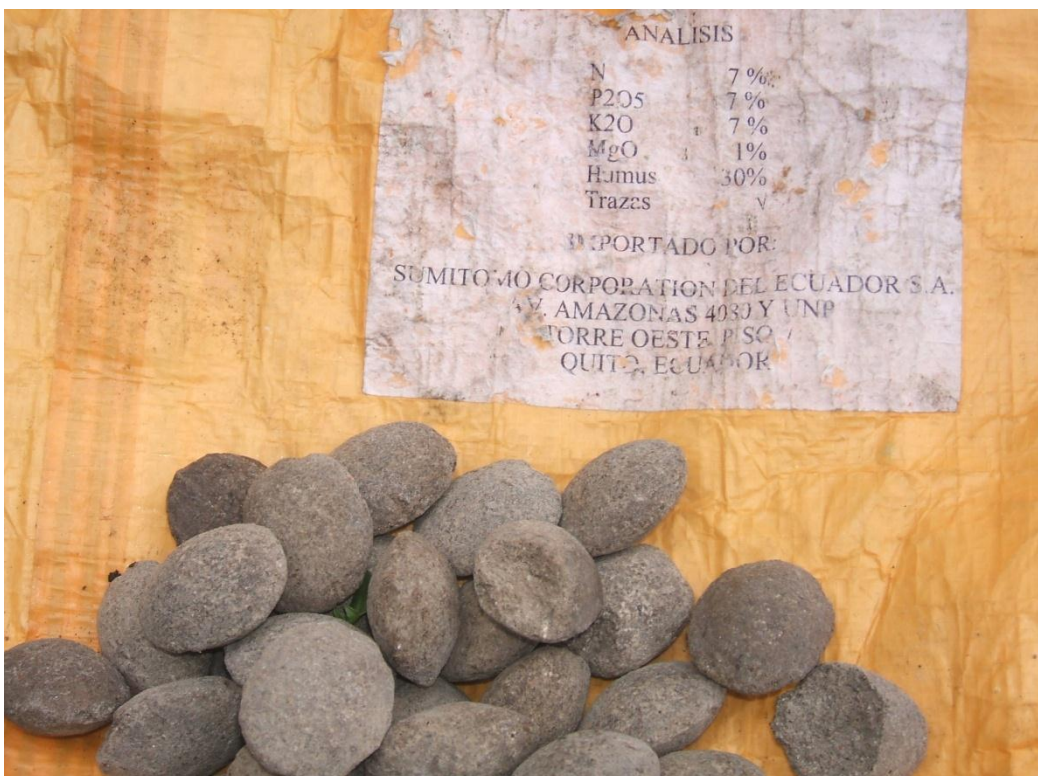


Foto 2 Fertilizante de entrega lenta (Pelets)





**Foto 3 Altura de pasto**



**Foto 4 Aplicación de herbicida (glifopac)**





**Foto 5 Muerte de maleza en fajas**



**Foto 6 Corona con azadón**





**Foto 7 Hoyado en coronas**



**Foto 8 Plantación en coronas**





**Foto 9 Corona con planta a los noventa días**



**Foto 10 Plantación en coronas + 30 gr de pellets**





**Foto 11. Plantación en coronas + 15 gr. de pellets**





**Foto 12. Plantación sin coronas ni herbicida**



**3.6.4.1.1**

**3.6.4.1.2** *Foto 13. Muerte de planta de Pinus patula cuasa el no manejo*



**3.6.4.1.3**

3.6.4.1.4

**Foto 14 Daño del ápice de la planta por heladas**