



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍA DE LA MADERA**



**DIVISIÓN DE ESTUDIOS POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DE LA MADERA**

**Evaluación dasométrica de dos
plantaciones y un ensayo de tratamientos
culturales de *Pinus pseudostrobus* Lindl.**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA

PRESENTA

PEDRO GALLEGOS FACIO

DIRECTORES: DR. JOSÉ CRUZ DE LEÓN
DR. NAHUM MANUEL SÁNCHEZ VARGAS

Morelia, Mich. Agosto 2009

4.2.1.1	Ubicación.....	26
4.2.1.2	Condiciones Ambientales.....	26
4.2.2	Establecimiento del ensayo.....	26
4.2.3	Toma de datos.....	28
4.2.4	Proceso para evaluar los bloques del ensayo.....	29
4.2.5	Análisis estadístico.....	29
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
5.1	<i>Plantaciones</i>	30
5.1.1	Valoración entre sitios de plantación.....	30
5.1.2	Diferencias en sobrevivencia.....	35
5.2	<i>Ensayo</i>	38
5.2.1	Valoración por tratamientos, bloque e interacción tratamiento y bloque.....	38
5.2.2	Diferencias en sobrevivencia.....	45
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	49
8.	APENDICES.....	53

INDICE DE CUADROS.

	Página
Cuadro 1 Características que se consideraron en la sanidad y muerte de los árboles.	24
Cuadro 2 Valores promedio en crecimiento de Altura, Diámetro y Volumen, a cuatro edades en el análisis de varianza entre plantaciones.	31
Cuadro 3 Valores promedio de Altura, Diámetro, Volumen y Nivel de significancia (Pr), en el análisis estadístico entre plantaciones.	32
Cuadro 4 Valores promedio en crecimiento de Altura, Diámetro y Volumen, a cuatro edades en el análisis de varianza entre tratamientos.	39
Cuadro 5 Valores promedio de Altura, Diámetro, Volumen y Nivel de significancia (Pr), en el análisis estadístico entre plantaciones.	41

INDICE DE FIGURAS.

	Página
Figura 1 Localización del estado de Michoacán, México, por medio de Google Earth 2008.	15
Figura 2 Localización del Municipio de Morelia, Mich., México, con Google Earth 2008.	16
Figura 3 Ubicación de las plantaciones de <i>Pinus pseudostrobus</i> “El Fresno” y “El Jabalí” en Michoacán.	17
Figura 4 Plantación de <i>Pinus pseudostrobus</i> al sur del municipio de Morelia Mich., México, en el predio “Puerto el Fresno”.	18
Figura 5 Diseño de la plantación de <i>Pinus pseudostrobus</i> en “El Jabalí”.	19
Figura 6 Establecimiento de parcelas circulares de muestreo de 0.1 ha empleando un cable compensado por pendiente.	23
Figura 7 Medición de altura (cm) y diámetro (mm).	23
Figura 8 Diseño del ensayo de <i>Pinus pseudostrobus</i> , los rectángulos representan los bloques.	27
Figura 9 Ensayo de tratamientos culturales establecido bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y parcelas de 10 individuos cada una.	28
Figura 10 Diferencias significativas entre los dos sitios en altura (cm) a cuatro edades.	33
Figura 11 Diferencias significativas entre los dos sitios en Volumen (cm ³) a cuatro edades.	33
Figura 12 Crecimiento en diámetro (mm) entre sitios de plantación (El Jabalí y Puerto el Fresno).	34
Figura 13 Imposible determinar con certeza la causa de muerte de algunos individuos.	36
Figura 14 Diferencias significativas entre los dos sitios en Supervivencia (%) a cuatro edades.	37

Figura 15	Diferencias entre los cuatro Tratamientos (CCM/CF = Control de Maleza y Con Fertilizante, SCM/CF = Sin Control de Maleza y Con Fertilizante, CCM/SF = Control de Maleza y Sin Fertilizante, SCM/SF = Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante) en altura (cm) a cuatro edades (27, 31, 35 y 39 Meses de edad).	43
Figura 16	Crecimiento en diámetro (mm) por Tratamiento (CCM/CF = Control de Maleza y Con Fertilizante, SCM/CF = Sin Control de Maleza y Con Fertilizante, CCM/SF = Control de Maleza y Sin Fertilizante, SCM/SF = Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante) a cuatro edades (27, 31, 35 y 39 Meses de edad).	44
Figura 17	Diferencias entre los cuatro Tratamientos (CCM/CF = Control de Maleza y Con Fertilizante, SCM/CF = Sin Control de Maleza y Con Fertilizante, CCM/SF = Control de Maleza y Sin Fertilizante, SCM/SF = Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante) en Volumen (cm ³) a cuatro edades (27, 31, 35 y 39 Meses de edad).	45
Figura 18	Diferencias entre los dos sitios en Supervivencia (%) a cuatro edades (27, 31, 35 y 39 Meses de edad).	46

INDICE DE APÉNDICES.

	Página
Apéndice 1 Carta topográfica.	53
Apéndice 2 Formato de toma de datos para las plantaciones y el ensayo.	55
Apéndice 3 Toma de datos para las plantaciones y el ensayo.	59
Apéndice 4 Formatos para la toma de datos altura (cm) y diámetro (mm).	60
Apéndice 5 Información sobre el control de tuza.	61
Apéndice 6 Resultados obtenidos mediante el procedimiento GLD del paquete estadístico SAS 2004.	63

RESUMEN.

Con el propósito de evaluar el crecimiento en altura y diámetro a la base del tallo; así como el porcentaje de sobrevivencia y sanidad durante un año (cuatro edades) se realizaron tres experimentos, de los cuales se establecieron dos plantaciones y un ensayo de *Pinus pseudostrabus* Lindl. en localidades de Michoacán, México. Las plantaciones: a) Puerto el Fresno, ubicado al Sur de Morelia, Mich., a 2456 m y b) El Jabalí, ubicado en Indaparapeo, Mich., a 2546 m. tienen poca diferencia en altitud y se encuentran en los bosques de dichos municipios. Durante el desarrollo de las plantas en campo no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sitios de plantación para el crecimiento en altura en la primera medición a los 16 meses de edad (Febrero 2008) a partir de la germinación y el diámetro basal a los 24 meses de edad. Por el contrario para el crecimiento en altura, el diámetro basal y el volumen de las plantas a los 20, 24 y 28 meses, si hubo diferencias significativas. Al término del estudio a los 28 meses de edad (Febrero 2009), la plantación de El Jabalí tuvo un mayor crecimiento en volumen, fenología de los individuos y sobrevivencia que la plantación Puerto el Fresno; debido en gran parte, a las condiciones microambientales, el uso de suelo y exposición.

De igual forma, se estableció un ensayo de *Pinus pseudostrabus* Lindl. muy próximo a la plantación de Puerto el Fresno, Municipio de Morelia, Michoacán (2456 m de altitud), en el bosque de dicha localidad con el objetivo de analizar el efecto de diferentes labores culturales sobre el crecimiento en altura y diámetro a la base del tallo; así como el porcentaje de sobrevivencia y sanidad a cuatro edades: 27 (primera medición Febrero 2008), 31, 35 y 39 meses de edad a partir de la germinación. No se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) por tratamiento, ni por bloque y tampoco por la interacción entre bloque y tratamiento. Al término del estudio (39 meses de edad), el tratamiento Sin Control de Maleza y Con Fertilizante tuvo un mayor crecimiento en volumen y fenología de los individuos, que los otros tratamientos: • Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante, • Control de Maleza y Sin Fertilizante, y • Control de Maleza y Con Fertilizante. La sobrevivencia fue relativamente baja en comparación con los otros tratamientos, debido a un severo ataque por tuzas (*Geomys bursarius*) principalmente.

SUMMARY.

To estimate the growth to one year in height and diameter at the base of the stem, and the rate of survival and health were two plantations of *Pinus pseudostrobus* Lindl. localities in Michoacan, Mexico. Little difference in elevation: a) the Puerto Fresno, located south of Morelia, Mich. To 2456 m, and b) El Jabalí is located in Indaparapeo, Mich. to 2546 m. in the forests of those municipalities. There were significant differences ($P < 0.05$) between planting sites for growth in height, basal diameter and volume of the plants at 20, 24 and 28 months, except for height growth to 16 months of age (first measurement) and basal diameter of 24 months of age. At the end of the study (28 months old), planting El Jabalí had a higher volume growth, phenology and survival of individuals that the planting Puerto el Fresno, largely due to microenvironmental conditions, land use and exposure.

Similarly, in order to analyze the effect of different cultural work on two years of growth in height and diameter at the base of the stem, and the rate of survival and health was a test of *Pinus pseudostrobus* Lindl. in Puerto el Fresno, Morelia's Municipality Michoacán (2456 m) in the forests of that locality. We found significant differences by treatment ($P < 0.05$) only for height growth to 31 months (June 2008). At the end of the study (39 months), treatment 2 SCM / CF (no weed control and fertilizers with) had a higher volume growth and phenology of individuals, than other treatments. Survival was relatively low compared with other treatments, due to a severe attack tuzas (*Geomys bursarius*) primarily.

1. INTRODUCCIÓN

El daño causado por el hombre en las áreas cubiertas por bosque se ha venido dando desde hace varias décadas, pero es mucho más evidente en la actualidad por el aumento acelerado de la población humana y su consiguiente demanda de empleos, servicios y un sin fin de satisfactores materiales. Se ha provocado una sobre_explotación del recurso bosque con la consiguiente reducción de su cantidad, capacidad productiva y reproductiva y, en general, un incremento del deterioro ambiental.

Asegurar la permanencia del recurso forestal requiere de la implementación de diversas estrategias, una de ellas es el establecimiento de plantaciones para diversos fines como protección del suelo, conservación de mantos acuíferos, hábitat de especies vegetales y fauna silvestre; así como también plantaciones comerciales para el desarrollo de materia prima para la industria forestal, principalmente de celulosa y papel, aserrío, leña, insumos de apoyo a la construcción rural y artesanías, entre otras.

Una plantación forestal comercial es el establecimiento, cultivo y manejo de especies forestales, en terrenos agropecuarios que han perdido su vegetación nativa, con el objeto de producir materias primas maderables y no maderables, destinadas a su comercialización o a su industrialización (CONAFOR, 2008).

Las plantaciones requieren de evaluaciones sucesivas para su adecuado aprovechamiento maderable y de toda la diversidad de bienes y servicios que de ellos se obtienen (Avery, 1975). La diversificación de usos y alternativas de aprovechamiento de

los recursos naturales obliga a la comparación, la cual resulta viable y objetiva sólo a través de la evaluación (Ramírez y Torres, 1985).

En algunas regiones del país se han realizado programas de reforestación desde hace varios años, desafortunadamente a la mayoría de ellos no se les ha dado seguimiento. Aún así, la información que de tales plantaciones puede compilarse a través de evaluaciones dasométricas las cuales son de gran utilidad, ya que posibilitan conocer las fallas y aciertos cometidos y las respuesta de las especies al medio, entre muchas otras cosas; de tal manera que pueda servir de base para la planeación y ejecución de actividades futuras relacionadas con el manejo de las plantaciones y los programas de reforestación.

El Gobierno del Estado de Michoacán, a través de la Comisión Forestal de Michoacán (COFOM), con el objetivo de contribuir a la preservación, restauración y protección ecológica de las áreas degradadas, implementó el Programa Normal Estatal de Reforestación 2006, ya que este Estado ocupa el quinto lugar nacional en biodiversidad, solo superado por Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas (SEDUE, 2001).

El uso de plantas de buena calidad, capaces de sobrevivir y crecer vigorosamente una vez plantadas junto con la aplicación de tratamientos silviculturales de preparación de suelos, control de vegetación competitiva y fertilización contribuyen a reducir el tiempo requerido por la especie para su desarrollo. Una de las principales limitantes del buen establecimiento de las plantas cuando son plantadas en el terreno, que compromete seriamente su supervivencia y afecta con ello la rentabilidad del cultivo, es la competencia con malezas (Albaugh *et al.*, 2004).

El control de malezas con herbicidas es realizado en plantaciones de coníferas en varios países del mundo favoreciendo en gran medida su crecimiento (Pritchett, 1986). Así mismo, la fertilización puede incrementar el volumen de madera, la producción de acículas (utilizadas para abono y jardinería) y la rentabilidad por hectárea en las plantaciones (Dickens *et al.*, 2003).

Es evidente la importancia de establecer plantaciones forestales que coadyuven a la recuperación del deterioro ambiental y el abasto de materia prima en la industria, pero lo es más aún conocer su comportamiento a través de evaluaciones periódicas y su respuesta en el tratamiento de labores culturales que permitan el incremento y la mejor planeación en la producción de la gama de insumos que el bosque es capaz de dar.

En este trabajo se analizó el crecimiento en altura y diámetro, así como la sobrevivencia y sanidad de dos plantaciones y un ensayo de tratamientos culturales de *Pinus pseudostrobus* Lindl. establecidas en dos sitios en Michoacán, México.

2. ANTECEDENTES.

2.1 Plantaciones.

El origen de las plantaciones forestales en el país data de la época precortesiana en la que los emperadores aztecas cultivaron jardines y bosques generados artificialmente con fines de esparcimiento principalmente en Chapultepec y en el actual Parque Nacional “El Contador”. Durante la época de la colonia así como de 1800-1935 se establecieron varias plantaciones urbanas, las cuales no han tenido seguimiento (Bonilla, 1983).

De 1960 a 1962 se estableció una plantación forestal en terrenos de la escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, en el paraje conocido como “La Siberia”, con especies, espaciamientos y métodos de plantación diferentes, con la finalidad de recuperar suelos erosionados (Ávila, 1963).

Desde el año 1997, el Gobierno Federal ha ofrecido un conjunto de apoyos para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en el país, con el objeto de impulsar la producción de insumos para abastecer a la industria forestal bajo precios competitivos; además de generar empleos y reducir la presión que se ejerce sobre los bosques naturales. En la actualidad, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) promueve este modelo productivo, a través del programa ProÁrbol (CONAFOR, 2008).

A pesar de que las plantaciones forestales comenzaron a establecerse desde hace ya varios años, el estudio de su desarrollo a través de evaluaciones se ha iniciado en años

recientes abordando diferentes aspectos en el análisis dasométrico de los datos (Zepeda y Domínguez, 1998).

En la unidad industrial de explotación forestal “San Rafael” se realizaron trabajos de reforestación con fines convencionales y de protección en Tequexquahuac, Edo. de México, utilizando especies como *Pinus radiata*, *S. Don.* *Pinus montizumae* *L.* *Pinus ayacahuite* *Ehr.*, *Pinus patula* *Schl. et Cham.*, *Pinus cupressus* *var. benthami* *Endl.* y *Pinus crataegus* *var. mexicana* *Moc. et Sesse.* La preparación del terreno se efectuó con maquinaria pesada, roturando el surcado del suelo con un espaciamiento entre surcos de 1 m y entre plantas de 6 m. En todas las especies probadas se obtuvo una supervivencia mínima del 60 %, destacándose el *Pinus radiata* *D. Don* por su alto desarrollo (UIEFSR, 1971).

Carreño (1973) realizó una evaluación dasométrica de una plantación de coníferas de 20 años de edad en el Edo. de México y determinó que *Pinus patula* *Schl. et Cham.*, fue la especie que presentó el mayor crecimiento, relacionó rendimiento con características ecológicas y edáficas y propuso algunas recomendaciones de orden silvícola para tal plantación.

Entre 1974 y 1978, se llevaron a cabo las primeras plantaciones comerciales con pinos tropicales en “La Sabana”, distrito Mixe, en el estado de Oaxaca, en una extensión de 7,000 hectáreas. Las especies plantadas fueron: *Pinus oocarpa* *var. ocheterenae* *Mtz.*, procedente de Guatemala, *Pinus caribaea* *Barr. and Golf.* y *Pinus tropicalis* *Mor.*, procedente de Cuba (Escárpita, 1978).

Ramírez (1977) llevó a cabo un estudio dasométrico de la plantación forestal ubicada en el paraje denominado “La Siberia”, en terrenos de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, Edo. de México, con el objeto de analizar la influencia que presentaron los espaciamientos de 3 m x 3 m y 2.5 m x 2.5 m, en el desarrollo de las especies: *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus resinífera* Sm., *Pinus michoacana* Mtz. y *Pinus montezumae* Lamb. El autor detectó diferencias estadísticamente significativas de supervivencia entre especies pero no entre espaciamientos ni por la interacción de las dos fuentes de variación evaluadas; tampoco detectó influencia del espaciamiento sobre la altura de las plantas; y encontró un desarrollo diamétrico superior en las dos especies de pino que en las de eucalipto.

Ramírez (1978) en un estudio realizado en San Cayetano Edo. de México, sobre una plantación de 27 hectáreas de *Pinus patula* Schl. et Cham. de 35.5 años, encontró un incremento medio anual en volumen por hectárea de 12.370 m³ y en área basal media por hectárea de 33.36 m²; además, el volumen medio por hectárea fue de 439.160 m³ y su incremento porcentual anual de 2.82.

Valenzuela (1979) realizó una evaluación dasométrica y económica de una plantación de *P. patula* Schl. et Cham., ubicada en el Edo. de Veracruz, en la que además de calcular el volumen del suelo de la plantación, hizo una comparación de su redituabilidad con otras formas alternas del uso del suelo, los resultados que destacaron fueron: un incremento medio anual de 21.831 m³/rollo/ha, rango de alturas de 4 m a 20 m y

de diámetros de 5 cm a 35 cm. La utilidad neta/ha/año de la venta de madera únicamente como vuelo no presentó incentivo para el cambio de uso del suelo, pues los beneficios económicos resultaron ser menores en comparación con el cultivo del maíz.

Pedraza (1983) analizó las plantaciones forestales realizadas durante los años de 1973 a 1976 en la cuenca oriental del Ex Lago de Texcoco en los que la preparación del suelo fue manual, los árboles fueron plantados sin bolsa en las exposiciones Norte, Sur y Oeste. Sus resultados indicaron que las especies de coníferas con los mayores crecimientos de altura fueron: *P. radiata*, *P. montezumae* y *Cupressus sp.*; con 0.38 m, 0.30 m y 0.33 m/año, respectivamente; y con 0.24 cm, 0.18 cm y 0.31 cm/año de diámetro normal, respectivamente. Para las latifoliadas fueron *Eucalyptus sp.* y *Acacia sp.* con 0.48 cm y 0.31 cm/año/de diámetro normal, respectivamente.

Patino *et al.* (1985), realizaron la evaluación dasométrica de la plantación “Ing. Jorge L. Tamayo” ubicada en La Sabana distrito Mixe, en el Edo. de Oaxaca sobre una superficie total de 6,283 ha. Los autores calcularon para la plantación un volumen promedio de 11.84 m³/ha, un incremento medio anual de 1.56 m³/ha/año y un área basal media de 2.48 m²/ha. Las especies de mayor crecimiento en orden de importancia fueron: *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea*, *P. tropicalis* y *P. oocarpa* var. *ochoterenae*.

Durante el periodo de 1928 a 1962 se establecieron las primeras plantaciones en Michoacán en el municipio de Morelia y de 1960 a 1986, en la Cuenca de Cuitzeo con once especies nativas y seis no nativas, con la finalidad de encontrar la especie con mejor adaptación al lugar. (Madrigal y Trujillo, 2001).

González (1978) realizó una investigación en la Cuenca de Cointzio en el Edo. de Michoacán, con el objeto de evaluar conjuntamente 20,000 ha plantadas desde el año 1960, constituidas por seis hectáreas de pino, cinco de eucalipto y una de cupresus. El autor encontró que *P. michoacana* Mtz. presentó el mayor incremento en área basal y volumen, y la mejor sobrevivencia de los pinos evaluados en el estudio; y *Eucalyptus resinífera* Sm. fue el que presentó el mayor volumen de los eucaliptos.

Mas *et al.* (1985), presentaron resultados preliminares de la evaluación de plantaciones experimentales ubicadas en Cupatitzio, municipio de Uruapan, y en 11 plantaciones protectoras ubicadas en el municipio de Morelia, Michoacán, con diferentes edades y especies de pinos y eucalipto. Encontraron, para el municipio de Uruapan, una supervivencia de *P. douglasiana* del 49 % y un incremento en volumen de 9 m³/ha, respectivamente; para el municipio de Morelia, la sobrevivencia fue de 52 % en promedio para *P. michoacana* y el mejor incremento anual en volumen lo presentó *P. pseudostrobus* con 3.7 m³/ha.

Con el propósito de determinar la variación genética entre procedencias en características del crecimiento, supervivencia, daños por heladas y el grado de interacción genotipo x ambiente, se estableció un ensayo de nueve procedencias de *Pinus pseudostrobus* Lindl. típico y dos procedencias de *P. Pseudostrobus* var. *apulcensis* Mart. En dos sitios con diferente altitud (2200 y 2800 m), en los bosques de la Comunidad Indígena de nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Se encontraron diferencias significativas entre procedencias ($P < 0.05$) en el crecimiento en altura a los 15,

20 y 24 meses de edad, en el diámetro basal y el diámetro de copa a los 24 meses y en la fenología de la yema a los 27 meses de edad, así como entre sitios de plantación para el crecimiento en altura a los 15 meses de edad, diámetro basal, diámetro de copa y supervivencia a los 24 meses, fenología de la yema a los 16 y 27 meses, y en los daños por heladas a los 15 meses (después del primer invierno). Las procedencias de *P. Pseudostrobus* típico presentaron un crecimiento superior a las de *P. Pseudostrobus* var. *apulcensis*, lo que apoya su distinción taxonómica. Una procedencia local (Cerro de Tumbiscatillo) de *P. Pseudostrobus* típico tuvo mejor crecimiento en altura, de aproximadamente el doble que las procedencias de la var. *apulcensis*. Se detectó interacción genotipo x ambiente en el diámetro basal de las plantas (Viveros-Viveros *et al.*, 2006).

Con el objetivo de determinar la posible existencia de un patrón de variación genética altitudinal en el crecimiento, supervivencia y resistencia a heladas entre poblaciones de *Pinus pseudostrobus* Lindl., se recolectó semilla de ocho poblaciones a lo largo de un transecto altitudinal (2100 a 2800 m) en los bosques de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Las procedencias se evaluaron en campo en dos sitios a 2200 y 2800 m de altitud. Hubo diferencias significativas entre procedencias para crecimiento en altura y en diámetro promedio de copa, pero no se encontró un patrón altitudinal definido de diferenciación genética entre las poblaciones. Se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre sitios de plantación para el crecimiento a los 15 meses, diámetro basal, diámetro de copa, fenología de yema a 16 y 27 meses, daños por heladas y supervivencia. El crecimiento promedio en el sitio a menor altitud (Los Amoles, 2200 m) fue significativamente superior que en el sitio de mayor elevación (Cerro de Pario,

2800 m) al término del estudio. No existe evidencia significativa ($p \leq 0.05$) de interacción genotipo×ambiente (Viveros-Viveros *et al.*, 2005).

2.2 Ensayos.

En plantaciones de *Pinus radiata* se ha demostrado que el buen control de malezas es esencial para garantizar una alta sobrevivencia inicial y un crecimiento uniforme de las plantas (Maclaren, 1997). Así mismo, la fertilización aplicada al momento de la plantación se ha convertido en una práctica comúnmente utilizada con el fin de mejorar el estatus nutricional del suelo y promover el crecimiento inicial de las plantas para mantener altos porcentajes de sobrevivencia al trasplante (Alzugaray *et al.*, 2004).

En algunos países como Estados Unidos, la fertilización de bosques se ha incrementado apreciablemente desde la década de los años 60. En el año 2003 existían aproximadamente 13.6 millones de hectáreas de pino Loblolly (*Pinus taeda*), 4.2 millones de pino Slash (*Pinus elliotti*) y 1.2 millones de pino Longleaf en el sureste de los Estados Unidos. Aproximadamente 405.000 hectáreas de pino Loblolly y Slash se fertilizaban en esta región. La fertilización puede incrementar el volumen de madera, la producción de agujas de pino (utilizadas para abono y jardinería) y rentabilidad por hectárea. Para maximizar los beneficios de la aplicación de fertilizantes, las recomendaciones de fertilización deben ser específicas para cada sitio con base en ensayos previos para cada especie tomando en cuenta el tipo de suelo, origen de la semilla, control de la vegetación competitiva, edad de la plantación, densidad de plantación y el producto final a obtenerse (Dickens *et al.*, 2003).

Algunas evaluaciones están enfocadas hacia el control de malezas y fertilización como en el caso del pino radiata en Chile, en el que evaluó la respuesta a la preparación de suelos (pala *versus* subsolado), el control de malezas (sin control *versus* dos años en bandas) y la fertilización (1,5 g de Boro por planta *versus* 150 g de fosfato diamónico + 1,5 g de Boro por planta); en donde las mediciones de altura, diámetro de cuello y diámetro a la altura del pecho (DAP) mostraron, al tercer año de evaluación, una respuesta positiva al control de malezas con un promedio de 3.1 cm en diámetro y 1.0 m en altura, siempre y cuando se determine la época oportuna de fertilización que asegure una adecuada absorción de los nutrimentos por parte del arbolado (Albaugh *et al.*, 2004).

Una evaluación del control de malezas sobre el crecimiento de una plantación de *Pinus taeda* L., *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* L. & D. y *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* B. & G., de 4 años de edad, en la provincia de Corrientes, Argentina, mostró que la sobrevivencia no fue afectada por el control de malezas y que el control de malezas en la banda o en la totalidad del área no presentó diferencias de crecimiento para las especies *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* var. *elliottii*, pero sí mostró diferencias en volumen con el testigo del 85.6 % y 85.2 %, respectivamente. En cambio, para *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* la respuesta fue mayor al aumentar la superficie controlada, generando diferencias del 114.4 % (total) y del 69.7 % (banda), y aunque no existieron diferencias de crecimiento al ser realizado el control de malezas por 3 períodos, la diferencia volumétrica media general con el testigo fue del 88.6 % y la especie *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* presentaron los mayores crecimientos (Pezzutti y Caldato, 2004).

Un ensayo establecido en Trevelin (Chubut), Argentina, en un sitio con alta cobertura herbácea, se comprobó el efecto de las malezas sobre el prendimiento y el crecimiento inicial de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Se compararon parcelas donde se eliminaron las malezas, mediante la aplicación de herbicida, con parcelas testigo, el herbicida empleado fue Round-up (glifosato) en dosis de un litro de herbicida por cada 100 litros de agua, se aplicó con mochilas pulverizadoras en un círculo de un metro de diámetro alrededor de cada planta y debido a la no selectividad del herbicida se protegieron las plantas durante la aplicación. El estudio permitió concluir que el pino Oregón se debe plantar en lugares con pendiente, no se deben plantar a cielo abierto, en terrenos planos y/o en fondos de valle donde puede haber acumulación de aire frío; así mismo, que la eliminación de malezas con herbicida favorece el establecimiento y el crecimiento inicial en altura de la planta, aunque se recomienda que se deben probar diferentes herbicidas, y no se debe plantar en pastizales sin eliminar la vegetación competidora (Gutiérrez C. B., 2007).

Actualmente *Pinus ponderosa* es la especie plantada con mayor potencial en la región andino patagónica en Argentina y las plantaciones se realizan sin ninguna preparación del sitio y sin tener en cuenta la relación entre el sitio y el tipo de planta. Por esta razón, se realizaron tres ensayos de plantación instalados en tres sitios distintos en cuanto a precipitación y vegetación, utilizando dos tamaños de planta (*Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws) y dos tipos de control de malezas con herbicidas: con y sin control de malezas. El período analizado corresponde a los seis años posteriores a la instalación de los

ensayos, después del cual se encontró un comportamiento diferencial de los tipos de planta en los diferentes sitios y un aumento importante en prendimiento y crecimiento inicial en altura, cuando se eliminaron las malezas mediante el uso de herbicidas. Además, se observó que el efecto de la eliminación de malezas sobre el crecimiento comienza a manifestarse a partir del segundo año (Davel *et al.*, 2006).

3. OBJETIVOS

3.1 General:

Evaluar el crecimiento en altura y diámetro, así como la sobrevivencia y sanidad de dos plantaciones y un ensayo de diferentes labores culturales establecidos en dos localidades de Michoacán.

3.2 Específicos:

- a) Evaluar el crecimiento a un año en altura y diámetro a la base del tallo; así como el porcentaje de sobrevivencia y sanidad en dos plantaciones establecidas en Michoacán.
- b) Analizar el efecto de diferentes labores culturales sobre el crecimiento a dos años en altura y diámetro a la base del tallo; así como el porcentaje de sobrevivencia y sanidad en un ensayo establecido en Puerto el Fresno, Municipio de Morelia, Michoacán.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 PLANTACIONES

4.1.1 Descripción del área de estudio para las plantaciones

4.1.1.1 Ubicación

Una de las plantaciones de *Pinus pseudostrobus* motivo del presente estudio se encuentran en la parte sur del municipio de Morelia Michoacán, en el predio Puerto el Fresno (**Figura 1, 2, 3 y 4** obtenidas con el software Google Earth 2008), con una topografía ondulada de 3 exposiciones diferentes (N, NE, NO) y pendiente de aproximadamente 15°, en una superficie plantada de 5.00 ha. La altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) a la que se encuentra es de 2,456 m y está situada en una latitud Norte de 19° 33' 23.43" y una longitud Oeste 108° 51' 7.90". En el **Apéndice 1** se muestran las cartas topográficas.



Figura 1. Localización del estado de Michoacán, México, por medio de Google Earth 2008.



Figura 2. Localización del Municipio de Morelia, Mich., México, con Google Earth 2008.

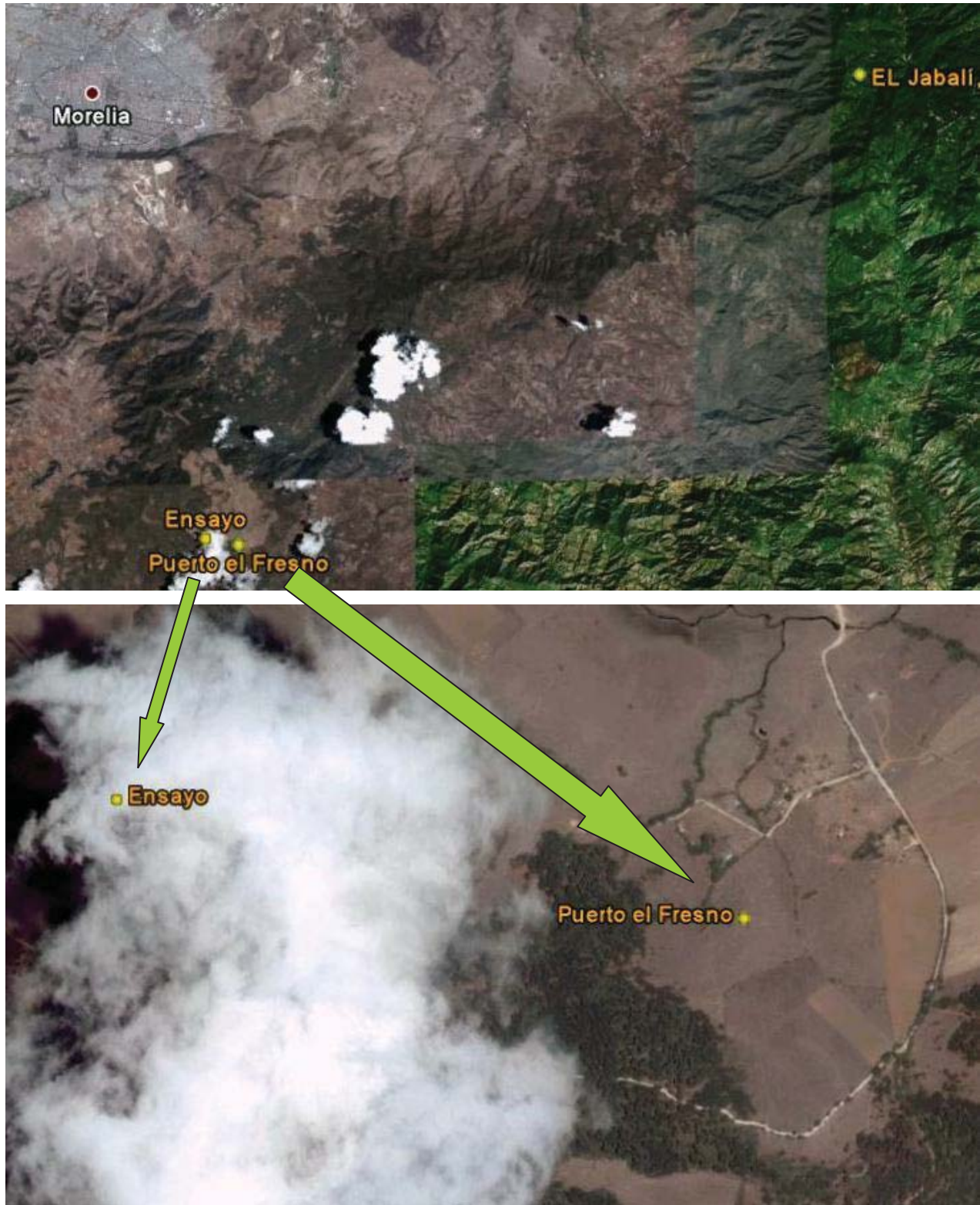


Figura 3. Ubicación de las plantaciones de *Pinus pseudostrobus* “El Fresno” y “El Jabalí” en Michoacán.



Figura 4. Plantación de *Pinus pseudostrobus* al sur del municipio de Morelia Mich., México, en el predio “Puerto el Fresno”.

La otra plantación es también de *Pinus pseudostrobus* se encuentra ubicada en el municipio de Indaparapeo, Michoacán, en el predio El Jabalí (**Figura 5**), con una topografía ondulada de exposición Norte y pendiente de aproximadamente 30°, en una superficie plantada de 2.00 ha. La altura es de 2,546 m.s.n.m. y se ubica en la latitud Norte de 19° 41’ 63.01” y la longitud Oeste 100° 55’ 51.21” (INEGI, 1983).

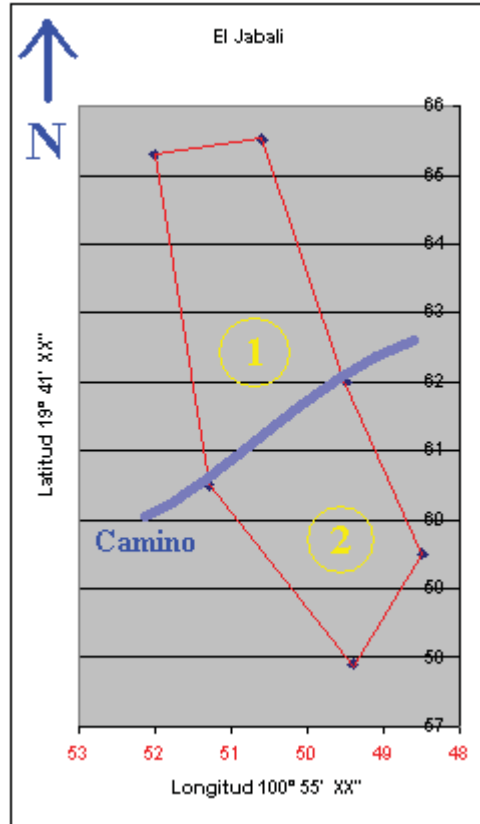


Figura 5. Diseño de la plantación de *Pinus pseudostrobus* en “El Jabali”.

4.1.1.2 Condiciones Ambientales

Para la plantación del municipio de Morelia y de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1981) el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano (Junio a Septiembre) del tipo C(w1)w, con lluvia invernal menor del 5 % del total anual; con rango de heladas de 20 a 40 anuales. La temperatura media anual es de 12 a 14 °C, y la precipitación media anual de 800 a 1,200 mm. En el **Apéndice 2** se muestran las fichas de caracterización ecológica de ambas plantaciones y un análisis de suelo para esta plantación.

Para la plantación del municipio de Indaparapeo y de acuerdo a la clasificación climática de KOPPEN modificada por García (1981) el clima es templado subhúmedo, el más lluvioso, con lluvias en verano (Junio a Septiembre) C(w2)w, con lluvia invernal menor del 10 % del total anual; con rango de heladas de 20 a 40 anuales. Temperatura Media Anual de 12 a 14°C, y Precipitación Media Anual de 800 a 1200 mm (COFOM, 2001).

4.1.1.3 Edafología

El tipo de suelo en la plantación de Morelia es Andosol (limo-arenoso) con textura media, erosión moderada, ya que sus características generales son: suelos profundos de color pardo rojizo muy ligeros, espacio poroso muy abundante, deficiente en sales, los contenidos de potasio y calcio son bajos y los de magnesio son adecuados (**Apéndice 2**). El disturbio que ocasionó la deforestación en este lugar fue el cambio de uso de suelo, debido a la agricultura. La preparación del suelo se hizo de forma manual, cercando el área como una acción de protección.

El tipo de suelo en la plantación de Indaparapeo es Andosol Húmico (limo-arcilloso) con textura media y como secundario el Andosol Ocrico cuyas características generales son: suelos profundos de color pardo rojizo muy ligeros, espacio poroso muy abundante, deficiente en sales, los contenidos de potasio y calcio son bajos y las de magnesio son adecuados. La erosión es imperceptible. El disturbio que ocasionó la deforestación en este lugar fue la tala del bosque, ya que el uso de suelo es forestal. La preparación del suelo se hizo de forma manual, cercando el área como una acción de protección (COFOM, 2001).

4.1.1.4 Vegetación

El tipo de vegetación que predomina en la plantación de Morelia es el bosque de pino encino, con especies arbóreas: *Pinus pseudostrobus* y arbustivas: *Crataegus spp* (ver **Apéndice 2**).

En la plantación de Indaparapeo predomina el bosque de pino, con *Pinus pseudostrobus* como especie predominante y *Bacharis sp* como arbustiva (COFOM, 2001).

4.1.1.5 Establecimiento de las plantaciones

Estas plantaciones se establecieron en Julio del 2007 por la COFOM de la delegación Morelia en programas forestales promovidos por el gobierno de la República para aprovechamiento, rescate y reforestación de bosques naturales, el mejoramiento del medio ambiente (flora y fauna), así como la comercialización.

La procedencia de la semilla para la plantación de Morelia fue de San Miguel Charahuen, Municipio de Patzcuaro, Mich., Méx., utilizando plántulas de 9 meses de edad. La densidad utilizada fue de 1,600 árboles/ha, con un espaciamiento utilizado 2.5 x 2.5 m en franjas a lo largo del terreno, en cepa común de 20 x 20 x 20 cm. La preparación del sitio consistió en la remoción manual de árboles y arbustos y el corte de herbáceas.

En la plantación de Indaparapeo la semilla fue proveniente de la Galera Municipio de Zinapecuaro, Mich., Méx. Las condiciones de establecimiento y preparación del sitio fue similar a la plantación de Morelia.

4.1.2 Obtención de datos

4.1.2.1 Diseño de muestreo y tamaño de muestra

Inicialmente se efectuó un recorrido por cada una de las plantaciones con la finalidad de tener una visión objetiva de sus características como constitución y variabilidad. Dado lo anterior, considerando las especies de interés y la superficie de cada plantación, se determinó utilizar un diseño de muestreo al azar en cada uno de ellos.

Se efectuó un muestreo previo en cada una de ellas para poder tener algún estimador de la variación dentro de cada plantación, con estos elementos y en base a estudios realizados sobre evaluación de diversos tamaños de sitios de muestreo en inventarios forestales (Aguirre *et al.*, 1997) se tomó de 0.1 ha el tamaño en sitios circulares de muestreo.

De esta manera, para la delimitación del sitio de muestreo en las plantaciones se obtuvo el radio compensado del sitio de la siguiente forma:

$$C = 2\pi r^2$$

Donde:

C = Área de una circunferencia (0.1 ha).

r = Radio de la circunferencia (r = 12.6156 m).

Para la plantación de *Pinus pseudostrobus* en Puerto el Fresno con una superficie de 5.00 ha establecida en el 2007 se localizaron cinco sitios de muestreo (ver **Figura 4**) y para la plantación de *Pinus pseudostrobus* en El Jabalí con una superficie de 2.00 ha establecida en el 2007 se localizaron dos sitios de muestreo (ver **Figura 5**).

Definido el diseño de muestreo y el tamaño de muestra se procedió a ubicar el centro de los círculos de tal forma que quedaran homogéneamente distribuidos en toda el área y esta, a la vez, fuera representativa. Posteriormente se realizó el trazo de los círculos con un radio de 12.6156 m con un área equivalente a 0.1 ha (160 y 110 plantas para El Jabalí y Puerto el Fresno respectivamente), con su debida compensación según el grado de inclinación de la pendiente. Para su identificación los círculos de muestreo se numeraron progresivamente dentro de cada plantación.

4.1.2.2 Parámetros para evaluar las áreas de muestreo en las plantaciones

Inicialmente se efectuó un recorrido por cada una de las plantaciones con la finalidad de tener una visión objetiva de sus características como constitución y forma. Se tomaron observaciones sobre localización, características del terreno y crecimiento de los árboles (ver **Apéndice 3**). Enseguida se establecieron parcelas circulares de muestreo de 0.1 ha (Aguirre *et al.*, 1997) empleando un cable compensado por pendiente, y se enterró una varilla metálica de 1 m de largo para marcar el centro de cada parcela semipermanente de muestreo como se observa en la **Figura 6**.



Figura 6. Establecimiento de parcelas circulares de muestreo de 0.1 ha empleando un cable compensado por pendiente.

Con una regla métrica con aproximación al centímetro se midió la altura total de cada una de las plantas dentro de la parcela y con un vernier electrónico se midió el diámetro en milímetros con aproximación a la centésima (**Figura 7**).



Figura 7. Medición de altura (cm) y diámetro (mm).

En formatos preelaborados se tomaron los datos para su análisis posterior (**Apéndice 4**) de altura total de la planta en cm, a cuatro edades: 16 meses (Febrero de 2008), 20 meses (Junio de 2008), 24 meses (Octubre de 2008) y 28 meses a partir de la germinación (Febrero de 2009). La primera medición se usó como referencia para estimar el crecimiento acumulado en las edades posteriores (20, 24 y 28 meses). Se tomaron los datos del diámetro basal a la base del tallo (5.0 cm. por arriba del suelo) en mm, mortalidad y daño. Se determinó el grado de daño con una escala de valores de 0 a 10 de acuerdo con el porcentaje de daño en la planta, en donde 1 equivale a 10% y 10 que equivale a un daño de 100%; y la causa probable con base en las características de la siguiente tabla (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Características que se consideraron en la sanidad y muerte de los árboles.

Sanidad			
1	Vigoroso, Sano		
2	Enfermo	a	hongos
		b	insectos
3	Dañado	a	animales
		b	humanos
		c	helada
Causa de Muerte			
1	Biótico	a	Ganado
		b	Tuza
		c	Hongos
		d	Insectos
		e	Otros
2	Abiótico	a	Helada
		b	Fuego
		c	Sequía

En la plantación de Morelia (Puerto el Fresno), fue evidente en el transcurso del estudio una importante mortalidad debido a daños por tuza (en el **Apéndice 5** se da alguna información sobre el control de dicho roedor); sin embargo, había casos en los que no había plena seguridad de identificar si la causa de la muerte de una planta había sido el daño por tuza, un daño severo por helada y otro (*e.g.*, cuando la planta había desaparecido o ya esta muy seca). Por ello, se cuantifico la supervivencia sin hacer distinción de la causa de mortalidad (ver artículo Viveros-Viveros, 2005, *Pinus pseudostrobus* en Agrobiencia).

La brigada empleada en el levantamiento de los sitios consistió de un técnico de la COFOM encargado del registro de los datos y tres auxiliares para la delimitación del sitio y para las mediciones que se efectuaron dentro del mismo.

4.1.3 Análisis estadístico

Se hizo un análisis de varianza del crecimiento en altura, diámetro basal de la planta y volumen, además de la supervivencia en tres edades (20, 24 y 28 meses), mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2004), y el software EXCEL 2007 para graficar los resultados. El análisis se realizó al considerar los dos sitios de plantación de manera conjunta. El modelo estadístico fue:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + M(S)_{ij} + S_i * M(S)_{ij} + \epsilon_{ijk} \quad (\text{Ec. 1})$$

donde Y_{ijk} es el valor observado, μ es el valor promedio de la población, S_i es el efecto del sitio de muestreo, $M(S)_{ij}$ es la muestra dentro de la plantación, $S_i * M(S)_{ij}$ es la interacción sitio x muestra y ϵ_{ijk} es el error experimental. El efecto del sitio se considero fijo, mientras que los efectos del área y del error fueron considerados aleatorios.

Se hizo también un análisis para cada sitio por separado con un modelo similar a la **Ec. 1**, sin incluir el efecto del sitio. Debido a que los resultados fueron muy similares a los del análisis de los dos sitios en conjunto, se decidió discutir solo este último.

4.2 ENSAYO

4.2.1 Descripción del área de estudio para el ensayo

4.2.1.1 Ubicación

El ensayo evaluado es de *Pinus pseudostrobus* y se encuentran en la parte Sur del municipio de Morelia Michoacán, en el predio Puerto el Fresno (**Figura 8**), con una topografía ondulada de exposición Norte y pendiente de aproximadamente 15°, en una superficie plantada de 0.5 ha, el cual se encuentra a un kilómetro al Oeste aproximadamente de la plantación en estudio del mismo predio. En el **Apéndice 1** se muestran las cartas topográficas.

La densidad utilizada fue de 1,100 árboles/ha, con un espaciamiento de 3 m x 3 m en franjas a lo largo del terreno, en cepa común de 20 x 20 x 20 cm. La preparación del sitio consistió en la remoción manual de árboles y arbustos y el corte de herbáceas. La altitud media es de 2,475 m.s.n.m.; una latitud Norte de 19° 33' 17.12" y una longitud Oeste 101° 08' 44.31" (INEGI 1983).

4.2.1.2 Condiciones Ambientales.

El ensayo tiene características similares a las de la plantación del municipio de Morelia en cuanto al clima, Temperatura Media Anual, Precipitación Media Anual, vegetación y edafología, con la variante en el tipo de suelo que es Andosol (limo-arcilloso-arenoso) con textura media (COFOM, 2001).

4.2.2 Establecimiento del ensayo

En el caso del ensayo es de *Pinus pseudostrobus* y fue realizado por la COFOM en Puerto el Fresno con una área de 1/2 ha, establecido en Agosto del 2006. La procedencia de la semilla al igual que para la plantación de Morelia fue de San Miguel Charahuen, Municipio de Patzcuaro, Mich., Méx., utilizando plántulas de 9 meses de edad. Es un ensayo de tratamientos culturales establecido bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones (ver **Figura 8**) y parcelas de 10 individuos cada una, como se muestra en la **figura 9**.

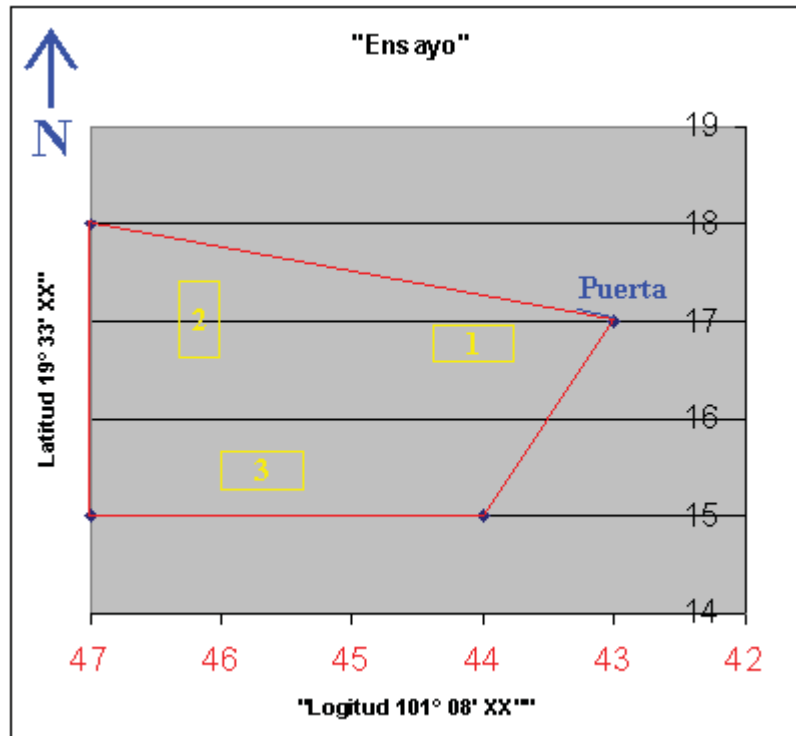


Figura 8. Diseño del ensayo de *Pinus pseudostrobus*, los rectángulos representan los bloques.

En cada parcela se aplicó uno de los siguientes tratamientos:

- **Parcela 1.** Se aplicó control de maleza y control de fertilizante (CCM/CF).
- **Parcela 2.** Se aplicó sin control de maleza y control de fertilizante (SCM/CF).
- **Parcela 3.** Se aplicó control de maleza y sin control de fertilizante (CCM/SF).
- **Parcela 4.** Se aplicó sin control de maleza y sin control de fertilizante (SCM/SF).

Los tratamientos fueron aplicados por el propietario del terreno bajo la supervisión de personal de la COFOM. La maleza se controló de forma manual, con machete, dos meses después del establecimiento de la planta. La fertilización se realizó un mes después del establecimiento de la planta utilizando un fertilizante comercial (Triple 16) con las siguientes proporciones: 16 % Nitrógeno (N), 16 % Potasio (K) y 16 % Fósforo (P). Se aplicaron 100 g a cada planta, a 25 cm de distancia del árbol por la parte superior de la pendiente, realizando tres hoyos y colocando 33 g en cada uno de ellos.

TRATAMIENTOS																																			
1	CCM/CF	10 plantas																																	
2	SCM/CF	10 plantas																																	
3	CCM/SF	10 plantas																																	
4	SCM/SF	10 plantas																																	
			40 plantas																																
SUB-ENSAYO DE PLANTACIÓN EL FRESNO, MPIO. MORELIA, MICH. AGOSTO DEL 2006																																			
	X	Plantas muertas										x	Plantas de replante																						
												i	Plantas inicial																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
2	x	1	2	3	4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
3	x	X	X	i	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
4	x	x	i	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
5	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
6	x	X	x	i	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x				
7	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x				
8	x	x	X	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	x	x	x			
9	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	i	X	x	x			
10	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	i	x	x	X	x	x		
12	x	i	x	x	i	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
13	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x	x	i	x	x		
14	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	X	x	x	x	x	x		
15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	i	x	x	x	x		
16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	4	3	2	1	x	x		
17	x	x	x	x	4	x	i	X	x	x	x	X	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
18	x	x	x	x	3	X	X	i	x	i	x	X	X	i	i	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
19	x	x	x	x	2	X	X	X	x	X	x	i	x	x	i	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
20	x	x	x	x	1	x	x	x	x	X	x	x	i	x	i	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
21	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
22	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
23	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
24	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
25	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Figura 9. Ensayo de tratamientos culturales establecido bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y parcelas de 10 individuos cada una.

4.2.3 Toma de datos

Al igual que en las plantaciones, en el ensayo se tomaron datos de altura total de la planta en cm, a cuatro edades: 27 meses (Febrero de 2008), 31 meses (Junio de 2008), 35 meses (Octubre de 2008) y 39 meses a partir de la germinación (Febrero de 2009). La primera medición se uso como referencia para estimar el crecimiento acumulado en las edades posteriores (31, 35 y 39 meses). También se tomaron los datos del diámetro basal a la base el tallo (5.0 cm. por arriba del suelo) en

mm, mortalidad y daño. En este caso, el grado de daño y la causa, se determinó de manera similar a las plantaciones con base en las características del **Cuadro 1**.

4.2.4 Proceso para evaluar los bloques del ensayo

Inicialmente se tomaron observaciones sobre localización, características del terreno y crecimiento de los árboles (ver **Apéndice 3**). Enseguida se localizaron en el predio los bloques a evaluar. Con una cinta métrica con aproximación al milímetro se midió la altura total de las plantas dentro de los bloques y con un vernier digital de aproximación al milímetro se midió el diámetro basal a la base del tallo. También la toma de datos se realizó en formatos pre-elaborados para su análisis posterior (**Apéndice 4**).

La brigada empleada en el levantamiento de los bloques fue la misma que se utilizó para el caso de las plantaciones.

4.2.5 Análisis estadístico

Para determinar posibles diferencias entre tratamientos, se realizó un análisis de varianza del crecimiento en altura, diámetro basal de la planta y volumen, además de la supervivencia en tres edades (31, 35 y 39 meses), mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2004), y el software EXCEL 2007 para graficar los resultados. El análisis se realizó al considerar los tres bloques en estudio de manera conjunta. El modelo estadístico fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + B_i * T_j + e_{ijk} \quad (\text{Ec. 2})$$

donde Y_{ijk} es el valor observado, μ es el valor promedio de la población, B_i es el efecto del bloque, T_j es el efecto del tratamiento, $B_i * T_j$ es Interacción entre Bloque y Tratamiento, y e_{ijk} es el error experimental. Además, en caso de ser necesario, se realizará una prueba de medias de Tukey para determinar equivalencias entre tratamientos (Elorza-Martínez y Maruri-García, 2004).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Plantaciones

Después de un año de seguimiento, realizando mediciones a las dos plantaciones (Puerto el Fresno y El Jabalí), de altura total de la planta en cm, diámetro basal a la base del tallo (5.0 cm. por arriba del suelo) en mm, volumen en cm³ y mortalidad, a cuatro edades: 16 meses (Febrero de 2008), 20 meses (Junio de 2008), 24 meses (Octubre de 2008) y 28 meses a partir de la germinación (Febrero de 2009), los resultados que se obtuvieron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS 2004) se muestran en el **Apéndice 6**.

El análisis estadístico entre plantaciones (**Cuadro 3**) mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre sitios de plantación para el crecimiento en altura, el diámetro basal y el volumen de las plantas a los 20, 24 y 28 meses de edad; excepto para el crecimiento en altura a los 16 meses de edad (primera medición) y el diámetro basal a los 24 meses de edad, como se observa más adelante.

5.1.1 Valoración entre sitios de plantación

Durante toda la evaluación el crecimiento promedio en altura y volumen de las plantas en el sitio Puerto el Fresno fue siempre inferior al crecimiento en el sitio El Jabalí. Probablemente al uso del suelo (forestal), ubicación (dentro del bosque y pendiente más pronunciada), procedencia de la semilla y protección del área en cuanto a la presencia de heladas en El Jabalí, factores ausentes en Puerto el Fresno, retrasó el crecimiento de las plantas. Sin embargo, a los 28 meses de edad, el diámetro basal de las plantas fue superior en el sitio Puerto el Fresno (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Valores promedio en crecimiento de Altura, Diámetro y Volumen, a cuatro edades en el análisis de varianza entre plantaciones.

PLAN-TACIÓN	EDAD (Meses)	No. de Individuos	Individuos Muertos	MEDIA	MIN	MAX	Desviación Estándar (D.E.)	Covarianza (CV)
El Jabalí	Diámetro							
	16	353	15	6.78	4.5	9.5	1.10	16.23
	20	333	25	8.48	4.9	14.4	2.15	25.34
	24	307	43	10.29	5.1	17.4	2.30	22.35
	28	278	61	11.89	6.2	19.6	2.72	22.86
	Altura							
	16	353	15	16.84	8	30	3.96	23.53
	20	333	25	41.36	16	76	10.96	26.51
	24	307	43	58.21	25	106	13.81	23.72
	28	278	61	64.09	28	115	14.93	23.30
	Volumen							
	16	353	15	11.76	3.6	25.11	4.46	37.92
	20	333	25	37.26	8.82	109.44	19.13	51.35
	24	307	43	62.41	15.9	184.44	28.19	45.17
	28	278	61	79.15	19.2	216.2	34.80	43.97
	Puerto el Fresno	Diámetro						
16		644	70	6.31	3.8	9.9	1.00	15.80
20		585	170	6.49	3.3	12.2	1.43	22.00
24		565	184	10.24	4.5	29.5	3.58	35.00
28		525	241	13.16	4.4	37	5.12	38.91
Altura								
16		644	70	16.50	7	35	4.53	27.45
20		585	170	27.57	10	48	7.50	27.18
24		564	185	38.92	17	85	11.91	30.61
28		525	241	42.10	18	91	13.66	32.45
Volumen								
16		644	70	10.76	2.66	29.75	4.42	41.12
20		585	170	18.64	3.74	57.34	8.32	44.64
24		564	185	42.62	9.01	160.5	24.83	58.26
28		525	241	59.55	10.4	187.2	36.82	61.83

Diámetro Puerto el Fresno > El Jabalí a los 28 meses de edad (valores en negrita)

Las diferencias entre los dos sitios en altura (**Figura 10**) y volumen (**Figura 11**) existieron en las mediciones desde un principio (16 meses de edad). Para el diámetro basal no hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los dos sitios a los 24 meses de edad (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Valores promedio de Altura, Diámetro, Volumen y Nivel de significancia (Pr), en el análisis estadístico entre plantaciones.

EDAD (Meses)	Grados de libertad (DF)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrados Mínimos (C.M.)	Error Estándar (F)	Probabilidad (Pr)
Diámetro					
16	1	50.4	50.4	47.2	<.0001
20	1	843	843	284	<.0001
24	1	0.5	0.5	0.1	0.8281
28	1	293	293	14.9	0.0001
Altura					
16	1	26.8	26.8	1.4	0.2333
20	1	40331	40331	508	<.0001
24	1	74010	74010	465	<.0001
28	1	87853	87853	441	<.0001
Volumen					
16	1	231	231	11.8	0.0006
20	1	73563	73563	416	<.0001
24	1	77850	77850	115	<.0001
28	1	69838	69838	53	<.0001

Valores significativos ($P < 0.05$) en negritas

Es muy probable que cuando se midió el diámetro (Octubre de 2008, 24 meses de edad), las plantas en Puerto el Fresno ya se habían recuperado de las condiciones microambientales y los daños causados por las heladas de principios de ese año. La temporada de lluvias que estaba de salida y una mayor exposición al sol, le dieron a las plantas un mayor diámetro basal y por supuesto un aspecto mucho más robusto y vigoroso que las plantas en El Jabalí, lo cual concuerda con la ocurrencia esperada de mayores temperaturas promedio en los sitios de mayor exposición y con los resultados de otros ensayos efectuados con respecto a las características del crecimiento de *Pinus taeda* L.,

Abies fraseri (Pursh) Poir. (Arnold *et al.*, 1994; Gwaze *et al.*, 2001) y de especies arbóreas como *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Campbell, 1979).

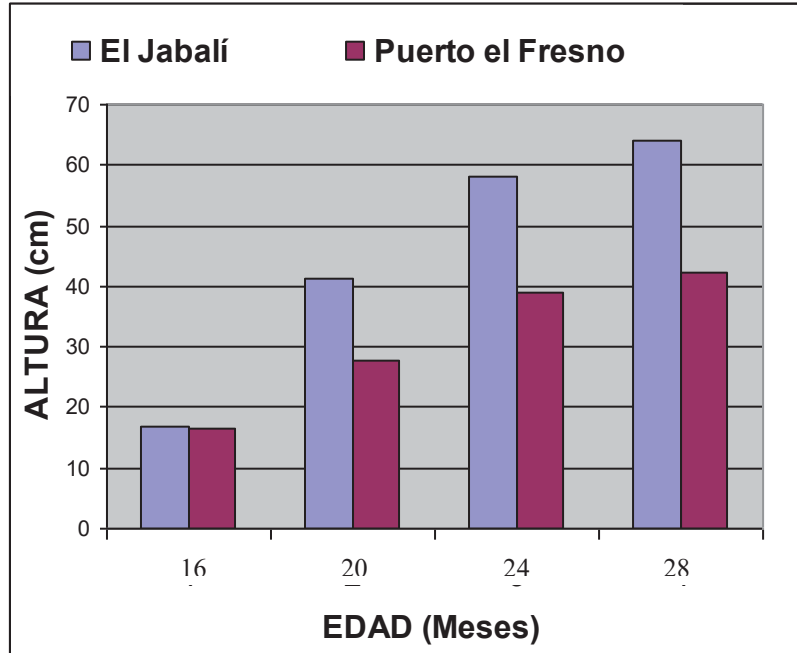


Figura 10. Diferencias entre los dos sitios en altura (cm) a cuatro edades.

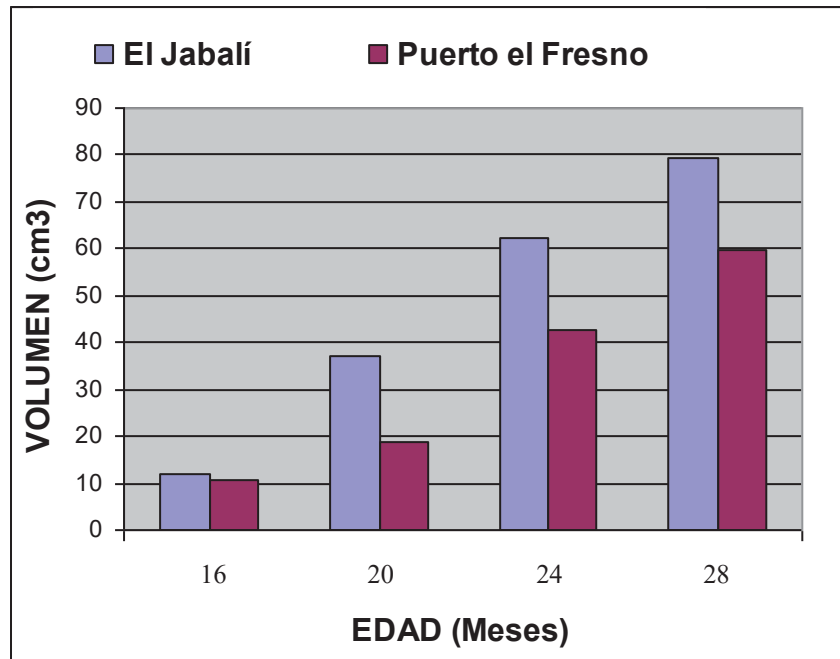


Figura 11. Diferencias entre los dos sitios en Volumen (cm³) a cuatro edades.

El mayor crecimiento inicial en el sitio El Jabalí se expresó en un crecimiento significativamente superior en diámetro a los 20 meses de edad (8.48 mm) y en un buen estado fenológico de las plantas, que en el sitio Puerto el Fresno, en donde los individuos habían crecido sólo 6.49 mm en diámetro y tenían una apariencia poco robusta y algunos hasta de color amarillento. Esto indica un establecimiento de las plantas más tardía en el sitio más desprotegido (Puerto el Fresno) y suelo escaso de nutrientes, lo cual era de esperarse, ya que es de suponer un suelo de origen forestal con mayor cantidad de nutrientes, un menor número de riesgos para el crecimiento a temprana edad de las plantas en este sitio (buena ubicación y protección), por tanto, un desarrollo inicial más rápido. La explicación a esto, parece estar en las condiciones microambientales de los sitios donde se establecieron las plantaciones (**Figura 12**).

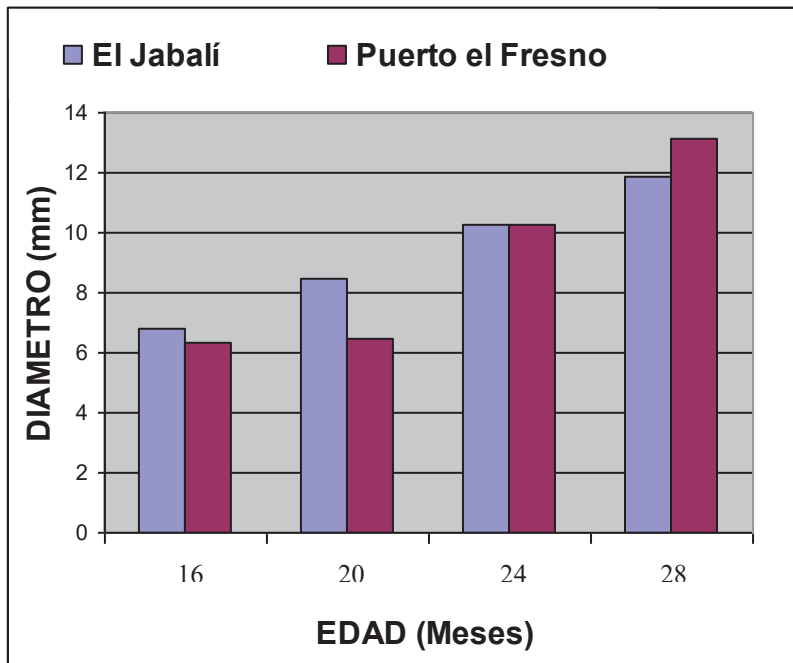


Figura 12. Crecimiento en diámetro (mm) entre sitios de plantación (El Jabalí y Puerto el Fresno).

El sitio El Jabalí tiene una pendiente pronunciada (30°), la que aparentemente impide que el aire frío del invierno se asiente sobre la superficie y dañe las plantas. Además tiene una ubicación protegida, ya que se encuentra dentro del bosque, lo que seguramente impide el daño por ventiscas. En cambio, el sitio Puerto el Fresno está ubicado en un valle y colindante con el borde natural del bosque; la topografía de pendiente menos pronunciada (15°) permite que se asiente sobre la superficie el aire frío durante el invierno, generando temperaturas más bajas y aumentando los riesgos de daños por heladas. Esto concuerda con el hecho de que hasta cierto punto la sobrevivencia en este sitio fuera menor (**Figura 14**), aunque más adelante discutiremos acerca de la sobrevivencia de manera más amplia.

5.1.2 Diferencias en sobrevivencia

La sobrevivencia evaluada (ver **Apéndice 4**) en cuatro periodos (16, 20, 24 y 28 meses de edad) siempre fue menor en el sitio Puerto el Fresno (**Figura 14**), debido a un severo ataque por tuzas (*Geomys bursarius*) y las condiciones microambientales. No fue posible determinar con certeza en que proporción la mortalidad en este sitio fue causada por tuzas, ya que si bien en algunos casos era posible observar que las plantas habían sido cortadas de raíz por éstas, en otros casos las plantas simplemente desaparecían, lo cual hacía imposible determinar con certeza la causa de muerte (**Figura 13**). Se detectó que los menores daños por heladas se presentaron en los bloques cercanos al borde de la vegetación natural circundante, misma que aparentemente sirvió de protección contra las bajas temperaturas.



Figura 13. Imposible determinar con certeza la causa de muerte de algunos individuos.

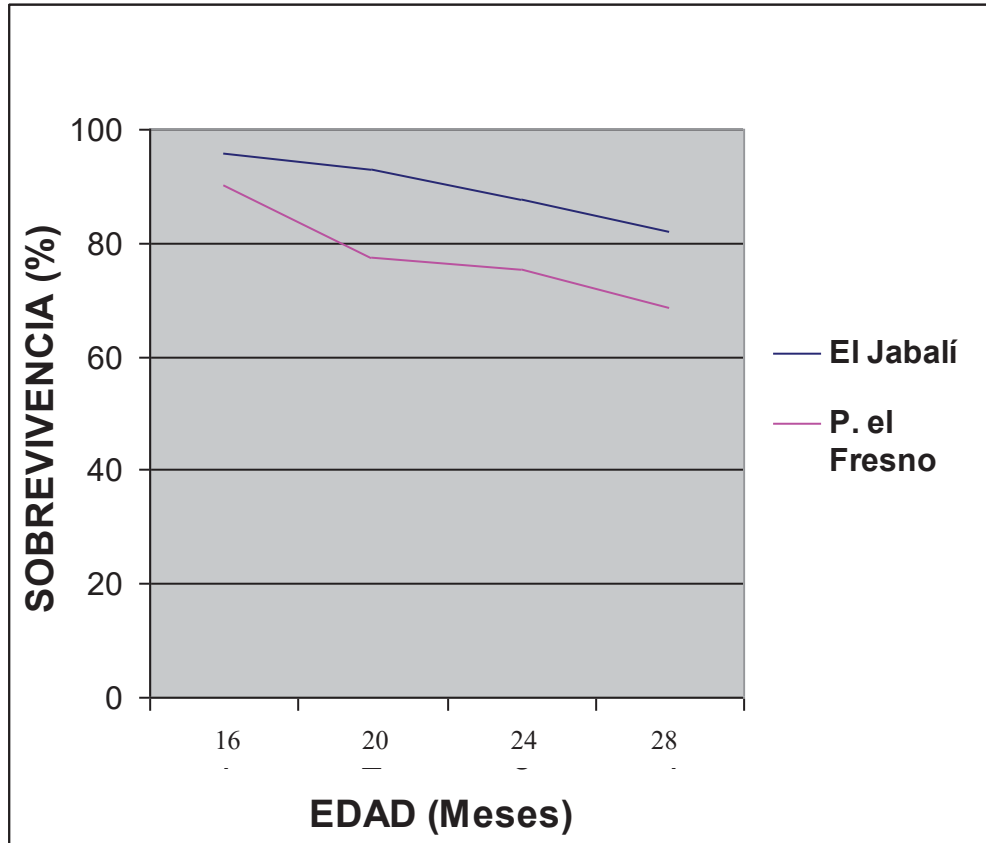


Figura 14. Diferencias entre los dos sitios en Supervivencia (%) a cuatro edades.

La mortalidad de plantas ocasionada por roedores no puede considerarse una falta de adaptación a un factor ecológico natural (Viveros-Viveros *et al.*, 2006). La presencia de estos animales se debe a una perturbación antropogénica presente en Puerto el Fresno y ausente en EL Jabalí. El sitio experimental Puerto el Fresno tuvo en el pasado un uso agrícola, por lo que ya existía la población de roedores (**Figura 13**); al establecer el experimento, aparentemente hubo un incremento de esta población en el sitio, favorecido por la disponibilidad de nuevo alimento y seguramente por la eliminación previa de los predadores naturales (ver **Apéndice 5**). Apoyarse en Viveros-Viveros, 2005, Agrociencia.

5.2 Ensayo

En el caso del ensayo también se realizaron las mediciones durante un año a la par con las dos plantaciones (Puerto el Fresno y El Jabalí), de altura total de la planta en cm, diámetro basal a la base del tallo (5.0 cm. por arriba del suelo) en mm, volumen en cm³ y mortalidad (sobrevivencia), a cuatro edades: 27 meses (Febrero de 2008), 31 meses (Junio de 2008), 35 meses (Octubre de 2008) y 39 meses a partir de la germinación (Febrero de 2009), obteniéndose los resultados mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS 2004) como se muestra en el **Apéndice 6**.

El análisis estadístico por edades (**Cuadro 5**) no mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) para el crecimiento en Altura, Diámetro y Volumen. Más adelante se discute dichos resultados.

5.2.1 Valoración por tratamientos, bloque e interacción tratamiento y bloque.

Durante un año de evaluación (27, 31, 35 y 39 meses de edad) el crecimiento promedio en altura, diámetro y por consiguiente en volumen de las plantas para el **Tratamiento 2** = Sin Control de Maleza y Con Fertilizante (**SCM/CF**), fue siempre superior que el crecimiento para los otros tratamientos: a) **Tratamiento 1** = Control de Maleza y Con Fertilizante (**CCM/CF**), b) **Tratamiento 3** = Control de Maleza y Sin Fertilizante (**CCM/SF**), y c) **Tratamiento 4** = Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante (**SCM/SF**); este último corresponde a la parcela Testigo. Probablemente a la fertilización inicial y la protección que pudo representar la maleza para las plantas a una edad temprana en cuanto a la presencia de heladas y ventiscas, factores diferentes y desfavorables para los otros tratamientos, el crecimiento de las plantas fue más lento. Y aunque pudo haber competencia entre las plantas y la maleza por los nutrientes al inicio, este factor no fue tan significativo que retrasara su desarrollo en comparación con los otros tratamientos (**cuadro 4**).

Cuadro 4. Valores promedio en crecimiento de Altura, Diámetro y Volumen, a cuatro edades en el análisis de varianza entre tratamientos.

Tratamiento	EDAD (Meses)	No. de Individuos	Individuos Muertos	MEDIA	MIN	MAX	Desviación Estándar (D.E.)	Covarianza (CV)	
Diámetro									
Con Control de Maleza y Con Fertilizante (CCM/CF)	27	29	1	8.5	4.3	13.9	2.2	26.1	
	31	26	4	9.7	4.7	15.1	2.2	23.1	
	35	23	7	12.7	6.3	17.4	2.9	22.5	
	39	22	8	14.6	7.6	20.4	3.4	23.2	
	Altura								
	27	29	1	33.0	21	52	6.9	20.7	
	31	26	4	42.5	28	67	9.7	22.7	
	35	23	7	49.5	30	72	12.0	24.2	
	39	22	8	56.6	36	80	12.4	22.0	
	Volumen								
	27	29	1	29.0	10.8	65	12.7	43.8	
	31	26	4	42.7	14.6	84	17.5	41.0	
	35	23	7	63.9	25.2	129	24.2	37.9	
39	22	8	84.7	27.4	136	31.2	36.8		
Diámetro									
Sin Control de Maleza y Con Fertilizante (SCM/CF)	27	26	4	9.0	4.4	14.6	2.1	23.7	
	31	24	6	10.7	4.6	23.1	3.6	33.8	
	35	20	10	15.2	7.5	31.2	6.1	40.5	
	39	19	11	17.7	8.4	37.8	7.7	43.3	
	Altura								
	27	26	4	33.1	19	54	8.3	25.0	
	31	24	6	45.9	22	71	12.4	27.1	
	35	20	10	60.9	32	122	23.1	38.0	
	39	19	11	65.0	34	125	23.3	35.9	
	Volumen								
	27	26	4	31.0	8.4	75	14	45.8	
	31	24	6	52.7	10.1	164	33	61.7	
	35	20	10	103.4	24.0	381	89	86.0	
39	19	11	130.2	33.0	450	112	86.2		

Resultados y Discusión

Tratamiento	EDAD (Meses)	No. de Individuos	Individuos Muertos	MEDIA	MIN	MAX	Desviación Estándar (D.E.)	Covarianza (CV)	
Diámetro									
Con Control de Maleza y Sin Fertilizante (CCM/SF)	27	28	2	8.1	5.8	11.2	1.3	16.2	
	31	22	8	10.5	6.8	15.3	2.2	20.6	
	35	22	8	14.3	7.9	22.7	4.1	28.4	
	39	22	8	16.6	8.4	24.4	4.3	26.1	
	Altura								
	27	28	2	29.3	18	40	6.3	21.6	
	31	22	8	40.0	20	54	7.9	19.8	
	35	22	8	49.8	28	69	11.4	22.8	
	39	22	8	55.0	29	87	13.4	24.3	
	Volumen								
	27	28	2	24.3	11.2	45	8.2	33.9	
	31	22	8	43.0	15.6	73	16.1	37.3	
35	22	8	74.0	22.1	139	33.5	45.2		
39	22	8	94.8	24.7	185	41.8	44.1		
Diámetro									
Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante (SCM/SF)	27	28	2	8.1	5.9	12.1	1.4	17.4	
	31	24	6	10.3	6.9	14.8	2.3	22.0	
	35	20	10	13.6	7.4	23.8	4.6	33.9	
	39	17	13	16.3	8.7	32.3	6.2	38.5	
	Altura								
	27	28	2	29.3	17	42	6.1	21.0	
	31	24	6	38.4	28	59	7.7	20.1	
	35	20	10	51.2	26	75	12.8	25.0	
	39	17	13	58.9	35	78	13.2	22.3	
	Volumen								
	27	28	2	24.3	11.8	43	8.4	34.6	
	31	24	6	40.1	21.0	70	13.9	34.5	
35	20	10	72.5	25.2	138	34.5	47.6		
39	17	13	99.4	34.7	178	47.1	47.4		

El crecimiento inicial para el **Tratamiento 2** = Sin Control de Maleza y Con Fertilizante (SCM/CF) se expresó en un buen estado fenológico de las plantas, que los demás tratamientos, aunque el análisis de estadístico no mostró diferencias significativas por tratamiento, ni por bloque y ni por la interacción entre bloque y tratamiento (**Cuadro**

5), en donde los individuos para los otros tratamientos tenían una apariencia poco robusta y algunos hasta de color amarillento. Esto indica un desarrollo de las plantas más tardía para los tratamientos más desprotegidos (**Tratamiento 1 y 3**) y suelo escaso de nutrientes (**Tratamiento 3 y 4**), lo cual era de esperarse, ya que es de suponer un suelo con mayor cantidad de nutrientes (fertilizado), un menor número de riesgos para el crecimiento a temprana edad de las plantas para el **Tratamiento 2** = Sin control de Maleza y Con Fertilizante (SCM/CF), por tanto, un desarrollo más rápido.

Cuadro 5. Valores promedio de Altura, Diámetro, Volumen y Nivel de significancia (Pr), en el análisis estadístico entre plantaciones.

EDAD (Meses)	Fuente	Grados de libertad (DF)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrados Mínimos (C.M.)	Error Estándar (F)	Probabilidad (Pr)
Diámetro						
27	Bloque	2	4.4	2.2	0.64	0.5286
	Tratamiento	3	13.5	4.5	1.31	0.2762
	Bloque*Tratamiento	6	8.5	1.4	0.41	0.87
31	Bloque	2	3.4	1.7	0.23	0.7941
	Tratamiento	3	12.2	4.1	0.55	0.6466
	Bloque*Tratamiento	6	23.5	3.9	0.53	0.7804
35	Bloque	2	22.5	11.3	0.53	0.589
	Tratamiento	3	65	22	1.03	0.3855
	Bloque*Tratamiento	6	86	14	0.68	0.6675
39	Bloque	2	39	20	0.63	0.5365
	Tratamiento	3	98	33	1.04	0.3787
	Bloque*Tratamiento	6	171	28	0.91	0.4928
Altura						
27	Bloque	2	10	5	0.1	0.9013
	Tratamiento	3	365	122	2.44	0.0688
	Bloque*Tratamiento	6	194	32	0.65	0.6895
31	Bloque	2	348	174	1.81	0.1701
	Tratamiento	3	683	228	2.37	0.0763
	Bloque*Tratamiento	6	184	31	0.32	0.925
35	Bloque	2	527	264	1.11	0.3356
	Tratamiento	3	1501	500	2.1	0.1073
	Bloque*Tratamiento	6	1268	211	0.89	0.5081
39	Bloque	2	109	54	0.2	0.8191
	Tratamiento	3	930	310	1.14	0.3389

	Bloque*Tratamiento	6	973	162	0.6	0.7317
Volumen						
27	Bloque	2	77	39	0.3	0.744
	Tratamiento	3	865	288	2.22	0.0907
	Bloque*Tratamiento	6	382	64	0.49	0.8148
31	Bloque	2	772	386	0.81	0.4464
	Tratamiento	3	1575	525	1.11	0.3507
	Bloque*Tratamiento	6	1259	210	0.44	0.8482
35	Bloque	2	4183	2091	0.78	0.4611
	Tratamiento	3	15669	5223	1.95	0.1284
	Bloque*Tratamiento	6	10663	1777	0.66	0.6781
39	Bloque	2	4191	2095	0.48	0.6201
	Tratamiento	3	20190	6730	1.55	0.2107
	Bloque*Tratamiento	6	20225	3371	0.77	0.5929

La explicación a esto, parece estar en que la maleza es escasa debido a que el suelo esta pobre de nutrientes y no representa una gran competencia por nutrientes con las plantas a temprana edad (de 27 a 39 meses de edad), debido a que en su mayor parte las plantas del ensayo son de replante a un año de establecido el ensayo en (Agosto, 2006). La maleza en la mayor parte del periodo de evaluación estuvo muerta; por lo tanto, le sirvió de sombra y protección contra ventiscas a los individuos (**Figura 15**). En otro estudio se observó que el efecto de la eliminación de maleza sobre el crecimiento comienza a manifestarse a partir del segundo año (Davel *et al.*, 2006).

El hecho de no existir diferencias significativas por tratamiento, bloque e interacción entre bloque y tratamiento, podría deberse a que el área de plantación donde se instaló el ensayo es muy pequeña y los bloques están muy próximos uno del otro. El diseño de parcelas es poco funcional, ya que son parcelas muy largas y siempre tiene a los mismos tratamientos de vecinos, lo cual representa un alto grado de dificultad para determinar con una buena precisión las diferencias entre tratamientos, bloques y la interacción entre bloque y tratamiento.

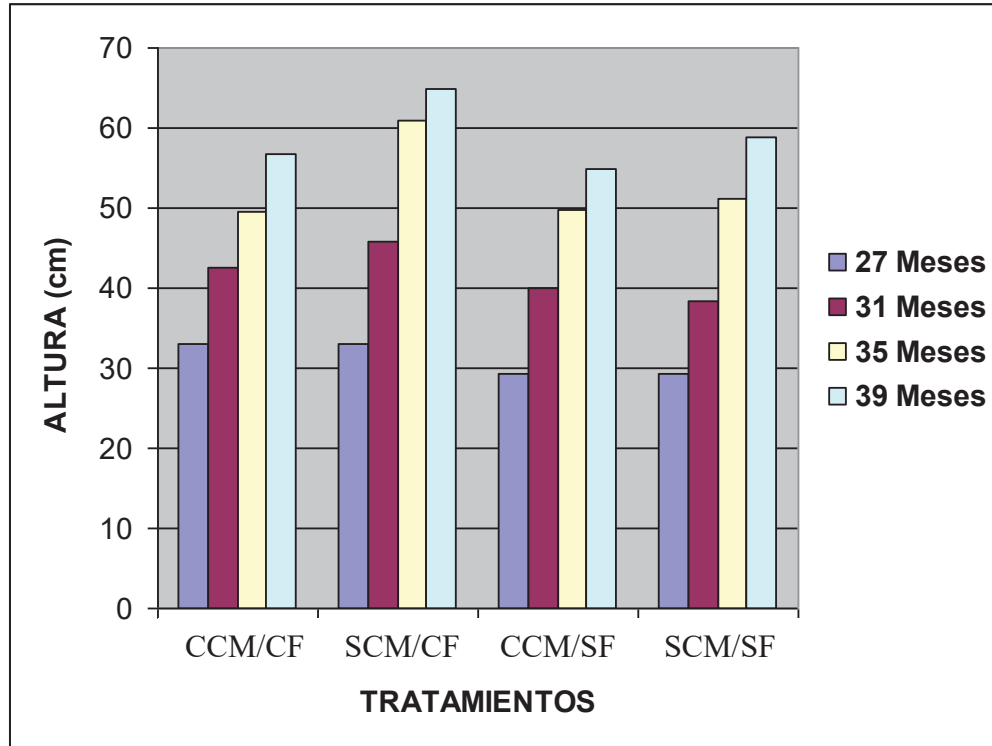


Figura 15. Diferencias entre los cuatro **Tratamientos** (CCM/CF = Control de Maleza y Con Fertilizante, SCM/CF = Sin Control de Maleza y Con Fertilizante, CCM/SF = Control de Maleza y Sin Fertilizante, SCM/SF = Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante) en altura (cm) a cuatro edades (27, 31, 35 y 39 Meses de edad).

El **Tratamiento 2** fue sin control de maleza, lo que aparentemente impide que el aire frío del invierno se asiente sobre la superficie y dañe las plantas. Además tiene una condición protegida, ya que los individuos se encuentran entre la maleza, lo que seguramente impide el daño por ventiscas. En cambio, con los otros tratamientos las plantas están desprotegidas y expuestas a muchos riesgos como vientos fuertes, heladas, alta exposición, etc. Aunque, esto no concuerda con el hecho de que hasta cierto punto la sobrevivencia en este sitio fuera menor (**Figura 18**), por lo que más adelante discutiremos acerca de la sobrevivencia de manera más amplia.

En esta evaluación (durante un año), se obtuvieron diferencias por tratamiento para las variables en estudio (altura, diámetro y volumen), como se observa en la **Figura 15, 16**

y 17, sobresaliendo siempre el **Tratamiento 2** = Sin Control de Maleza y Con Fertilizante (**SCM/CF**) en las edades evaluadas (27, 31, 35 y 39 meses de edad). Es muy probable que las plantas de este parcela, habían alcanzado un buen crecimiento debido al época oportuna de fertilización que aseguró una adecuada absorción de los nutrientes por parte del arbolado (Albaugh *et al.*, 2004) y la protección (contra ventiscas y heladas de principios de ese año) que le proporcionó la escasa maleza debido a un suelo pobre de nutrientes. Además una menor exposición, le dieron a los individuos una mayor altura y por supuesto un aspecto mucho más vigoroso que las plantas de los otros tratamientos, lo cual concuerda con la reducción del tiempo requerido por la especie para su desarrollo una vez plantadas junto con la aplicación de tratamientos silviculturales de preparación de suelos, control de vegetación competitiva y fertilización al momento de la plantación en *Pinus radiata* (Maclaren, 1997; Alzugaray *et al.*, 2004), otras especies (Albaugh *et al.*, 2004).

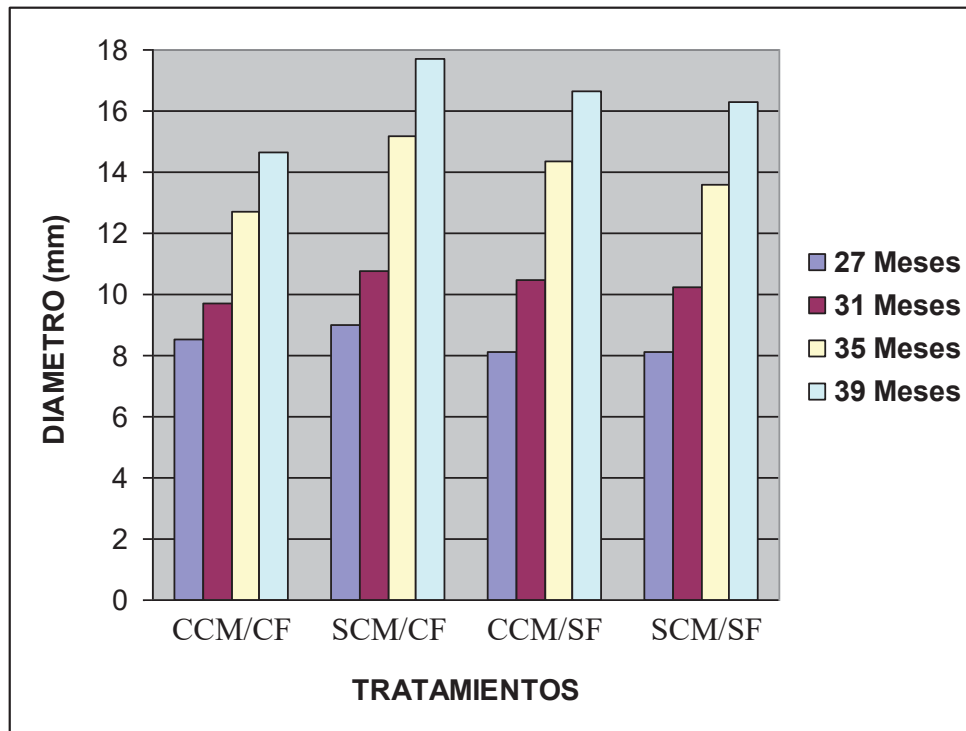


Figura 16. Crecimiento en diámetro (mm) por **Tratamiento** (CCM/CF = Control de Maleza y Con Fertilizante, **SCM/CF** = Sin Control de Maleza y Con Fertilizante, **CCM/SF** = Control de Maleza y Sin Fertilizante, **SCM/SF** = Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante) a cuatro edades (27, 31, 35 y 39 Meses de edad).

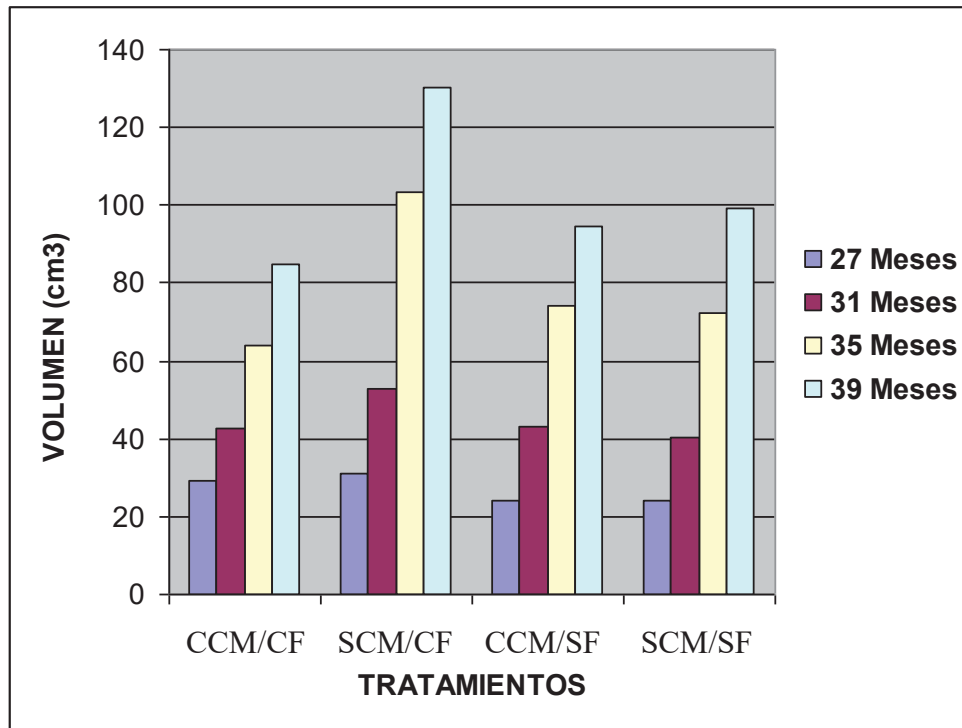


Figura 17. Diferencias entre los cuatro **Tratamientos** (CCM/CF = Control de Maleza y Con Fertilizante, SCM/CF = Sin Control de Maleza y Con Fertilizante, CCM/SF = Control de Maleza y Sin Fertilizante, SCM/SF = Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante) en Volumen (cm³) a cuatro edades (27, 31, 35 y 39 Meses de edad).

5.2.2 Diferencias en sobrevivencia

La sobrevivencia evaluada (ver **Apéndice 4**) al final de los cuatro periodos (27, 31, 35 y 39 meses de edad) fue menor para el **Tratamiento 4** = Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante (SCM/SF) como se observa en la **Figura 18**. De hecho este tratamiento fue el testigo. Las condiciones microambientales (suelo pobre de nutrientes y con competencia), hizo que se obtuviera una menor sobrevivencia, aunque debido a un severo ataque por tuzas (*Geomys bursarius*), no fue posible determinar con certeza en que proporción la mortalidad para este tratamiento fue causada por tuzas (**Apéndice 5**), ya que si bien en algunos casos era posible observar que las plantas habían sido cortadas de raíz por éstas, en otros casos las plantas simplemente desaparecían, lo cual hacía imposible determinar con certeza la causa

de muerte (**Figura 13**). Los bloques se encuentran de cierta manera cercanos al borde de la vegetación natural circundante, misma que aparentemente sirvió de protección contra las bajas temperaturas y no permitió graves daños por heladas.

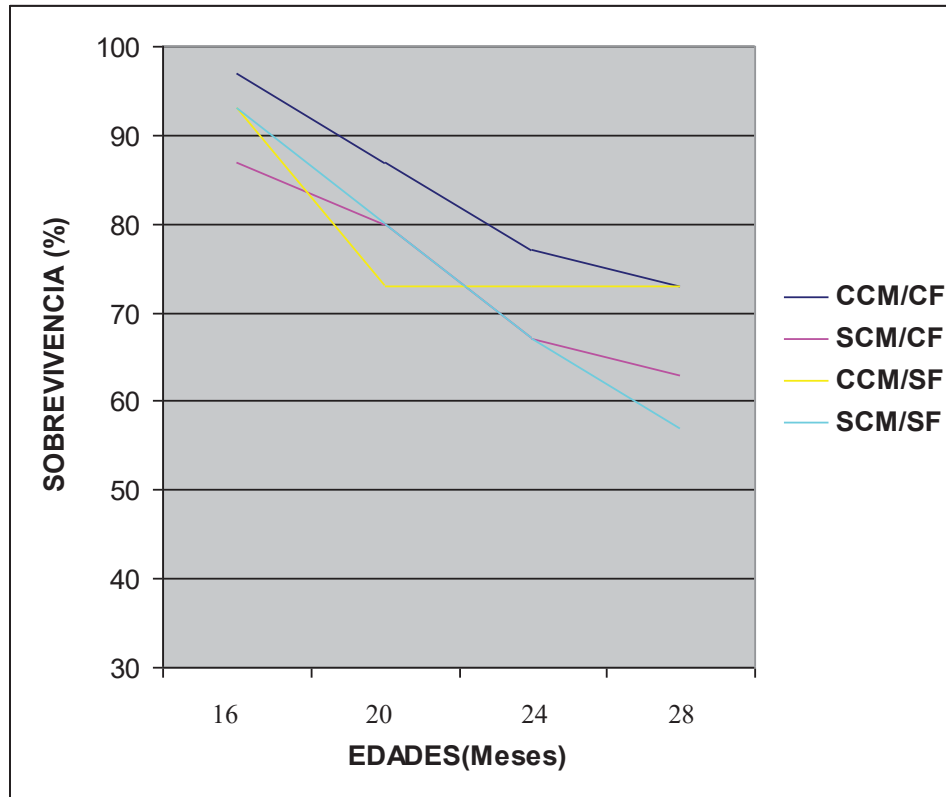


Figura 18. Diferencias entre los dos sitios en Supervivencia (%) a cuatro edades (27, 31, 35 y 39 Meses de edad).

De acuerdo con Viveros-Viveros *et al.* (2006) la mortalidad de plantas ocasionada por roedores no puede considerarse una falta de adaptación a un factor ecológico natural. La presencia de estos animales se debe a una perturbación antropogénica presente en este sitio del ensayo, ya que a un lado de dicho sitio experimental, el suelo tiene un uso agrícola. Al establecer el experimento, aparentemente hubo una invasión e incremento de esta población en el sitio, favorecido por la disponibilidad de nuevo alimento.

Para el caso de este ensayo no hay el efecto de procedencia del germoplasma, ya que al parecer (según COFOM) toda la semilla y plantas provienen de un mismo lugar.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Entre las dos plantaciones de *Pinus pseudostrobus* Lindl. hubo diferencias: la plantación El Jabalí tuvo un crecimiento promedio superior en altura y volumen que Puerto el Fresno lo que apoya la vocación del suelo Forestal del primer sitio y las condiciones microambientales con mayor protección para los individuos de heladas y ventiscas (topografía favorable del sitio). La altura promedio de las plantas en El Jabalí a los 28 meses de edad es mayor en una tercera parte que la altura promedio del sitio Puerto el Fresno. De continuar esta tendencia en edades posteriores, es recomendable realizar reforestaciones en la región dentro del bosque o en suelos de origen forestal con una pendiente considerable, por lo que se debe de evitar hacerlo en terrenos pobres de nutrientes, desprotegidos y/o en fondos de valle en donde pudiera haber acumulación de aire frío.

Al término de este estudio (28 meses de edad de las plantas), el crecimiento promedio en diámetro para la plantación en Puerto el Fresno fue superior a lo ocurrido en el sitio El Jabalí a pesar de ser un suelo de mejor calidad (forestal). Probablemente la temporada de lluvias que había pasado y la mayor exposición del sitio, lo cual le dieron a las plantas un mayor diámetro basal y por supuesto un aspecto mucho más robusto y vigoroso que las plantas en El Jabalí.

En el caso del ensayo de tratamientos culturales de *Pinus pseudostrobus* Lindl. no se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) por tratamiento, ni por bloque y ni en la interacción entre bloque y tratamiento durante un año de evaluación (27, 31, 35 y 39 meses de edad). Aunque el crecimiento promedio en diámetro, altura y por consiguiente en volumen de las plantas para el **Tratamiento 2** = Sin Control de Maleza y Con Fertilizante (SCM/CF), fue siempre superior que el crecimiento para los otros tratamientos: a) **Tratamiento 1** = Control de Maleza y Con Fertilizante (CCM/CF), b) **Tratamiento 3** = Control de Maleza y Sin Fertilizante (CCM/SF), y c) **Tratamiento 4** = Sin Control de Maleza y Sin Fertilizante (SCM/SF). La fertilización inicial en el tiempo adecuado para la absorción de los nutrientes por las plantas y la protección que pudo representar la escasa maleza (suelo pobre de nutrientes), le sirvió de sombra y protección contra ventiscas a los

Conclusiones y Recomendaciones

individuos a una edad temprana. La maleza estuvo muerta la mayor parte del periodo evaluado y no represento un nivel de competencia importante para las plantas.

De continuar esta tendencia en edades posteriores, es recomendable establecer plantaciones en la región, cerca del bosque en suelos con pendiente, evitar plantar en cielo abierto, en terrenos planos y/o en fondos de valle en donde pudiera haber acumulación de aire frío. Se concluyó que la fertilización inicial y la escasa maleza en un suelo pobre de nutrientes, favorecen el establecimiento y crecimiento inicial en altura de las plantas aunque se recomienda evitar plantar en pastizales sin eliminar la vegetación competidora.

Con respecto a la sobrevivencia, estos resultados deben tomarse con reservas, debido a la temprana edad a la que se realizaron las evaluaciones y a la mortalidad que se presentó por ataque de tuzas en el sitio que mostró las mayores diferencias por tratamiento.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- Aguirre C., O.A., J. Jiménez P., E.J. Treviño G. y B. Meraz A. 1997. Evaluación de diversos tamaños de sitio de muestreo en inventarios forestales. *Madera y Bosques* 3(1):71-80.
- Aguirre-Calderón O. A., Jiménez-Pérez J., Treviño-Garza E. J. y Meraz-Alemán B. 1997. Evaluación de diversos tamaños de sitio de muestreo en inventarios forestales. *Madera y Bosques* 3(1): 71-79.
- Albaugh T. J., Rubilar R. y Álvarez J. 2004. Respuesta a la preparación de suelos, control de malezas y fertilización en plantaciones de *Pinus radiata* en Chile. *Bosque* 25(2): 5-15.
- Alzugaray P., Haase D. y Rose R. 2004. Efecto del volumen radicular y la tasa de fertilización sobre el comportamiento en terreno de plantas de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) producidas con el método 1+1. *Bosque* 25(2): 17-33.
- Arnold, R. J., J. B. Jett, and S. E. McKeand. 1994. Natural variation and genetic parameters in Fraser fir for growth and Christmas tree traits. *Can. J. For. Res.*24(7): 1480-1486.
- Avery, T.E. 1975. *Forest measurements*. Mc GrawHill, New York. U.S.A. 290p.
- Ávila H.M. 1963. Recuperación de suelos erosionados en Chapingo, México, con plantaciones Forestales. Tesis: Maestría. Colegio de Postgrados, México. 111p
- Benowicz, A., and Y. A. El-Kassaby. 1999. Genetic variation in mountain hemlock (*Tsuga mertensiana* Bong.): quantitative and adaptive attributes. *For. Ecol. Manage.* 123: 205-215.
- Benowicz, A., S. L'Hirondelle, and Y. A. El-Kassaby. 2001. Patterns of genetic variation in mountain hemlock (*Tsuga mertensiana* (Bong.) Carr.) with respect to height growth and frost hardiness. *For. Ecol. Manage.* 154 (1-2): 23-33.
- Bonilla B.R. y Carrillo A.F. 1983. Reforestación con fines de protección y recuperación de suelos. En: Memoria Primeras Jornadas Hispano-Mexicanas. SARH. INIF. México. Pub. Esp. No. 41. 114-122 pp.
- Campbell, R. K. 1979. Genecology of Douglas-fir in a watershed in the Oregon Cascades. *Ecology* 60 (5): 1036-1050.

- Carreño M., J.M. 1973. Evaluación de una plantación de coníferas de 20 años de edad. Tesis Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chipango, México. 57p.
- Comisión Forestal del Estado de Michoacán, 2001. “Atlas Forestal del Estado de Michoacán”. 95 pag.
- CONAFOR, 2008. Plantaciones Forestales Comerciales. Qué son?. En: Comisión Nacional Forestal. Producción y Productividad. Febrero 11. México. <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php?s1=9>.
- Davel M., Tejeda L., Honorato M. y Sepúlveda E. 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 pp.
- Dickens, E. D., Moorhead D. and McElvany B. 2003. Pine plantation fertilization. *Better Crops* 87(1): 12-15.
- Elorza-Martínez P. y Maruri-García. 2004. Evaluación de cinco tratamientos fitosanitarios en la producción de plántulas de cedro rosado (*Acroscarpus fraxinifolius* Wight & Arn) en etapa de semillero en Tuxpan, Veracruz México. *UDO Agrícola* 4(1): 27-30.
- Escárpita, H.J. 1978. Aspectos generales de la plantación Comercial de la “Sabana”, en el estado de Oaxaca. En: Memoria 1ª. Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. SARH. SFF. INIF. México. Pub. Esp. No. 13. 424*437 pp.
- González H., G.A. 1978. evaluación del crecimiento de las plantaciones forestales en la cuenca de la presa Cointzio, Michoacán. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 127p.
- Gutiérrez C. B. 2007. Supervivencia, crecimiento inicial e interacción con el sitio de progenies de árboles plus de pino oregón *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. *Ciencia e Investigación Forestal - Instituto Forestal / Chile* 13(2): 273.
- Gwaze, D. P., J. A. Williams, P. J. Kanwiski, and F. E. Bridgwater. 2001. Interactions of genotype with site for height and stem straightness in *Pinus taeda* in Zimbabwe. *Silvae Genetica* 50 (3- 4): 135-140.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1983. “Graficación – planos – carta topográficas”. E14A24.

- Maclaren, P. 1997. Chemical weed control. New Zealand. Radiata pine grower's manual 184: 34-39.
- Madrigal-Sánchez X. y Trujillo-García M. P. 2001. Algunas consideraciones para la planeación de plantaciones en la cuenca de Cuitzeo, Mich. México. Ciencia Nicolaita 27: 45-61.
- Mas P., J., Naranjo Ch. G., Muñoz F., H.J. y J.C. alonso T. 1985. evaluación de plantaciones forestales para la proyección del manejo silvícola. En: Memoria III Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. SARH. México. Pub. Esp. N.48. 823-834 pp.
- Patiño V.F., Torres R., J.M. y García M., P. 1985. Evaluación dasométrica de la plantación "Ing. Jorge Tamayo", La Sabana, Oaxaca. En: Memoria 1ª. Reunión Nacional Sobre Plantaciones Forestales. SARH. México Pub. Esp. No 48. 804-822 pp.
- Pedraza C., E. 1983. Evaluación dasométrica de plantaciones forestales en la zona oriente de la Cuenca del Valle de México. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 113p.
- Pezzutti R. V. y Caldato S. L. 2004. Efecto del control de malezas en el crecimiento de plantaciones de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* var. *elliottii* y *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Bosque 25 (2): 77-87.
- Pritchett W. Limusa S. A. 1986. Suelos forestales. Propiedades, conservación y mejoramiento. México. 633 p.
- Ramírez M., H. 1977. Estudio dasométrico de una plantación forestal en Chapingo, México. Tesis Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 175p.
- Ramírez D., E. 1978. Evaluación de una plantación de *Pinus patula* del estado de México. En: Memoria 1ª. Reunión Nacional de Plantaciones Forestales. SARH. SFF. INIF. México. Pub. Esp. No. 13. 338-350p.
- Ramírez M., H. Y Torres E., J. M. 1985. Análisis del desarrollo y estado actual de las experiencias prácticas y técnicas en la evaluación de plantaciones. En: Memoria III Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. SARH. México. Pub. Esp. 216p.
- SAS INSTITUTE, INC. 2004. SAS / STAT Guide For Personal Computers, Version 9.1, Raleigh, North Carolina, USA. 1028 p.

- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 2001. Estudio Técnico Justificado para la Declaratoria de Área Natural Protegida en la modalidad de Zona Sujeta a preservación Ecológica Laguna de Zacapu y su rivera “Tzacapu TACANENDAM” del Municipio de Zacapu, Michoacán. Morelia, Michoacán.
- Unidad Industrial de Explotación Forestal de San Rafael. 1971. Información sobre plantaciones para fines de recuperación de suelos en áreas erosionadas accidentadas ha efectuado la UIEF. México. 17p.
- Valenzuela R., R. 1979. Evaluación dasométrica y económica de una plantación de *Pinus patula* Scht. Et. Cham. Rafael Ramírez, Veracruz. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 115p.
- Viveros-Viveros H., Sáenz-Romero C., López-Upton J. y Vargas-Hernández J.J. 2005. Variación genética altitudinal en el crecimiento de plantas de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en campo. *Agrociencia*. 39: 575-587 pp.
- Viveros-Viveros H., Sáenz-Romero C., Vargas-Hernández J.J. y López-Upton J. 2006. Variación entre procedencias de *Pinus pseudostrobus* establecidas en dos sitios en Michoacán, México. Sociedad Mexicana de Citogenética, A.C. Chapingo, México. 29 (2): 121-126 pp.
- Zepeda-Bautista E. M. y Domínguez-Pereda A. 1998. Niveles de incremento y rendimiento maderable de poblaciones naturales de *Pinus arizonica* Engl., de El Poleo, Chihuahua. *Madera y Bosques* 4(1): 27-39.

APÉNDICES

8. APENDICES.

Apéndice 1. Cartas topográficas.

◆ El Jabalí



◆ Puerto el Fresno



Apéndice 2. Fichas de caracterización ecológica de ambas plantaciones y un análisis de suelo para esta plantación.

◆ El Jabalí

COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN
 COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO
 PROYECTO DE MEJORA DE LA INDUSTRIA Y AGRICULTURA FAMILIARES FORESTALES DE MICHOACÁN
 COMPONENTE DE PLANTACIONES COMERCIALES

FICHA DE CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

Fecha: Julio / 2007

A) INFORMACIÓN GENERAL

Entidad: Michoacán Región Forestal: O3 Guitzén
 Municipio: Comunidad/Ejido:
 Régimen de Propiedad: Privado Comunidad Ejidal Federal Estatal Municipal
 Nombre del Predio: San José de La Cumbre Cuenca hidrográfica:
 Coordenadas geográficas con GPS: Longitud oeste: Latitud norte:
 Propietario / Representantes: José Daniel Padño

B) CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DEL ÁREA

Tipo de vegetación: Bosque de Pino Uso de suelo: Forestal
 Especies arbóreas: Pinus pseudostrobus Especies arbustivas: Bacharis sp.
 Clima: Templado Subhúmedo, el más lluvioso, con lluvias en verano C(w2) w Altitud (msnm) Temperatura media (°C)
 Período de lluvias: Junio-Septiembre Precipitación media anual (mm)
 Topografía: Plana Ondulada Accidentada
 Exposición predominante: Norte Sur Este Cenital Otra Oeste
 Tipo de suelo: Andosol húmico
 Textura del suelo: Fina Media Gruesa
 Profundidad del suelo: Profundo Poco profundo Somero
 Erosión del suelo: Severa Moderada Imperceptible
 Riesgos climatológicos: Sequías Heladas Granizadas Fuertes vientos
 Disturbio que ocasionó la deforestación:
 Presencia de fauna nociva: No se observa
 Plagas y enfermedades:

C) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA REFORESTACIÓN

Objetivo de la plantación: Protección Agroforestal Otro (especificar) Comercial


Especie	Densidad (No. de árboles/ha)	Sup. Propuesta (ha)
P. pseudostrobus	1,100	2.0

Preparación del suelo: Mecánico Manual Otro (especificar)
 Acciones de protección: Cercado
 Acciones de mantenimiento:

D) OBSERVACIONES GENERALES

En este predio se plantó en dos condiciones distintas, una condición entre matorral de Bacharis se utilizó planta de contenedor producida en corteza de pino compostada.
 Otra condición fue bajo cubierta forestal con alta densidad de arbolado adulto y renuevo. Aquí se utilizaron plantas producidas en contenedor con sustrato compuesto por Pest moss, agrolita y vermiculita y planta producida en bolsa de polietileno con tierra de monte (esta última, se produce en el vivero del propietario para cumplir la condición de reforestación impuesta por SEMARNAT en el programa de manejo).

◆ Puerto El Fresno

 COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN

COMISIÓN FORESTAL DEL ESTADO
PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA INDUSTRIA
APROVECHAMIENTO FORESTALES DE MICHOACÁN
COMPONENTE DE PLANTACIONES COMERCIALES

FICHA DE CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

Fecha: julio 2007

A) INFORMACIÓN GENERAL

Entidad: Michoacán Región Forestal: O3 Cutzco
Municipio: Morelia Comunidad/Ejido:
Régimen de Propiedad: Privado Comunidad Ejidal Federal Estatal Municipal
Nombre del Predio: Ichaqueo Cuenca hidrológica:
Coordenadas geográficas con GPS: Longitud oeste: Latitud norte:
Propietario / Representantes: Eliseo Vargas Muñoz

B) CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DEL ÁREA

Tipo de vegetación: Bosque de Pino Encino Uso de suelo: Agrícola
Especies arbóreas: Pinus pseudostrobus Especies arbustivas: Crataegus spp.
Clima: Templado Subhúmedo con lluvias en verano C(w1) w Altitud (msnm): Temperatura media (°C):
Período de lluvias: Junio-Septiembre Precipitación media anual (mm):
Topografía: Plana Ondulada Accidentada
Exposición predominante: Norte Sur Este Cenital Otra
Tipo de suelo: Andosol
Textura del suelo: Fina Media Gruesa
Profundidad del suelo: Profundo Poco profundo Somero
Erosión del suelo: Severa Moderada Imperceptible
Riesgos climatológicos: Sequías Heladas Granizadas Fuertes vientos
Disturbio que ocasionó la deforestación: Cambio de uso de suelo
Presencia de fauna nociva: Tuza
Plagas y enfermedades:

C) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA REFORESTACIÓN


Objetivo de la plantación: Protección Agroforestal Otro (especificar) Comercial


Especie	Densidad (No. de árboles/ha)	Sup. Propuesta (ha)
P. pseudostrobus	1,100	5.0


Preparación del suelo: Mecánico Manual Otro (especificar):
Acciones de protección: Cercado
Acciones de mantenimiento:

D) OBSERVACIONES GENERALES

◆ Análisis de Suelo para Puerto el Fresno



Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica

 Dirección General de Educación Superior Tecnológica
 Instituto Tecnológico del Valle de Morelia



Laboratorio Agrícola del ITVM

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO

No. de muestra:	OT208-MI	Atención:
Nombre del propietario:	COMISION FORESTAL DE MICHOACAN	
Localización:	0	0
Municipio:	Morelia, Mich.	
Predio y/o clave:	Puerto del Fresno	Fecha de muestreo:
Cultivo:	Perfil A	0

ANÁLISIS FÍSICOS

% ARCILLA	% LIMO	% ARENA	CLASIFICACIÓN	INTERPRETACION
11.08	24	64.92	FRANCO-ARENOSO	S.LIGERO
% SATURACION	C.CAMPO	F.M.F.	COLOR SECO	Color
19.00	10.36	5.90	COLOR HUMEDO	Color oscuro
D.APARENTE	D.REAL	% POROS	H.APROV.	L.RIEGO A C.C. 20 CM
0.94	2.08	55.00	4.96	2.04

ANÁLISIS QUÍMICOS

pH AGUA	pH SOLUCION	C.ELECTRICA	M.ORGANICA	N.ORGANICO	N.AMONIACAL
		ds/m	%	Kg/Ha	ppm
5.82	4.96	0.033	6.16	184.11	2.03
LIG. ACIDO	MUY ACIDO	DEFICIEN EN SALES	MUY ALTO	MUY ALTO	MUY BAJO
FOSFORO	POTASIO	CALCIO	MAGNESIO	CARBONATOS	N-MINERAL
ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm
1.27	77.96	650	150	3.38	2.18
Kg/Ha	Kg/Ha	Kg/Ha	Kg/Ha	Kg/Ha	Kg/Ha
2	146	1219	281	6345	4
DEFICIENTE	BAJO	BAJO	ADECUADO	ADECUADO	DEFICIENTE

CATIONES INTERCAMBIABLES EN meq/100 g s.s.


POTASIO	CALCIO	MAGNESIO	% POTASIO INTER.	% CALCIO INTER.	% MAGNESIO INTER.
0.20	3.25	1.25	4.31	86.88	25.72
			INSUFICIENTE	SUFICIENTE	EXCESIVO

ELEMENTOS MENORES EN ppm

ALUMINIO	HIERRO	MANGANESO	COBRE	BOBO	C.L.C.
NO DETERMINADO	NO DETERMINADO	NO DETERMINADO	NO DETERMINADO	NO DETERMINADO	BAJO

MORELIA, MICH., 13-Sep.-06

ATENTAMENTE



QFB Victor M. Palavera Ibarra
Responsable

Km. 4.5 Carretera Morelia - Salamanca
Teléfono 5-21 - (2 - 12) Ext.
E-mail



Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica
 Dirección General de Educación Superior Tecnológica



Instituto Tecnológico del Valle de Morelia

Laboratorio Agrícola del ITVM

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELO

Nº. de muestra:	OT208-M2	Atención:
Nombre del propietario:	COMISION FORESTAL DE MICHHOAC 0	
Localización:	0	
Municipio:	Morelia, Mich.	
Predio y/o clave:	Puerto del Fresno	Fecha de muestreo:
Cultivo:	Perfil B	0

ANÁLISIS FÍSICOS

% ARCILLA	% LIMO	% ARENA	CLASIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
37.08	18	54.92	FRANC-ARCI-ARE	S.PESADO
% SATURACIÓN	C.CAMPO	F.M.F.	COLOR SECO	Color
34.38	19.64	10.68	COLOR HUMEDO	Color oscuro
D.APARENTE	D.REAL	% POROS	H.APROV.	L.BIEGO A C.C. 20 CM
1.83	2.27	54.79	8.97	4.64

ANÁLISIS QUÍMICOS

pH AGUA	pH SOLUCION	C.ELECTRICA	M.ORGANICA	N.ORGANICO	N.AMONIACAL
5.99	5.14	ds/m	%	Kg/ha	ppm
LIG.ACIDO	ACIDO	0.02	1.83	45.78	1.35
FOSFORO	POTASIO	DEFICIENTE EN SAL	BAJO	BAJO	MUY BAJO
ppm	ppm	CALCIO	MAGNESIO	CARBONATOS	N-MINERAL
1.27	77.94	ppm	ppm	%	ppm
Kg/ha	Kg/ha	950	330.00	4.48	1.65
3	160	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
DEFICIENTE	BAJO	1952	678	93980	3
	BAJO	BAJO	ADECUADO	ADECUADO	DEFICIENTE

CATIONES INTERCAMBIABLES EN meq/100 g s.s.

POTASIO	CALCIO	MAGNESIO INTER.	% POTASIO INTER.	% CALCIO INTER.	% MAGNESIO INTER.
6.20	4.75	2.75	2.54	60.44	34.99
			INSUFICIENTE	INSUFICIENTE	EXCESIVO

ELEMENTOS MENORES

ALUMINIO	BIERRO	MANGANESO	COBRE	BOBORO	C.L.C.
NO DETERMINADO	NO DETERMINADO	NO DETERMINADO	NO DETERMINADO	NO DETERMINADO	BAJO

MORELIA, MICH.,

13-Sep-06

ATENTAMENTE

QFB Victor M. Talavera Barra
 Responsable

Apéndice 3. Toma de datos para las plantaciones y el ensayo.

Datos de localización:	
Estado	Municipio
Predio	Sitio
Fecha	
Características de terreno:	
Altitud	Pendiente
Exposición	Textura
Topografía	Erosión
Descripción del arbolado:	
Especie	Espaciamiento
Daño importante	
Variables dasométricas:	
Díámetro a la base del tallo	Altura
la sobrevivencia	Sanidad

Apéndice 4. Formatos para la toma de datos altura (cm) y diámetro (mm).

NI	D (mm)	HT (cm)	S (0 - 10)	S (Cuadro 1)	M (Cuadro 1)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
.					
.					
.					

Donde: **NI** = Núm. de Individuo;
D (mm) = Diámetro (cm);
HT (cm) = altura Total (cm);
S (0 - 10) = Sanidad (0 = 10% y 10 = 100%);
S (Cuadro 1) = Sanidad en base al **cuadro 1**;
M (Cuadro 1) = Causa de muerte en base al **cuadro 1**.

Apéndice 5. Información sobre el control de tuza.

Nombre común



Tuza



Reino

Animal

Phylum

Cordado

Subphylum

Vertebrado

Clase

Mamífero

Orden

Roedor (Rodentia)

Familia

Geomydae

Nombre científico (género y especie)

Geomys bursarius

Descripción del animal

Las tuzas miden de 20 a 40 cm y pesan entre 150 g y 1.2 kg. según la especie de que se trate, por ejemplo, *G. bursarius* tiene una longitud de 236 milímetros y pesa de 120 a 200 gr. El cuerpo es grueso, cuello casi imperceptible, orejas pequeñas, brazos fuertes, uñas muy desarrolladas y una cola un poco larga. Presentan mandíbulas con 2 grandes incisivos o dientes frontales y no tienen caninos.

La piel de las tuzas es gruesa y muy amplia, su textura es sedosa y brillante de color rojizo amarillento obscuro a marrón pálido.

Tipo de alimentación (herbívoro, carnívoro, omnívoro, etc.)

La tuza tiene una alimentación herbívora, compuesta principalmente por bulbos y raíces, los cuales, localiza al avanzar por los túneles que cava en el subsuelo y devora en el mismo sitio, o los transporta a cámaras que funcionan como despensas.

Tipo de reproducción sexual (ovípara o Vivíparo vivípara)

Número de crías que tiene	De una a siete, pero generalmente tres.
Número de reproducciones	Las tuzas no pueden preñarse más de una vez al año.
Duración de vida	Viven de 6 a 7 años dependiendo de la clase que se trate.
Descripción breve de su comportamiento	Son muy solitarias, territoriales y muy intolerantes con sus semejantes. Usan sus madrigueras para protegerse de los depredadores (coyotes, gatos domésticos, halcones, búhos y varias clases de serpientes), pues exponerse a la superficie ocasionaría muchas pérdidas.
Medio donde habita (acuático o terrestre)	Las tuzas habitan en un medio subterráneo. Requiere de suelo bien drenado con plantas de raíz de tubérculo.
Tipo de ecosistema donde se encuentra	Vive en el subsuelo, medio subterráneo, principalmente en la Cuenca Minera (región Pachuca) del estado de Hidalgo.
Distribución geográfica de la especie	Las tuzas se encuentran en todo el territorio nacional, y entre las 19 especies que existen, hay 150 variantes geográficas.
Características del medio físico (luz, temperatura, humedad, etc.)	Las tuzas, gracias a su piel, tienden a adaptarse en desniveles donde existen grados altos de humedad y resisten altas temperaturas.
Mecanismos de adaptación	Se han adaptado a una existencia subterránea permanente. Este tipo de tuza está adaptada para excavar, sus patas delanteras son largas y tienen garras fuertes en cada uno de sus dedos para poder excavar la tierra.
Nivel trófico (consumidor primario, secundario o terciario)	Consumidor primario.
Categoría de protección o estatus (rara, amenazada, en peligro de extinción, extinta, sujeta a protección especial, etc.)	Las tuzas se hallan todavía entre los mamíferos silvestres no amenazados por la extinción.
Factores que provocan que se encuentre en esta categoría	Debido probablemente a sus hábitos tan peculiares: poco sociables, huidizas y con gran habilidad para esconderse.

Fuente o cita donde obtuvieron la información:

Enciclopedia de México. Tomo XIII. Grupo Editorial Mexicano. SEP. *Otoño 2001.*

LOS ROEDORES DAÑINOS: ALGUNOS ASPECTOS DEL CONTROL QUIMICO Y BACTERIOLOGICO

Reginaldo Colazo^a y Julia Castro^b

Rev. de Investigaciones Pecuarias 1997; 8 (1):1-9

INTRODUCCION

Los problemas ocasionados por los roedores-plaga, son múltiples y se manifiestan por el incremento del riesgo epidemiológico. Los roedores-plaga, constituyen el grupo dominante de mamíferos que causan daños en un amplio universo de actividades, dado que son transmisores de más de 30 enfermedades que afectan al hombre y a los animales domésticos, como la peste bubónica, salmonelosis, brucelosis, leptospirosis, listeriosis, encefalitis y otras que llegan a través de sus mordeduras, orina, heces, así como por las pulgas que portan. Además, causan serios perjuicios a cultivos agrícolas especialmente caña de azúcar, maíz, arroz, cacao, palma aceitera, frutales. Consume a y contaminan productos alimenticios almacenados, donde sólo en América Latina y el Caribe, causan pérdidas en alimentos entre el 8% y el 10%, y en algunos casos locales superan el 70%^{1,2}. A nivel mundial los daños a cereales y arroz almacenado, ascienden a 33 millones de toneladas³. También ocasionan otros perjuicios como el deterioro de instalaciones¹⁻³.

SIGNOS DE LA PRESENCIA DE ROEDORES.

De las 1750 especies de roedores en el mundo, son pocas las que actúan como plagas. Los roedores-plaga, son cosmopolitas con presencia marcada en los países tropicales y subtropicales de nuestra SubRegión Zoogeográfica-Neotropical, donde están representadas por 19 familias de las 35 existentes en todo el mundo.

Las ratas y ratones son habitualmente nocturnos y silenciosos, por eso raramente se ven, salvo cuando sobreabundan. Por un motivo, hay que interpretar debidamente las señales de su actividad, esto es, marcas o signos, cuyas características y número nos sirven de orientación para determinar su presencia o no y tener una idea aproximada de la densidad poblacional existente y las zonas de mayor movimiento. Estos signos se encuentran a lo largo de paredes, debajo de basura y detrás de desechos tales como, tablas o materiales de construcción abandonados, y debajo de malezas, además nos orienta sobre la especie de roedor causante de la infestación y si la misma es reciente o antigua.^{2,6}

Las principales marcas o signos son:

- ▶ **Cuevas o madrigueras**
- ▶ **Sendas**
- ▶ **Rozaduras**
- ▶ **Excretas**
- ▶ **Roeduras**
- ▶ **Huellas**
- ▶ **Observación de roedores**

MEDIDAS PARA EL CONTROL DE ROEDORES.



Medidas preventivas o profilácticas.

Se han encontrado estrategias ecológicas o de modificación del ambiente basadas en el buen conocimiento de las necesidades, costumbres y ecología de los roedores. Técnicas basadas para que los roedores no encuentren alimentos ni sitios donde anidar o refugiarse. Esto comprende emplear, en áreas urbanas, una correcta contención y eliminación higiénica de desechos sólidos colectiva e individualmente. La eliminación de los lugares de anidamiento o refugios, limpieza y ordenamiento de los alrededores de instalaciones garantiza el saneamiento general.

La correcta construcción de edificios, concebida para la protección contra roedores, y la modificación de los ya existentes mediante la aplicación de telas metálicas en los lugares necesarios o protegerlos con láminas de metal en marcos y puertas, etc., limitan el acceso de los roedores a éstos y facilitan su eliminación de las viviendas e instalaciones fabriles. En agricultura, también se pueden tomar medidas que limiten el número de roedores y sus daños; tales como: la rotación de los cultivos, los métodos de recolección, la aplicación de abonos y plaguicidas y en postcosecha practicar un correcto almacenamiento, higiene y protección de los productos. Cuidado de las áreas circundantes, practicando su correcta limpieza y eliminando toda posibilidad de alimentos y madrigueras, quedando los roedores expuestos a la acción de los depredadores.^{11,12,16}



Medidas de lucha.

Entre las medidas de lucha, frecuentemente usadas tenemos:

- El control mecánico.

Utiliza trampas o ratoneras, método antiguo para el control de ratas y ratones, rara vez eficaz, excepto en infestaciones muy pequeñas y localizadas, Las jaulas trampas, pueden ser de muy diversas formas y tamaño, siendo útil, más que para controlar los roedores, para capturar ejemplares con el objetivo de realizar investigaciones de laboratorio y evaluaciones de los índices de infestación^{11,13}.

- Control por depredadores.

Son varios los enemigos naturales o depredadores de los roedores; así tenemos: los gatos, perros, ofidios, lechuzas y buhos. Estos logran un control en áreas de campo, pero no en zonas urbanas. En algunos países la utilización de ciertas especies de aves como *Tito alba*, en Chile y Costa Rica y los zorros en Chile han dado resultados alentadores^{2,16}.

- Control químico.

Consiste en la utilización de sustancias químicas capaces de producir la muerte de roedores (*rodenticidas*), El rodenticida ideal es aquel cuyos efectos son tóxicos sólo en roedores, Desafortunadamente esto, hasta el momento, no se ha logrado, toda vez que la mayoría de los productos en uso resultan tóxico para el hombre y los animales domésticos, por lo que hay que tomar medidas de preventivas durante su uso, manipulación y almacenamiento.

La utilización de los rodenticidas sólo es posible si se suministran en una mezcla alimenticia que resulte agradable a los roedores; esta mezcla se logra seleccionando aquellos productos que consumen en el lugar donde se encuentran y con la adición de sustancias atrayentes como la harina de carne o de pescado, azúcar, aceite de pescado, maní, coco, extracto de piña, etc.

Es siempre necesario tener en cuenta, al realizar una desratización, que las posibilidades de éxito serán mayores si se les retira a los roedores la fuente habitual de alimentación, ya que eso los obligará, por hambre, a ingerir la mezcla preparada. Además, se debe realizar una inspección previa al trabajo que nos indique cuáles son los lugares más frecuentados por los roedores, las rutas que siguen, ubicación de madrigueras, etc., para colocarles los cebos y lograr un mejor resultado^{8,16}.

METODO BACTERIOLOGICO DE CONTROL DE ROEDORES.

El método bacteriológico se basa en la contaminación artificial de los roedores con microorganismos productores de enfermedades infecciosas específicas como el tifus de roedores, que provocan entre ellos epizootias o epidemias. Actualmente, este método ocupa un lugar preferente entre los otros métodos, no sólo por las inmensas perspectivas que este campo de la ciencia brinda en apoyo a la lucha contra estos animales, sino porque el método bacteriológico de desratización ofrece mayores ventajas que la aplicación de los rodenticidas químicos, dentro de estas tenemos:

- ✓ Requiere de dosis única, no requiere de dosis de reposición. La dosis letal está contenida en 2 g del biopreparado.
- ✓ Se aplica en horas de poco sol; favoreciendo su consumo fresco y en momentos de mayor actividad de los roedores.
- ✓ No despierta el sistema de alarma o advertencia, ni crea rechazo en los roedores.
- ✓ Crea efecto de epizootia.
- ✓ Es inocuo para el hombre y los animales domésticos.
- ✓ Es biodegradable, no contamina el medio ambiente al no ser acumulativo.

Apéndice 6. Resultados obtenidos mediante el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS 2004.

ENTRE PLANTACIONES

PLANT 1 = Plantación "El Jabalí"

PLANT 2 = Plantación "Puerto el Fresno"

MED = Medición, **DF** = Grados de Libertad,

S.C. =Suma de Cuadrados, **C.M.** = Cuadrados Mínimos

F = Error Estandar, **Pr** = Probabilidad Estadística

NI = Núm. de Individuos Vivos, **IM** = Individuos Muertos, **D.E.** = Desviación Estandar, **CV** = Covarianza.

MED. Meses	DF	S.C.	C.M.	F	Pr
Diámetro					
16	1	50. 44	50. 44	47. 16	<. 0001
20	1	843. 08	843. 08	283. 68	<. 0001
24	1	0. 48	0. 48	0. 05	0. 8281
28	1	292. 96	292. 96	14. 87	0. 0001
Altura					
16	1	26. 77	26. 77	1. 42	0. 2333
20	1	40330. 54	40330. 54	508. 03	<. 0001
24	1	74009. 84	74009. 84	465. 18	<. 0001
28	1	87852. 97	87852. 97	440. 96	<. 0001
Volumen					
16	1	231. 14	231. 14	11. 75	0. 0006
20	1	73562. 86	73562. 86	416. 05	<. 0001
24	1	77849. 86	77849. 86	114. 59	<. 0001
28	1	69838. 20	69838. 20	53. 49	<. 0001

ENTRE PLANTACIONES

MED Meses	PLANT	NI	IM	MEDIA	MIN	MAX	D.E.	CV
16	1	353	15	6.78	4.5	9.5	1.10	16.23
20	1	333	25	8.48	4.9	14.4	2.15	25.34
24	1	307	43	10.29	5.1	17.4	2.30	22.35
28	1	278	61	11.89	6.2	19.6	2.72	22.86
Altura								
16	1	353	15	16.84	8	30	3.96	23.53
20	1	333	25	41.36	16	76	10.96	26.51
24	1	307	43	58.21	25	106	13.81	23.72
28	1	278	61	64.09	28	115	14.93	23.30
Volumen								
16	1	353	15	11.76	3.6	25.11	4.46	37.92
20	1	333	25	37.26	8.82	109.4	19.13	51.35
24	1	307	43	62.41	15.9	184.44	28.19	45.17
28	1	278	61	79.15	19.2	216.2	34.80	43.97
Diámetro								
16	2	644	70	6.31	3.8	9.9	1.00	15.80
20	2	585	170	6.49	3.3	12.2	1.43	22.00
24	2	565	184	10.24	4.5	29.5	3.58	35.00
28	2	525	241	13.16	4.4	37	5.12	38.91
Altura								
16	2	644	70	16.50	7	35	4.53	27.45
20	2	585	170	27.57	10	48	7.50	27.18
24	2	564	185	38.92	17	85	11.91	30.61
28	2	525	241	42.10	18	91	13.66	32.45
Volumen								
16	2	644	70	10.76	2.66	29.75	4.42	41.12
20	2	585	170	18.64	3.74	57.34	8.32	44.64
24	2	564	185	42.62	9.01	160.5	24.83	58.26
28	2	525	241	59.55	10.4	187.2	36.82	61.83

DENTRO DE PLANTACIONES

PLANT	MED	DF	S.C.	C.M.	F	Pr
Diámetro						
1	1	1	14. 76	14. 76	12. 6	0. 0004
1	2	1	8. 98	8. 98	1. 95	0. 1634
1	3	1	4. 23	4. 23	0. 8	0. 3722
1	4	1	73. 25	73. 25	10. 26	0. 0015
Altura						
1	1	1	13. 92	13. 92	0. 89	0. 3472
1	2	1	1106. 38	1106. 38	9. 44	0. 0023
1	3	1	1039. 51	1039. 51	5. 53	0. 0193
1	4	1	1712. 59	1712. 59	7. 87	0. 0054
Volumen						
1	1	1	83. 19	83. 19	4. 22	0. 0407
1	2	1	2041. 04	2041. 04	5. 65	0. 018
1	3	1	4595. 07	4595. 07	5. 87	0. 0159
1	4	1	335. 72	335. 72	0. 28	0. 5995
Diámetro						
2	1	4	14. 99	3. 75	3. 84	0. 0043
2	2	4	21. 47	5. 37	2. 67	0. 0317
2	3	4	2539. 20	634. 80	75. 5	<. 0001
2	4	4	5154. 73	1288. 68	78. 11	<. 0001
Altura						
2	1	4	1806. 96	451. 74	25. 34	<. 0001
2	2	4	6552. 10	1638. 03	36. 18	<. 0001
2	3	4	34060. 33	8515. 08	103. 78	<. 0001
2	4	4	37019. 75	9254. 94	79. 18	<. 0001
Volumen						
2	1	4	834. 41	208. 60	11. 35	<. 0001
2	2	4	3713. 85	928. 46	14. 67	<. 0001
2	3	4	142891. 99	35723. 00	97. 74	<. 0001
2	4	4	310746. 47	77686. 62	101. 09	<. 0001

PARA EL ENSAYO

POR MEDICION

SOBREVIVENCIA

Edad (Meses)	Trat 1		Trat 2		Trat 3		Trat 4	
	NI	IM	NI	IM	NI	IM	NI	IM
27	29	1	26	4	28	2	28	2
31	26	4	24	6	22	8	24	6
35	23	7	20	10	22	8	20	10
39	22	8	19	11	22	8	17	13
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
Diametro								
27	4.3	13.9	4.4	14.6	5.8	11.2	5.9	12.1
31	4.7	15.1	4.6	23.1	6.8	15.3	6.9	14.8
35	6.3	17.4	7.5	31.2	7.9	22.7	7.4	23.8
39	7.6	20.4	8.4	37.8	8.4	24.4	8.7	32.3
Altura								
27	21	52	19	54	18	40	17	42
31	28	67	22	71	20	54	28	59
35	30	72	32	122	28	69	26	75
39	36	80	34	125	29	87	35	78
Volumen								
27	10.75	65.33	8.36	74.46	11.16	44.8	11.8	43.2
31	14.57	84.56	10.12	164.01	15.6	73.44	21	69.56
35	25.2	129.22	23.68	380.64	22.12	138.47	25.2	138.04
39	27.36	136.16	32.98	450	24.36	185.31	34.65	177.65
	D.E.	CV	D.E.	CV	D.E.	CV	D.E.	CV
Diametro								
27	2. 22	26. 09	2. 13	23. 71	1. 32	16. 21	1. 41	17. 36
31	2. 24	23. 08	3. 63	33. 79	2. 16	20. 55	2. 26	21. 99
35	2. 86	22. 51	6. 14	40. 50	4. 06	28. 36	4. 62	33. 92
39	3. 40	23. 21	7. 66	43. 30	4. 34	26. 12	6. 27	38. 54
Altura								
27	6. 85	20. 74	8. 29	25. 04	6. 34	21. 63	6. 14	21. 01
31	9. 67	22. 74	12. 43	27. 08	7. 91	19. 81	7. 73	20. 13
35	12. 00	24. 24	23. 09	37. 95	11. 38	22. 84	12. 78	24. 96
39	12. 43	21. 95	23. 34	35. 94	13. 36	24. 31	13. 15	22. 31
Volumen								
27	12. 70	43. 76	14. 23	45. 84	8. 23	33. 87	8. 41	34. 58
31	17. 51	41. 03	32. 55	61. 71	16. 06	37. 32	13. 85	34. 49
35	24. 18	37. 87	88. 96	86. 01	33. 48	45. 22	34. 53	47. 62
39	31. 20	36. 84	112. 31	86. 23	41. 82	44. 12	47. 07	47. 35

MEDICIONES POR BLOQUE

Meses	DF	S.C.	C.M.	F	Pr
Diámetro					
27	2	4.49	2.24	0.68	0.5106
31	2	4.10	2.05	0.29	0.7501
35	2	18.49	9.24	0.45	0.6401
39	2	25.39	12.69	0.41	0.6659
Altura					
27	2	9.50	4.75	0.1	0.9074
31	2	333.47	166.74	1.82	0.1682
35	2	482.70	241.35	1.02	0.3642
39	2	118.99	59.50	0.23	0.798
Volumen					
27	2	75.02	37.51	0.3	0.7433
31	2	793.52	396.76	0.87	0.4226
35	2	3665.48	1832.74	0.7	0.4979
39	2	3359.44	1679.72	0.39	0.6764

MEDICIONES POR TRATAMIENTO

Meses	DF	S.C.	C.M.	F	Pr
Diámetro					
27	3	13.60	4.53	1.37	0.2572
31	3	13.37	4.46	0.63	0.5991
35	3	65.84	21.95	1.07	0.3687
39	3	92.05	30.68	0.99	0.4031
Altura					
27	3	392.35	130.78	2.68	0.0508
31	3	753.11	251.04	2.74	0.048
35	3	1730.29	576.76	2.44	0.0701
39	3	1142.44	380.81	1.45	0.2355
Volumen					
27	3	930.70	310.23	2.46	0.0668
31	3	2091.53	697.18	1.53	0.2126
35	3	17579.63	5859.88	2.25	0.089
39	3	22325.50	7441.83	1.74	0.166

El programa corrido en SAS 2004, fue el siguiente:

► Para las plantaciones

```
libname pgf BASE 'C:\Documents and Settings\Administrador\Mis
documentos\Estudiantes\pgfresult\Borradortesis\ArchivosSAS';
filename datos DDE 'Excel|C:\Documents and Settings\Administrador\Mis
documentos\Estudiantes\pgfresult\Borradortesis\[Plantacion_DatosSAS.xls]P
lantaciones!F5C1:F4403C7';
```

```
Options ls=90 ps=65;
```

```
data pgf.datos;
infile datos;
input med plant area nuind diam      alt;
vol=alt*diam/10;
```

```
proc sort data=pgf.datos;
by med plant;
run;
```

```
proc univariate;
by med plant;
var diam alt vol;
run;
```

```
proc glm data=pgf.datos;
title 'Anova dentro de plantaciones';
by med plant;
class area;
model diam alt vol=area;
run;
```

```
proc glm data=pgf.datos;
title 'Anova entre plantaciones';
by med;
class plant;
model diam alt vol=plant;
run;
```

```
quit;
```

► Para el ensayo

```
libname pgf BASE 'C:\Documents and Settings\Administrador\Mis
documentos\Estudiantes\pgfresult\Borradortesis\ArchivosSAS';
filename ensayo DDE 'Excel|C:\Documents and Settings\Administrador\Mis
documentos\Estudiantes\pgfresult\Borradortesis\[Plantacion_DatosSAS.xls]E
nsayo!F5C1:F484C6';

Options ls=90 ps=65;

data pgf.ensayo;
infile ensayo;
input ni bloc trat diam alt med;
vol=alt*diam/10;

proc sort data=pgf.ensayo;
by med trat;
run;

proc univariate;
by med trat;
var diam alt vol;
run;

proc glm data=pgf.ensayo;
title 'Anova Por medicion';
by med;
class bloc trat;
model diam alt vol=bloc trat;
run;

quit;
```

AGRADECIMIENTOS

- ◆ En primer lugar y sobre todo a Dios y Maria Santísima, que me permitieron concluir los estudios de una maestría en Plantaciones de Pino.
- ◆ A mis papas que siempre me han apoyado en todos los aspectos, para mi superación personal, a quienes dedico este trabajo con el más profundo agradecimiento de que soy capaz de dar.
- ◆ A mis hermanos y amigos que de cierta manera contribuyeron en el desarrollo de este proyecto.
- ◆ A la UMSNH que me recibió nuevamente en su casa de estudios, dándome la oportunidad de incrementar mi conocimiento académico y el financiamiento otorgado para la obtención del grado de Maestro en Ciencias.
- ◆ A la FITECMA por darme la oportunidad de cursar dicho grado en sus aulas, además del excelente trato del personal (en todas las modalidades) con que cuenta, convirtiéndola en mi institución preferida (primer lugar) de todas con las que he tenido contacto.
- ◆ A mis directores de tesis el Dr. José Cruz de León y el Dr. Nahum Manuel Sánchez Vargas (Excelentes investigadores), por que sin su valiosa accesoria no hubiera sido posible el desarrollo de este trabajo.
- ◆ A mis sinodales el Dr. Cuauhtémoc Sáenz Romero y el M.C. Xavier Madrigal Sánchez (admirables investigadores) por sus importantes enseñanzas y aportaciones a este proyecto.
- ◆ A la Comisión Forestal de Michoacán (COFOM) y su personal, de manera especial a la Bióloga Maria Piedad Trujillo García por proporcionar las plantaciones y el ensayo , así como toda la información necesaria de los mismos.