



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

## **Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

### **Trabajo de Graduación**

**Evaluación de una plantación de *Pinus oocarpa*  
Schiede con plantas provenientes de diferentes  
condiciones de manejo en el vivero de la finca  
forestal San Nicolás, San Fernando, Nueva Segovia**

#### **AUTORES**

**Br. Darwin Inés Castillo Royz**

**Br. Marcos Exzequiel Guido López**

#### **ASESORES**

**Ing. M.Sc. Lucía Romero**

**Ing. M.Sc. Alberto Sediles**

**Managua, Nicaragua**

**Agosto, 2014**



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

## **Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

### **Trabajo de Graduación**

**Evaluación de una plantación de *Pinus oocarpa*  
Schiede con plantas provenientes de diferentes  
condiciones de manejo en el vivero de la finca  
forestal San Nicolás, San Fernando, Nueva Segovia**

#### **AUTORES**

**Br. Darwin Inés Castillo Royz**

**Br. Marcos Exzequiel Guido López**

#### **ASESORES**

**Ing. M.Sc. Lucía Romero**

**Ing. M.Sc. Alberto Sediles**

**Presentado al honorable tribunal examinador como requisito para  
optar al grado de Ingeniero Forestal**

**Managua, Nicaragua**

**Agosto, 2014**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN		PÁGINA
	<b>DEDICATORIA</b>	i
	<b>AGRADECIMIENTOS</b>	iii
	<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	iv
	<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	iv
	<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	v
	<b>RESUMEN</b>	vi
	<b>ABSTRACT</b>	vii
<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II</b>	<b>OBJETIVOS</b>	3
<b>III</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	4
	3.1 Ubicación y descripción de la finca forestal San Nicolás	4
	3.1.1 Ubicación	4
	3.1.2 Características biofísicas	5
	3.2 Metodología	5
	3.2.1 Procedencia de las plantas utilizadas en la plantación	5
	3.2.2 Preparación del sitio de la plantación	6
	3.2.3 Establecimiento de la plantación bajo un diseño experimental	7
	3.2.4 Medición y evaluación de variables y cálculos respectivos	7
	3.2.5 Análisis de datos	11
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	12
	4.1 Análisis de sobrevivencia de la plantación por tratamiento durante el periodo de evaluación	12
	4.2 Incremento promedio mensual en altura por tratamiento de la especie <i>P. oocarpa</i>	15
	4.3 Incremento promedio mensual en diámetro basal por tratamiento	16
	4.4 Valoración de condición fitosanitaria de la plantación	18
	4.5 Relación de calidad de plantas producidas en vivero y su comportamiento en la plantación	22
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	25
<b>VI</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	26
<b>VII</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	27
<b>VIII</b>	<b>ANEXOS</b>	29

## DEDICATORIA

*Nuestra recompensa se encuentra en el  
esfuerzo y no en el resultado. Un  
esfuerzo total es una victoria completa.  
Mahatma Gandhi (1869-1948)*

**A Dios** Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi papá "**Ángel de los Santos Guido Navarrete**" Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi mamá "**Julia Celeyda López Medina**" Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos Edelma, Heraldo y Jasmina por el apoyo constante que me brindaron todo el tiempo para poder culminar con éxito mis estudios universitarios.

A mi Compañera de vida Ing. Denia López por su apoyo, motivación y amor brindado durante mi carrera universitaria.

Y finalmente dedico este trabajo a todas las personas que de forma directa o indirecta estuvieron presentes durante mi formación profesional, brindándome su amistad sincera, ánimo y oxigenando el sueño de llegar a ser una persona de éxito.

**Br. Marcos Exzequiel Guido López**

## DEDICATORIA

*Si lloras por haber perdido el sol, las lágrimas no te dejarán ver las estrellas (Tagore)*

Dedico este trabajo a:

A mis hermanos que me brindaron en todo momento sus apoyos incondicionales, mostrándome que la vida es un proceso donde la formación profesional juega un papel fundamental en la vida social del ser humano.

A mi hermano, **Francisco Castillo Royz** que me enseñó valores y el principio de luchar por mis ideales, mostrándome las formas de resolver las situaciones adversas que se presentan, con dedicación y esmero, aclarándome todo el tiempo que la vida es un proceso de aprendizaje y que es nuestra responsabilidad esforzarnos por ser mejores día a día.

A mi hermano **Edwin Castillo Royz** que siempre estuvo presente en el proceso de mi formación profesional.

A todas las personas que sin ellos enterarse fueron fuente de motivación personal para no desistir de mis ideales por sus aportes y apoyo cuando lo necesitaba.

**Br. Darwin Inés Castillo Royz**

## AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** el ser que siempre está a mi lado, por su amor incondicional, sabiduría y fortalezas, para lograr una meta más en mi vida, gracias mi DIOS sin tu amor y apoyo no lograría nada.

A **MI ALMA MATER "UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA"** Por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A nuestros asesores de tesis **M.Sc. Lucia Romero y M.Sc. Alberto Sediles** por su apoyo incondicional y habernos ofrecido la oportunidad de trabajar con ellos en este trabajo ya que sin el mismo no hubiese sido posible la realización de esta investigación.

Así también al **Dr. Benigno Rivas** por todo sus conocimientos brindados, base fundamental que nos permitirán desempeñarnos como profesionales en el campo forestal.

Al **Ing. Álvaro Noguera**, por su gran apoyo en el Procesamiento estadístico de los datos y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de la tesis.

A nuestros maestros de la **Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**, que contribuyeron con esfuerzo y dedicación en nuestra formación profesional.

Al **Sr. Alcides Centeno** Propietario de la finca forestal San Nicolas por permitirnos realizar nuestro trabajo de tesis en su finca.

A todas las personas que nos apoyaron en la culminación de nuestro trabajo investigativo.

**Br. Marcos Exzequiel Guido López**

**Br. Darwin Inés Castillo Royz**

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Descripción de los tratamientos empleados en el vivero cuyas plantas obtenidas fueron evaluadas en la plantación.	6
2	Clasificación de una plantación forestal según porcentaje de sobrevivencia.	8
3	Clasificación de plantas por tipo de condición.	11
4	Valores de calidad de plantas de <i>P. oocarpa</i> producidas en vivero bajo diferentes tratamientos y su comportamiento en plantación.	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Ubicación de la finca San Nicolás en el departamento de Nueva Segovia.	4
2	Estaquillado del terreno para el establecimiento de la plantación experimental.	7
3	Medición de altura en una plantación experimental de <i>P. oocarpa</i> .	9
4	Medición del diámetro basal en una plantación experimental de <i>P. oocarpa</i> .	10
5	Resultados de sobrevivencia por tratamiento en la plantación de <i>Pinus oocarpa</i> establecida en la finca San Nicolás.	13
6	Valores de incremento promedio mensual en altura por tratamiento.	15
7	Valores de incremento promedio mensual en diámetro basal.	17
8	Porcentaje de plantas según condición fitosanitaria por tratamiento.	19
9	Daños causados por zompopo a plantas de pino.	19
10	Daños causados por agente causal no identificado a las plantas de <i>P. oocarpa</i> .	20
11	Nódulos observados en las plantas de pino.	21

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Mapa de distribución natural de <i>Pinus oocarpa</i> .	29
2	Diseño experimental establecido en la plantación de <i>Pinus oocarpa</i>	30
3	Formato de registro.	31
4	Resultados de sobrevivencia experimentados por las plantas de los tratamientos en la plantación.	32
5	Resultados del análisis de varianza y análisis de correlación entre tratamiento para la variable diámetro basal.	33
6	Resultados de la separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples (Tukey) entre tratamiento para la variable diámetro basal.	34

## RESUMEN

La calidad de planta producida en vivero debe demostrarse en campo, considerando tanto la supervivencia como el desarrollo inicial en el ambiente en que fueron plantadas. Con la finalidad de evaluar el comportamiento de una plantación de *Pinus oocarpa*, con plantas que provenían de un ensayo experimental en el vivero de la finca forestal San Nicolás, San Fernando, Nueva Segovia, aplicando diferentes mezclas y 3 niveles de desinfección (cal, hongo del genero *Trichoderma* controlador de patógenos y testigo), se llevó a cabo un experimento en terrenos de la misma finca. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones por tratamiento. Se realizaron cinco mediciones, con una frecuencia mensual para las variables dasométricas (altura y diámetro basal). Se plantaron entre 6 y 8 plantas por tratamiento para un total de 264 individuos, la distancia utilizada entre plantas fue de 2.5 x 2.5 m. Se evaluaron las variables de sobrevivencia, diámetro basal, altura, así como la condición sanitaria de las plantas por tratamiento. Las plantas del tratamiento que obtuvieron mayor porcentaje de sobrevivencia corresponden al tratamiento **M70DCAL** con **100 %**, por su parte las plantas del tratamiento **M70DTRI** alcanzaron el mayor incremento promedio mensual en altura con **6.67 cm**, así mismo las plantas del tratamiento que obtuvieron mayor incremento promedio mensual en diámetro basal corresponden al tratamiento **M70D0** con **5.79 mm**. Los principales daños causados por insectos y otras enfermedades fueron reportados principalmente por las plantas de los tratamientos **N100DTRI** y **M100DTRI** con **16.7** y **26.67 %** respectivamente. Al momento de comparar la calidad de planta obtenida en vivero y su posterior comportamiento en el sitio de plantación, las plantas de los tratamientos que se comportaron superior pertenecen a **N100D0** y **M70DTRI**.

**Palabras clave:** *Pinus oocarpa*, plantación, comportamiento, vivero

## ABSTRACT

The quality of produced plant nursery must be proven in the field, considering both survival and early development in the environment in which they were planted. In order to evaluate the behavior of a *Pinus oocarpa* with plants that came from an experimental trial in farm forestry nursery San Nicolas, San Fernando, Nueva Segovia, applying different mixtures and 3 levels of disinfection (lime, mushroom the genus *Trichoderma* pathogens driver and control) was carried out an experiment on the grounds of the estate. Design of randomized complete block design with 3 replications per treatment. Five measurements were performed on a monthly basis for forest variables (height and basal diameter). Were planted between 6 and 8 plants per treatment for a total of **264** individuals, the distance used between plants was **2.5 x 2.5 m**. Variables survival, basal diameter, height and health status of plants per treatment were evaluated. Treatment plants obtained higher survival rate **M70DCAL** correspond to treatment with **100%**, meanwhile **M70DTRI** treatment plants reached the highest monthly average increase in height with **6.67 cm**, so the same treatment plants achieved highest monthly average increase in basal diameter corresponding to **5.79 mm M70D0** treatment. The main insect damage and other illnesses were reported mainly by plants of treatments **M100DTRI** and **N100DTRI** with **16.7** and **26.67 %** respectively. When comparing the quality of nursery plant obtained and subsequent behavior in the planting site, plants of the treatments behaved and superior belong to **N100D0** and **M70DTRI**.

**Keywords:** *Pinus oocarpa*, planting, behavior, nursery

## I. INTRODUCCIÓN

Los bosques de pino representan un recurso socioeconómico y ambiental muy valioso, ya que suministran insumos a la industria maderera y son una importante fuente de divisas y empleos. Además, representan un gran potencial para la reforestación, producción de semillas, fuentes energéticas, producción de resina y otros. Así mismo, albergan mucha biodiversidad y proporcionan bienes y servicios ambientales aun no valorados en toda su magnitud (FAO, 2004).

Según resultados del Inventario Forestal Nacional realizado en Nicaragua durante el periodo 2007-2008 de la superficie de bosque natural de coníferas (374,739 ha), se estimó que el 90.66 % (339,737 ha) es bosque maduro, 5.49% (20,586 ha) es bosque desarrollado, 3.28 % (12,306 ha) es bosque joven de coníferas y 0.56 % (2,109 ha) es bosque de coníferas de regeneración (INAFOR, 2009).

Según MARENA (2006), en Nicaragua se han identificado cuatro especies del género *Pinus*: *Pinus oocarpa* (ocote), *Pinus maximinoii* (pinabete), *Pinus tecunumanii* (pino rojo) y *Pinus caribaea* (caribeño).

En Nicaragua los bosques de pino, principalmente de *P. oocarpa*, se han visto afectados por los insectos descortezadores, donde se destaca *Dendroctonus ssp*, que ocasionó severos daños en el período 1999-2001. En la actualidad esta especie de pino, también se ha visto afectada por otros agentes causales de enfermedades (INAFOR, 2001, citado por Martínez, *et al.*, 2009).

*Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. es uno de los pinos más comunes de México y Centroamérica. Esta especie alberga amplia variación por la diversidad de ambientes en los que crece de manera natural, desde el noroeste de México hasta el centro de Nicaragua (Dvorak y Donahue, 1993; USGS, 2013) (anexo 1).

Por razones de índole económica, de restauración y recuperación de áreas afectadas por el descortezador *Dendroctonus ssp*, las plantaciones de *P. oocarpa* han venido cobrando mucho auge en la región de Nueva Segovia y se consideran como un recurso valioso, por su importancia económica, su diversidad de sus usos, por la obtención de madera preciosa y otros subproductos. Además, atraen inversiones importantes al país, contribuyen a la generación de oxígeno para nuestro planeta, al ciclo del carbono, al equilibrio climático y proporcionan un hábitat natural indispensable para la vida silvestre.

Por lo anterior, hoy día, los dueños de bosques de la región invierten mayores recursos económicos en sus viveros para producir plantas de calidad que puedan adaptarse y sobrevivir fácilmente a las condiciones en que son establecidas, garantizando de esta forma la producción de materia prima en un plazo más corto y de muy buena calidad, así como la recuperación de áreas.

Esta investigación es continuidad de otro trabajo de investigación realizado en el vivero de la finca San Nicolás cuyo objetivo fue evaluar el crecimiento de plantas de *P. oocarpa* con diferentes mezclas de sustratos y diferentes tipos de desinfección. En el caso de este estudio, la evaluación de la plantación tiene como finalidad validar si las plantas producidas en el vivero bajo ciertos criterios de calidad, responden de igual forma en su sobrevivencia y crecimiento en las condiciones de plantación.

Este estudio tiene especial importancia debido a la escasa información disponible sobre el comportamiento de *P. oocarpa* a nivel de plantaciones, ya que no se ha realizado ninguna investigación que contribuya al conocimiento de los niveles de sobrevivencia que la especie puede experimentar y fue realizado en la finca forestal San Nicolás porque ésta tiene las condiciones biofísicas propias de los ecosistemas de pinos, en ella se realiza manejo forestal, desde lo que es la producción de plantas en vivero, siguiendo con el manejo silvicultural hasta el aprovechamiento y finalmente la industrialización.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

- ▶ Evaluar el comportamiento de una plantación de *P. oocarpa*, con plantas provenientes de diferentes condiciones de manejo en el vivero

### 2.2. Objetivos específicos

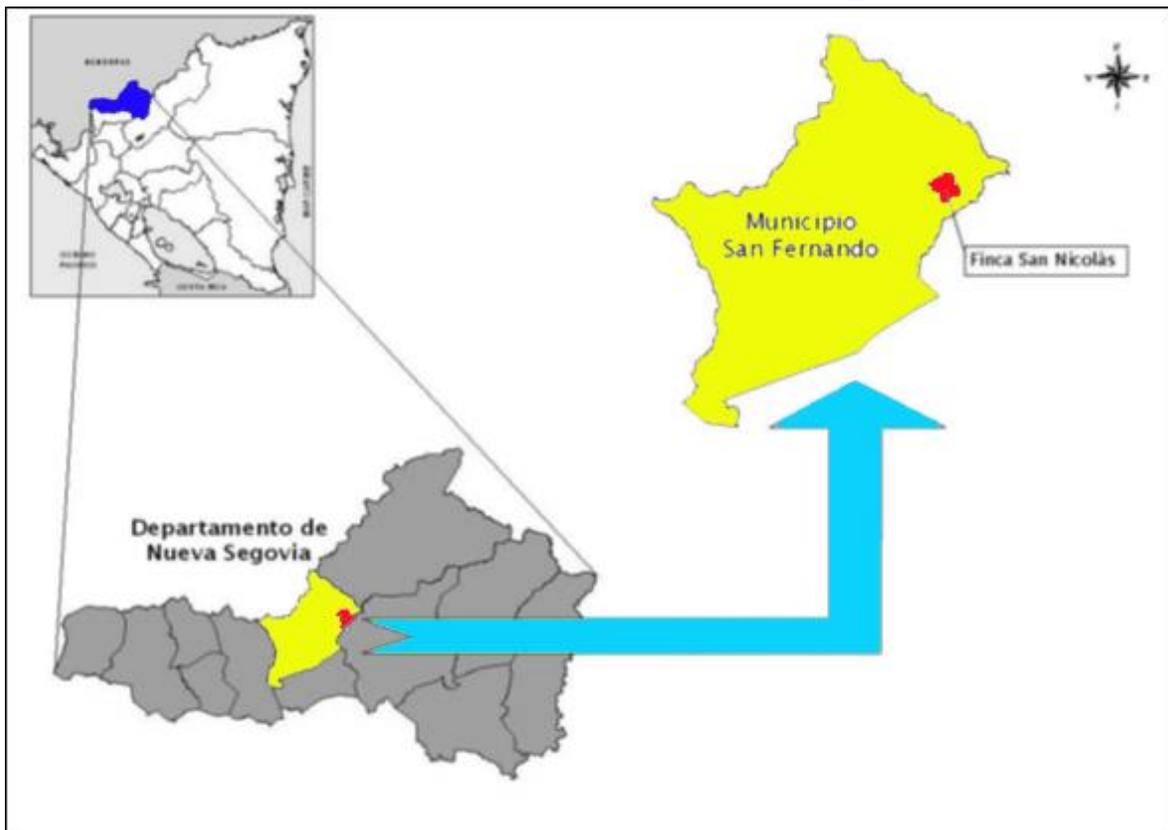
1. Cuantificar la sobrevivencia de plantas de *P. oocarpa*, provenientes de diferentes condiciones de manejo en el vivero
2. Valorar el incremento inicial de una plantación de *P. oocarpa*, con plantas provenientes de diferentes condiciones de manejo en el vivero
3. Seleccionar los mejores tratamientos evaluados en vivero y que mejor se desempeñaron en el sitio de plantación.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción de la finca forestal San Nicolás

##### 3.1.1. Ubicación

La finca forestal San Nicolás se localiza a 5 km de la comarca Santa Clara, municipio de San Fernando, entre los  $13^{\circ}45'40''$  y  $13^{\circ}46'36''$  latitud norte y los  $85^{\circ}13'55''$  y  $86^{\circ}15'60''$  longitud oeste, a una altura de 670 msnm (figura 1). El área total es de 188.86 ha, de las cuales, 42.1 ha están sujetas a plan de manejo (Vílchez y Lazo, 2007, citado por Ballespi, 2008).



**Figura 1.** Ubicación de la finca San Nicolás en el departamento de Nueva Segovia. (Fuente: Base de datos geográficas de INETER de los municipios y departamentos, 2000, citado por Ballespi, 2008.)

### **3.1.2. Características biofísicas**

**a) Clima:** El clima es de sabana tropical, con temperatura promedio entre 23° y 24°C, precipitación pluvial media anual de 1,347 mm, normalmente llueve entre los meses de mayo y diciembre (MECD, 2005, citado por Ballespi, 2008).

**b) Suelo:** En su mayoría, los que predominan son suelos arenosos y ácidos. A esto se debe la presencia del bosque de pino (MECD, 2005, citado por Ballespi, 2008).

**c) Vegetación:** La vegetación predominante es el bosque de pino, el cual está asociado con diferentes especies como: Guayaba (*Psidium guajava*), Nance (*Byrsonima crassifolia*), Carbón (*Acacia pennatula*), Jagua (*Genipa americana*), Jiñocuabo (*Bursera simarouba*), Cortez (*Tabebuia crhysantha*), Mango (*Mangifera indica*), Helequeme (*Eyithrina poeppigiana*), Limón (*Citrus aurantium*), Quebracho (*Lysiloma sp*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y Acetuno (*Simarouba glauca*) (Ballespi, 2008).

**d) Accesibilidad:** La zona presenta fácil acceso en todo el año dado que cuenta con una red de caminos amplia, previendo cualquier dificultad en la época lluviosa. La finca está ubicada a la orilla de la carretera Ocotál-Jalapa, en el kilómetro 266 (MECD, 2005, citado por Ballespi, 2008).

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Procedencia de las plantas utilizadas en la plantación**

Las plantas usadas fueron producidas en el vivero de la finca San Nicolás, las cuales provenían de un ensayo experimental, realizado entre marzo y julio 2013, donde se usaron seis tratamientos para la producción y evaluación de la calidad de las plantas, aplicando diferentes mezclas y niveles de desinfección al sustrato. Se usaron dos procedencias de suelos para la producción de las plantas (bosques de la finca San Nicolás y del municipio de Macuelizo), pero en el estudio tanto en vivero como en la plantación, estas procedencias no se comparan, solamente se toman como un referente donde crecen naturalmente los bosques de pino.

Las plantas fueron seleccionadas en el vivero teniendo en cuenta criterios de calidad como: tamaño, vigor y estado sanitario.

Las diferentes mezclas y tipos de desinfección en el vivero fueron considerados los tratamientos para evaluar la calidad de las plantas producidas (cuadro 1), los que a su vez, fueron los tratamientos para evaluar la sobrevivencia y crecimiento inicial en la plantación, bajo el supuesto esperado de que las mejores plantas obtenidas en el vivero, serían las que mejor responderían en la etapa inicial de la plantación.

**Cuadro 1.** Descripción de los tratamientos empleados en el vivero cuyas plantas obtenidas fueron evaluadas en la plantación

<b>Código</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Composición</b>
<b>Suelo San Nicolás</b>		
T1	N70D0	Mezcla 70% suelo y 30% arena, sin desinfección
T2	N100D0	100% suelo, sin desinfección
T3	N100DTRI	100% suelo, desinfección con <i>Trichoderma</i>
T4	N70DCAL	Mezcla 70% suelo y 30% arena, desinfección con cal
T5	N70DTRI	Mezcla 70% suelo y 30% arena, desinfección con <i>Trichoderma</i>
T6	N100DCAL	100% suelo, desinfección con cal
<b>Suelo Macuelizo</b>		
T1	M70D0	Mezcla 70% suelo y 30% arena, sin desinfección
T2	M100D0	100% suelo, sin desinfección
T3	M100DTRI	100 % suelo, desinfección con <i>Trichoderma</i>
T4	M70DCAL	Mezcla 70% suelo y 30% arena, desinfección con cal
T5	M70DTRI	Mezcla 70% suelo y 30% arena, desinfección con <i>Trichoderma</i>
T6	M100DCAL	100 % suelo, desinfección con cal

### **3.2.2. Preparación del sitio de la plantación**

El área donde se estableció la plantación fue preparada previamente, limpiando malezas y arando para facilitar las operaciones de ahoyado y plantación. Una vez preparado el suelo se procedió a establecer la plantación experimental.

### 3.2.3. Establecimiento de la plantación bajo un diseño experimental

En una parcela de 0.2 (2,000 m<sup>2</sup>) se estableció un diseño experimental de bloques completos al azar, los tratamientos se arreglaron en 3 bloques con longitud de 42.5 m \* 2.5 m de ancho (figura 2). Cada bloque estuvo compuesto por los 6 tratamientos descritos, plantándose entre 6 y 8 plantas respectivamente por tratamiento a un distanciamiento de 2.5 \* 2.5 m (anexo 2); esta diferencia se debió principalmente a que no se contaba con la misma disponibilidad de plantas para todos los tratamientos.

Las plantas se numeraron del 1 al 8 con el objetivo de identificarlas y evitar confundirlas durante la toma de datos, para esto se utilizó un formato de registro (anexo 3).



**Figura 2.** Estaquillado del terreno para el establecimiento de la plantación experimental

### 3.2.4. Medición y evaluación de variables y cálculos respectivos

La plantación experimental se estableció el día 30 de agosto del 2013 y mensualmente por un período de cinco meses se procedió a la toma de datos, la cual finalizó el 2 de enero del año 2014. Durante las mediciones mensuales se evaluaron las siguientes variables:

### **a) Supervivencia**

Esta variable se usó para determinar el porcentaje de plantas vivas con respecto al número de plantas establecidas inicialmente y la cantidad de las mismas a través de cuantificaciones realizadas cada mes, dato que permitió conocer el comportamiento de las plantas, según su procedencia de los tratamientos aplicados en el vivero y su establecimiento en la plantación.

La supervivencia se valoró a través de conteo una a una de las plantas, considerando la clasificación establecida por Centeno (1993), quien determinó los siguientes parámetros para evaluar supervivencia en un sistema de plantación forestal (cuadro 2).

**Cuadro 2.** Clasificación de una plantación forestal según porcentaje de supervivencia

<b>Porcentaje de supervivencia</b>	<b>Calidad resultado de la plantación</b>
80%-100%	Muy buena
70%-80%	Buena
40%-70%	Regular
< 40%	Mala

Para el cálculo del porcentaje de supervivencia se utilizó la siguiente ecuación (Linares, 2005).

$$\% \text{ supervivencia: } \frac{pv}{(pv + pm)} * 100$$

**Donde:**

**pv:** plantas vivas

**pm:** plantas muertas

### **b) Altura**

Se utilizó una cinta métrica de 5 m, midiendo la planta desde su base hasta su ápice (figura 3). En esta medición se consideraron todas las plantas vivas encontradas durante el período.

La altura inicial es un buen predictor de la altura futura en campo, pero no para la supervivencia; este parámetro se ha utilizado por mucho tiempo como un indicador de la calidad, aunque se considera insuficiente y es conveniente relacionarlo con otros criterios para que refleje su utilidad real (Mexal y Landis, 1990, citados por Bautista *et al*, 2005). Es fácil de medir pero no es muy informativa por sí sola, ofrece sólo una somera aproximación del área fotosintetizante y transpirante e ignora la arquitectura del tallo (Birchler *et al.*, 1998).



**Figura 3.** Medición de altura en una plantación experimental de *P. oocarpa*

Para determinar el incremento promedio mensual en altura, para el período de evaluación, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Ipm:} \frac{hf - hi}{(t)}$$

**Donde:**

**Ipm:** Incremento promedio mensual en altura

**hf:** altura final

**hi:** altura inicial

**t:** tiempo (5 meses)

### **c) Diámetro basal**

Las mediciones del diámetro basal iniciaron en el mes de octubre con una frecuencia mensual hasta finalizar en el mes de enero. Para obtener este dato se hizo uso de un Vernier colocando el mismo lo más horizontalmente posible en la base del tallo de la planta (figura 4).



**Figura 4.** Medición del diámetro basal en una plantación experimental de *P. oocarpa*

Para determinar el incremento promedio mensual en diámetro basal, para el período de evaluación, se utilizó la siguiente fórmula:

**Diámetro basal**

$$Ipm: \frac{df - di}{t}$$

**Donde:**

- Ipm:** Incremento promedio mensual del diámetro basal
- df:** diámetro basal final
- di:** diámetro basal inicial
- t:** tiempo (4 meses)

**d) Condición fitosanitaria**

Complementario a la evaluación de sobrevivencia y considerando causales de mortalidad también se evaluaron aspectos fitosanitarios como daños por insectos, daños antropogénicos, que pudieron influir en la adaptabilidad de las plantas considerando que donde se plantó corresponde con sus requerimientos ecológicos.

Esta variable se evaluó durante el recorrido que se hacía por toda la plantación, mientras se tomaban los otros datos, se observaba detalladamente cada planta para determinar directamente la influencia de insectos o si presentaba síntomas de alguna enfermedad.

Previo al establecimiento de la plantación se elaboró una tabla de criterios de clasificación de plantas por tipo de condición para ser utilizada durante la evaluación en campo (cuadro 3).

**Cuadro 3.** Clasificación de plantas por tipo de condición

<b>Código</b>	<b>Condición de la planta</b>	<b>Descripción</b>
1	Planta sana	Sin evidencia de daños, vigorosa, follaje verde
2	Planta clorótica	Color del follaje verde pálido a amarillo
3	Planta dañada	Con ápice cortado, defoliada, pequeñas perforaciones, tallo doblado

### 3.2.5. Análisis de datos

Para el análisis de datos se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo Excel para posteriormente procesar la información mediante el uso de los programas estadísticos Infostat versión 2008, SPSS e INSTAT.

Por el tipo de distribución y alta variabilidad que presentaron los datos se procedió a realizar un análisis para pruebas estadísticas no paramétricas usando la prueba de **Kruskall-Wallis**.

El primer paso en esta fase fue la aplicación de estadística descriptiva para obtener así los valores de los estadígrafos como media, error estándar y coeficiente de variación para cada una de los tratamientos para las variables diámetro basal, altura de la planta, sobrevivencia y condición de planta.

Posteriormente, se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas que permitieron decir cuál de los tratamientos sometidos al análisis es el que ejerció mayor significancia en relación a las variables de interés evaluadas (altura, diámetro basal). Posteriormente se hizo una separación de rangos múltiples (Tukey) para terminar de comprobar si había diferencia significativa para la variable diámetro basal y cada uno de los tratamientos evaluados y finalmente a través del análisis de correlación se buscó la relación entre las variables evaluadas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para una mejor comprensión de los resultados, éstos se presentarán de la manera siguiente:

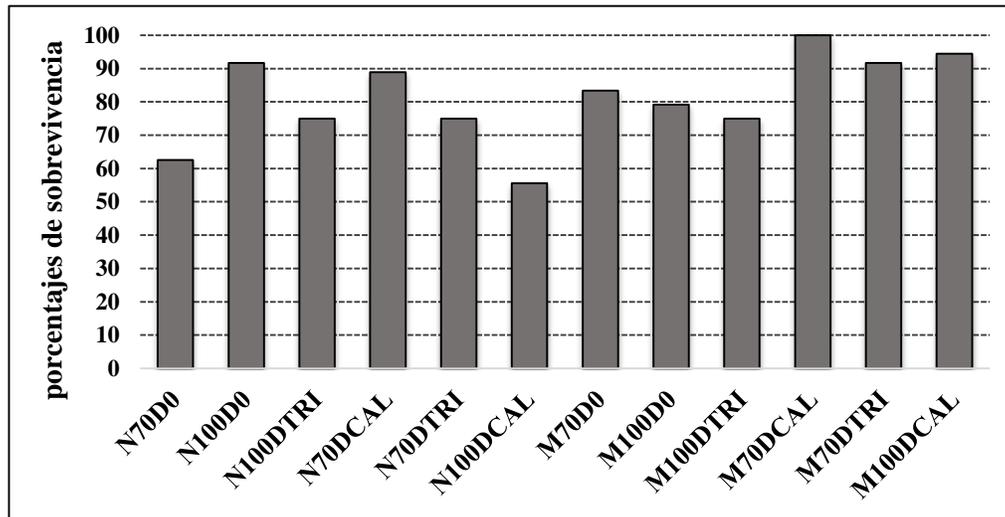
En un principio se abordan los resultados de sobrevivencia, luego las variables de crecimiento en altura y diámetro basal y finalmente de la condición fitosanitaria de la plantación, todo vinculado a como se dio por cada tratamiento, haciendo una discusión de los mismos. Finalmente se hace una comparación relacionando la calidad de plantas obtenidas en el vivero con los resultados de sobrevivencia y crecimiento obtenidos en la plantación.

### **4.1. Análisis de sobrevivencia de la plantación por tratamiento durante el periodo de evaluación**

La supervivencia es un parámetro importante en la evaluación del comportamiento de la especie en condiciones de plantación para comparar cómo se comporta la especie en un sitio abierto.

Se encontraron valores satisfactorios de sobrevivencia por cada uno de los tratamientos evaluados, logrando obtener porcentajes que van desde un 55 % hasta un 100 % en sobrevivencia.

Las plantas que experimentaron mayores porcentajes de sobrevivencia corresponden a los tratamientos **M70DCAL**, con **100 %** y **M100DCAL**, con **94.44 %**, catalogadas ambas como muy buenas. Las plantas que presentaron los valores más bajos de sobrevivencia corresponden al tratamiento **N100DCAL** con **55.56 %** catalogada como regular. Los resultados de los otros tratamientos se pueden observar en la figura (5) y anexo (4).



**Figura 5.** Resultados de sobrevivencia por tratamiento en la plantación de *Pinus oocarpa* establecida en la finca San Nicolás

Aun así, el porcentaje promedio global de sobrevivencia de la plantación fue de **81.02 %**, lo que sugiere un resultado muy bueno para los primeros cinco meses de evaluación.

La muy buena sobrevivencia registrada durante los cinco meses de evaluación pudo ser influenciada por diferentes factores: presencia de pasto actuando como un agente regulador de humedad y como barrera contra enemigos naturales de la especie, las precipitaciones jugaron un papel fundamental para la adaptación de las plantas, además la finca presenta áreas con buen potencial para el establecimiento de plantaciones, esto fundamentado principalmente con la buena adaptación que presentó la especie.

Por otra parte, se puede argumentar que *P. oocarpa* es una especie nativa de la región y tuvo todas las ventajas para sobrevivir, teniendo a favor las condiciones ecológicas y edáficas, bajo las cuales fue establecida.

Una plantación forestal se ve afectada en la sobrevivencia por las condiciones ambientales, el manejo silvicultural, entre otros. En este sentido, la escasa precipitación es un factor limitante para la sobrevivencia de las plantaciones debido a que no permite retomar las funciones vitales de absorción de agua y nutrientes de la planta (South, 2000; citado por Cortina y Navarro, 2006). La supervivencia también está influenciada por las condiciones del suelo; con poco contenido de materia orgánica y graviloso, que influye negativamente en los valores de supervivencia (Castillo, 2006).

En cambio en sitios secos y ventosos, donde las plantas pueden sufrir un alto estrés hídrico y la inhabilidad para retener agua es la causa más común de mortalidad, las plantas chicas son más adecuadas por su menor relación parte aérea/sistema radicular y su mayor crecimiento inicial de raíz. Además las plantas altas son más adecuadas para lugares en los cuales existe competencia de malezas o el daño de animales puede ser severo (Mexal y Landis, 1990, citado por Davel, 2006).

Considerando los factores que podrían influir negativamente en la plantación, cabe mencionar que éstos no fueron limitantes para el establecimiento de la que se evalúa en este estudio, ya que se puede afirmar que la plantación experimental fue establecida en condiciones óptimas en las cuales *P.oocarpa* se desarrolla satisfactoriamente, al menos durante el tiempo que duró la evaluación.

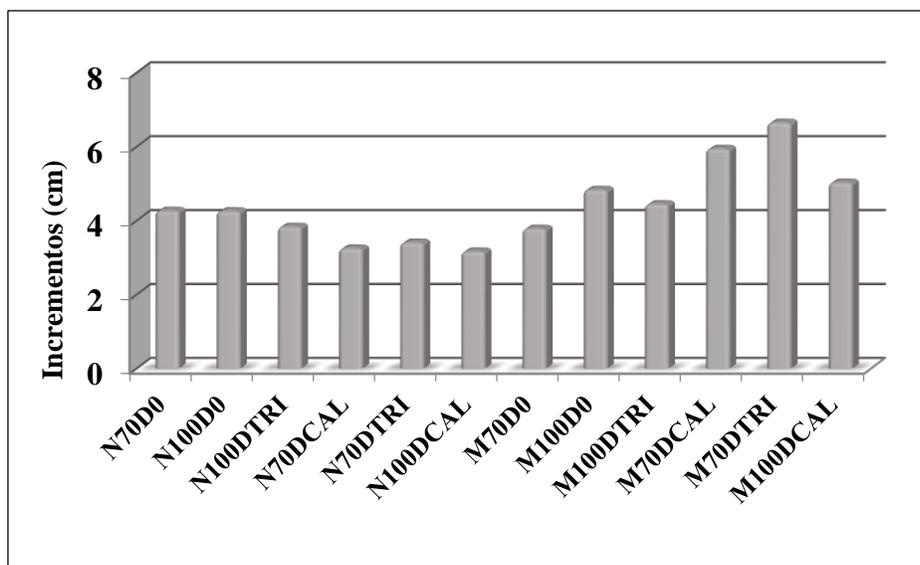
La competencia de las hierbas muchas veces afecta negativamente la sobrevivencia y el crecimiento, en especial en el primer año de vida de las plantaciones. Deyoe, 1986, citado por Davel *et al.*, 2006 indican que varios estudios han demostrado que el control de la vegetación competidora durante los 2 a 4 primeros años de la plantación puede duplicar la producción en volumen de los plantines en buenos sitios y al menos triplicarla en los sitios medios a pobres.

En este sentido Daniel *et al.* 1982, citado por Davel, 2006 indican la importancia del tamaño de las plantas y su relación con las condiciones del sitio. En sitios donde la humedad no es una limitante severa, las plantas más grandes tendrán mayor supervivencia y más rápido crecimiento que las plantas pequeñas.

Dicho lo anterior, para llevar a cabo la investigación se seleccionaron las mejores plantas en vivero, sin embargo, por no contar con el suficiente número de ellas, se tuvieron que seleccionar y plantar algunas que no cumplían con ciertos criterios de calidad, como la altura, en los tratamientos **M70DCAL** y **M100DCAL**, resultando que estas plantas, independientemente de las condiciones que presentaban, obtuvieron los más altos porcentajes de sobrevivencia en comparación con las de los otros tratamientos.

#### 4.2. Incremento promedio mensual en altura por tratamiento de la especie *P. oocarpa*

Los valores más altos de incremento promedio mensual en altura los presentaron las plantas de los tratamientos **M70DTRI** que obtuvo los mejores resultados al haber alcanzado **6.67 cm**; seguido por las plantas del tratamiento **M70DCAL**, con **5.96 cm**. El menor incremento lo presentaron las plantas del tratamiento **N100DCAL** con **3.18 cm** (figura 6).



**Figura 6.** Valores del incremento promedio mensual en altura por tratamiento

Los valores altos alcanzados en la plantación están asociados al buen manejo que se le dio en vivero a las plantas, siendo el tratamiento **M70DTRI** el que obtuvo plantas con mayor índice de calidad **1.20**, en relación a los otros tratamientos de esa procedencia de suelo y a la vez estas plantas manifestaron el mejor comportamiento en la etapa inicial de plantación.

Según estudio realizado por (Itzep, 1995, citado por Ávila, 2003) en las plantaciones de *P. oocarpa* de las fincas Santa Rosalía y Salama I, Baja Verapaz, Guatemala, encontró un incremento medio anual en altura de 0.86 m para Santa Rosalía y 0.83 m para Salama I.

Es posible observar que el incremento presentado por la plantación en términos de altura es muy variable entre los tratamientos, lo cual podría atribuirse a la calidad de plantas producidas en el vivero, anteriormente se mencionó que se seleccionaron plantas que cumplieran con los criterios de calidad establecidos, pero hubieron plantas que no los cumplieron a un 100 %, (altura y vigorosidad por debajo de los estándares) aun así su comportamiento en la plantación fue superior a plantas de los tratamientos que cumplían con todos los criterios de calidad. En el análisis de varianza realizado para esta variable se comprueba que hubo diferencias altamente significativas en el incremento de altura para cada tratamiento (F: 0.0001,  $P < 0.01$ ).

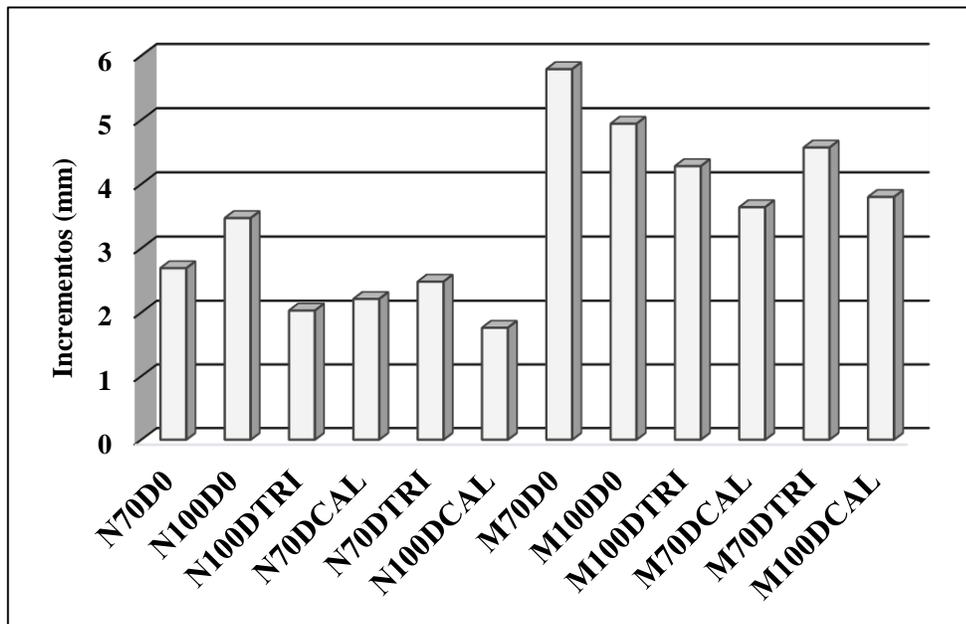
Frías, (2011), expresa que el éxito de una plantación forestal, desde el punto de vista de su crecimiento, depende de muchos factores, como la calidad de las plantas, el sitio, la preparación del suelo, la técnica de plantación y los cuidados culturales.

Al momento de establecer plantaciones forestales se debe de considerar el tamaño de las plantas, la fase crítica de la plantación se extiende desde su establecimiento hasta el momento en que la especie logra cerrar el dosel y establece la competencia entre los árboles.

Esta competencia obliga a las plantas pequeñas a adaptarse a tal adversidad mediante un rápido alargamiento de su brotes y hojas en dirección al sol, el resultado de esta interacción es el buen comportamiento que experimentan las plantas pequeñas aumentando considerablemente su crecimiento en altura, logrando captar mayor luz, nutrientes y adaptación en los primeros años (Villegas y Cibrián, 1997).

#### **4.3. Incremento promedio mensual en diámetro basal por tratamiento**

Los resultados más altos alcanzados en cuanto a incremento promedio mensual en diámetro basal corresponden a las plantas del tratamiento **M70D0** con **5.79 mm**, seguido por las plantas del tratamiento **M100D0** con **4.49 mm**, el menor incremento lo registraron las plantas del tratamiento **N100DCAL** con **1.76 mm**. Los resultados de los demás tratamientos se pueden observar en la figura 7.



**Figura 7.** Valores de incremento promedio mensual en diámetro basal

El análisis de varianza muestra diferencia en los valores medios entre tratamiento  $p = 0.0010$ , sugiriendo una eficiencia del modelo utilizado (Bloques Completos al Azar) para determinar diferencias en el diámetro basal; Sin embargo el coeficiente de correlación para sugerir efecto real entre los tratamientos y el diámetro basal registra un valor relativamente bajo  $R^2=0.02$  en vista que el valor mínimo sugerido para inferir en un efecto real es de **0.6** (Anexo 5).

Al comparar las medias de los tratamientos a través de una prueba de rangos múltiples (Tukey) se muestra que en la mayoría de los casos no existen diferencias significativas entre tratamientos, a excepción del tratamiento **N100DCAL** y el tratamiento **M70D0**, lo que sugiere que los valores medios de diámetro basal no pueden ser categorizados en grupos diferentes y que las diferencias son mínimas, indicando además el mismo comportamiento en las plantas de la muestra para la variable diámetro basal independientemente del tratamiento (Anexo 6).

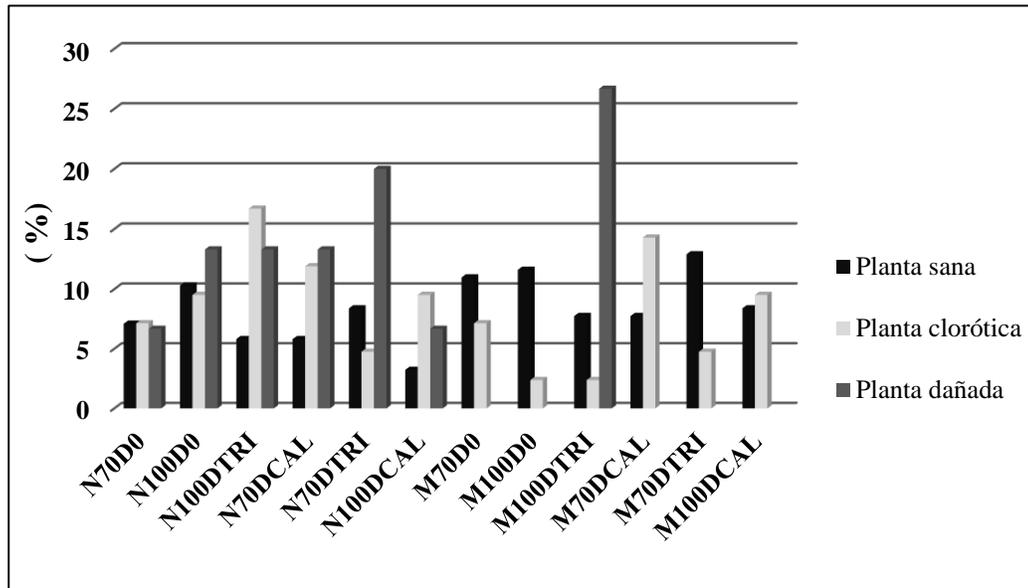
Durante la etapa inicial de una plantación, el crecimiento en diámetro de las plantas es mucho más lento que el crecimiento en altura, dado que las plantas están empleando toda su energía en alcanzar altura suficiente. Esta variable es notoria después de los primeros años de establecida una plantación, donde el manejo silvicultural que se aplique a las plantas también juega un papel fundamental para su desarrollo (Romero y Ramírez, 1997).

Los datos de crecimiento en diámetro basal de este estudio al no mostrar diferencias significativas entre las plantas provenientes de los diferentes tratamientos, puede ser atribuido posiblemente a la condición de su temprana edad, como se explica en el párrafo anterior, además el tiempo de evaluación para esta variable fue extremadamente corto (4 meses), lo que no permitió evaluarla en su consecuente comportamiento.

#### **4.4. Valoración de condición fitosanitaria de la plantación**

De 264 plantas totales de la plantación, al final de la evaluación se obtuvieron: 155 plantas sanas (58.71%), 42 plantas cloróticas (15.9%), 15 dañadas (5.68%) y 52 muertas (19.69%).

Partiendo de esta última observación, del total de plantas sanas, el tratamiento **M70DTRI**, obtuvo el mayor porcentaje con 12.9 %, equivalentes a 20 plantas de las 24 que existían para este tratamiento. Las plantas del tratamiento **N100DTRI** experimentaron mayor afectación por clorosis con 16.7 % del total de plantas cloróticas y las plantas del tratamiento **M100DTRI** mostraron más daños en comparación a las plantas de los demás tratamientos con 26.67 % del total de plantas dañadas (figura 8).



**Figura 8.** Porcentaje de plantas según condición fitosanitaria por tratamiento

Los daños observados en la plantación estuvieron asociados principalmente a defoliación por zompopo (figura 9). Estas afectaciones se pudieron observar al segundo mes de la evaluación, afectando a una pequeña porción de la plantación (5.68%). En este mes la plantación se estaba estableciendo y presentaba follaje succulento y vigoroso lo que pudo ser atractivo para este insecto. La presencia de zompopos representó una verdadera limitante para cierto porcentaje de plantas en la plantación, los ataques de estos insectos se identificaron en el segundo mes de evaluación, atacando la yema terminal reduciendo el dato de incremento en altura tomado anteriormente.



**Figura 9.** Daños causados por zompopo a plantas de pino

Es preciso mencionar que hubo afectación por parte de un agente causal no identificado que se observó a partir del cuarto mes de evaluación (figura 10). Los síntomas que presentaron las plantas fueron coloraciones amarillentas a café oscuro en su follaje, además de pequeñas perforaciones en la parte media del tallo, que hacían que la planta se doblara, provocando, posteriormente, la muerte de la misma.



**Figura 10.** Daños causados por agente causal no identificado a las plantas de *P. oocarpa*

Así mismo se pudo detectar que a partir de la tercera medición, las plantas presentaban una especie de nódulo en la base del tallo, siendo más común en las plantas que se produjeron con suelo de los bosques del municipio de Macuelizo (figura 11). Las causas no fueron identificadas al momento de observar tal fenómeno, pudiendo ser causado por algún tipo de bacteria desconocida que ataca principalmente a plantaciones jóvenes de *P.oocarpa*.

Se consultó a expertos nacionales e internacionales en temas de sanidad forestal y ellos suponen que esto puede aparecer por dos razones: daño causado por alto calor en el suelo, el cual puede aparecer si la especie de pino no está adaptada a la temperatura local o si las condiciones en el vivero permiten temperaturas extremas en el suelo.



**Figura 11.** Nódulos observados en las plantas de pino

Otra posible causa comentada por los expertos es infección secundaria de hongos como *Pestalotia*, *Fusarium* o *Alternaria*, aunque también lo atribuyen mayormente a la posibilidad de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, la causante de la enfermedad llamada agalla de la corona de las raíces; es preciso mencionar que en plantaciones establecidas en años anteriores no se encontraron plantas con dicho fenómeno. Aun así es importante continuar con investigaciones enfocadas a la evaluación inicial de las plantaciones de pino que permitan conocer factores de daño en ellas, que impidan su establecimiento exitoso.

#### **4.5. Relación de calidad de plantas producidas en vivero y su comportamiento en la plantación**

El éxito o fracaso de las plantaciones depende en gran medida de la calidad de planta utilizada. Una planta de calidad es aquella que es capaz de sobrevivir en el terreno con altas tasas de supervivencia y crecimiento inicial. Una buena prueba para verificar la calidad de la planta producida en vivero es su repuesta en campo, la cual depende básicamente de los atributos genéticos y de los adquiridos a través del manejo en el vivero (Olmedo, 2007, citado por Tamayo *et al*, 2013).

En el cuadro 4 se presentan los datos referidos a la calidad de las plantas producidas y evaluadas en el vivero, correspondientes a cada tratamiento, de igual forma se presentan los datos del comportamiento en plantación de las plantas provenientes de esos mismos tratamientos, con la finalidad de relacionar la calidad de las mismas con su desempeño en la plantación.

##### **Suelo Macuelizo**

Las plantas que en el vivero presentaron el mejor índice de calidad corresponden al tratamiento **M70DTRI**, con un índice de **1.20** lo que significa que fueron plantas fenotípicamente superiores a las plantas de los otros tratamientos obtenidos en vivero. De igual forma, al evaluar su comportamiento en la plantación, éstas mostraron los valores más altos en supervivencia, incremento en altura, e incremento en diámetro basal.

Por su parte, las plantas del tratamiento **M70DCAL**, pese a que presentaron índices de calidad menores, en relación a las de los tratamientos **M70DTRI Y M70D0**, su comportamiento en la plantación fue mucho mejor en lo que se refiere a supervivencia, logrando alcanzar valores más altos, que éstas últimas.

Así mismo, las plantas que obtuvieron el menor índice de calidad corresponden al tratamiento **M100DCAL**, sin embargo, en la plantación, obtuvieron valores altos de supervivencia y de incremento en altura.

## **Suelo San Nicolás**

Las plantas que en el vivero resultaron mejor evaluadas en calidad, corresponden al tratamiento **N100D0** con índice de 1.26 lo que expresa mayor superioridad de características fenotípicas en relación a los demás tratamientos evaluados en vivero, mismo que también obtuvo valores muy buenos de sobrevivencia y los mayores incrementos de altura y diámetro basal en la plantación.

Como puede verse en el cuadro 4, las plantas producidas con suelo de Macuelizo, habiendo sido plantadas en el mismo sitio que las producidas con suelo de San Nicolás, obtuvieron mayor porcentaje de sobrevivencia y mayor incremento en altura y diámetro basal. Este comportamiento se atribuye a que las plantas aun siendo más pequeñas tuvieron la suficiente fortaleza para competir con las malezas que las rodeaban, además de tener disponibilidad suficiente de agua para crecer.

Todo lo discutido anteriormente, sugiere continuar con evaluaciones de las técnicas de manejo para la producción de plantas de calidad en el vivero y su posterior evaluación en la plantación.

**Cuadro 4.** Valores de calidad de plantas de *P. oocarpa* producidas en vivero bajo diferentes tratamientos y su comportamiento en plantación

Calidad de planta obtenida en vivero por tratamiento		Comportamiento de plantas en plantación, según calidad de planta por tratamiento					
		Suelo San Nicolás			Suelo Macuelizo		
Tratamientos	Índice de calidad	Sobrevivencia (%)	Incremento altura (cm)	Incremento Db (mm)	Condición de planta (%)		
					Sana	Clorótica	Dañada
<b>N100D0</b>	<b>1.26</b>	<b>91.67</b>	<b>4.27</b>	<b>3.47</b>	<b>10.3</b>	9.51	13.3
N100DCAL	0.55	55.56	3.18	1.76	3.23	9.52	6.67
N100DTRI	1.04	75	3.85	2.03	5.81	<b>16.7</b>	13.3
N70D0	1.46	62.5	4.28	2.69	7.1	7.14	6.67
N70DCAL	0.57	88.89	3.26	2.21	5.81	11.9	13.3
N70DTRI	1.37	75	3.42	2.48	8.39	4.76	<b>20</b>
<b>Suelo Macuelizo</b>							
M100D0	0.98	79.17	4.85	4.94	11.61	2.38	0
M100DCAL	0.30	94.44	5.05	3.8	8.3	9.52	0
M100DTRI	0.86	75	4.46	4.28	7.74	2.38	<b>26.67</b>
M70D0	0.97	83.33	3.80	5.79	10.97	7.14	0
M70DCAL	0.66	100	5.96	3.64	7.74	<b>14.29</b>	0
M70DTRI	<b>1.20</b>	<b>91.67</b>	<b>6.67</b>	<b>4.57</b>	<b>12.9</b>	4.76	0

## V. CONCLUSIONES

Según el índice de calidad de Dickson el tratamiento **N100D0** obtuvo plantas de buena calidad en el vivero, con un índice de 1.26 expresando mayor superioridad en cuanto a características fenotípica en relación a las plantas de los otros tratamientos evaluados, mismas que al ser evaluadas en la plantación obtuvieron valores muy buenos de sobrevivencia y alcanzaron el mayor incremento en altura y diámetro basal.

El tratamiento **M70DCAL**, aun cuando obtuvo plantas con bajo índice de calidad, fue el que obtuvo mayor sobrevivencia de plantas en el campo con un **100 %**.

El tratamiento **M70DTRI** obtuvo las plantas con mayor índice de calidad, las que a su vez alcanzaron mayores valores de incremento en altura y mayor porcentaje de plantas sanas.

Las plantas de los tratamientos **N100D0** y **M70DTRI** obtuvieron altos de índice de calidad en el vivero, así mismo su comportamiento experimentado en la plantación fue bueno alcanzando valores superiores de sobrevivencia, incremento en altura y diámetro basal comparado con la mayoría de los tratamientos evaluados durante el periodo de estudio.

## VI. RECOMENDACIONES

Continuar con los estudios del comportamiento de la plantación de *P. oocarpa*, ya que el tiempo de evaluación fue relativamente corto, siendo nuestra investigación fuente generadora de información que le permita al dueño de bosque tomar decisiones en relación a la mejor opción de producción de plantas en vivero para garantizar el éxito en campo.

Realizar estudios posteriores con los tratamientos **N100D0 Y M70DTRI** en diferentes viveros y zonas del país, con el fin de realizar un análisis más exhaustivo, validando el comportamiento de las variables y poder recomendar en base a esos resultados, si son la mejor opción de producción de plantas.

Realizar monitoreo, colecta y estudio de insectos y enfermedades en la plantación para precisar los agentes causales para su prevención y/o control.

## VII. LITERATURA CITADA

- Ávila Folgar, R. 2003.** Evaluación del estado y crecimiento inicial de cuatro especies prioritarias (*Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Pinus caribaea* Morelet, *Pinus oocarpa* Schiede y *Tectona grandis* L.F.), del Programa de Incentivos Forestales en la región 2, en los departamentos de Alta y Baja Verapaz, Guatemala (en línea). Consultado 31 ene. 2014. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/REPDO/A0160E/A0160E.PDF>.
- Ballespi, Y. 2008.** Incidencia de gorgojos descortezadores del género *Ips* y sus insectos asociados en troncos de *Pinus sp* en la finca San Nicolás, jurisdicción de Santa Clara, municipio de San Fernando, departamento de Nueva Segovia. Nicaragua. Tesis. ISPAF. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 32 p.
- Bautista, N; Cetina, V; Vera, J; Tarcicio, C. 2005.** Evaluación de la calidad de brinzales de *Pinus montezumae* Lamb., producidos en el vivero San Luis Tlaxialtemalco, Distrito Federal. Ra Ximhai 1 (1): 167-176.
- Birchler, T; Rose, T; Royo, A; Pardos, M. 1998.** La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. 7 (1 y 2): 109-121.
- Castillo, I. 2006.** Efecto de diferentes sustratos y del endurecimiento por riego en la calidad de las plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en contenedores en Pinar del Río, Cuba (en línea). consultado 06 mar. 2014. Disponible en <http://hdl.handle.net/10045/17029>
- Centeno, M. 1993.** Inventario nacional de plantaciones en Nicaragua. Trabajo de diploma. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 79 p.
- Cortina, J; Navarro, R. 2006.** Informe de Investigación. Universidad de Barcelona. 25 pág.
- Dvorak, W; Donahue, J. 1993.** Reseña de investigaciones de la cooperativa CAMCORE 1980-1992. Departamento Forestal, Colegio de Recursos Forestales, Universidad Estatal de Carolina del Norte. Raleigh, North Carolina, USA. 94 p.
- Davel, M; Luis, T; Martín, H; Eduardo, S. 2006.** Efecto del control de malezas sobre el prendimiento y crecimiento inicial de plantaciones de *Pinus ponderosa* en la Patagonia Argentina. Bosque. 27 (1): 16-22.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2004.** Estrategia Regional para Sanidad y Manejo Forestal en América Central. San José, CR. 59 p.

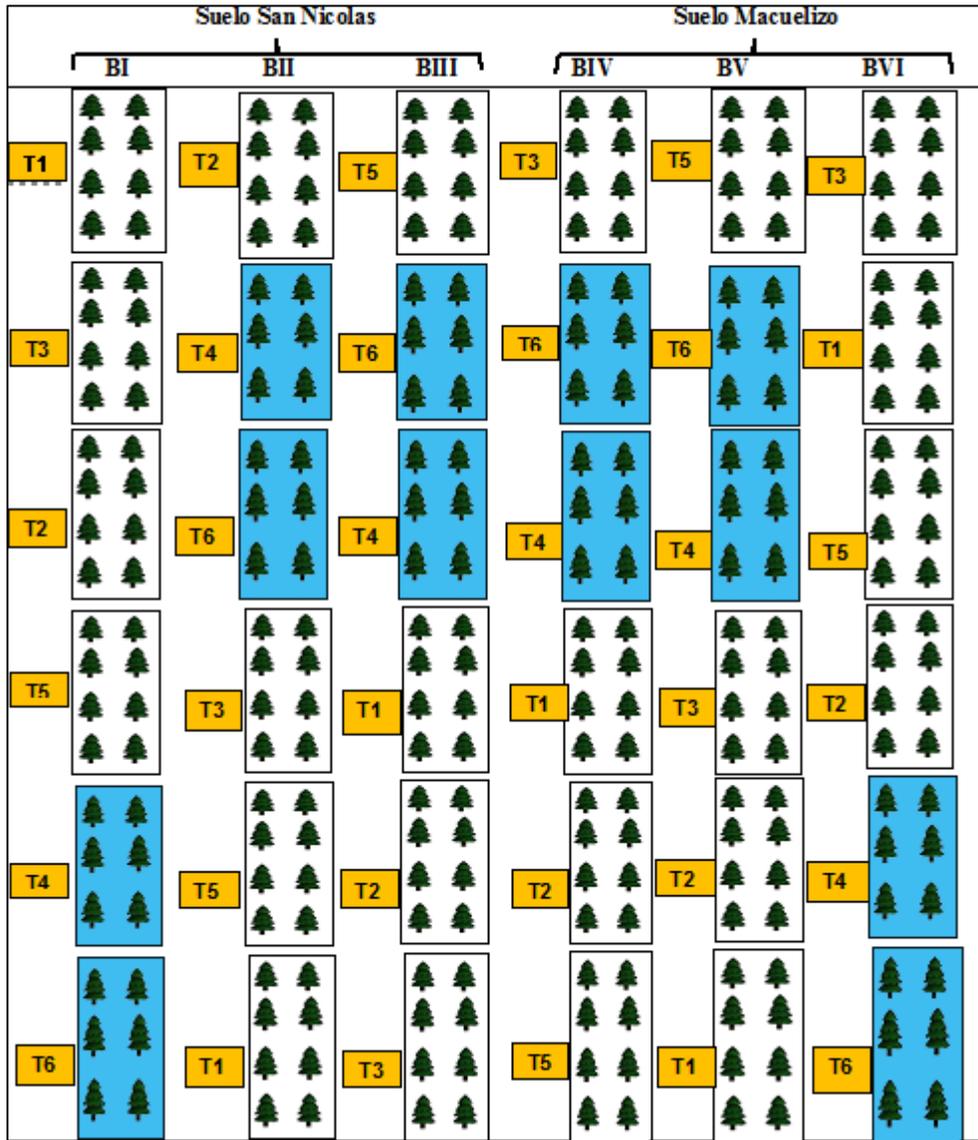
- Frías, M. 2011.** Comportamiento en plantación de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden producidas en tubetes con diferentes sustratos y riego de endurecimiento. Universidad de Pinar del Río (en línea). consultado 06 mar. 2014. Disponible en <http://www.buenastareas.com/ensayos/Comportamiento-En-Plantaci%C3%B3n-De-Pl%C3%A1ntulas-De/2225566.html>
- INAFOR (Instituto Nacional Forestal, NI). 2009.** Resultados del Inventario Nacional Forestal: Nicaragua 2007-2008. Managua, NI. 232 p.
- Linares, E. 2005.** Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales. Ed. MINAG. 94 p. (Instrucción Técnica 6).
- MARENA (Ministerio de Recursos Naturales, NI). 2006.** Manejo del Bosque de Pino. 1 ed. Managua, NI. 65 p.
- Martínez Ruiz, R; Azpiroz Rivero, H; Rodríguez de la O, J; Cetina Alcalá, M; Gutiérrez Espinoza, M. 2009.** Importancia de las plantaciones de *Eucalyptus. Ra Ximhai. 2(3): 815-846.*
- Romero, Y; Ramírez, H. 1997.** Análisis de crecimiento de *Pinus patula* Sch.et Cham. en plantaciones en Huayacocotla, Veracruz. Revista Chapingo. 3 (2): 145-148
- Tamayo, M; Pérez, N; Castillo, C. 2013.** Comportamiento de una plantación de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden producido con diferentes sustratos y riego de endurecimiento (en línea). consultado 12 mar. 2014. Disponible en <http://cfores.upr.edu.cu>
- USGS (United States Geological Survey, USA). 2013.** Geographic distribution of the pines of the world (en línea). consultado 18 feb. 2014. Disponible en <http://esp.cr.usgs.gov/data/little/pinuooca.pdf>.
- Villegas, L; Cibrián, D. 1997.** Fitosanidad y Crecimiento de una Plantación de *Pinus englemanni* Carr.; En el Noroeste de Chihuahua. Revista Chapingo. 3 (2): 149-153.

## VIII. ANEXOS

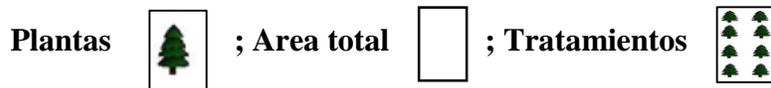
**Anexo 1.** Mapa de distribución natural de *Pinus oocarpa*



Anexo 2. Diseño experimental establecido en la plantación de *Pinus oocarpa*



Leyenda:



**Anexo 3.** Formato de registro

**Propietario:** \_\_\_\_\_ **Departamento:** \_\_\_\_\_

**Nombre de la finca:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Bloque:** \_\_\_\_\_ **Tratamiento:** \_\_\_\_\_

N° árbol	Altura	Dap (basal)	Árbol vivo	Árbol muerto	Condición fitosanitaria			Observaciones
					Sana	Clorótica	Dañada	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

**Anexo 4:** Resultados de sobrevivencia experimentados por las plantas de los tratamientos en la plantación

<b>Código</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Árboles plantados</b>	<b>Árboles muertos</b>	<b>Árboles vivos</b>	<b>Sobrevivencia (%)</b>	<b>Mortalidad (%)</b>
<b>1</b>	N70D0	24	9	15	62.500	37.5
<b>2</b>	N100D0	24	2	22	91.667	8.333
<b>3</b>	N100DTRI	24	6	18	75.000	25
<b>4</b>	N70DCAL	18	2	16	88.889	11.11
<b>5</b>	N70DTRI	24	6	18	75	25
<b>6</b>	N100DCAL	18	8	10	55.556	44.44
<b>TOTAL</b>		<b>132</b>	<b>33</b>	<b>99</b>	<b>75</b>	<b>25</b>
<b>1</b>	M70D0	24	4	20	83.333	16.66
<b>2</b>	M100D0	24	5	19	79.167	20.83
<b>3</b>	M100DTRI	24	6	18	75	25
<b>4</b>	M70DCAL	18	0	18	100	0
<b>5</b>	M70DTRI	24	2	22	91.667	8.33
<b>6</b>	M100DCAL	18	1	17	94.444	5.55
<b>TOTAL</b>		<b>132</b>	<b>18</b>	<b>114</b>	<b>86.36</b>	<b>13.64</b>

**Anexo 5.** Resultados del análisis de varianza y análisis de correlación entre tratamiento para la variable diámetro basal

<b>Análisis de correlación</b>					
<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Aj</b>	<b>CV</b>
<b>Diametro basal</b>	1320	0.02	0.02	0.02	108.84
<b>Análisis de Varianza</b>					
<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	23922.97	11	2174.82	2.86	0.0010
<b>Tratamientos</b>	23922.97	11	2174.82	2.86	0.0010
<b>Error</b>	994948.38	1308	760.66		
<b>Total</b>	1018871.36	1319			

**Anexo 6.** Resultados de la separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples (Tukey) entre tratamiento para la variable diámetro basal

<b>Tratamientos</b>	<b>Rangos</b>					
N100DCAL	552.98	A				
N70D0	588.24	A	B			
M100DTRI	597.27	A	B	C		
N70DCAL	607.37	A	B	C	D	
N100DTRI	662.4		B	C	D	E
N70DTRI	667.58		B	C	D	E
M100DCAL	669.86		B	C	D	E
M70DCAL	692.51			C	D	E
M100D0	696.49				D	E
M70D0	700.85				D	E
N100D0	724.45					E
M70DTRI	736.19					E