

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**INTERACCIONES ENTRE 4 ESPECIES DE HONGOS  
ECTOMICORRÍDICOS Y DOS ESPECIES DE CONÍFERAS DEL  
CERRO EL POTOSÍ, GALEANA, N.L. MÉXICO.**

**POR**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**BIÓL. ROSA MARÍA ARIAS MOTA**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**LINARES, N.L.**

**DICIEMBRE, 1997**

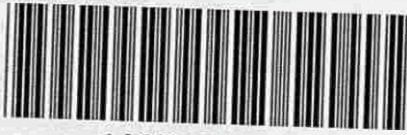
TM

Z5591

FCF

1997

A7



1020120345



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**INTERACCIONES ENTRE 4 ESPECIES DE HONGOS  
ECTOMICORRÍCICOS Y DOS ESPECIES DE CONÍFERAS DEL  
CERRO EL POTOSÍ, GALEANA, N.L. MÉXICO.**

**POR**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**BIÓL. ROSA MARÍA ARIAS MOTA**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

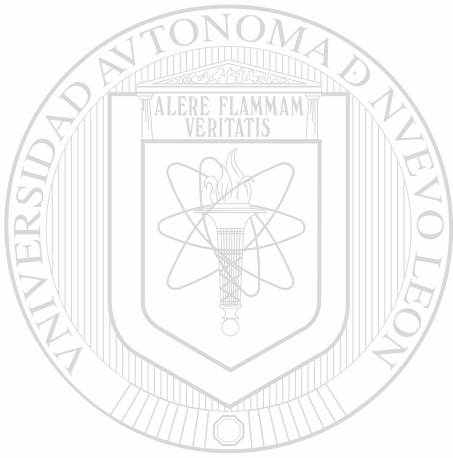
**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**LINARES, N.L.**

**DICIEMBRE, 1997**

0119-93660

TM  
Z5991  
FCF  
1997  
A7



# UANL

---

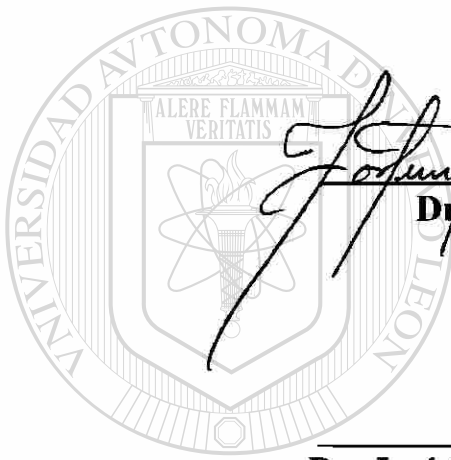
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**INTERACCIONES ENTRE 4 ESPECIES DE HONGOS  
ECTOMICORRÍDICOS Y DOS ESPECIES DE CONÍFERAS DEL  
CERRO EL POTOSÍ, GALEANA, N.L. MÉXICO.**

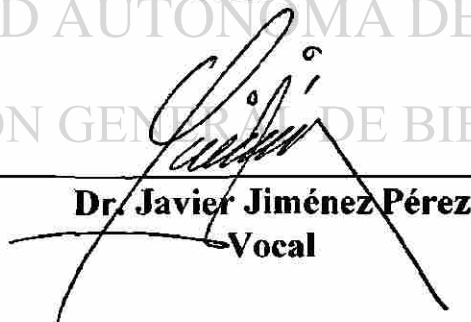
**Aprobación de la Tesis:**

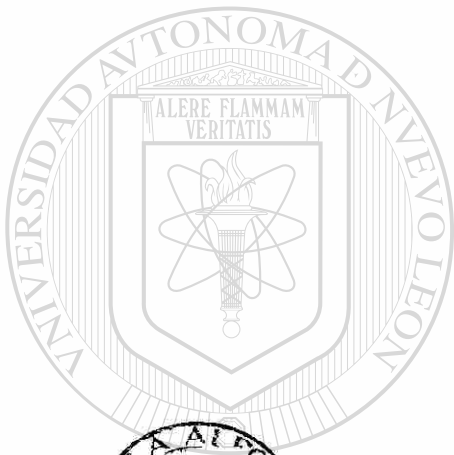


  
**Dr. Fortunato Garza Ocañas**  
Presidente

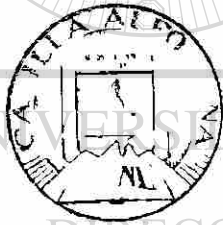
  
**Dr. José Guadalupe Marmolejo Moncivais**  
Secretario

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

  
**Dr. Javier Jiménez Pérez**  
Vocal



# UANL



FONDO TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# TABLA DE CONTENIDO

|  | Página |
|--|--------|
| TABLA DE CONTENIDO . . . . .   | I      |
| INDICE DE TABLAS . . . . .   | IV     |
| INDICE DE FIGURAS . . . . .  | V      |
| <br>   |        |
| RESUMEN . . . . .  | VIII   |
| SUMMARY . . . . .  | IX     |
| <br>   |        |
| <b>CAPITULO 1</b>  |        |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> . . . . .  | 1      |
| 1.1 Justificación . . . . .  | 14     |
| 1.2 Objetivos . . . . .  | 15     |
| <br>   |        |
| <b>CAPITULO 2</b>  |        |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> . . . . .  | 16     |
| 2.1 Organigrama de actividades . . . . .   | 16     |
| 2.2 Ubicación del área de estudio . . . . .  | 17     |
| 2.3 Localización del área de estudio . . . . .   | 20     |
| 2.4 Especies forestales seleccionadas . . . . .  | 21     |
| 2.4.1 Colecta de semillas y su germinación . . . . .   | 21     |
| 2.5 Hongos ectomicorrícicos seleccionados . . . . .  | 21     |
| 2.6 Aislamiento de hongos ectomicorrícicos . . . . .   | 22     |
| 2.7 Crecimiento y caracterización de cultivos puros de los<br>hongos seleccionados . . . . . | 23     |
| 2.8 Interacciones de cultivos <i>in vitro</i> . . . . .                                      | 23     |
| 2.8.1 Diseño experimental <i>in vitro</i> . . . . .  | 24     |
| 2.9 Síntesis aséptica de ectomicorrizas <i>in vitro</i> . . . . .                            | 24     |
| 2.10 Síntesis no aséptica de ectomicorrizas . . . . .  | 25     |
| 2.10.1 Diseño experimental . . . . .   | 26     |



|  | Página |
|--|--------|
| 2.11 Reaislamiento de ectomicorrizas . . . . .                 | 26     |
| 2.12 Producción semimasiva del inóculo de los hongos . . . . . | 26     |
| 2.13 Competencia por establecimiento en vivero . . . . .       | 30     |
| 2.13.1 Diseño experimental . . . . .                           | 31     |
| 2.13.2 Parámetros medidos . . . . .                            | 31     |

### CAPITULO 3

|                      |    |
|----------------------|----|
| RESULTADOS . . . . . | 33 |
|----------------------|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.1 Crecimiento y caracterización de cultivos puros de los hongos<br>seleccionados . . . . . | 33 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.2 Interacciones de cultivos <i>in vitro</i> . . . . . | 37 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.2.1 <i>Lepista nuda</i> x especies . . . . . | 37 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.2.2 <i>Scleroderma verrucosum</i> x especies . . . . . | 37 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.2.3 <i>Pisolithus tinctorius</i> x especies . . . . . | 38 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.2.4 <i>Cantharellus cibarius</i> x especies . . . . . | 38 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.3 Síntesis aséptica de ectomicorrizas <i>in vitro</i> . . . . . | 40 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.4 Síntesis no aséptica de ectomicorrizas . . . . . | 42 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.4.1 Descripción de las ectomicorrizas . . . . . | 44 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.5 Competencia por establecimiento en vivero . . . . . | 48 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.5.1 <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . . | 51 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.5.1.1 Porcentaje de micorrización . . . . . | 51 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.5.1.2 Altura de las plántulas. . . . . | 53 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| 3.5.1.3 Diámetro del cuello de la raíz . . . . . | 55 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.5.1.4 Largo del sistema radicular . . . . . | 57 |
|---|----|

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 3.5.1.5 Peso fresco aéreo . . . . . | 59 |
|-------------------------------------|----|

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 3.5.1.6 Peso seco aéreo . . . . . | 61 |
|-----------------------------------|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.5.1.7 Peso fresco del sistema radicular . . . . . | 63 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.5.1.8 Peso seco del sistema radicular . . . . . | 65 |
|---|----|

|   | Página |
|---|--------|
| 3.5.2 <i>Pinus culminicola</i> . . . . .                        | 67     |
| 3.5.2.1 Porcentaje de micorrización . . . . .                   | 67     |
| 3.5.2.2 Altura de las plántulas. . . . .                        | 69     |
| 3.5.2.3 Diámetro del cuello de la raíz . . . . .                | 71     |
| 3.5.2.4 Largo del sistema radicular . . . . .                   | 73     |
| 3.5.2.5 Peso fresco aéreo . . . . .                             | 75     |
| 3.5.2.6 Peso seco aéreo . . . . .                               | 77     |
| 3.5.2.7 Peso fresco del sistema radicular . . . . .             | 79     |
| 3.5.2.8 Peso seco del sistema radicular . . . . .               | 81     |
| 3.5.3 <i>Pinus pseudostrobus</i> x parámetros medidos . . . . . | 83     |
| 3.5.4 <i>Pinus culminicola</i> x parámetros medidos . . . . .   | 86     |
| 3.6 Análisis de correlación de los parámetros medidos . . . . . | 89     |

CAPITULO 4

DISCUSIÓN . . . . .

90

CAPITULO 5

CONCLUSIONES . . . . .

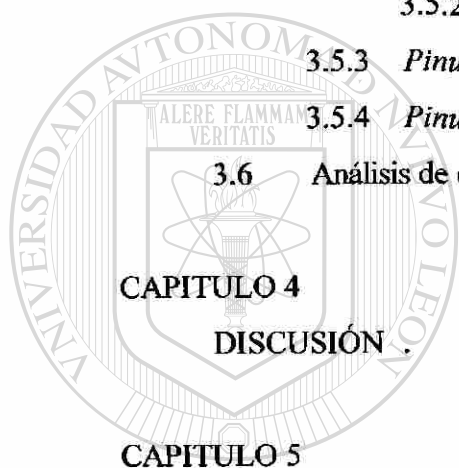
100

BIBLIOGRAFÍA . . . . .

103

APÉNDICES . . . . .

110



U A N L

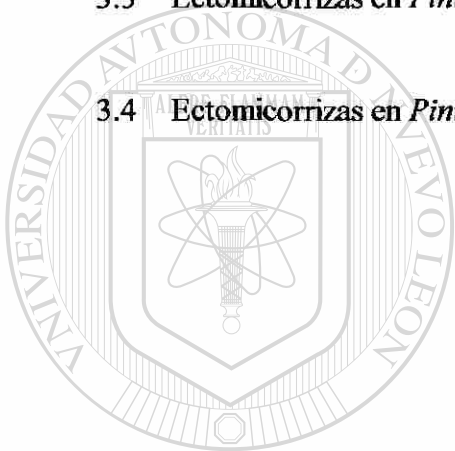
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## INDICE DE TABLAS

|   | Página |
|---|--------|
| Tabla   |        |
| 3.1 Características de crecimiento <i>in vitro</i> en medio modificado MMN a un pH de 6.4 y a una temperatura de 30° C en 10 días.. . . . | 34     |
| 3.2 Zona de interacción . . . . .   | 39     |
| 3.3 Ectomicorrizas en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . .  | 44     |
| 3.4 Ectomicorrizas en <i>Pinus culminicola</i> . . . . .  | 45     |



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

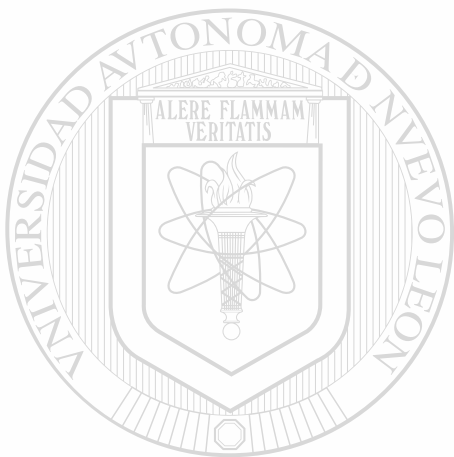


## INDICE DE FIGURAS

|  | Página |
|--|--------|
| Figuras  |        |
| 2.1 Inoculación de frascos para producción de inóculo . . . . .  | 28     |
| 2.2 Producción semimasiva de inóculo . . . . .   | 29     |
| 3.1 Media del crecimiento <i>in vitro</i> de las especies seleccionadas en medio modificado de Melin Norkans . . . . .   | 35     |
| 3.2 Cultivos puros de las especies de hongos ectomicorrícicos obtenidos.   | 36     |
| 3.3 Síntesis <i>in vitro</i> : Estadíos iniciales en la colonización de <i>Pisolithus tinctorius</i> en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . .                       | 41     |
| 3.4 Síntesis no aséptica: Porcentaje de micorrización por estratos y total. <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . .   | 43     |
| 3.5 Síntesis no aséptica: Porcentaje de micorrización por estratos y total. <i>Pinus culminicola</i> . . . . .   | 43     |
| 3.6 Tipos morfológicos de ectomicorrizas de <i>Pinus pseudostrobus</i> :<br>A) bifurcadas largas, B) bifurcadas cortas, C) dicotómicas<br>D) coraloideas . . . . . | 46     |
| 3.7 Tipos morfológicos de ectomicorrizas de <i>Pinus culminicola</i> :<br>A y B) bifurcadas cortas, C) bifurcadas largas D) dicotómicas . . . . .                  | 47     |
| 3.8 Inoculaciones individuales y mixtas en vivero en plántulas de <i>Pinus pseudostrobus</i> y <i>Pinus culminicola</i> . . . . .                                  | 49     |
| 3.9 Procedimientos para toma de datos en las plántulas inoculadas con los diferentes tratamientos. . . . .   | 50     |
| 3.10 Porcentaje de micorrización de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . .                              | 52     |
| 3.11 Altura de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . .   | 54     |
| 3.12 Diámetro del cuello de la raíz de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . .                           | 56     |

|   | Página |
|---|--------|
| 3.13 Largo del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . .       | 58     |
| 3.14 Peso fresco aéreo de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . .                 | 60     |
| 3.15 Peso seco aéreo de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . .                   | 62     |
| 3.16 Peso fresco del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . . | 64     |
| 3.17 Peso seco del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . .   | 66     |
| 3.18 Porcentaje de micorrización de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus culminicola</i> . . . . .         | 68     |
| 3.19 Altura de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus culminicola</i> . . . . .                              | 70     |
| 3.20 Diámetro del cuello de la raíz de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus culminicola</i> . . . . .      | 72     |
| 3.21 Largo del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus culminicola</i> . . . . .         | 74     |
| 3.22 Peso fresco aéreo de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus culminicola</i> . . . . .                   | 76     |
| 3.23 Peso seco aéreo de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus culminicola</i> . . . . .                     | 78     |
| 3.24 Peso fresco del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados en <i>Pinus culminicola</i> . . . . .   | 80     |
| 3.25 Peso seco del sistema radicular de las plántulas por tratamientos en los muestreos realizados en <i>Pinus culminicola</i> . . . . .    | 82     |

|  | Página |
|--|--------|
| 3.26 Parámetros medidos a las plántulas por tratamiento mostrando el comportamiento global de los muestreos realizados en <i>Pinus pseudostrobus</i> . . . . . | 85     |
| 3.27 Parámetros medidos a las plántulas por tratamiento mostrando el comportamiento global de los muestreos realizados en <i>Pinus culminicola</i> . . . . .   | 88     |



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## RESUMEN

En este estudio se colectaron cuerpos fructíferos en campo y se aislaron cultivos puros de los hongos ectomicorrícicos (ECM) *Cantharellus cibarius* Fries., *Pisolithus tinctorius* (Mich. ex Pers) Coker & Couch., *Lepista nuda* Bull ex Fr Cooke y *Scleroderma verrucosum* Pers. Estos hongos se asocian formando micorrizas con *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus culminicola* Andresen & Beaman, especies presentes en el cerro El Potosí, Galeana, N.L. Se llevaron a cabo interacciones entre las colonias de estos hongos a fin de observar su comportamiento en condiciones *in vitro*. Estos resultados de los experimentos mostraron diferentes rangos de crecimiento entre las especies, los cuales son diferentes de los que ocurren en condiciones no asépticas en vivero. Aparentemente este parámetro no juega un papel relevante en la competencia por establecimiento en las raíces de las plántulas. En los experimentos de interacciones fúngicas en vivero se utilizaron inoculaciones individuales y mixtas a fin de observar el desarrollo de las especies de hongos por el establecimiento en el sistema radicular de los pinos así como su efecto en el crecimiento general de las plántulas. Los resultados de estos experimentos mostraron que los mejores tratamientos fueron las inoculaciones mixtas; en el caso de *P. pseudostrobus* la combinación correspondiente a *Pisolithus tinctorius* y *Cantharellus cibarius* aportó los mejores resultados en los parámetros medidos; en *P. culminicola* la combinación de *Lepista nuda* y *Cantharellus cibarius* fue la mejor. En los tratamientos individuales, *Scleroderma verrucosum* fue el mejor para *P. pseudostrobus* y *Lepista nuda*, para *P. culminicola*. En ambos hospederos prevaleció una combinación fúngica en la que intervino *Cantharellus cibarius*, el cuál es un hongo comestible y altamente apreciado en el mercado internacional. Aunque este hongo mostró un rango de crecimiento *in vitro* muy lento prevaleció como uno de los mejores. Esto nos indica que existe un comportamiento diferente entre el crecimiento de este hongo *in vitro* y en condiciones semejantes a las naturales que se presentaron en los sustratos utilizados en los experimentos en vivero. Asimismo, se observó que las respuestas de crecimiento de las plantas en los diferentes tratamientos utilizados fueron significativamente diferentes entre sí y para cada hospedero. En lo que respecta a la morfología de las ectomicorriza formadas se encontró que varió de acuerdo a las especies de hongos siendo simples, bifurcadas simples, ramificadas y coraloides, pero estas no variaron en relación al hospedero.

## SUMMARY

In this study field collection of fruiting bodies and pure culture isolations of the ectomycorrhizal (ECM) fungi *Cantharellus cibarius* Fries., *Pisolithus tinctorius* (Mich. ex Pers) Coker & Couch., *Lepista nuda* Bull ex Fr Cooke and *Scleroderma verrucosum* Pers. were made. These fungi form ectomycorrhizal associations with *Pinus pseudostrobus* Lindl. and *Pinus culminicola* Andresen and Beaman in the study area (i.e. cerro "El Potosí", Galeana, N.L.). Colony interactions between these fungi *in vitro* were carried out in order to observe their behaviour regarding competition. Results showed different grown rates of the species both *in vitro* and under greenhouse conditions; apparently this parameter is not determinant for results found on establishment experiments in greenhouse. Interactions experiments carried out under greenhouse conditions included the use of single and mixed mycelial inoculations in order to observe fungal competition and their general growth effects on their hosts. Results showed that mixed inoculated treatments were better than single ones, in the mixed treatments the combination of *Pisolithus tinctorius* and *Cantharellus cibarius* showed best results for *P. pseudostrobus* and *Lepista nuda* and *Cantharellus cibarius* was the best for *P. culminicola*. In the single inoculated treatments *Scleroderma verrucosum* and *Lepista nuda* were the best for *P. pseudostrobus* and *P. culminicola* respectively. *Cantharellus cibarius* was found in the mixed that treatments showed the best results for the parameters measured in both hosts. These results occurred despite the fact that this fungus showed a slow growth rate *in vitro*; nevertheless these results showed that fungal growth may very considerably both *in vitro* and under greenhouse conditions and results obtained from experiments *in vitro* must be interpreted carefully and partially. Plant growth responses to the treatments used were significantly different amongst them and for each host.

Regarding morphology of the ectomycorrhizae it was found that it varied considerably for each fungal species being simple, bifurcated, multiple bifurcated, branched and coralloid and it did not change in relation to the hosts studied.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## CAPÍTULO 1

### INTRODUCCIÓN

Las micorrizas son asociaciones simbióticas entre los hongos y raíces de las plantas en las cuales ambos asociados se benefician (Harley & Smith, 1983). Actualmente se reconocen varios tipos de micorrizas en relación a la estructura de la misma, al simbionte vegetal y fúngico.

Las micorrizas vesículo-arbusculares; se caracterizan por ser intracelulares, forman vesículas y arbusculos en el interior de la célula, no existe una manto exterior ni red de Hartig, se involucran hongos Zygomycetes del orden Endogonales particularmente el género *Glomus*, con excepción del género *Endogone* (Duddridge, 1987).

Las micorrizas Ericoides y Arbutoides (Ectendomicorrizas); no poseen una cubierta o manto, tienen una red de Hartig y las hifas se encuentran tanto intracelular, como intercelularmente, este tipo es característico de Pyrolaceae como *Pyrola* y Ericaceae

como *Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Vaccinium*, *Rhododendron* y *Calluna*; los hongos involucrados pueden ser Agaricales como *Leccinum manzanitae*, *L. arctostaphylos*,

*Boletus amygdalinus*, *B. regius*, *Cortinarius aureofolius*, *Hygrophorus chrysodon*, *Laccaria laccata*, *Laccatarius deliciosus*, *Russula delica*, *Thelephora terrestris*, *Cenococcum geophilum* y algunos Ascomycetes como *Pezizela ericae* (Dudridge, 1986; Acsai & Largent, 1983).

En las micorrizas monotropoides, todo el sistema radicular esta envuelto por hifas fúngicas, se presenta en plantas acloroflicas como *Monotropa*, *Alloitropa*, *Hemitomes*, *Pleuricospora* y *Pterospora* con sus hospederos clorofilicos *Quercus*, *Tsuga*, *Abies*, a

través de hongos micorrícicos tales como *Boletus* sp. *Trucoculumella citrina*, *Rhizopogon vinicolor* y *Cenococcum geophilum* (Castellano & Trappe, 1985).

Las micorrizas Orquidiodes, se presentan en plantas del Orden Orquidiaceae, que son obligadamente micotróficas; sus semillas germinan solamente en presencia de hongos micorrícicos, entre ellos, algunos del grupo de los Tulasnellales; estos hongos desempeñan un papel fundamental para su sostenimiento y desarrollo.

En las ectomicorrizas, las hifas del hongo penetran a los espacios intercelulares y forman la llamada red de Hartig; así como el manto exterior, en esta se ven involucrados plantas de las Familias Pinaceae, Fagaceae, Betulaceae, Salicaceae, Aceraceae, Ulmaceae, Jungladaceae, Leguminosae, Sapindaceae entre otras y participan hongos Zygomycetes del género *Endogone*, y muchos géneros y especies de Ascomycetes y Basidiomycetes.

Actualmente se conoce que las endomicorrizas (VAM) son las más ampliamente distribuidas, en segundo grado le siguen las ectomicorrizas (Molina *et al.*, 1982; Harley,

1986).

La necesidad de asociar a los hongos ectomicorrícicos con sus hospederos fue reconocida a consecuencia del constante fracaso ocurrido en las primeras plantaciones con árboles exóticos (Oliveros, 1932; Gibson, 1963).

La dependencia obligada hacia las plantas fue demostrada a principios de siglo cuando se introdujeron algunas especies de coníferas ( i.e. Pinaceae) hacia el sudeste de Africa (Robertson, 1932). Así, se descubrió que estas plantas exóticas podían establecerse y crecer mejor cuando eran inoculadas con hongos ectomicorrícicos (ECM). Un ejemplo clásico es el de *Pinus radiata*, donde las plántulas fueron inoculadas en el vivero para

posteriormente ser plantadas en el campo, actualmente estas plantaciones de Nueva Zelanda y Australia son de las más productivas del mundo (Molina y Trappe, 1984).

La introducción de los hongos ECM a las plantaciones exóticas es considerada de importancia económica, ya que muchas de las especies e.g. *Boletus edulis*, *Suillus grevillei* y *Lactarius deliciosus* son comestibles y altamente cotizadas ( Singer & Morello, 1984).

Las asociaciones micorrícicas ocurren en la mayoría de las comunidades vegetales del mundo, desde la zona fría ártica hasta los bosques templados y tropicales, así como, en las condiciones semiáridas y áridas y han coevolucionado como una estrategia para eficientizar el transporte de nutrientes del suelo hacia la planta (Trappe, 1977). Así, muchos de los hongos ECM forman cordones miceliares a través de los cuales ocurre el transporte activo de nutrientes y estos se extienden desde las raíces colonizadas hacia el suelo y otras plantas ( Kropp *et al.*, 1990). Además, los hongos ECM participan en el transporte de nutrientes y la protección física y química, además de las defensas

inducidas por la infección fúngica en las plantas hospederas, como es la acumulación de las fitoalexinas a nivel sistémico, la producción de compuestos fenólicos, las proteínas producidas de novo en raíces micorrizadas, la lignificación de las células corticales de las raíces, la formación de las papilas y las estructuras phi ( Garza, 1991, Deverall, 1977; Bonello, 1991).

El hongo es estimulado por hormonas que produce la planta, induciendo la ramificación y elongación de las raíces, de esta manera se incrementa la superficie de absorción, para la obtención de nutrientes especialmente fósforo, esto ocurre principalmente en VAM. Las ectomicorrizas benefician a sus hospederos en el transporte de agua, incrementan la

resistencia del trasplante de árboles jóvenes, algunas micorrizas ayudan a detoxificar suelos o permiten que las plantas prosperen en suelos con altas temperaturas o bien de extrema acidez. La importancia práctica en los viveros reside en que las micorrizas pueden proteger a las raíces de las plantas del ataque de algunos microorganismos patógenos (Molina & Trappe; 1984, Trappe & Luoma, 1992; Read, 1986; Marx & Davey, 1969).

Diversos estudios de ecología nos proveen información acerca de las causas de la mortalidad de las plantaciones, y la necesidad de una adecuada micorrización de las plántulas. Algunos investigadores como Trappe, (1977), indican que muchas de las causas de que no funcionen las plantaciones no es debido a enfermedades de las raíces, sino a la deficiencia en la formación y funcionamiento de las ECM. El buen manejo de los hongos ECM puede proveer una buena herramienta para los procesos de reforestación en el futuro (Molina *et al.*, 1992 ).

La formación inicial de las micorrizas (Ontogenia) depende de factores bióticos y abióticos tales como: pH, temperatura, humedad, nutrición, química del suelo, sequías, saturación del suelo, luz, materia orgánica del suelo, fisiología del hospedero y la rizosfera (Trappe & Luoma, 1992).

La colonización ectomicorrícica se inicia a partir de esporas o hifas (propágulos) de los hongos simbiotes que se encuentran en la rizosfera. El crecimiento vegetativo de estos propágulos sobre la superficie de las raíces es estimulado por los exudados de las raíces iniciando la formación del manto fúngico.

Estos exudados contienen compuestos que poseen la capacidad de disparar la germinación de las esporas de los hongos ectomicorrícicos (Fries *et al.*, 1987). Melin,

(1930) hace referencia al factor M, producido por raíces de pinos, el cual observó tenía un efecto positivo en la germinación de las esporas de algunos hongos ECM. El factor de inducción de germinación (FIG) es una sustancia producida por especies de *Leccinum* del grupo *Aurantiacum* (Fries, 1987).

Posterior a la germinación de las esporas se inicia el proceso de colonización donde se desarrollan las hifas intercelulares en la corteza de la raíz formandose la red de Hartig y esta red puede reemplazar completamente la lámina media entre las células corticales. La morfología de las ectomicorrizas puede variar siendo simples ramificadas, multiramificadas (*i.e* coraloideas), semejante a nódulos, y otras (Ingleby *et al.* , 1990; Brundrett *et al.*, 1996).

Generalmente el color de las ECM es determinado por el color de las hifas de los hongos, pudiendo ser café, negras, blancas, rojas, amarillas, etc. Muchos de los hongos que forman ectomicorrizas son Basidiomicetos. Sin embargo, existen muchas especies de Ascomicetos (e.g. trufas), que forman ectomicorrizas (Hallet, *et al.*, 1994). La

mayoría de los hongos ectomicorrícicos dependen de sus hospederos para completar su ciclo de vida ( Marx, 1975).

Las ectomicorrizas difieren de las raíces no micorrizadas por su color, forma, textura y características microscópicas, siendo estas inducidas por el hongo (Harley & Smith, 1983). La infección ectomicorrícica induce cambios estructurales tales como inhibición del desarrollo de los pelos radiculares y bifurcación de las raíces, las cuales se han relacionado con la producción de hormonas tales como auxinas, citoquininas, etileno por el hongo ectomicorrícico ( Marks & Foster, 1973).

Así, la actividad de los hongos ectomicorrícicos al establecer y mantener una estrecha relación con las raíces de los árboles involucra la liberación de metabolitos activos durante las primeras fases de la colonización y en las últimas fases de la formación de la ectomicorriza, en cuyo momento estos compuestos viajan a través de los simbiontes (Slankis, 1973; Molina & Amaranthus, 1990; Molina & Trappe, 1992). A pesar de que los estudios sobre la importancia de la producción de dichos compuestos son pocos resultan suficientes para demostrar la importancia del papel que desempeñan en el establecimiento de la asociación.

No se conoce con exactitud cuales son los factores bioquímicos que determinan que especies de hongos se asocian con que hospedero, de esta manera se reconocen varios niveles de especificidad (Duddridge, 1987; Mason *et al.*, 1987; Molina *et al.*, 1992):

**1) Dependencia vs Independencia:** Esta define si las plantas forman o no micorrizas.

En términos ecológicos, una planta puede ser llamada independiente de micorriza si puede sobrevivir como individuo, competir en una comunidad y reproducirse sin

ellas (Trappe, 1989). Gerdeman, (1968) indica que el porcentaje de especies de

plantas micotróficas varía de un 13-63%. Los factores ambientales pueden influenciar que una planta sea micotrófica o no en algunos lugares al igual que la presencia de algunas plantas acompañantes.

**2) Simbiontes facultativos vs obligados:** En el sentido más estricto, las plantas u hongos facultativos son aquellos capaces de formar micorrizas, pero que también son capaces de completar su ciclo de vida sin formar micorrizas. Trappe, (1987) considera que las plantas son micotróficas facultativas si funcionan sin micorrizas en situaciones naturales y con micorrizas en otras. Las plantas micotróficas obligadas no

pueden completar su ciclo de vida sin micorrizas. Muchos experimentos de campo y de invernadero indican que la mayoría de las plantas son micótrofas obligadas aproximadamente el 70% (Trappe, 1987).

- 3) Fidelidad a una clase de micorriza:** Los hongos micorrícicos típicamente forman una sola clase de micorriza. Por ejemplo, los hongos vesículo-arbusculares no forman ectomicorrizas y viceversa. La excepciones se presentan en algunos Ascomycetes y Basidiomycetes que pueden formar tanto ecto como ectendomicorrizas (Arbutoides). Esto refleja diferentes respuestas morfológicas del hospedero a la colonización.

La mayoría de las plantas también muestran una fuerte fidelidad a una clase de micorriza en particular. De las angiospermas examinadas hasta ahora, 65% de las especies reportadas forman sólo una clase de micorriza, y sólo un 5% forma más de una clase de micorriza (Trappe, 1987).

- 4) Rango de hospederos de los hongos micorrícicos:** El rango de hospederos se refiere a la diversidad de especies vegetales por las cuales una especie de hongo puede formar micorrizas. Describe un espectro que varía de un bajo rango de hospederos típicamente restringido a un género, a un rango intermedio de hospedero, restringido a una familia de plantas, y hasta un rango amplio de hospederos que se extiende típicamente a varias familias y ordenes de plantas.

- 5) Receptividad del hospedero:** La mayoría de las plantas micorrícicas pueden formar micorrizas con numerosas especies fúngicas. Aún así, el espectro de receptividad del hospedero va desde un rango reducido (con un bajo número de asociados fúngicos)

a un rango amplio (con un alto número de asociados fúngicos). No se conoce ninguna especie de planta que forme micorrizas solamente con una especie fúngica.

**6) Especificidad ecológica:** En este concepto se incluyen todos los factores bióticos y abióticos que afectan la capacidad de las plantas para formar micorrizas funcionales con hongos particulares; en este contexto se incluyen las interacciones entre plantas y entre plantas y hongos, y entre hongos que restringen o mejoran el crecimiento o funcionamiento de cualquier simbionte en hábitats particulares; los micronichos que favorecen o restringen ciertas asociaciones y los microorganismos de la rizosfera que influyen en el desarrollo diferencial de las asociaciones hongo-hospedero.

El fenómeno de especificidad en asociaciones micorrícicas afecta directamente el desarrollo de la comunidad vegetal en varias formas, la dependencia micorrícica, fidelidad a una clase de micorrizas y la capacidad de los propágulos fúngicos micorrícicos son determinantes para el desarrollo de los estadios primarios de la comunidad y afectan la dominancia vegetal a largo plazo.

Durante la sucesión de la comunidad, la compatibilidad compartida por los hongos micorrícicos asociados determina el potencial de interconexión de esas plantas y tiene una influencia directa en las interacciones vegetales.

El crecimiento extramatricial de los hongos ectomicorrícicos en la forma de hifas o cordones miceliarios se extiende desde las raíces infectadas hasta el suelo y muy frecuentemente interconecta los sistemas radiculares de más de una planta (Rovira *et al.*, 1983). Además, existen evidencias de que una sola raíz ectomicorrizada puede haber hasta tres especies de hongos creciendo simultáneamente (Zak & Marx, 1964; Marx & Foster, 1973; Garza, 1991).



La abundancia de asociaciones ectomicorrícicas no específicas en la naturaleza parece ser la regla y se ha sugerido que tiene una significancia ecológica como un mecanismo de adaptación para la sobrevivencia de los asociados (Duddridge, 1987; Harley, 1986). También se ha sugerido que los hongos ectomicorrícicos pueden crecer simultáneamente en el sistema radicular o inclusive en una sola punta de raíz de una planta, pudiendo no ser antagonistas entre sí (Marks & Foster, 1967; Garza, 1991). Las interconexiones pueden formar redes que a su vez conectan plantas de la misma o de diferentes especies a través de las cuales puede ocurrir transporte de nutrientes. El simbionte fúngico depende de la planta para obtener el suministro de carbono, ya que es incapaz de romper y degradar polímeros complejos como la celulosa, pectina y lignina (Harley & Smith, 1983; Harley, 1984).

Las interacciones de los hongos ECM se discuten en relación al desarrollo secuencial de las ectomicorrizas en los sistemas radiculares de los árboles. Los hongos ECM que infectan a plantas en estadios primarios de crecimiento se comportan como pioneros,

estos son reemplazados progresivamente por hongos que crecen en estadios secundarios, los hongos pioneros requieren menor cantidad de carbohidratos para su crecimiento en las raíces de las plántulas. Las sucesiones fúngicas se caracterizan por el establecimiento de una especie y su reemplazamiento por otra y estos cambios dependen del suministro de nutrientes disponibles así como de las necesidades de cada especie.

Las sucesiones de hongos ECM no están tan bien documentadas como las sucesiones vegetales o aquellas reportadas para hongos sapróbios. Asimismo, existen estudios sobre hongos ECM que están basados principalmente en la fenología de la producción

de cuerpos fructíferos por un tiempo determinado (Luoma & Trappe, 1992; Fleming, 1983). Mason *et al.*, (1982) observaron las sucesiones de hongos micorrícicos después de registrar los números, tipos y posiciones de cuerpos fructíferos asociados a *Betula pendula* y *B. pubescens*, ellos mencionan que a medida que los árboles maduran, se incrementa el número de fructificaciones de los hongos ECM. Otros autores como Dighton *et al.*, (1985) encontraron una marcada sucesión de hongos ECM en *Picea sitchensis*, en la cual solo algunas especies se presentaron en la plantación inicial y otras en la plantación madura.

Existen otros reportes sobre sucesiones de hongos ectomicorrícicos en plantaciones de coníferas, donde se menciona que los arbolitos jóvenes están infectados principalmente por especies de hongos pioneras, e.g. *Laccaria laccata*, *Thelephora terrestris* entre otros; y los árboles maduros están colonizados por especies secundarias, e.g. *Cantharellus* spp, *Amanita* spp, *Boletus* spp, *Suillus* spp, *Russula* spp, entre otras (Dighton, 1987).

Las sucesiones de las comunidades vegetales se han dividido en dos tipos principales: las **sucesiones serales** en las cuales las plantas progresan a partir de comunidades herbáceas y culminan en bosques clímax. En este tipo de sucesiones las comunidades primarias con plantas herbáceas tienen hongos VA en sus sistemas radiculares y conforme la sucesión avanza hacia un bosque clímax se inicia su reemplazamiento (Mason *et al.*, 1987; Janos, 1980). Existen también **sucesiones de sustrato**, esto es, de manera individual ya que los hongos ECM colonizan diferentemente las raíces durante el año y a diferentes distancias en relación a la base de los árboles. Es muy probable que ambas sucesiones ocurran al mismo tiempo; así los árboles jóvenes están

colonizados por especies de hongos pioneros y secundarios. De tal manera, la sucesión en la mayoría de las comunidades vegetales involucra una dinámica de colonización secuencial y reemplazamiento de especies (Mason *et al.*, 1987).

Algunos estudios revelan que pueden ocurrir asociaciones mixtas de especies de hongos en ectomicorrizas individuales (Marks & Foster, 1976). Los hongos ectomicorrícicos compiten entre sí por el espacio donde encuentran su fuente de energía, los patrones de competencia pueden ser observados cuando se examinan las raíces laterales en las diferentes ectomicorrizas. La examinación microscópica de las ectomicorrizas y de su manto fúngico muestran que pueden existir varias especies a lo largo de las raíces (Frankland, 1981; Garza, 1991).

Marks & Foster, (1967) reportan situaciones donde un tipo de micorriza puede ser reemplazado después de un periodo dormante. Por otro lado, estas observaciones fueron hechas después de examinar una raíz y encontraron dos tipos diferentes de ectomicorrizas en una sola punta de raíz.

---

Existen pocos estudios sobre competencia entre especies de hongos ectomicorrícicos y todavía no se entienden de manera integral los procesos de sucesión de estos hongos. De igual manera, existen muy pocos trabajos reportados sobre la dinámica del proceso de competencia por establecimiento y reemplazamiento entre las especies pioneras y secundarias de hongos ECM. Asimismo, existe muy poca información sobre la estructura de las comunidades de hongos ECM y los mecanismos por medio de los cuales una especie se establece y es reemplazada por otra. Sin embargo algunos trabajos indican que las especies pioneras son más competitivas que las especies secundarias (Marks & Foster, 1967; Mason *et al.*, 1987).

Para entender estos mecanismos son necesarios estudios más detallados o bien realizar experimentos bajo condiciones semejantes a la naturaleza (Brand, 1991).

La manipulación de las asociaciones ectomicorrícicas constituye uno de los problemas frecuentemente encontrados al estudiar la competencia entre las especies de hongos ECM (Molina, 1980). De esta forma, se han reportado diferentes modelos para la síntesis aséptica de ectomicorrizas, los cuales se han utilizado en estudios sobre fisiología, interacción, especificidad y competencia (Melin, 1923; Fortin, 1966; Molina & Palmer, 1982).

Así resulta de gran relevancia el manejo de hongos ECM comestibles para la inoculación de las plántulas que serán destinadas a plantaciones.

Cuando se descubrió accidentalmente la necesidad del manejo de micorrizas en vivero, surgieron diversos métodos para el inóculo, y esta actividad se convirtió en una rutina año con año en diversos viveros del mundo.

Uno de los métodos utilizados es el de inóculo de suelo, el cual se toma de la planta

---

hospedera, para ello se necesita incorporar un 10% de este suelo a las camas de

crecimiento, la velocidad de colonización puede ser rápida con este método pero tiene la desventaja de que se necesitan grandes cantidades de este inóculo, además del

acarreo inevitable de semillas de maleza o patógenos radiculares potenciales. El

método de plántula-propágulo consiste en utilizar plántulas colonizadas como inóculo,

este resulta un método lento e irregular, además tiene también la desventaja de acarrear

patógenos. Por otro lado las esporas y esporocarpos de setas, Gasteromycetes y trufas

resultan una fuente importante de inóculo; las esporas pueden ser inoculadas por

diversas técnicas como son la dilución, espolvoreo, aspersión o atomización, semillas espolvoreadas con esporas, etc.

El método de cultivo puro de hongos permite que puedan ser evaluados los efectos benéficos a considerar como protección contra enfermedades, requisitos nutricionales y velocidad de crecimiento es el de cultivo puro de hongos (Molina & Trappe, 1982).

Mikola, (1973); Trappe, (1977); Marx, (1975) señalan la importancia de utilizar micelio puro de hongos ECM para la inoculación controlada de plántulas en los viveros, ya que permite la selección de dichos hongos para los propósitos específicos.

Varios estudios muestran que un pre-requisito para que se desarrollen los árboles del bosque es la presencia de los hongos ECM en sus raíces, ciertas especies por ejemplo los pinos, tienen un obligado requerimiento de ECM y no pueden crecer normalmente sin ellas. Este punto tiene importancia significativa en los programas de reforestación utilizando árboles con ECM en las áreas del mundo donde los hongos simbiotes no ocurren normalmente (Marx, 1973).

La importancia del entendimiento de las relaciones entre los disturbios, las condiciones de sitio y las micorrizas no se ha exagerado. La reducción de las poblaciones de las ECM debido a los disturbios de los bosques, varía ampliamente y depende de muchos factores, incluyendo el impacto en la regeneración de los mismos (Amarantus, 1992).

Las ECM son especialmente importantes en áreas con disturbio o áreas que han sido degradadas a través del tiempo, afectando de esta manera a los organismos de la rizosfera por los cambios en las prácticas de manejo. La protección y la restauración de los bosques es una de las metas de las prácticas de manejo de los ecosistemas (Marx, 1975).

Muchos hongos ectomicorrícicos son colectados y aislados en cultivos puros para realizar estudios sobre la capacidad de formar ectomicorrizas y estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas. Este tipo de trabajos son importantes para la selección de cepas nativas que se utilizarán para inoculaciones en vivero; las especies de hongos ectomicorrícicos difieren considerablemente en su crecimiento, fisiología y en los beneficios que proporcionan a sus hospederos. Generalmente se seleccionan las especies que proporcionan mayores beneficios, tomando en cuenta el crecimiento de las cepas *in vitro*, la efectividad para formar ectomicorrizas, sus adaptaciones ecológicas, su agresividad en relación a los microorganismos de la rizosfera y el rango de hospederos entre otros (Marx, 1975).

### 1.1 Justificación

Las poblaciones de hongos ectomicorrícicos son muy dinámicas y están formadas por muchas especies, las cuales están compitiendo por establecerse en los sistemas radiculares de las plantas. Los estudios sobre interacciones son muy importantes para entender e interpretar la estructura, dinámica y el desarrollo de las comunidades fúngicas (Skidmore & Dickinson, 1976; Trappe & Fogel, 1977; Harley & Smith, 1983; Allen & Allen, 1984). A pesar de que se conoce que los hongos son altamente competitivos (Garbaye, 1982) existen muy pocos estudios acerca de las interacciones de hongos ectomicorrícicos en especies de coníferas.

Es importante llevar a cabo investigaciones sobre las especies de hongos nativos que sean capaces de formar ectomicorrizas con árboles forestales específicos en los programas de producción de plántulas en vivero para posteriores trabajos de

reforestación de áreas con disturbios ó para recuperación de hábitats con características únicas, como es el caso del cerro El Potosí, en el cual encontramos un bosque endémico de *Pinus culminicola*, seriamente afectado por incendios, sobrepastoreo y disturbios antropogénicos. Por otro lado *Pinus pseudostrobus* es una especie económicamente muy importante en la región por la demanda de madera. Cabe señalar la escases de trabajos realizados en México utilizando hongos nativos y no hay información a este respecto sobre el área de estudio y las especies de coníferas seleccionadas.

## 1.2 Objetivo general

Evaluar el efecto de los diferentes tratamientos de inoculación (individuales y mixtos) de hongos ectomicorrícicos en dos especies de coníferas del cerro El Potosí, Galeana, N.L.

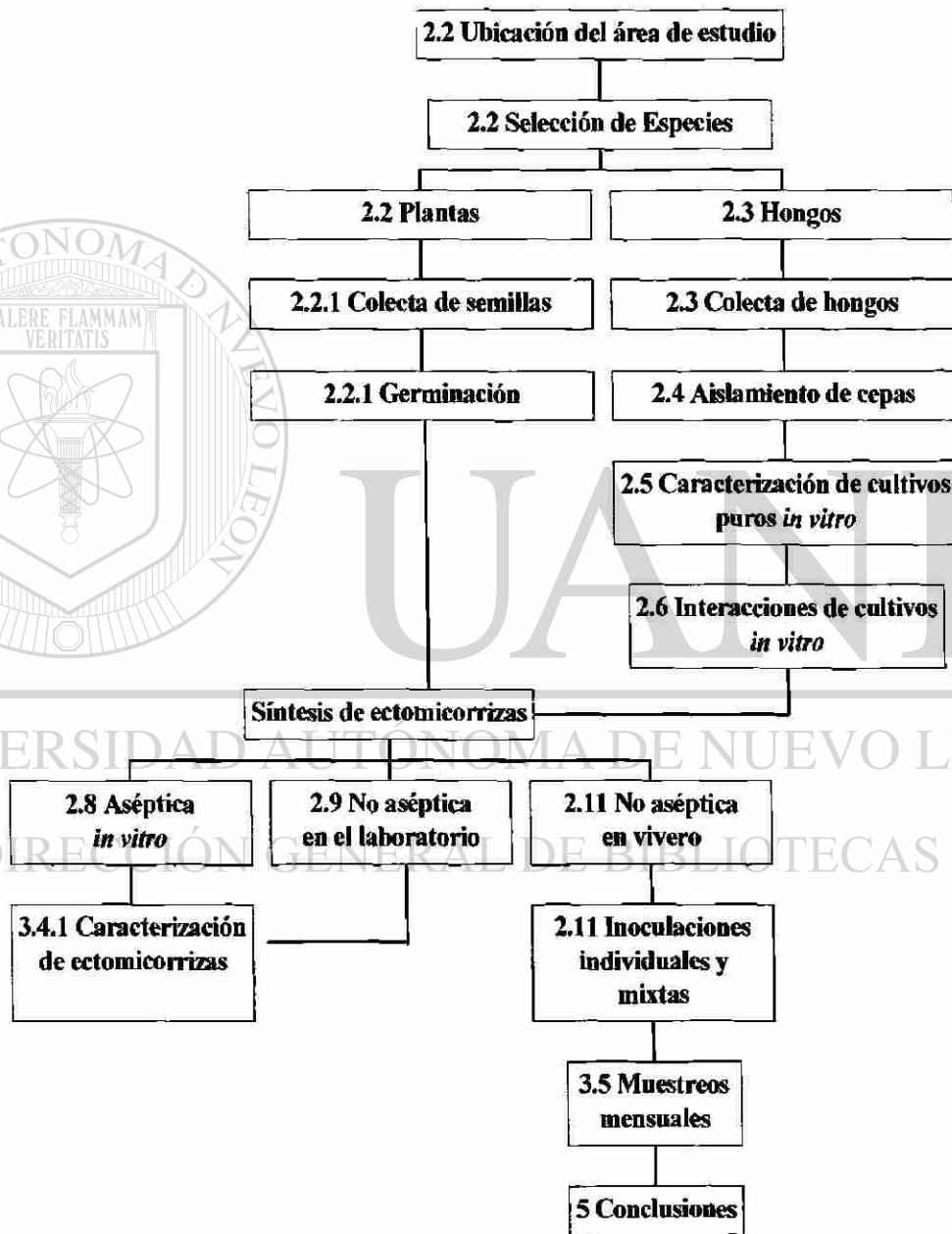
### Objetivos específicos

- Evaluar algunos aspectos de interacciones *in vitro* y en vivero entre los hongos ectomicorrícicos (ECM) seleccionados.
- Caracterizar y describir los cultivos puros de los hongos ECM.
- Sintetizar en forma aséptica y no aséptica las ectomicorrizas de los hongos seleccionados con las dos especies de coníferas estudiadas.
- Evaluar los efectos de las inoculaciones individuales y mixtos en el crecimiento de dos especies de coníferas.
- Seleccionar el o los mejores tratamientos que resulten para cada hospedero en cuanto a los diferentes parámetros medidos.

## CAPÍTULO 2

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Organigrama de actividades





La metodología para los experimentos de competencia *in vitro* y en el vivero esta basada en aquella de los estudios realizados por: Mason *et al.* , (1983), Mason, (1980); Molina, (1979); y Garza,(1991).

## 2.2 Ubicación del área de estudio

### Localización

El cerro " El Potosí " forma parte de la Sierra Madre Oriental al sur del Estado de Nuevo León. Alcanza una altitud de 3670 m.s.n.m. se localiza a 15 km al oeste de Galeana, Nuevo León, entre los 24° 50' 60" y 24° 53' 16" de latitud norte y los 100° 13' 9" y los 100° 15' 12" de longitud oeste. El Potosí se ubica en el flanco occidental de la Sierra Madre, y colinda hacia el suroeste con la Altiplanicie Mexicana. La cima del cerro tiene una longitud de poco más de 1 km y una anchura de 300 a 400 m (García y González, 1991).

### Suelos

Su topografía es de lomeríos bajos, haciéndose escarpadas las pendientes en el extremo noreste y el flanco oriental. El sustrato está constituido principalmente por roca caliza, los suelos son delgados, con alta proporción de materia orgánica y están clasificados como una combinación de Litosol y Redzina de textura fina (García y González, 1991)

### Clima

La zona presenta el clima del tipo Bsohw(e)w", semiseco templado, con lluvias escasas todo el año y más del 18% de precipitación invernal. La precipitación anual oscila entre 400 y 600 mm; el rango de temperatura media anual fluctúa entre 12 y 18 °C, los meses

más cálidos son junio y agosto con una temperatura media entre 18 y 20 °C (García, 1996).

### Vegetación

La vegetación que se presenta abajo de los 3500 m.s.n.m. se encuentra en grave estado de deterioro debido a la tala inmoderada, excepto en algunas cañadas y sitios escarpados. A menos de 1700 m.s.n.m. en los alrededores del cerro, se presentan matorrales xerófilos y bosque abierto de *Pinus arizonica* Engelm. y/o *P. cembroides* Zucc. Entre los 2000-2700 m.s.n.m., se encuentran matorrales de *Berberis trifoliata* Moric., *Juniperus erythrocarpa* Cory., *Condalia* sp. *Rhus trilobata* Nutt. De los 2070-2180 m.s.n.m., predomina un bosque abierto de *P. arizonica* y *P. cembroides*, que es sustituido por bosques de *Quercus* hasta los 2300 m.s.n.m. destacan *Quercus* aff. *emoryi* Torr., *Q. greggii*, *Q. affinis* Scheil., *Q. hypoxantha* Trel., *Q. crassifolia* H. al. B. y *Q. diversifolia* Trel; así como *Arbutus xalapensis* H. B. K. De los 2300 a los 2600 prevalecen matorrales secundarios de *Quercus* y *Cercocarpus* con individuos

aislados de *Pseudotsuga*, así como bosques de *Quercus* con *Pseudotsuga* y *Pinus*.

En los 2560 - 2650 m.s.n.m., se encuentra un bosque muy perturbado de *P. pseudostrobus* Lindl., con matorral de *Q. hypoxantha* y *Ceanothus* sp. En exposiciones al norte y oriente entre los 2670-2700 m.s.n.m. destacan *Pinus* y *Pseudotsuga* Carr., y en áreas donde todo el bosque original ha sido talado se encuentran bosquecillos bajos de *Populus tremuloides* Michx. Entre los 2850-2930 m.s.n.m. predomina *P. hartwegii* Lindl. asociado a *P. ayacahuite* Ehr., en el sotobosque aparecen individuos aislados de *Pinus culminicola* Andresen & Beaman. De los 2930-3000 m.s.n.m. aparece un matorral denso de *Q. greggii* con individuos

jóvenes de *P. hartwegii* y *Pseudotsuga menziesii* Mirb. (Franco). Por otro lado *P. menziesii* y *P. ayacahuite*, con escaso *P. hartwegii* y *Abies vejari* Martínez forman bosque semidensos entre los 3000-3200 m.s.n.m. Hacia altitudes más elevadas predomina *P. hartwegii* sustituido en cañadas y exposiciones al norte por *P. ayacahuite* y *A. vejari* hasta los 3470 m.s.n.m.

El bosque de *P. hartwegii*, alcanza la cima del cerro por el lado norte, pero en el declive oriental es sustituido a partir de los 3450 m.s.n.m. por matorral de *P. culminicola* (García y González, 1991).



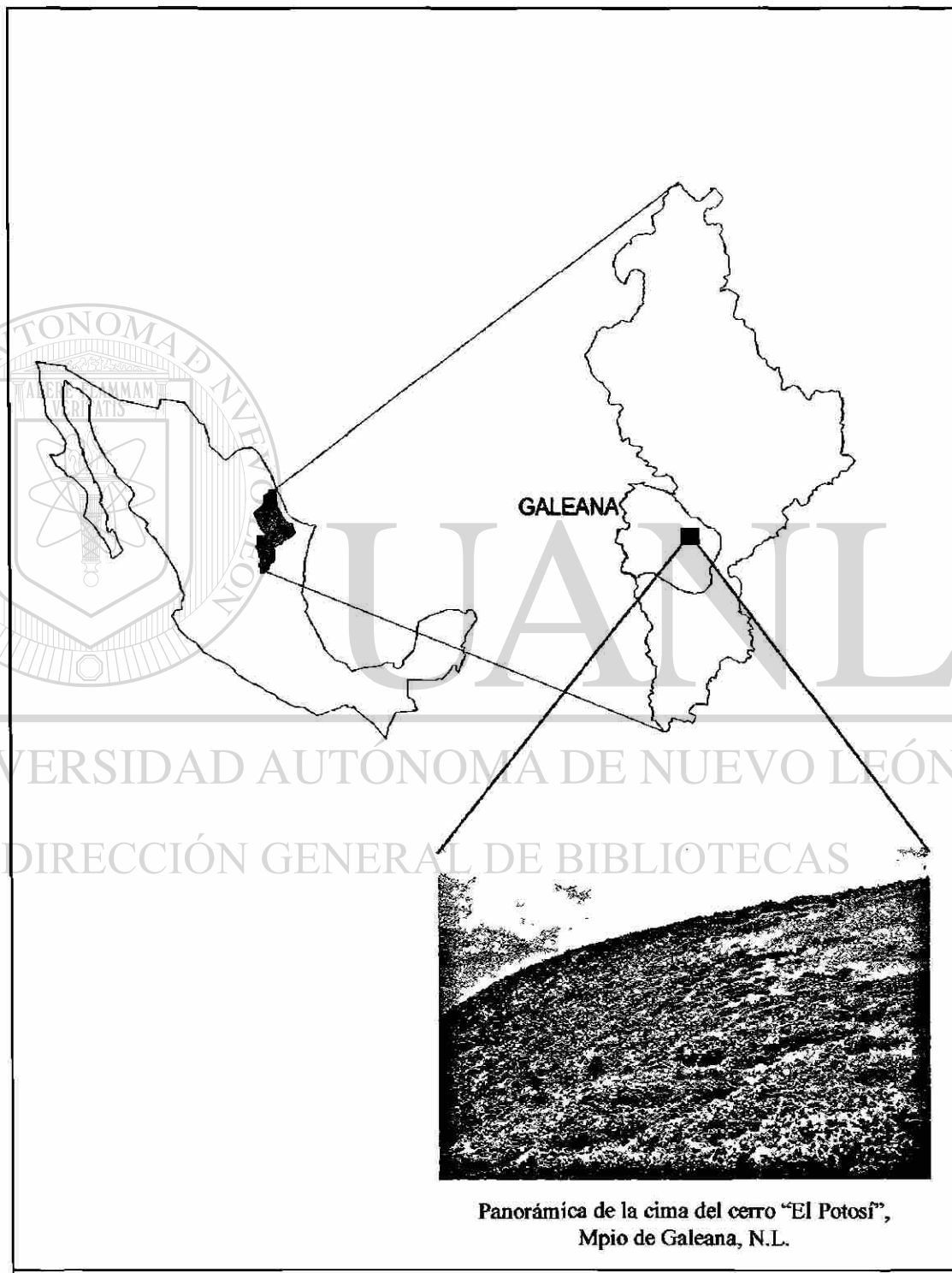
# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 2.3 Localización del área de estudio



Panorámica de la cima del cerro "El Potosí",  
Mpio de Galeana, N.L.

## 2.4 Especies forestales seleccionadas

Las especies seleccionadas son *Pinus culminicola*, Andresen y Beaman; *Pinus pseudostrabus* Lindl. Estas especies son importantes desde el punto de vista económico y ecológico. *P. pseudostrabus*, es una especie muy valorada en esta región por su madera de alta calidad. Por otro lado, *P. culminicola* tiene gran importancia ecológica ya que se trata de una especie endémica al cerro El Potosí que ha sido seriamente afectada por incendios, pastoreo y disturbios antropogénicos.

### 2.4.1 Colecta de semillas y su germinación

Las semillas de las especies de pinos fueron colectadas en el cerro El Potosí con ayuda del personal técnico del laboratorio de semillas de la Facultad de Ciencias Forestales (UANL). En este laboratorio, se realizaron pruebas de flotación y germinación de las semillas para su posterior siembra en el vivero del bosque escuela.

Las semillas se esterilizaron superficialmente con peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (30% por 45 min.) y se lavaron 2 veces por 45 minutos cada uno con agua desionizada estéril.

Las semillas se transfirieron a cajas de Petri con medio de agua desionizada agar (ADA), y se incubaron a 20 °C en una cámara bioclimática con un fotoperíodo de 16 hrs. hasta que se requirieron para los experimentos *in vitro*.

## 2.5 Hongos ectomicorrícicos seleccionados

Las especies de hongos seleccionados son *Cantharellus cibarius* Fries, el cual es uno de los hongos comestibles silvestres más conocidos en Europa y Norteamérica. Trappe, (1982) considera a este hongo como uno de los más difíciles de cultivar bajo

condiciones estériles y reporta que tiene un amplio rango de hospederos. (Fries,1979; Moore *et al.*, 1989), estudios sobre *Scleroderma verrucosum* Pers., son muy pocos los realizados. *Pisolithus tinctorius* (Mich. ex Pers.) Coker & Couch es un hongo reportado para 33 países de el mundo y en 38 de 50 estados de los E.U.A., se encuentra asociado con un gran número de hospederos (Molina & Trappe, 1982; Marx, 1976). *Pisolithus tinctorius* es una de las especies más utilizadas para fines de inoculación, dada su facilidad de aislamiento, su rápido crecimiento en condiciones axénicas y su facilidad para producir inóculo en substratos inorgánicos (Trappe & Palmer, 1982) y es uno de las especies de hongos ecológicamente adaptadas a sitios adversos, tales como suelos minados (Marx, 1976). *Pisolithus tinctorius* tiene un gran potencial en la reforestación y la inoculación artificial de numerosas especies en viveros, lo que nos indica que tiene un amplio potencial para aumentar la sobrevivencia y crecimiento de las plantas. La cepas utilizada en este estudio fueron colectada en el cerro El Potosí. *Lepista nuda* Bull ex Fr Cooke, es un hongo que ha sido colectado en el cerro El Potosí en la época de lluvias a 3100 m.s.n.m y se asocia micorrícicamente con *Pinus hartwegii*, *Pinus pseudostrobus* y *Pseudotsuga menziesii* (Arias, 1994).

## 2.6 Aislamiento de hongos ectomicorrícicos

Se llevaron a cabo una serie de colectas de material fúngico del cerro El Potosí, con el fin de obtener los cultivos puros de hongos ectomicorrícicos.

Los cultivos puros se aislaron a partir de tejido del contexto de los cuerpos fructíferos en cajas de Petri con medio modificado de Melin Norkans (MMN), incubándose enseguida a una temperatura de 26 °C. Para el mantenimiento de las colonias en

estado puro se procedió a la técnica de transferencias sucesivas. Estas cepas se utilizaron para la producción semimasiva del inóculo miceliar, así como para su posterior reconocimiento y caracterización *in vitro*.

### **2.7 Crecimiento y caracterización de cultivos puros de los hongos seleccionados**

Se llevó a cabo el reconocimiento de las cepas con ayuda de un microscopio compuesto obteniéndose una descripción detallada de cada uno de los cultivos puros de los hongos esta incluye características macroscópicas (e.g color del micelio, apariencia, cambios de coloración del medio de cultivo) y características microscópicas (e.g. diámetro de las hifas, presencia o ausencia de fibulas, reacciones químicas con KOH y solución de Melzer).

Por otro lado se realizaron mediciones del crecimiento miceliar de cada una de las especies. Esto se realizó por 10 días a una temperatura de incubación de 30 °C utilizando el medio de cultivo MMN con un pH de 6, empleándose 5 repeticiones para cada cepa. Se elaboraron figuras del crecimiento radial de cada hongo ectomicorrícico.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### **2.8 Interacciones de cultivos *in vitro***

Se procedió a aparear colonias de las especies de hongos ectomicorrícicos seleccionados en cajas de Petri con medio de MMN a un pH de 6.4. Para la inoculación se utilizaron discos de 5 mm de diámetro tomándose del margen de las colonias con crecimiento activo de cada una de las especies. Se confrontaron todas las posibles tratamientos y se incuban a 25 °C en la oscuridad por 5 semanas, una vez alcanzado un equilibrio en el

crecimiento (ca. 5 semanas) se realizaron las observaciones de las hifas que se encuentran en la zona de interacción.

### 2.8.1 Diseño experimental: *in vitro*

|    | Cc       | Pt       | Sv       | Ln       |
|----|----------|----------|----------|----------|
| Cc | *Cc X Cc | Cc X Pt  | Cc X Sv  | Cc X Ln  |
| Pt | Pt X Cc  | *Pt X Pt | Pt X Sv  | Pt X Ln  |
| SV | Sv X Cc  | Sv X Pt  | *Sv X Sv | Sv X Ln  |
| Ln | Ln X Cc  | Ln X Pt  | Ln X Sv  | *Ln X Ln |

Cc = *Cantharellus cibarius*

\* Tratamientos Testigos

Pt = *Pisolithus tinctorius*

Sv = *Scleroderma verrucosum*

Ln = *Lepista nuda*

### 2.9 Síntesis aséptica de ectomicorrizas *in vitro*

La síntesis de ectomicorrizas *in vitro* se realizó con plántulas de *Pinus pseudostrobus*.

Se utilizaron cajas de Petri plásticas, las cuales se les corto un triángulo de aproximadamente 0.5 cm del margen de la tapa y de la base. Las cajas contenían 30 ml medio de agua desionizada agar (ADA), el cual no tiene nutrientes y facilita el establecimiento de los hongos micorrícicos en las raíces de las plántulas (Mason, 1980).

Se colocaron 4 discos de 5mm de diámetro de cada una de las especies de los hongos ECM en cajas Petri con MMN y se incubaron a 25°C durante 1 semana. Las plántulas de 1 mes de edad, germinadas en condiciones estériles (ver Figura 3.5), se colocaron dentro de las cajas Petri a través de los orificios realizados, colocándose el sistema radicular bajo el medio de cultivo (ADA), las cajas se sellaron con cinta parafilm y los



orificios se sellaron con lanolina esterilizada, para evitar la entrada de contaminantes y mantener la humedad dentro de la caja.

Se incubaron en una germinadora a una temperatura de 26 °C con un fotoperiodo de 16 horas por 2 meses. Posteriormente se tomarán muestras de raíces para observar la colonización micorrícica.

### 2.10 Síntesis no aséptica de ectomicorrizas

Esta, se realizó con plántulas de *P.pseudostrobus* y *P. culminicola*, las cuales fueron germinadas en contenedores tipo bloque con sustrato de peat moss-perlita en una proporción de 4:1 y mantenidas en el Bosque Escuela de la UANL durante 6 meses. Estas plántulas se inocularon en el mes de junio con los hongos ectomicorrícicos seleccionados y se mantuvieron en el bosque escuela de la UANL durante 2 meses, tiempo óptimo para el establecimiento de los hongos ECM.

Los muestreos para determinar el porcentaje de micorrización, se hicieron mediante el

método visual, el cual consistió en seccionar la raíz de cada una de las plántulas micorrizadas en tres partes revisándose cada una de ellas bajo el microscopio estereoscópico, asignando un valor a cada sector en la base a los rangos ya establecidos (0-25, 25-50, 50-75, 75-100). Enseguida se procedió al reaislamiento de las ectomicorrizas para corroborar su identidad.

### 2.10.1 Diseño experimental

4 hongos ectomicorrícicos ( tratamientos )

2 hospederos

5 repeticiones

| <b>HOSPEDEROS</b> |                               |                               |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                   | <i>Pinus pseudostrobus</i>    | <i>Pinus culminicola</i>      |
| <b>H</b>          |                               |                               |
| <b>O</b>          | <i>Cantharellus cibarius</i>  | <i>Cantharellus cibarius</i>  |
| <b>N</b>          | <i>Pisolithus tinctorius</i>  | <i>Pisolithus tinctorius</i>  |
| <b>G</b>          | <i>Scleroderma verrucosum</i> | <i>Scleroderma verrucosum</i> |
| <b>O</b>          | <i>Lepista nuda</i>           | <i>Lepista nuda</i>           |
| <b>S</b>          | Testigo                       | Testigo                       |

### 2.11 Reaislamiento de ectomicorrizas

Para el reconocimiento de las características del manto fúngico, se extrajo una muestra de ectomicorrizas del interior del medio de cultivo y se colocó en la superficie del

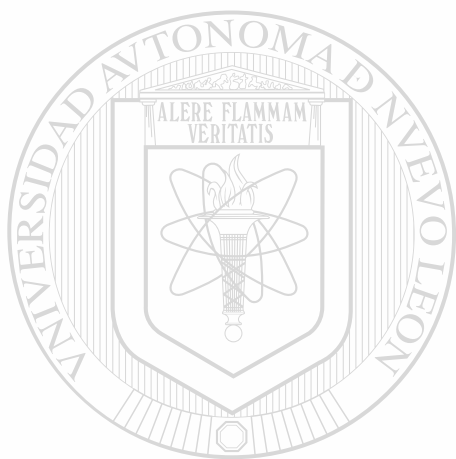
medio MMN de la caja Petri donde se reaislan , después de 3 a 4 días de incubación a

25°C se observó el color del manto y de la colonia. Posteriormente se realizó un análisis microscópico para observar las fibulas.

### 2.12 Producción semimasiva del inóculo de los hongos

Para la producción semimasiva de inóculo se utilizaron 100 frascos de vidrio de 1 litro, los cuales se llenaron a  $\frac{3}{4}$  partes de su capacidad con una mezcla de 4:1 de peat moss-perlita, humedecidas con 200 ml de medio líquido de MMN a 1/10 de su concentración original. Estos se esterilizaron durante 1 hora a 120°C. Una vez fríos los frascos se

inocularon con todo el contenido de una caja Petri con una colonia con crecimiento activo en MMN de cada especie. Los frascos se incubaron a 25°C durante un mes. Cada frasco fue agitado manualmente, con el fin de fragmentar el micelio y activar el crecimiento del mismo (ver Figura 2.1 y 2.2).



# UANL

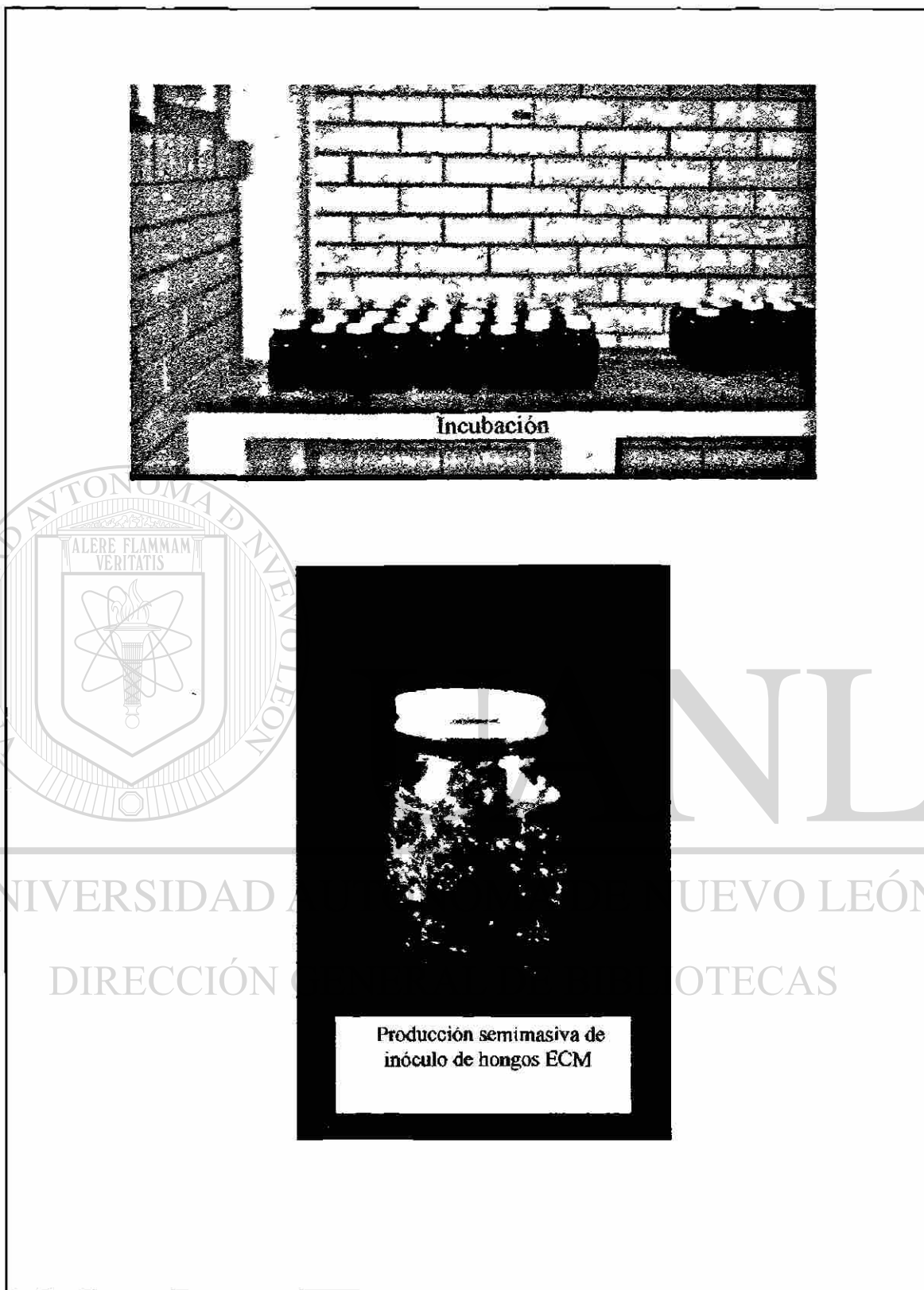
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**Figura 2.1 Inoculación de frascos para producción de inóculo**



**Fig 2.2 Producción semimasiva de inóculo**

### 2.13 Competencia por establecimiento en vivero

Se realizó la siembra de las semillas en contenedores, utilizando un sustrato artificial de peat moss-perlita. Las plántulas se mantuvieron en el vivero Bosque Escuela por 6 meses. Posteriormente las plántulas de *P. pseudostrobus* y *P. culminicola* se inocularon con 27.6 gr del inóculo producido en frascos de cada una de las especies de hongos ectomicorrícicos seleccionados en la proporción 50/50 de peat moss- perlita y la cepa del hongo. Transcurridos 2 meses, el tiempo necesario para el establecimiento de los hongos ECM, se realizaron muestreos sin reemplazamiento cada mes durante 3 meses con 5 repeticiones, donde se tomaron los siguientes parámetros: altura de la plántula, diámetro del cuello de la raíz, largo del sistema radicular, porcentaje de micorrización, peso fresco y peso seco de la parte aérea y el sistema radicular. Esto con el propósito de comparar el desarrollo en el tiempo de los diferentes tratamientos en las plántulas inoculadas y el testigo. Para los muestreos se seleccionaron cinco plántulas al azar por tratamiento.

### 2.13.1 Diseño experimental

2 hospederos  
 5 repeticiones  
 12 tratamientos

| HOSPEDEROS |                          |                            |
|------------|--------------------------|----------------------------|
|            | <i>Pinus culminicola</i> | <i>Pinus pseudostrobus</i> |
| T          | A                        | A                          |
| R          | B                        | B                          |
| A          | C                        | C                          |
| T          | D                        | D                          |
| A          | AxB                      | AxB                        |
| M          | BxC                      | BxC                        |
| I          | CxD                      | CxD                        |
| E          | AxC                      | AxC                        |
| N          | BxD                      | BxD                        |
| T          | AxD                      | AxD                        |
| O          | AxBxCxD                  | AxBxCxD                    |
| S          | E                        | E                          |

A= *Cantharellus cibarius*  
 B= *Scleroderma verrucosum*  
 C= *Lepista nuda*  
 D= *Pisolithus tinctorius*  
 E= *Testigo*

### 2.13.2 Parámetros medidos

#### a) Porcentaje de micorrización

Método visual: Se observó el sistema radicular de cada plántula por el método visual, seccionándose este en tres estratos, superior, medio e inferior, asignándose un

porcentaje para cada estrato, tal porcentaje se obtiene ubicando cada estrato dentro del rango mencionado en la sección 2.8. Para obtener el porcentaje de micorrización total para cada plántula se realizó la sumatoria de las medias de los tres estratos y se dividió entre tres.

b) **Altura de las plántulas:** Se midió a partir del cuello de la raíz a 5 cm del suelo hasta el meristemo apical.

c) **Diámetro del cuello de la raíz:** Se midió con un vernier (mm) en las plántulas muestreadas.

d) **Largo del sistema radicular:** Las plántulas se sacaron de las macetas cuidadosamente, el sistema radicular se midió con una cinta métrica.

e) **Peso fresco y peso seco de la parte aérea y radicular:** Se midió el peso fresco de ambos con una balanza analítica. Los sistemas de ambos se secaron en un horno a 80° C por 24 hrs y se midió el peso seco de igual manera con una balanza analítica.



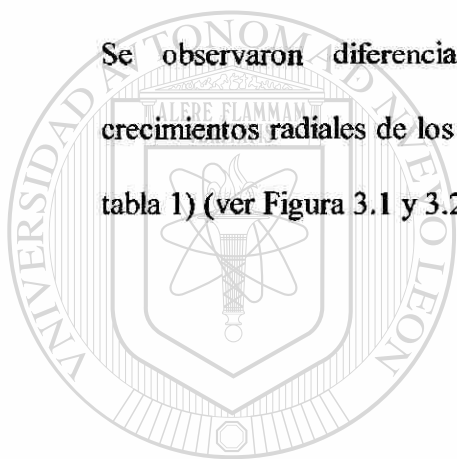
## CAPÍTULO 3

### RESULTADOS

#### 3.1 Crecimiento y caracterización de cultivos puros de los hongos seleccionados

Uno de los requerimientos fundamentales para el entendimiento de las ectomicorrizas en los ecosistemas, es obtener la caracterización e identificación de las diferentes formas que se presentan ( Miller *et al.*, 1983). Para este experimento se procedió como se menciona en la sección 2.7.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes crecimientos radiales de los 4 hongos ectomicorrícicos  $P > F = .0001$  (ver apéndice A tabla 1) (ver Figura 3.1 y 3.2).



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**Tabla 3.1. Características de crecimiento *in vitro* en medio de MMN modificado, a un pH de 6.4 y a una temperatura de 30° C en 10 días**

| Especie                       | Colonia   | Crecimiento x día | Color del medio                                       | Diámetro y Características   | Rx. KOH Y Melzer                                     | Fibulas    |
|-------------------------------|---|-------------------|---|--|--|------------|
| <i>Lepista nuda</i>           | Micelio blanco, centro con tintes violáceos   | 0.075-2.2555 cm   | No presenta cambios de coloración                     | 2-6 µm pared delgadas, lisas, septadas, no ramificadas   | hialinas en KOH y ligeramente dextrinoides en Melzer | Abundantes |
| <i>Scleroderma verrucosum</i> | Micelio color blanco algodonoso   | 0.155-3.4052 cm   | No presenta cambios de coloración                     | 1.6-3.2 µm Pared delgada, ramificadas, septadas  | hialinas en KOH y ligeramente dextrinoides en Melzer | Abundantes |
| <i>Pisolithus tinctorius</i>  | Micelio color café amarillento claro al inicio, más oscuro y rojizo con la edad algodonoso  | 0.0125-0.572 cm   | El medio de cultivo se tiñe de color café amarillento | 3.2-6.4 µm Moderadamente gruesas, septadas y ramificadas, granulaciones en las hifas                   | Ligeramente dextrinoides en KOH y Melzer             | Abundantes |
| <i>Cantharellus cibarius</i>  | Micelio color anaranjado claro, oscureciéndose con la edad, crecimiento gelatinoso, inmerso sobre el medio de cultivo<br>Formación de esclerocios | 0.1-0.72 cm       | El medio se tiñe de color café amarillento oscuro     | 2.4-5.6 µm hifas septadas, embebidas en una capa gelatinosa, incrustaciones en la pared de 8.8-12.0 µm | hialinas en KOH y Melzer                             | Abundantes |

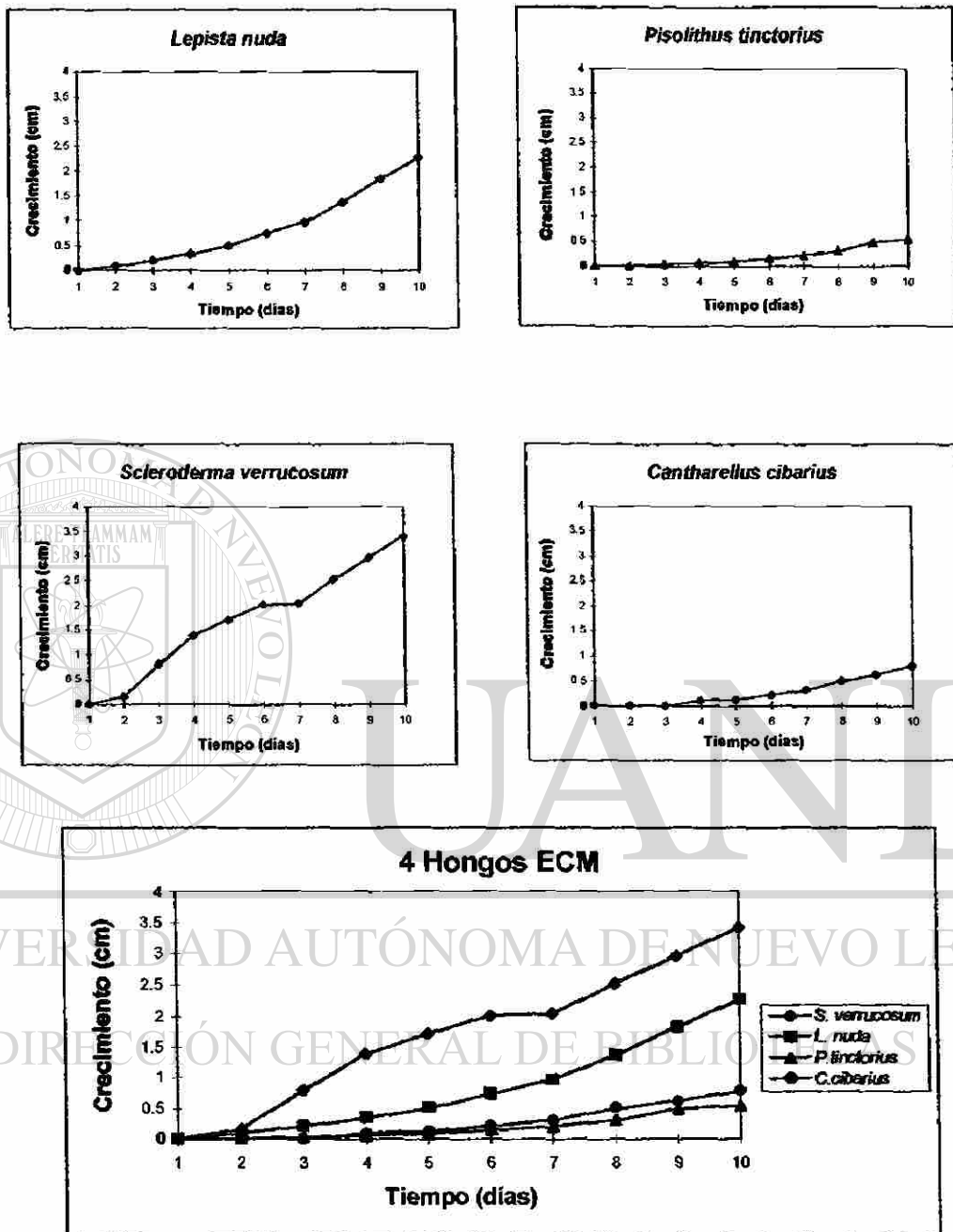


Figura 3.1 Media del crecimiento *in vitro* de las especies seleccionadas en medio de Melin Norkans modificado

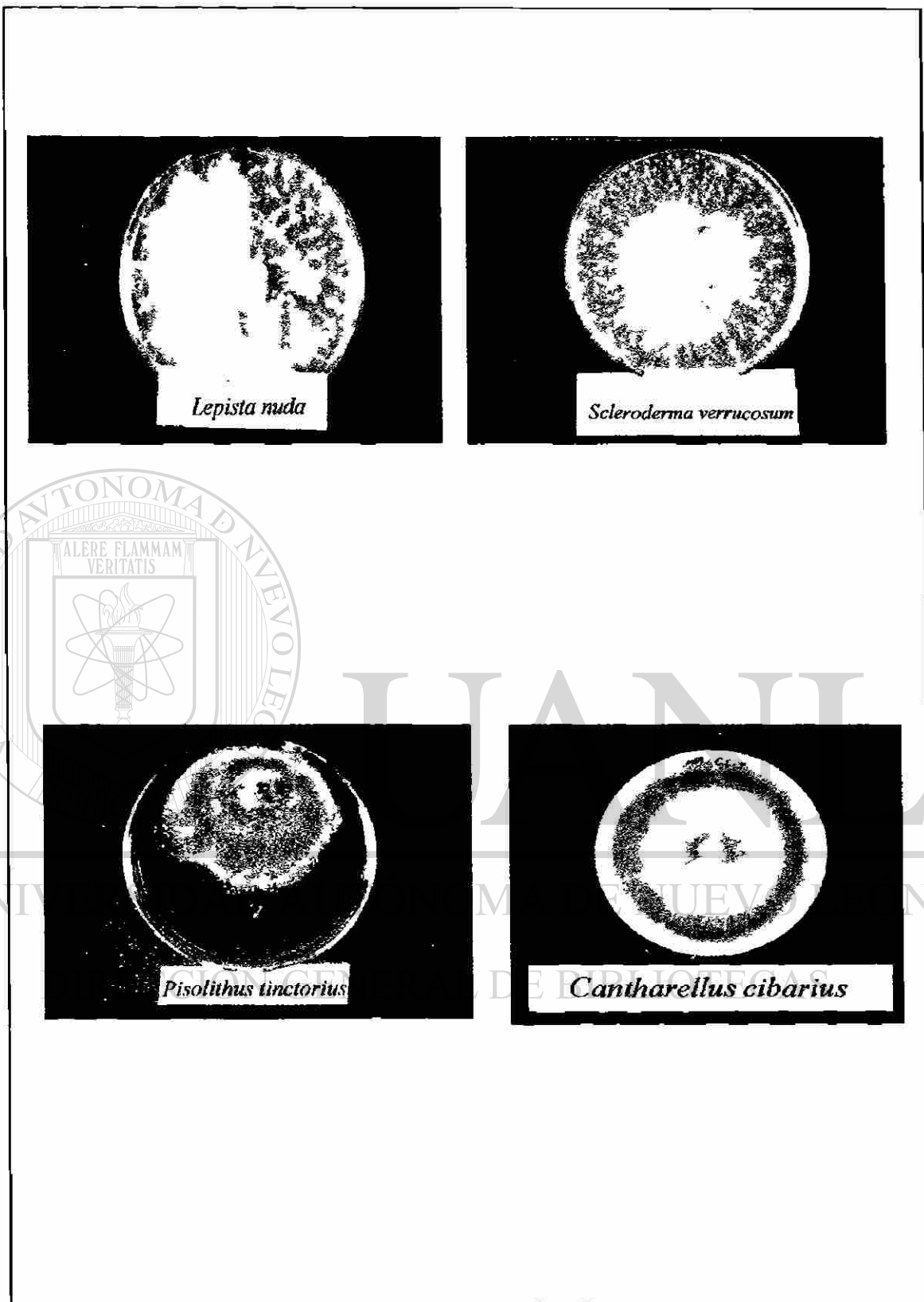


Figura 3.2 Cultivos puros de las especies de hongos ectomicorrícicos obtenidos.

### 3.2 Interacciones de cultivos *in vitro*

Los pareados de cepas se realizaron como se describe en la sección 2.8 y después de 6 semanas de haberse realizado los pareados se observaron las siguientes interacciones:

#### 3.2.1 *Lepista nuda* x especies

*L. nuda* creció sobre la colonia de *P. tinctorius*, *S. verrucosum* inhibió el crecimiento de *L. nuda*. En la combinación de *L. nuda* con *C. cibarius* se formó una línea de separación entre las colonias sin ocurrir sobrecrecimiento (ver tabla 3.2). En el pareado de *L. nuda* con *P. tinctorius* se observaron las hifas de *L. nuda* retorcidas y con las puntas ligeramente redondeadas, las hifas de *P. tinctorius* presentan gran cantidad de fíbulas y un aspecto deformado. En el pareado con *S. verrucosum* las hifas de *L. nuda* presentan gran cantidad de fíbulas y puntas redondeadas; las hifas de ambos se entremezclan, diferenciándose perfectamente entre sí ( ver tabla 3.2 ).

#### 3.2.2 *Scleroderma verrucosum* x especies

*S. verrucosum* creció sobre *P. tinctorius* inhibiéndolo. *S. verrucosum* creció más rápido que *L. nuda* con sobrecrecimiento. Por otro lado *S. verrucosum* inhibió el crecimiento de *C. cibarius*, observándose también sobrecrecimiento (ver tabla 3.2).

En el pareado de *L. nuda* con *P. tinctorius*, las hifas de *L. nuda* se observan abundantes fíbulas, tienen puntas de las hifas redondeadas y sobresalen hifas retorcidas. Por otro lado, en las hifas de *P. tinctorius* se observan pocas fíbulas. En el pareado con *C. cibarius* se diferencian las hifas de *C. cibarius* en una capa gelatinosa y las hifas de

*S. verrucosum* se observan más oscuras al KOH, retorcidas con las puntas ensanchadas y presencia de fibulas (ver tabla 3.2).

### 3.2.3 *Pisolithus tinctorius* x especies

*L. nuda* inhibió el crecimiento de *P. tinctorius*. De igual manera *S. verrucosum* inhibió el crecimiento de *P. tinctorius* observándose pigmentación de color café claro en el medio de cultivo. Por otro lado *P. tinctorius* creció sobre la colonia de *C. cibarius*, sin detener su crecimiento y *C. cibarius* continuó creciendo inmerso en el medio de cultivo (ver tabla 3.2). En el pareado de *P. tinctorius* con *L. nuda* se observan abundantes fibulas en la hifas de *L. nuda*, en las hifas de *P. tinctorius* se observan gran número de granulaciones adheridas, además de algunas hifas con lisis y dobladas. En el caso del pareado con *S. verrucosum* no se observan granulaciones adheridas a las hifas de *P. tinctorius* (ver tabla 3.2).

### 3.2.4 *Cantarellus cibarius* x especies

*S. verrucosum* inhibió el crecimiento de *C. cibarius*. Con *L. nuda* se formó una línea de separación entre ambos, sin presentar sobrecreciendo solamente provocó un lento crecimiento de *C. cibarius*. En el caso del pareado con *P. tinctorius*, *C. cibarius* creció por abajo de *P. tinctorius*, observándose el crecimiento de ambos en la misma velocidad sin ninguna interacción negativa (ver tabla 3.2). En el pareado con *L. nuda*, se distinguen las hifas de *C. cibarius* en una capa gelatinosa, observándose pocas fibulas. En el pareado con *P. tinctorius* las hifas tienen gran cantidad de fibulas, las hifas se observan grandes y deformes (ver tabla 3.2).

**Tabla 3.2 Zona de interacción**

| Tratamientos de spp *** | Tipo de interacción y especie dominante * | Hifas de contacto ** |
|-------------------------|---|----------------------|
| Ln X Sv                 | Ant 3(Sv)                                 | a, b                 |
| Ln X Pt                 | Ant 1 (Ln)                                | e,f                  |
| Ln X Cc                 | Sin 2,5                                   | h                    |
| Sv X Ln                 | Ant 1 (Sv)                                | a, b, g              |
| Sv X Pt                 | Ant 1 (Sv)                                | d, a,                |
| Sv X Cc                 | Ant 1(Sv)                                 | c                    |
| Pt X Sv                 | Ant 3(Sv)                                 | d, g                 |
| Pt X Ln                 | Ant 3(Ln)                                 | e,f,                 |
| Pt X Cc                 | Sin 2, 5                                  | a                    |
| Cc X Sv                 | Ant 3(Sv)                                 | c                    |
| Cc X Ln                 | Ant 2, 4                                  | f                    |
| Cc X Pt                 | Sin 2, 5                                  | a                    |

\* Tipo de interacción

- 1.- Sobrecrecimiento
- 2.- Sin sobrecrecimiento
- 3.- Inhibición del crecimiento
- 4.- Zona limitante
- 5.- Crecimiento por abajo sin inhibición

\*\*\* Especies

Cc= *Cantharellus cibarius*  
 Pt= *Pisolithus tinctorius*  
 Sv= *Scleroderma verrucosum*  
 Ln= *Lepista nuda*

\*\* Hifas de contacto

- a=Hifas retorcidas  
 b=Puntas con terminaciones redondeadas  
 c=Embebidas en una capa gelatinosa  
 d=Hifas oscuras  
 e=Hifas con granulaciones  
 f=Lisis de Hifas  
 g=Hifas deformes

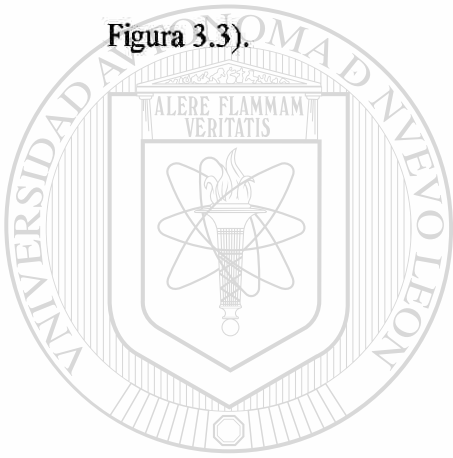
Sin. = Sinergismo  
 Ant. = Antagonismo

### 3.3 Síntesis aséptica de ectomicorrizas *in vitro*

La síntesis *in vitro* se realizó en cajas de Petri como se menciona en la sección 2.9 con cada una de las especies de los hongos ectomicorrícicos y *P. pseudostrobilus*. Este experimento no se logró realizar con el hospedero *P. culminicola*, ya que no se obtuvo germinación de las semillas en condiciones *in vitro*.

En cuanto a los resultados se observaron los primeros estadios de la colonización ectomicorrícica en el hospedero *P. pseudostrobilus* con las 4 especies de los hongos (ver

Figura 3.3).



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





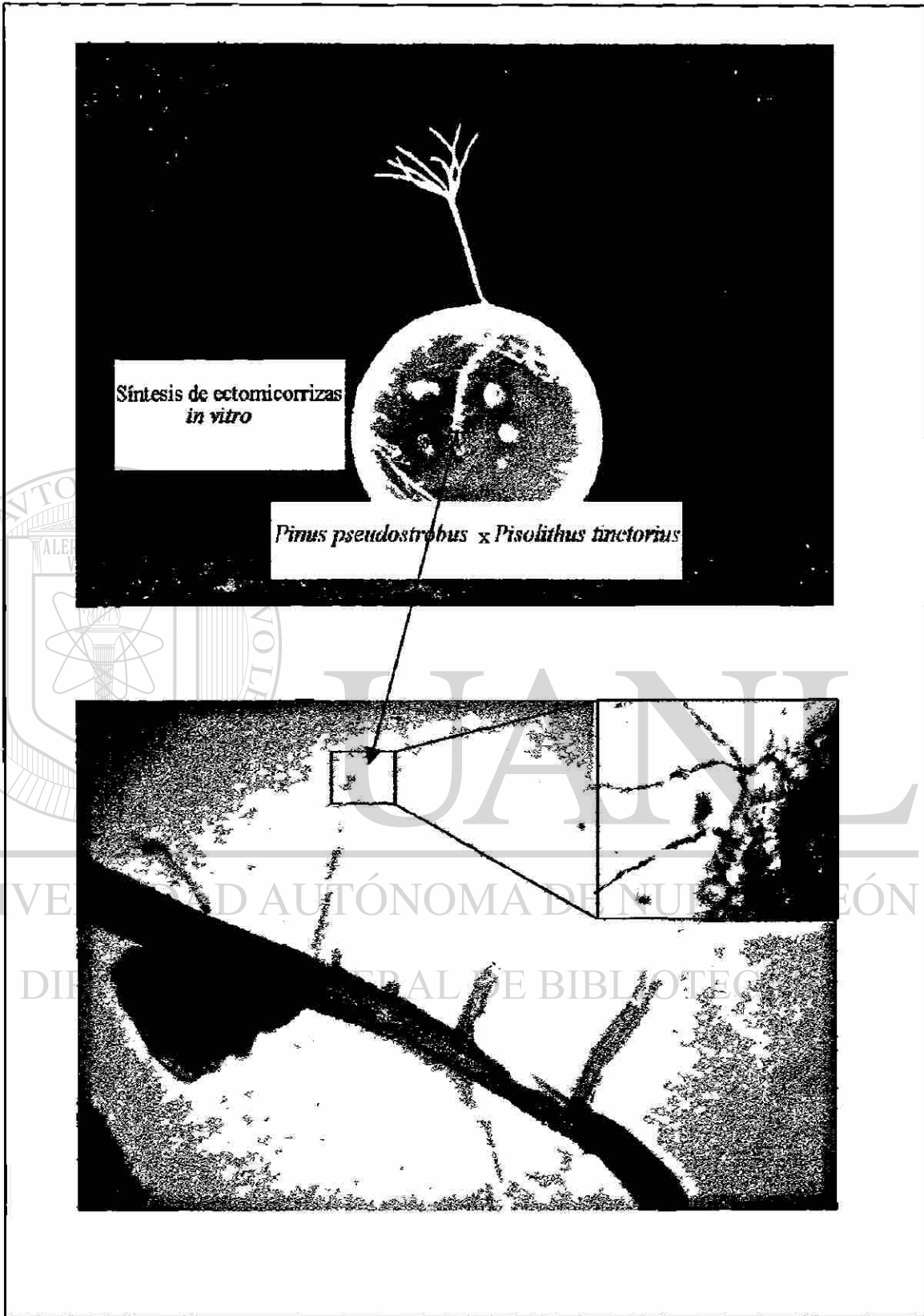
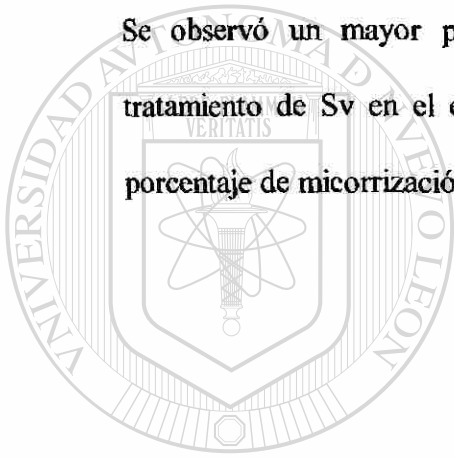


Figura 3.3 Síntesis *in vitro*: Estadios iniciales en la colonización de *Pisolithus tinctorius* en *Pinus pseudostrobus*.

### 3.4 Síntesis no aséptica de ectomicorrizas

El experimento se llevó a cabo como se menciona en el capítulo 2.10 (ver datos en apéndice B tabla 1 y 2). Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para el porcentaje de micorrización de *P. pseudostrobis*  $Pr>F= .0003$  (ver Figura 3.4 y apéndice C tabla 1) Asimismo, se observaron diferencias estadísticamente significativas para *P. culminicola*  $Pr>F=4533$  (ver Figura 3.5 y apéndice C tabla 2) la síntesis no aséptica con respecto al porcentaje de micorrización. Se observó un mayor porcentaje de micorrización en *P. pseudostrobis* con el tratamiento de Sv en el estrato superior. En el hospedero *P. culminicola* el mayor porcentaje de micorrización se obtuvo con el tratamiento Ln en el estrato superior.

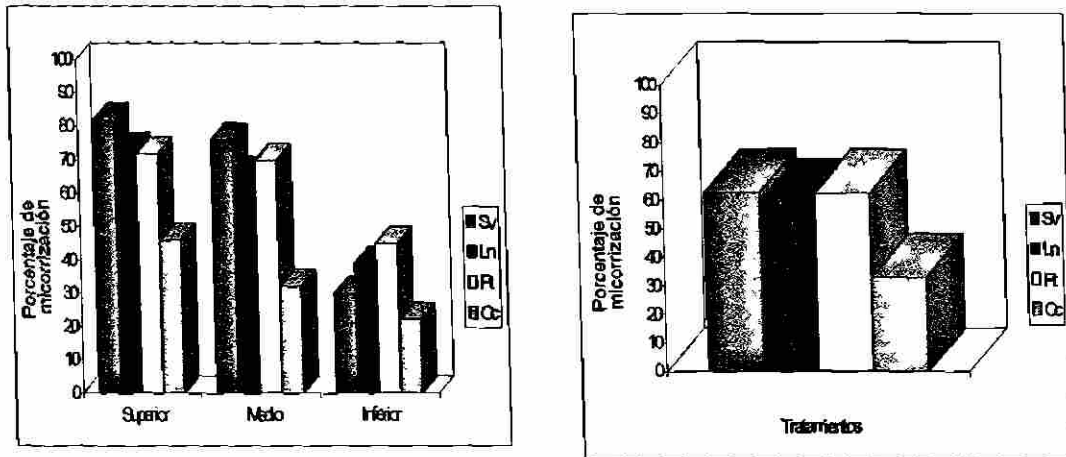


# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





*Pinus pseudostrobus*

Figura 3.4 Síntesis no aséptica: Porcentaje de micorrización por estratos y total

*Pinus culminicola*

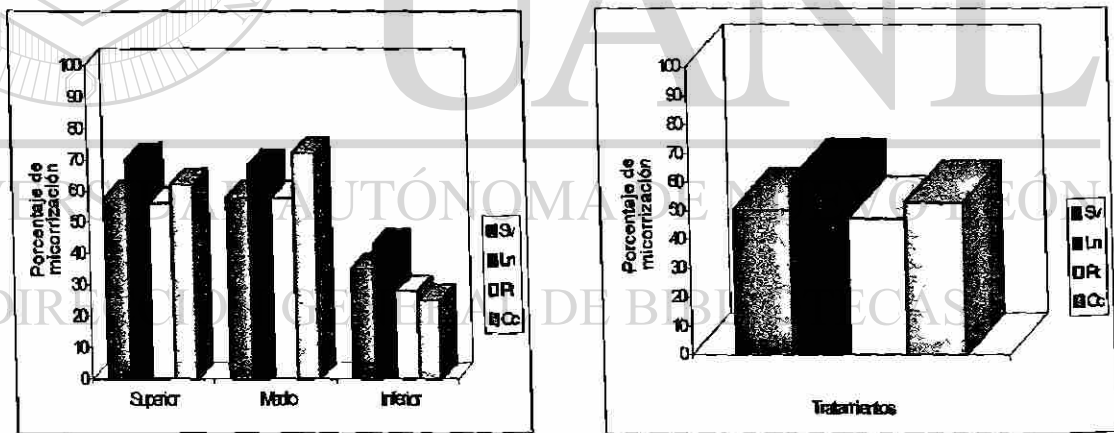


Figura 3.5 Síntesis no aséptica: Porcentaje de micorrización por estratos y total

**3.4.1 Descripción de las ectomicorrizas**

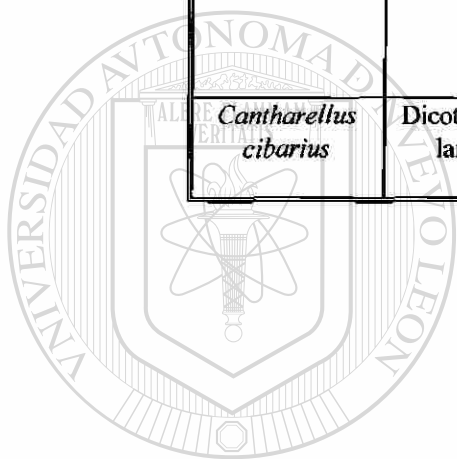
Se observaron diferentes tipos morfológicos de ectomicorrizas, variando desde simples, bifurcadas largas y cortas, dicotómicas, ramificadas, hasta coraloideas en los dos hospederos *P. pseudostrobus* (ver tabla 3.3, Figura 3.6) y *P. culminicola* (ver tabla 3.4, Figura 3.7).

**Tabla 3.3 Ectomicorrizas en *Pinus pseudostrobus***

| <b>Especie</b>                | <b>Forma</b>  | <b>Color</b>   | <b>Red Hartig</b> | <b>Manto</b>       | <b>Fíbulas</b> |
|-------------------------------|---|--|-------------------|--------------------|----------------|
| <i>Lepista nuda</i>           | ramificada dicotómica, coraloide                          | Café claro   | Bien desarrollada | color blanco       | Infrecuentes   |
| <i>Scleroderma verrucosum</i> | Dicotómica o bifurcadas cortas                            | Café claro a oscuro, puntas más claras                     | Bien desarrollada | color blanco       | Abundantes     |
| <i>Pisolithus tinctorius</i>  | Dicotómicas o bifurcadas largas, algunas casi coraloideas | Café claro doradas, otras más oscuras cuando están maduras | Bien desarrollada | color café oscuro  | Abundantes     |
| <i>Cantharellus cibarius</i>  | Simple y largas, algunas bifurcadas                       | Café oscuro  | Bien desarrollada | color café doradas | Infrecuentes   |

Tabla 3.4 Ectomicorrizas en *Pinus culminicola*

| Especie                       | Forma                           | Color  | Red Hartig        | Manto             | Fíbulas      |
|-------------------------------|---------------------------------|--|-------------------|-------------------|--------------|
| <i>Lepista nuda</i>           | Ramificada tipo coraloide       | Café claro   | Bien desarrollada | Poco desarrollado | Infrecuentes |
| <i>Scleroderma verrucosum</i> | Bifurcadas o dicotómicas cortas | Café oscuro  | Bien desarrollada | Poco desarrollado | Infrecuentes |
| <i>Pisolithus tinctorius</i>  | De simples a bifurcadas largas  | Café claro doradas, otras más oscuras cuando están maduras | Bien desarrollada | Poco desarrollado | Abundantes   |
| <i>Cantharellus cibarius</i>  | Dicotómicas largas              | Café oscuro  | Bien desarrollada | Poco desarrollado | Infrecuentes |

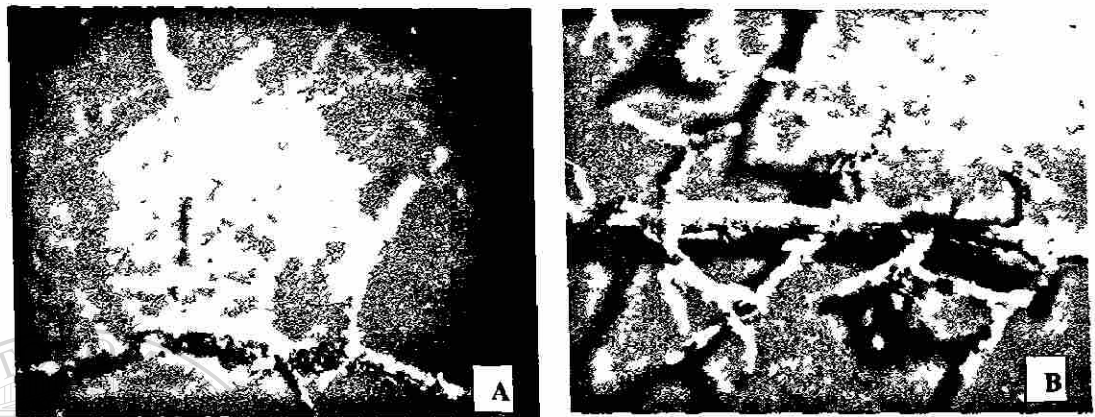


# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

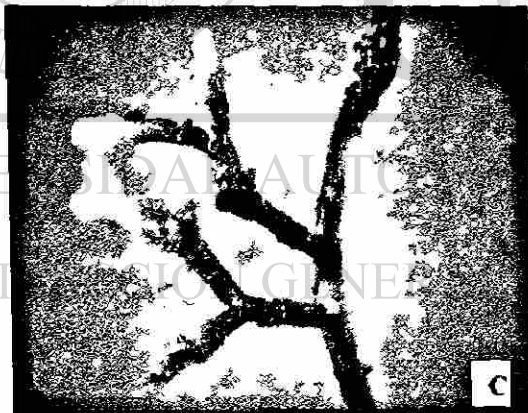


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

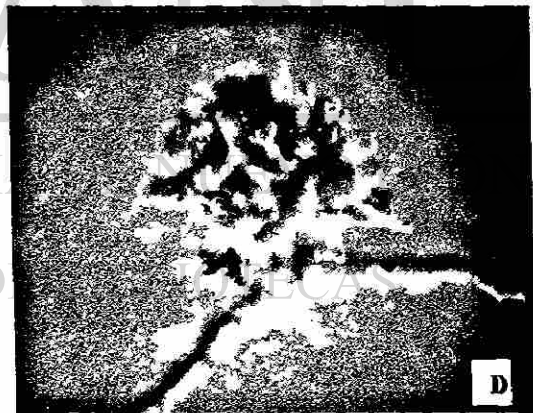


*Pisolithus tinctorius*

*Scleroderma verrucosum*

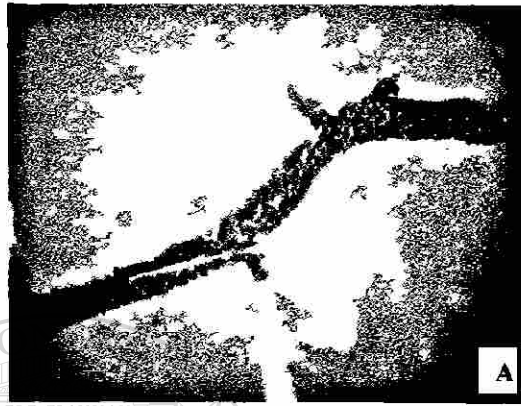


*Cantharellus cibarius*



*Lepista nuda*

Figura 3.6 Tipos morfológicos de ectomicorrizas de *Pinus pseudostrobus*: A) bifurcadas largas, B) bifurcadas cortas, C) dicotómicas, D) coraloides.



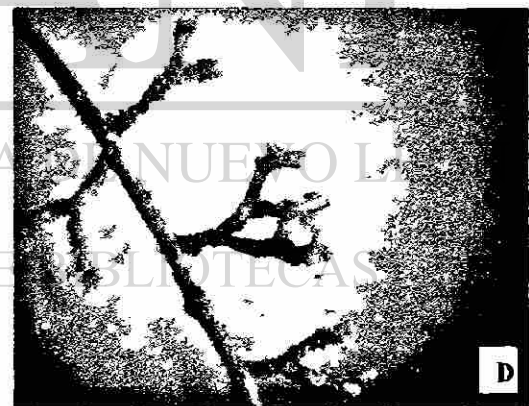
*Cantharellus cibarius*



*Scleroderma verrucosum*

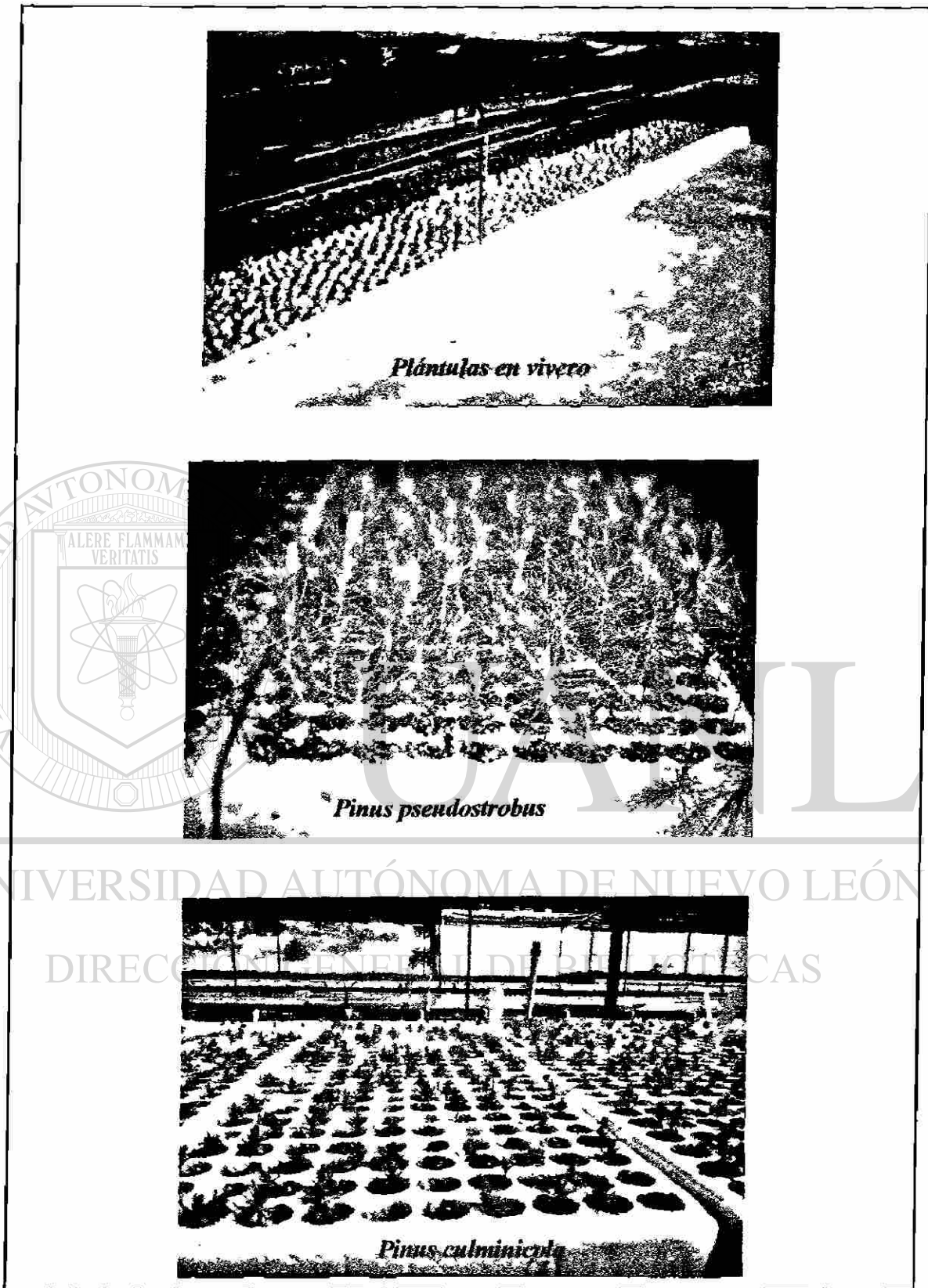


*Pisolithus tinctorius*



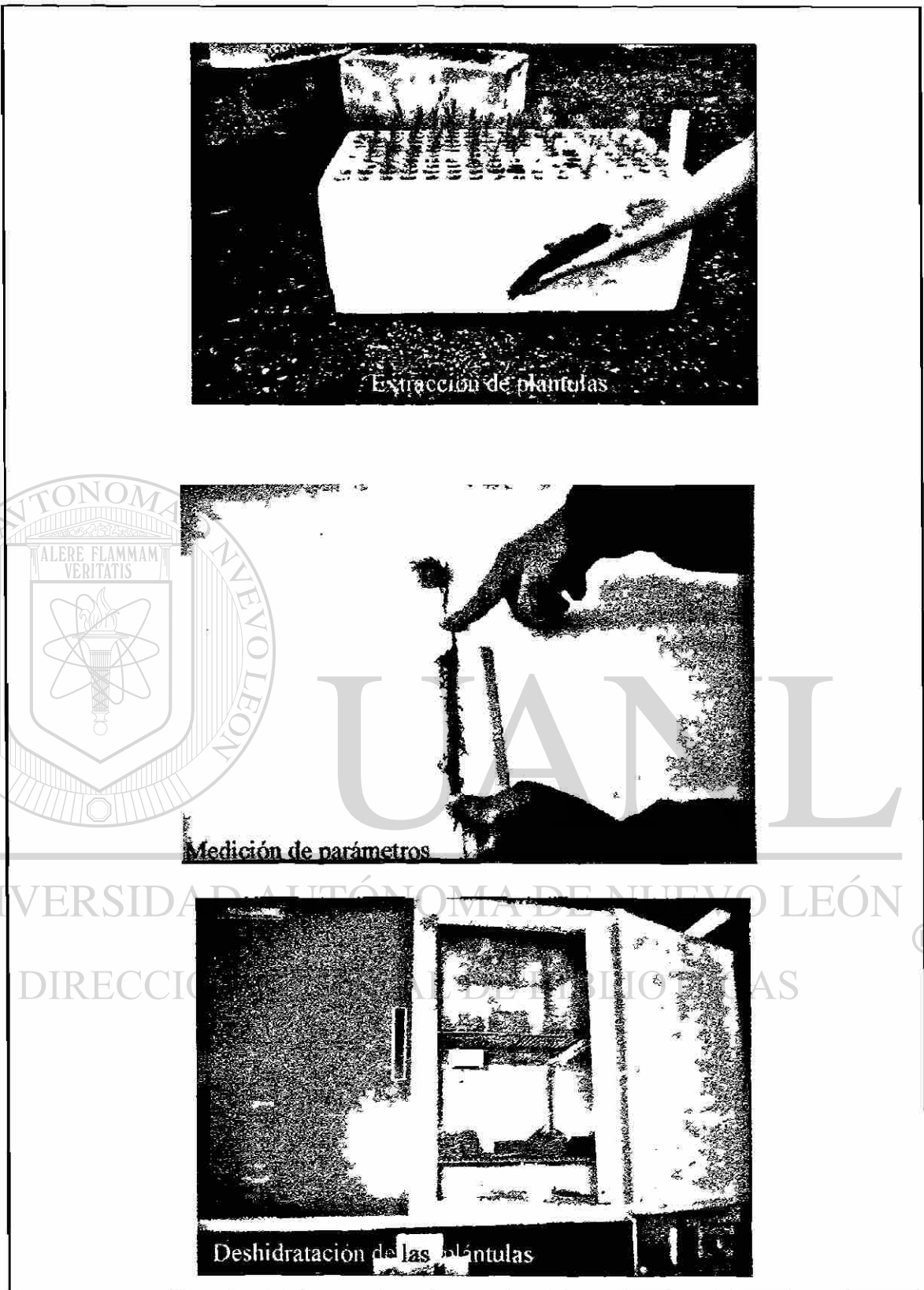
*Lepista nuda*

Figura 3.7 Tipos morfológicos de ectomicorrizas de *Pinus culminicola*: A) bifurcadas cortas, B) bifurcadas cortas, C) bifurcadas largas, D) dicotómicas



**Figura 3.8 Inoculaciones individuales y mixtas en vivero en plántulas de *P. pseudostrobus* y *P. culminicola*.**





**Figura 3.9** Procedimientos para toma de datos en las plántulas inoculadas con los diferentes tratamientos

### 3.5.1 *Pinus pseudostrobus*

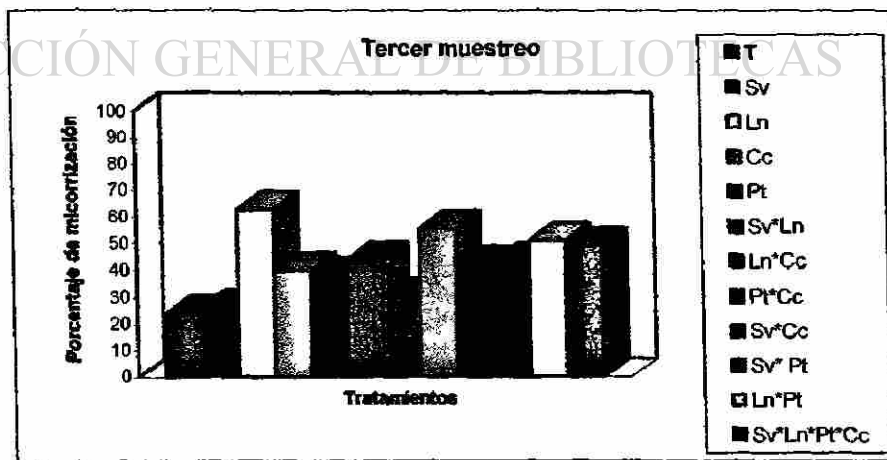
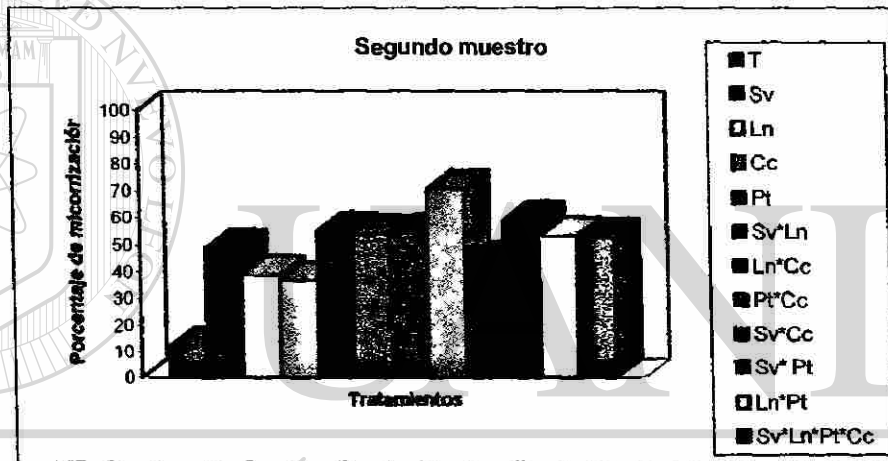
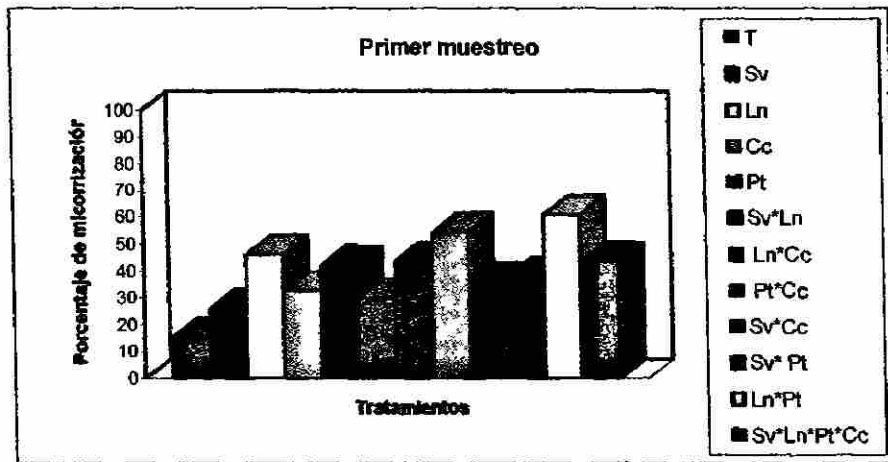
#### 3.5.1.1 Porcentaje de micorrización

**Primer muestreo** el tratamiento Ln x Pt presentó el mayor porcentaje de micorrización, los otros mostraron el siguiente orden descendente de micorrización Pt x Cc; Ln; Ln x Cc; todos; Pt; Sv x Pt; Sv x Cc; Cc; Sv x Ln; Sv y finalmente el tratamiento testigo mostró el menor porcentaje de micorrización (ver apéndice D tabla 1 Figura 3. 10 ).

**Segundo muestreo** el tratamiento Pt x Cc presentó el mayor porcentaje de micorrización, los demás tratamientos mostraron el siguiente orden de mayor a menor: Sv x Pt, en segundo lugar Ln x Cc; Pt; Sv x Ln, en el tercer lugar Ln x Pt y el tratamiento de todos; Sv; Sv x Cc; Ln; Cc; y el último lugar el tratamiento testigo (ver apéndice D tabla 2 y Figura 3.10).

**Tercer muestreo** el tratamiento individual de Ln presentó el mayor porcentaje de micorrización, los otros mostraron el siguiente orden descendente: Pt x Cc; Ln x Pt; todos; Sv x Ln; Sv x Pt; Sv x Cc; Cc; Pt; Ln x Cc; Sv observándose el valor más bajo de micorrización para el tratamiento testigo (ver apéndice D tabla 3, Figura 3. 10). Se observaron diferencias estadísticamente significativas en los porcentajes de micorrización para cada uno de los tratamientos en los tres muestreos; un  $Pr>F= .0003$  (ver apéndice F tabla 1)  $Pr>F= .0001$  (ver apéndice G tabla 1) y  $Pr>F= .0010$  (ver apéndice H tabla 1) respectivamente.

*Pinus pseudostrobus*



**Figura 3.10** Porcentaje de micorrización de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.1.2 Altura de las plántulas

**Primer muestreo** se encontró una mayor altura de las plántulas inoculadas con Sv x Ln, el menor crecimiento fue para el tratamiento de Sv x Pt, los otros tratamientos muestran el siguiente patrón de desarrollo de mayor a menor: Pt; Sv x Cc; Ln x Cc; Cc; todos; Pt x Cc; Ln; T; Sv (ver apéndice D tabla 1 Figura 3.11).

**Segundo muestreo** se observó una altura notablemente mayor en las plántulas inoculadas con el tratamiento individual de Cc, los otros mostraron en el siguiente orden de mayor a menor: Sv x Ln; Sv x Pt; Pt; todos; Ln x Cc; Ln; Sv; Pt x Cc; Sv x Cc; Ln x Pt y finalmente el tratamiento testigo (ver apéndice D tabla 2 y Figura 3.11).

**Tercer muestreo** se observaron valores muy similares para todos los tratamientos. Sin embargo tuvieron una mayor altura las plántulas inoculadas con el tratamiento mixto de Sv x Ln x Pt x Cc, el menor crecimiento ocurrió en el tratamiento Pt x Cc; los otros tratamientos mostraron el siguiente patrón de mayor a menor Sv; Ln; Sv x Cc; Ln x

Cc; Cc; Sv x Ln; Pt; Sv x Pt; Ln x Pt; T (ver apéndice D tabla 5, Figura 3.11).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en las alturas de las plántulas de los tres muestreos con  $Pr>F= .0367$  para el primero (ver apéndice F tabla 2), con  $Pr>F= .4183$  para el segundo (ver apéndice G tabla 2), y con  $Pr>F= .0010$  para el tercer muestreo (ver apéndice H tabla 2).

*Pinus pseudostrobus*

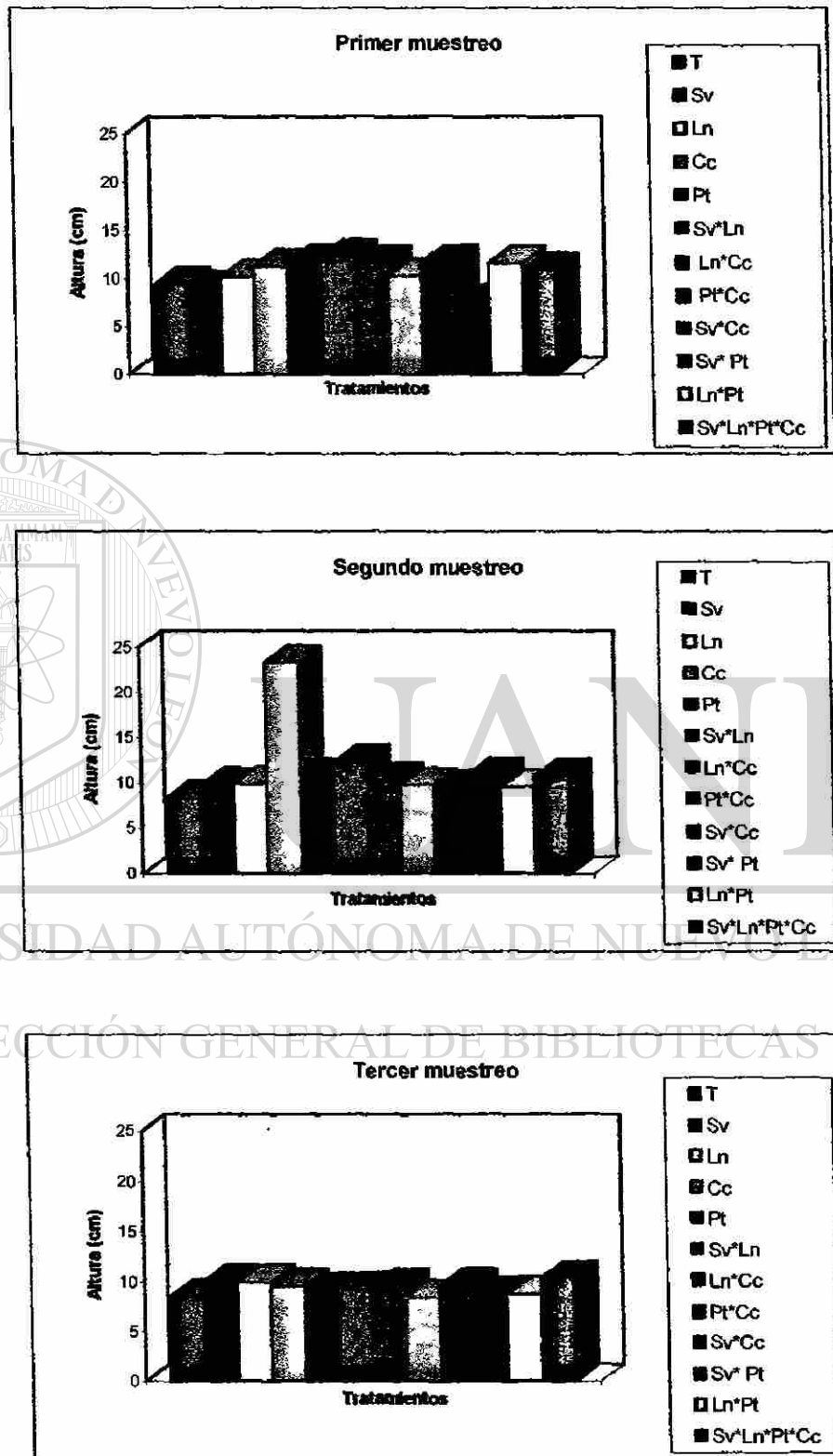


Figura 3. 11 Altura de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.1.3 Diámetro del cuello de la raíz

**Primer muestreo** se observó un patrón muy similar entre los tratamientos ocurriendo el mayor valor del diámetro del cuello de la raíz en las plántulas inoculadas con el tratamiento de Ln x Pt y el valor más bajo del diámetro del cuello de la raíz en Sv x Pt, los otros tratamientos siguieron el siguiente orden de mayor a menor: Ln; Sv; Pt; Ln x Cc; Pt x Cc; Sv x Cc; T; Cc; Sv x Ln; y todos (ver apéndice D tabla 1 Figura 3.12).

**Segundo muestreo** el mayor valor del diámetro del cuello de la raíz en las plántulas inoculadas fue obtenido por el tratamiento de Sv y el valor más bajo del diámetro del cuello de la raíz en Ln, los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Sv x Ln; Sv x Pt; T; Pt; todos; Cc; Pt x Cc; Ln x Cc; Sv x Cc y Ln x Pt ( ver apéndice D tabla 2 y Figura 3. 12 ).

**Tercer muestreo** se observó el mayor diámetro del cuello de la raíz las inoculadas con los tratamientos de Ln y Sv x Cc y un valor menor del diámetro del cuello de la raíz en el tratamiento testigo, en los otros tratamientos se observó el siguiente orden descendente: Pt x Cc; todos; Sv; Sv x Pt; Ln x Pt; Sv x Ln; Cc; Pt; Ln x Cc (ver apéndice D tabla 3, Figura 3.12).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el diámetro del cuello de la raíz en los tres muestreos con  $Pr>F= .1673$  en el primer muestreo (ver apéndice F tabla 3), con  $Pr>F= .2705$  en el segundo (ver apéndice G tabla 3), y con  $Pr>F= .2438$  en el tercero (ver apéndice H tabla 3).

*Pinus pseudostrobus*

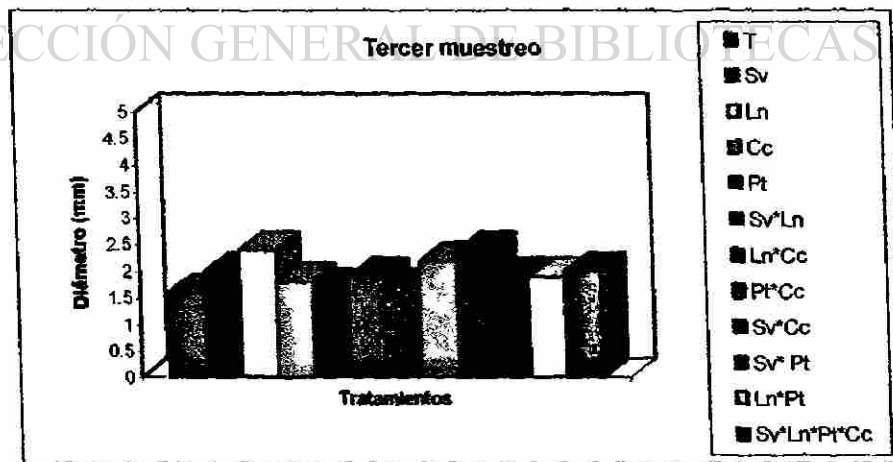
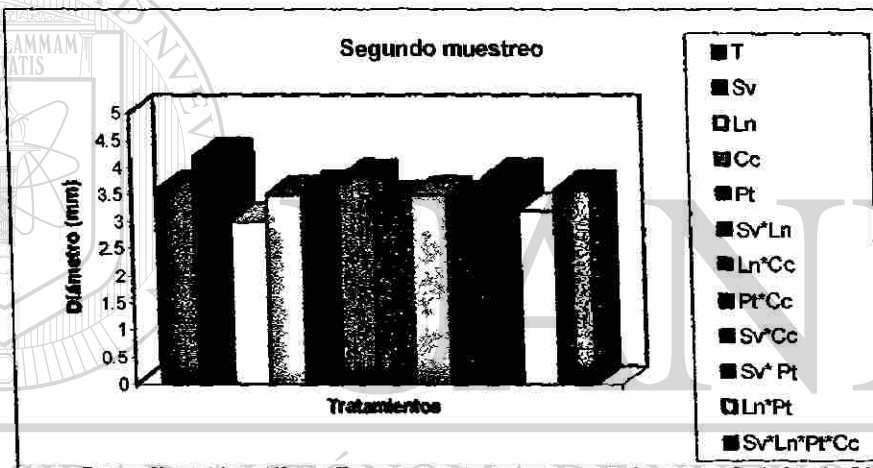
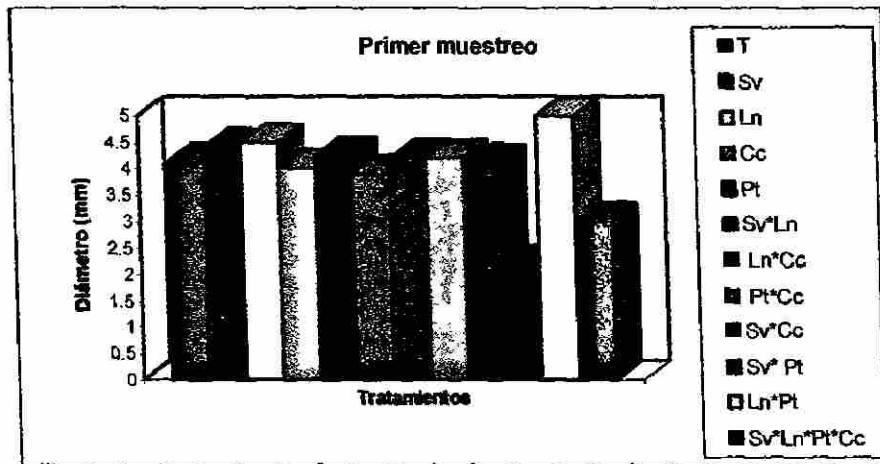


Figura 3.12 Diámetro del cuello de la raíz de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.1.4 Largo del sistema radicular

**Primer muestreo** el valor mayor se observó en las plántulas inoculadas con el tratamiento de Pt x Cc, el menor crecimiento de la raíz se observó notoriamente el tratamiento de Sv x Pt, los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Ln x Cc; Ln; Pt; Sv x Ln; Sv; Cc; todos; T; Ln x Pt; Sv x Cc (ver apéndice D tabla 1 Figura 3.13).

**Segundo muestreo** el mayor valor se observó en las plántulas inoculadas con el tratamiento de Pt x Cc, el menor crecimiento de la raíz se observó en el tratamiento de Sv x Ln, los otros tratamientos resultaron semejantes, mostrando el siguiente orden de mayor a menor: Pt; todos; Cc; Sv x Pt; Ln; T; Ln x Cc; Ln x Pt; Sv; Sv x Cc (ver apéndice D tabla 2 y Figura 3.13 ).

**Tercer muestreo** los tratamientos mostraron mucha variación en sus valores, sin embargo el mayor se observó en las plántulas inoculadas con el tratamiento de Ln, y el menor crecimiento de la raíz se observó notoriamente en el tratamiento de Sv x Ln, los

otros tratamientos mostraron el siguiente patrón descendente: Cc; Ln x Pt; Sv; todos; T; Pt x Cc; Sv x Pt; Sv x Cc; Pt; Ln x Cc (ver apéndice D tabla 3, Figura 3.13).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas del largo del sistema radicular para cada uno de los tratamientos en los tres muestreos realizados con  $Pr > F = .0004$  en el primer muestreo (ver apéndice F tabla 4), con  $Pr > F = .4292$  en el segundo muestreo (ver apéndice G tabla 4) y con  $Pr > F = .1649$  en el tercer muestreo (ver apéndice H tabla 4).



*Pinus pseudostrabus*

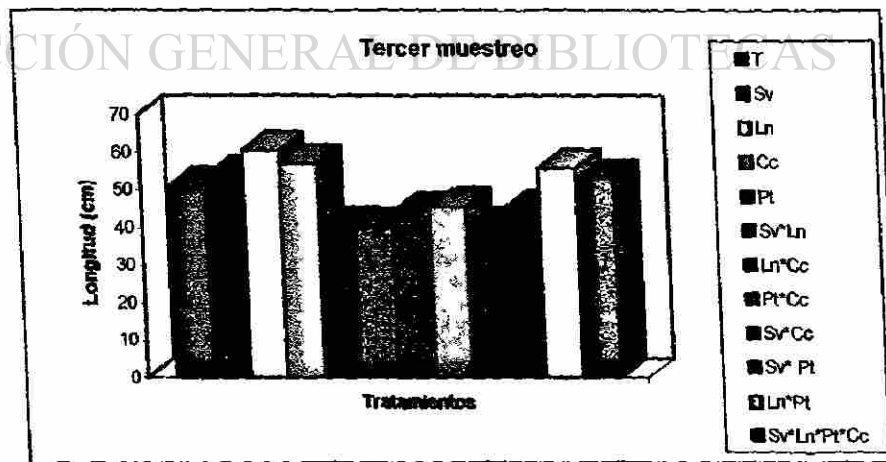
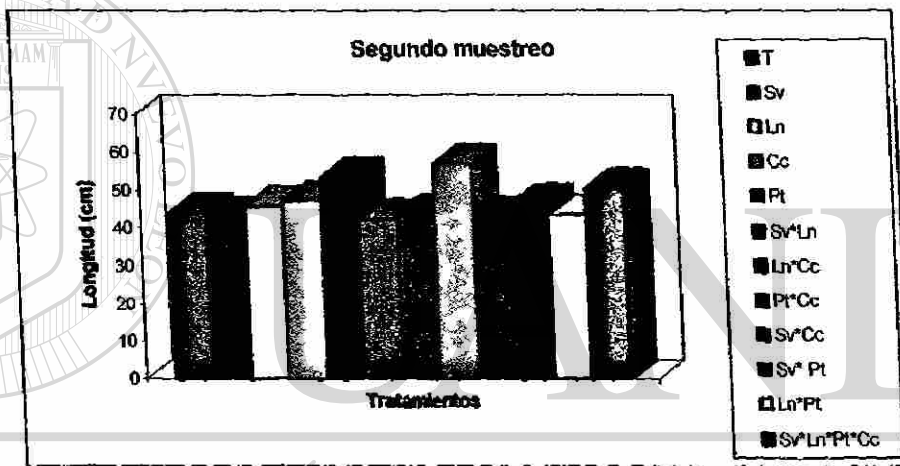
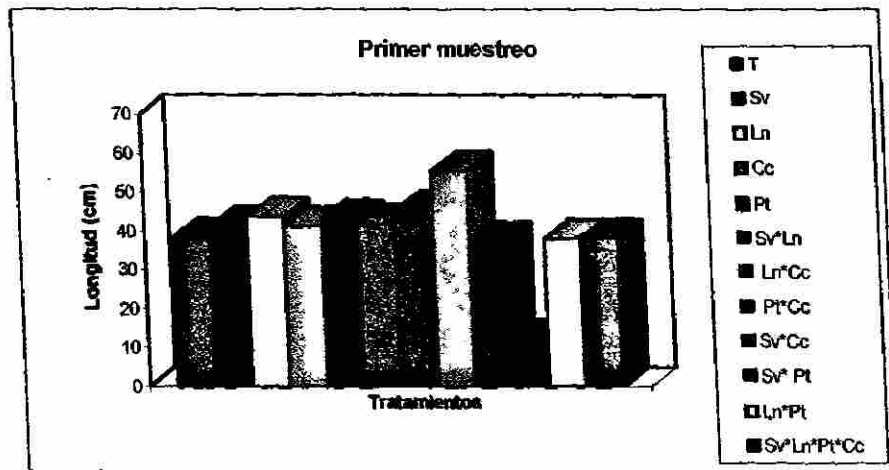


Figura 3.13 Largo del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.1.5 Peso fresco aéreo

**Primer muestreo** el valor mas alto del peso fresco aéreo fue el de Ln; proporcionando el valor mas bajo nuevamente el tratamiento Sv x Pt los otros tratamientos fueron muy similares observándose el siguiente orden descendente: Ln x Pt; T; Sv x Ln; Ln x Cc; Sv; Pt; Pt x Cc; Sv x Cc; todos; Cc (ver apéndice D tabla 1 Figura 3.14).

**Segundo muestreo** el valor mas alto del peso fresco aéreo fue el del tratamiento testigo; el valor mas bajo fue el tratamiento Ln x Cc, los tratamientos otros mostraron el siguiente patrón: todos; Cc; Sv x Cc; Sv x Ln; Sv; Ln; Pt x Cc; Pt; Sv x Pt; Ln x Pt (ver apéndice D tabla 2 y Figura 3.14).

**Tercer muestreo** no hubo mucha variación respecto a los valores de cada uno de los tratamientos sin embargo, el valor mas alto del peso fresco aéreo fue el del tratamiento individual Cc; proporcionando el valor mas bajo el tratamiento Ln x Pt (ver apéndice D tabla 3, Figura 3.14).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso fresco aéreo en los tres muestreos para cada uno de los tratamientos. En el primer muestreo con  $Pr > F = .0042$  (ver apéndice F tabla 5), con  $Pr > F = .3188$  en el segundo muestreo (ver apéndice G tabla 5), y con  $Pr > F = .3464$  en el tercer muestreo (ver apéndice H tabla 5).

*Pinus pseudostrobus*

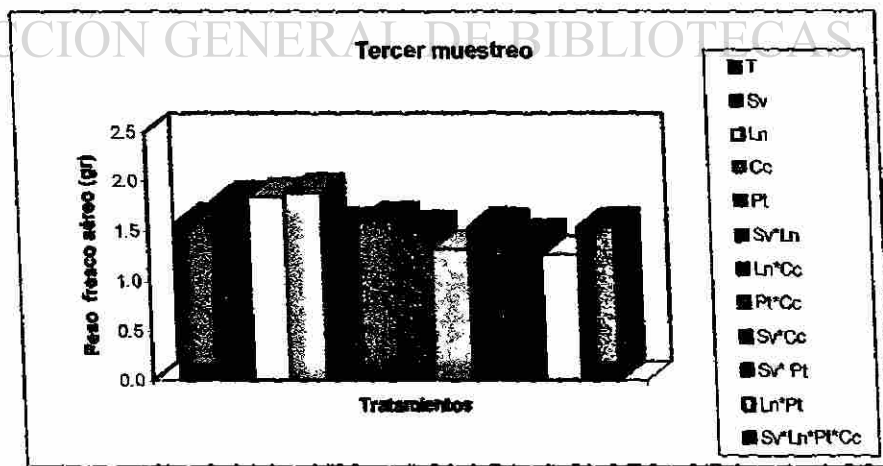
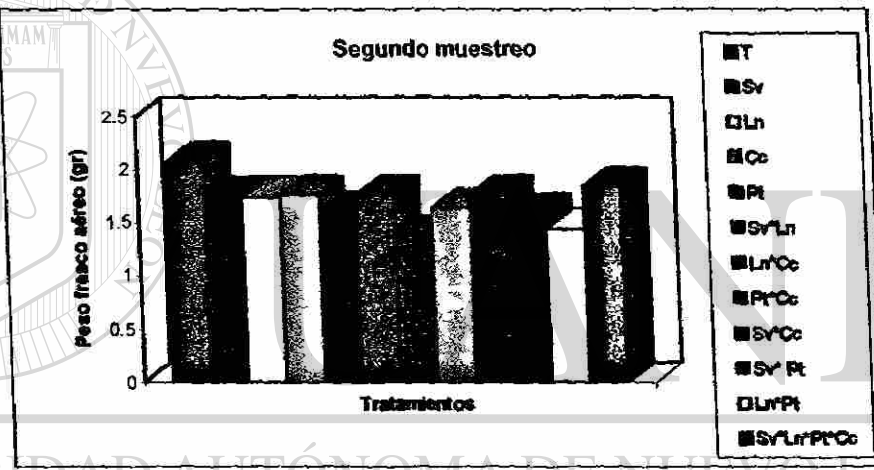
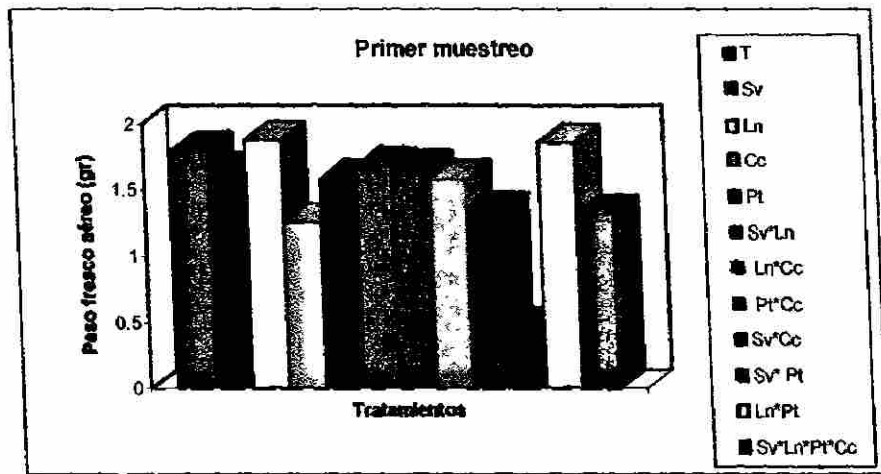


Figura 3.14 Peso fresco aéreo de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.1.6 Peso seco aéreo

**Primer muestreo** el tratamiento que obtuvo un valor más alto fue Ln x Pt, en el tratamiento Sv x Pt se observó el menor valor, en los demás tratamientos no se presentó mucha variación respecto al valor más alto, mostrando el siguiente patrón descendente: Ln; Ln x Cc; T; Pt x Cc; Pt; Sv x Ln; Sv x Cc; Cc; todos; Sv (ver apéndice D tabla 3, Figura 3.15).

**Segundo muestreo** el tratamiento que obtuvo un valor más alto fue el tratamiento testigo, el tratamiento Ln x Cc presentó el menor valor, los otros tratamientos mostraron el siguiente patrón en orden descendente: Sv x Cc; Sv x Ln; Ln; todos; Sv x Pt; Pt x Cc; Cc; Pt; Ln x Pt; Sv (ver apéndice D tabla 2 y Figura 3.15).

**Tercer muestreo** el tratamiento que obtuvo el valor más alto fue Cc, y tres tratamientos proporcionaron los valores menores Sv; Pt x Cc. y Sv x Pt, los otros tratamientos presentaron el siguiente orden descendente: Ln; Sv x Cc; todos; Sv x Ln; T; Pt; Ln x Pt y Ln x Cc (ver apéndice D tabla 3, Figura 3.15).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso seco aéreo en los tres muestreos. En el primer muestreo con  $Pr > F = .2439$  (ver apéndice F tabla 6); en el segundo  $Pr > F = .0442$  (ver apéndice G tabla 6) y en el tercero con  $Pr > F = .0023$  (ver apéndice H tabla 6).

*Pinus pseudostrobus*

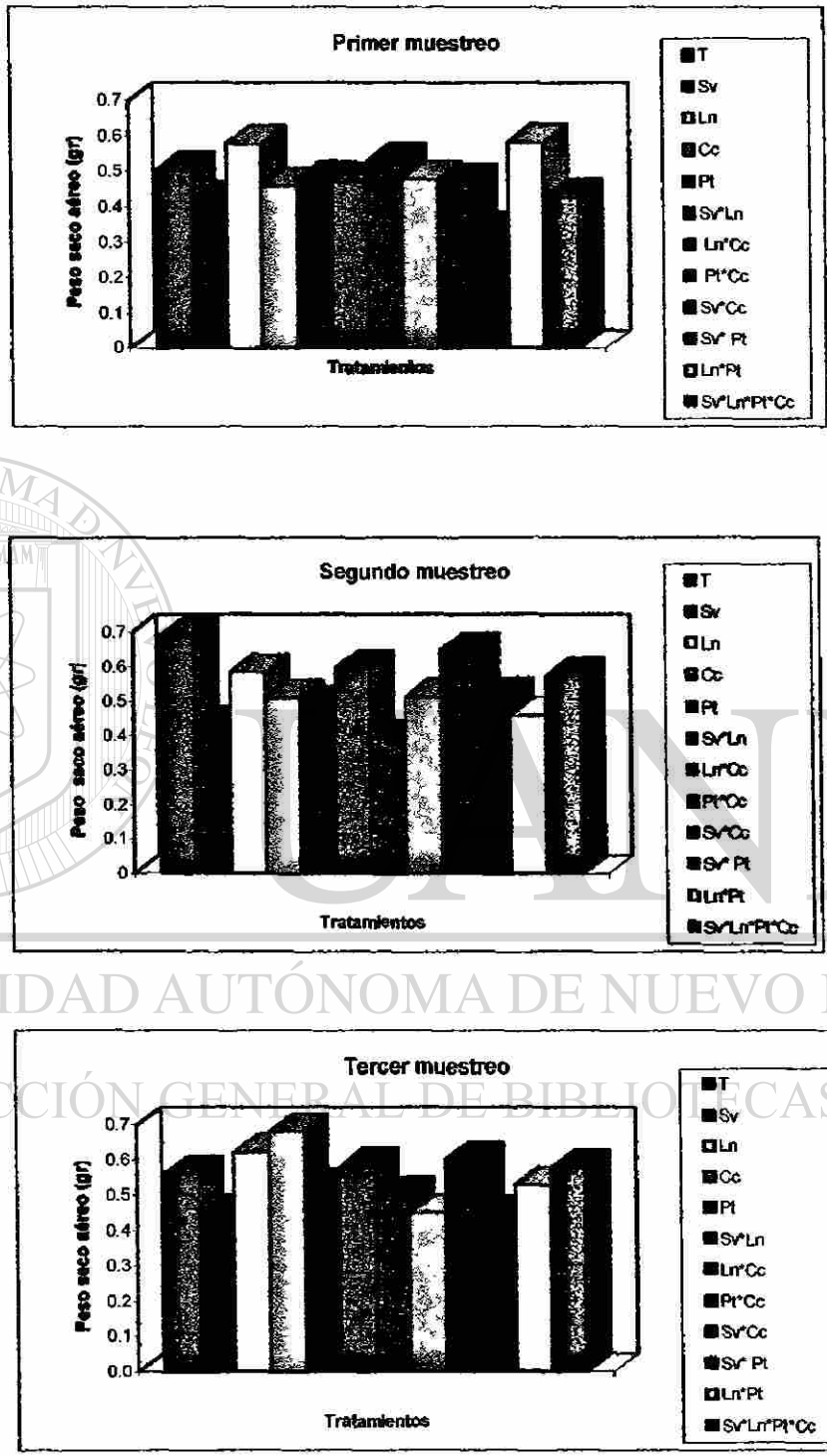


Figura 3.15 Peso seco aéreo de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.1.7 Peso fresco del sistema radicular

**Primer muestreo** se presentó una fuerte variación en los valores observados para el peso fresco raíz, el valor más alto para este parámetro fue Ln x Cc y Sv x Pt sobresalió notablemente con el valor menor, los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Pt x Cc; Ln x Pt; Cc; Pt; Ln; todos; Sv x Ln; Sv x Cc; T y Sv (ver apéndice D tabla 1 Figura 3.16).

**Segundo muestreo** el tratamiento que presentó el valor más alto fue el tratamiento individual Sv, y el tratamiento testigo mostró el menor valor, los otros tratamientos no mostraron mucha variación, se observó el siguiente patrón descendente: todos; Pt; Sv x Ln; Pt x Cc; Ln x Cc; Sv x Pt; Ln; Ln x Pt; Cc; Sv x Cc (ver apéndice D tabla 2 y Figura 3.16 ).

**Tercer muestreo** hubo una fuerte variación, el valor mayor fue el tratamiento Ln y el tratamiento Sv x Cc proporcionó el menor valor. Los otros tratamientos mostraron el siguiente patrón descendente: Pt x Cc; Cc; Sv; todos; Pt; Ln x Pt; Sv x Pt; Ln x Cc;

T; Sv x Ln (ver apéndice D tabla 3, Figura 3.16).

En lo referente al peso fresco del sistema radicular los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en los tres muestreos para cada uno de los tratamientos.

Con  $Pr > F = .0810$  en el primer muestreo (ver apéndice F tabla 7), con  $Pr > F = .0001$  en el segundo (ver apéndice G tabla 7) y con  $Pr > F = .0857$  en el tercer muestreo (ver apéndice H tabla 7).

*Pinus pseudostrobus*

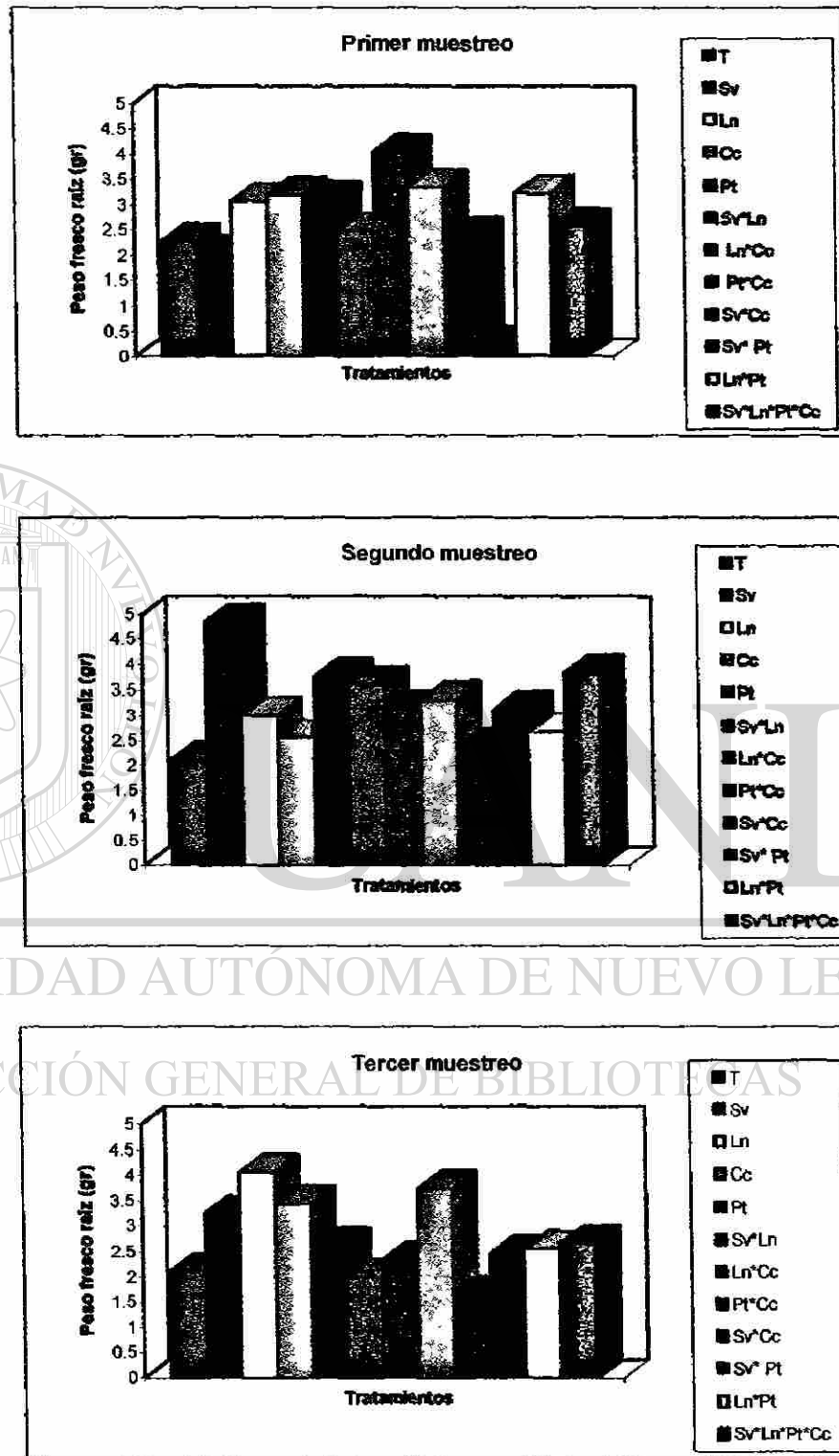


Figura 3.16 Peso fresco del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.1.8 Peso seco del sistema radicular

**Primer muestreo** fue muy marcada la diferencia entre el valor mayor encontrado en Ln x Cc y el menor que ocurrió en Sv x Pt, los otros tratamientos no mostraron mucha variación, y se observó el siguiente patrón descendente: Pt x Cc; Ln x Pt; Cc; Pt; Ln; Sv x Ln; T; Sv x Cc; todos; y Sv (ver apéndice D tabla 1 Figura 3.17).

**Segundo muestreo** se presentó una fuerte variación del tratamiento que proporciono el valor más alto Sv y los otros tratamientos, mostraron el siguiente orden de mayor a menor: Pt; todos; Sv x Ln; Cc; Ln; Sv x Pt; Pt x Cc; T; Ln x Cc; Ln x Pt y el valor menor Sv x Cc (ver apéndice D tabla 2 y Figura 3.17).

**Tercer muestreo** el valor más alto fue el del tratamiento individual Cc, se observó un valor menor en las plántulas inoculadas con el tratamiento Sv x Cc respecto a los otros tratamientos que mostraron el siguiente patrón descendente: Ln; T; Pt x Cc; Ln x Pt; todos; Sv x Pt; Pt; Sv; Sv x Ln y Ln x Cc (ver apéndice D tabla 3, Figura 3.17).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso del sistema radicular para los tres muestreos; el primer muestreo con  $Pr > F = 0.0310$  (ver apéndice F tabla 8), en el segundo con  $Pr > F = 0.75340$  (ver apéndice G tabla 8) y en el tercero con  $Pr > F = 0.0023$  (ver apéndice H tabla 8).



*Pinus pseudostrobus*

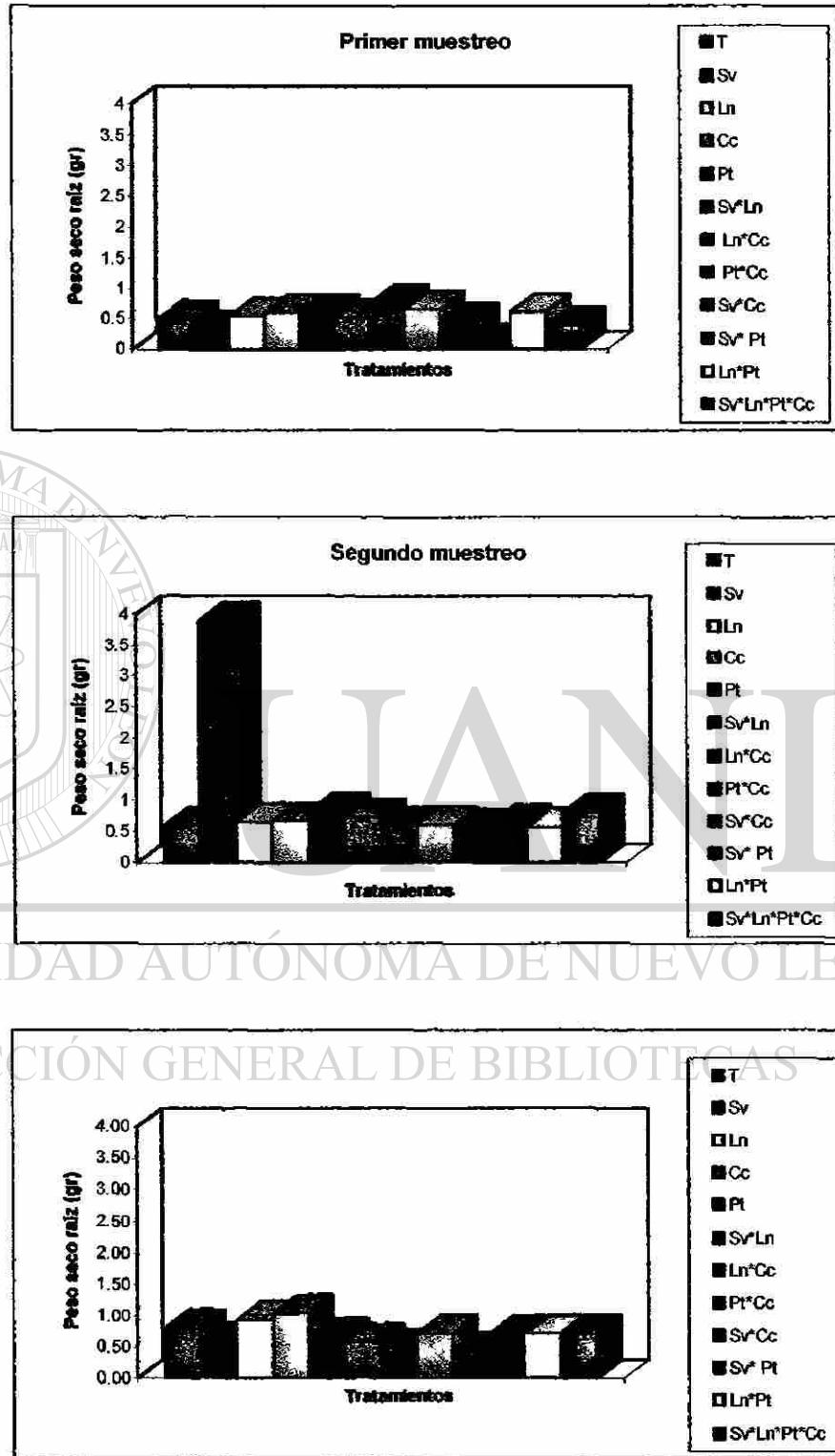


Figura 3.17 Peso seco del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.2 *Pinus culminicola*

#### 3.5.2.1 Porcentaje de micorrización

**Primer muestreo** se observó el mayor porcentaje de micorrización en Sv x Cc y el valor más bajo de micorrización para el tratamiento testigo, los tratamientos otros mostraron el siguiente patrón descendente: Pt x Cc; todos; Ln x Cc; Ln; Ln x Pt; Sv; Cc; Sv x Pt; Sv x Pt; Sv x Ln y Pt (ver apéndice D tabla 4, Figura 3.18).

**Segundo muestreo** el tratamiento Ln x Cc presentó el mayor porcentaje de micorrización, seguidos en orden descendente: Sv; Cc; Ln; Pt x Cc; Ln x Pt; Sv x Ln; Pt; Sv x P; todos; Sv x Cc y el valor mas bajo de micorrización para el tratamiento testigo (ver apéndice D tabla 5 y Figura 3.18 ).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de micorrización en los dos muestreos; en el primer muestreo con  $Pr>F= .2389$  (ver apéndice I tabla 1), en el segundo con  $Pr>F= .0025$  (ver apéndice J tabla 1).

*Pinus culminicola*

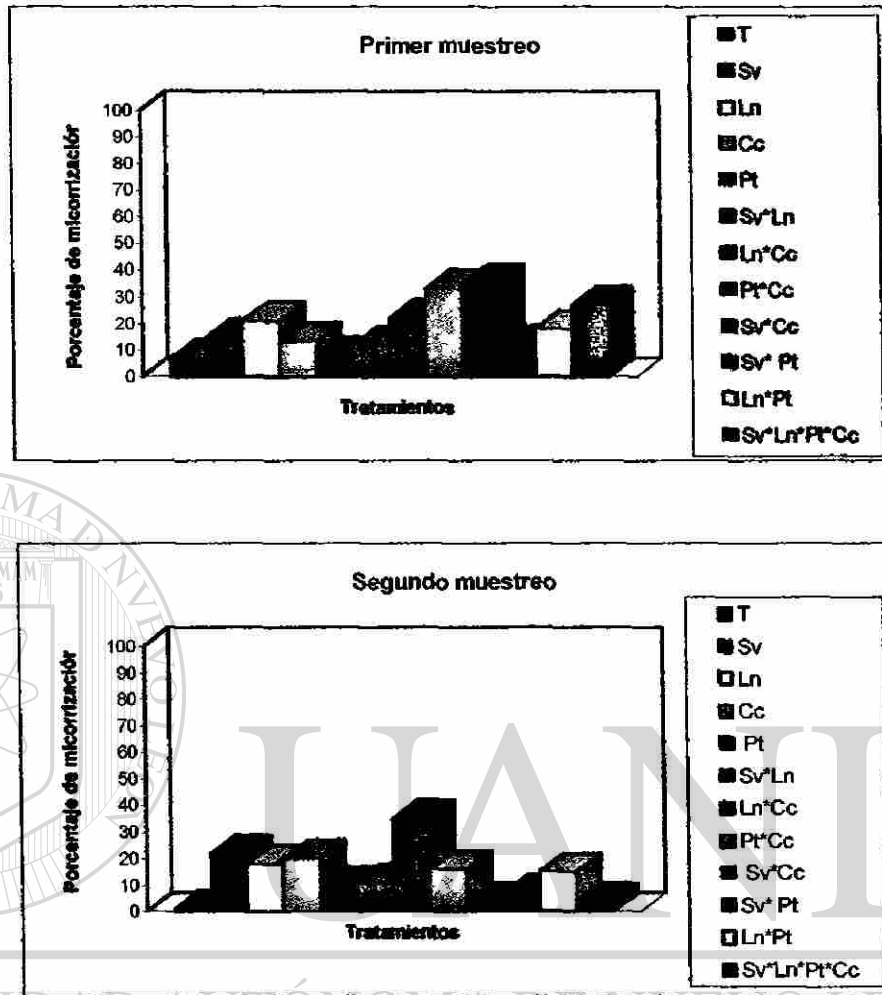


Figura 3.18 Porcentaje de micorrización de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.2.2 Altura de las plántulas

**Primer muestreo** las plántulas inoculadas con Ln mostraron una mayor altura, el menor crecimiento fue para el tratamiento de Sv. Los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Pt x Cc; todos; Sv x Ln; Ln x Cc; Sv x Cc; Sv x Pt; Ln x Pt; Pt; Cc y T ( ver apéndice D tabla 4, Figura 3.19 ).

**Segundo muestreo** las plántulas mostraron una mayor altura que en el primer muestreo, así, en las plántulas inoculadas con Ln x Cc se observó el valor más alto, el menor crecimiento fue para el tratamiento de Sv x Pt. Los otros tratamientos mostraron el siguiente patrón de crecimiento en orden descendente: Ln; Cc; Sv; T; Sv x Ln; todos; Sv x Cc; Pt x Cc; Ln x Pt; Pt (ver apéndice D tabla 5 y Figura 3.19).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la altura de las plántulas en ambos muestreos; el primer muestreo con  $Pr>F= .1413$  (ver apéndice I tabla 2) y en el segundo muestreo con  $Pr>F= .2215$  (ver apéndice J tabla 2).

*Pinus culminicola*

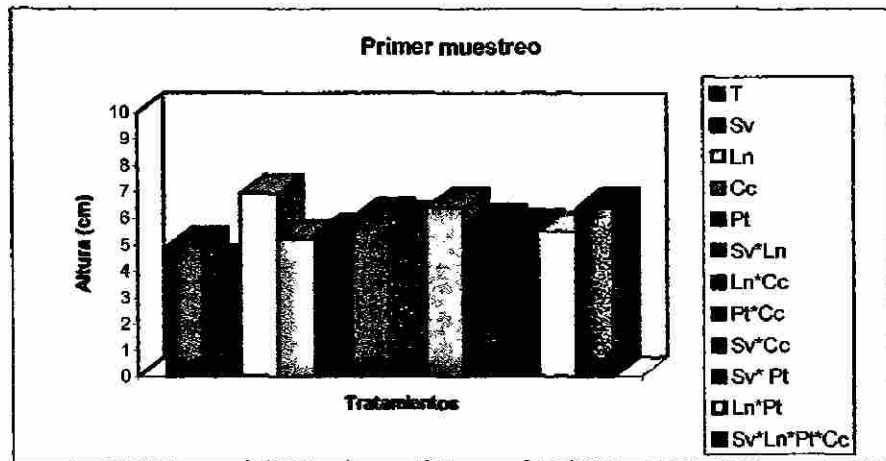


Figura 3.19 Altura de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.2.3 Diámetro del cuello de la raíz

**Primer muestreo** no se observó una fuerte variación en los valores del diámetro del cuello de la raíz en las plántulas. Sin embargo, sobresalió el tratamiento de Sv x Pt los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Ln; Ln x Cc; todos; Pt x Cc; Pt; Ln x Pt; Pt; Sv x Cc; Sv x Ln; Sv mostró el valor menor de diámetro (ver apéndice D, tabla 4 Figura 3.20).

**Segundo muestreo** se observó variación en los valores de los tratamientos. Sin embargo, se observó el mayor valor del diámetro del cuello de la raíz en las plántulas inoculadas con el tratamiento de Cc y el menor valor con todos los hongos ECM, los otros tratamientos presentaron el siguiente patrón descendente: Ln; T; Ln x Cc; Pt x Cc; Pt; Ln x Pt; Sv; Sv x Pt; Sv x Ln; Sv x Cc (ver apéndice D tabla 5 y Figura 3.20).

En el primer muestreo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el diámetro del cuello de la raíz con  $Pr>F= .8728$  (ver apéndice I tabla 3), en el segundo muestreo sí resultaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F= .1399$  (ver

apéndice J tabla 3).

*Pinus culminicola*

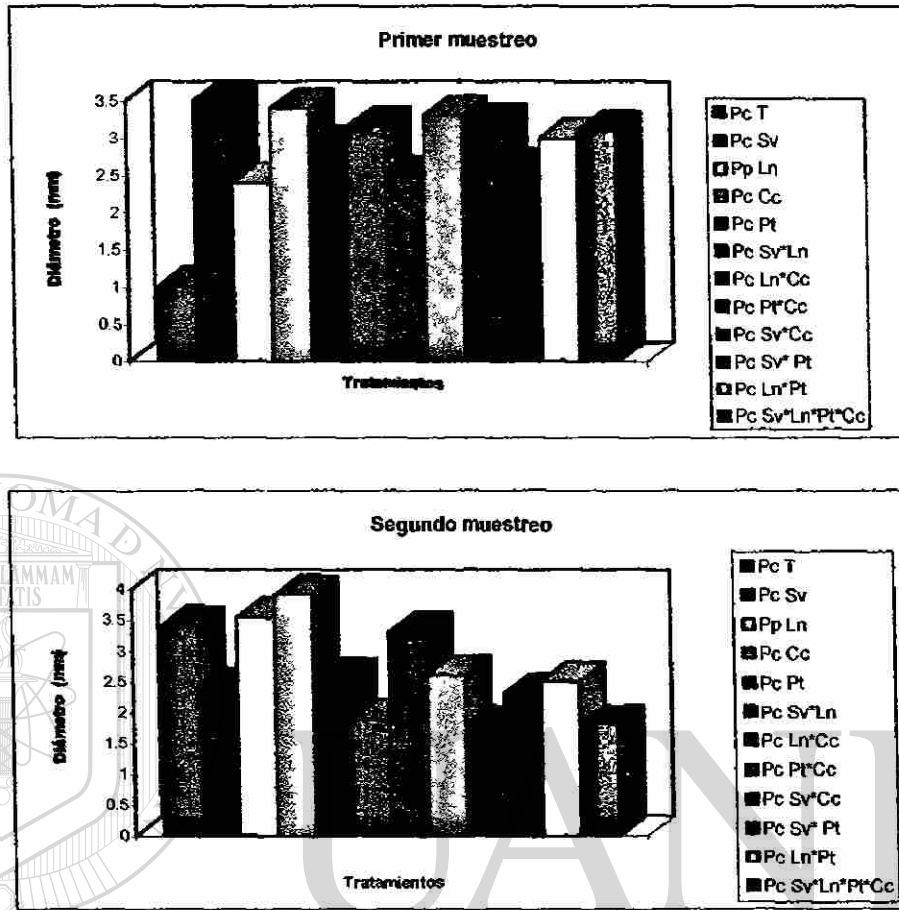


Figura 3.20 Diámetro del cuello de la raíz de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.2.4 Largo del sistema radicular

**Primer muestreo** el mayor valor para este parámetro fue el tratamiento de Sv x Pt, el menor crecimiento de la raíz se observó en el tratamiento individual Cc. El patrón de crecimiento con los otros tratamientos se muestra en orden descendente a continuación: Pt x Cc; Ln x Cc; Ln; Pt; todos; T; Sv x Cc; Sv; Sv x Ln; Ln x Pt (ver apéndice D, tabla 4 Figura 3.21).

**Segundo muestreo** el mayor valor se observó en las plántulas inoculadas con el tratamiento de Ln x Cc, el menor crecimiento de la raíz se observó en el tratamiento de la tratamiento de todos los hongos ECM, los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Cc; Sv; Sv x Ln; Ln; T; Ln x Pt; Sv x Pt; Pt x Cc; Sv x Cc y Pt (ver apéndice D tabla 5 y Figura 3.21 ).

Se observaron diferencias significativas en el diámetro del cuello de la raíz para ambos con  $Pr > F = .0773$  en el primer muestreo (ver apéndice I tabla 4) y con  $Pr > F = .1289$  en el segundo muestreo (ver apéndice J tabla 4).



*Pinus culminicola*

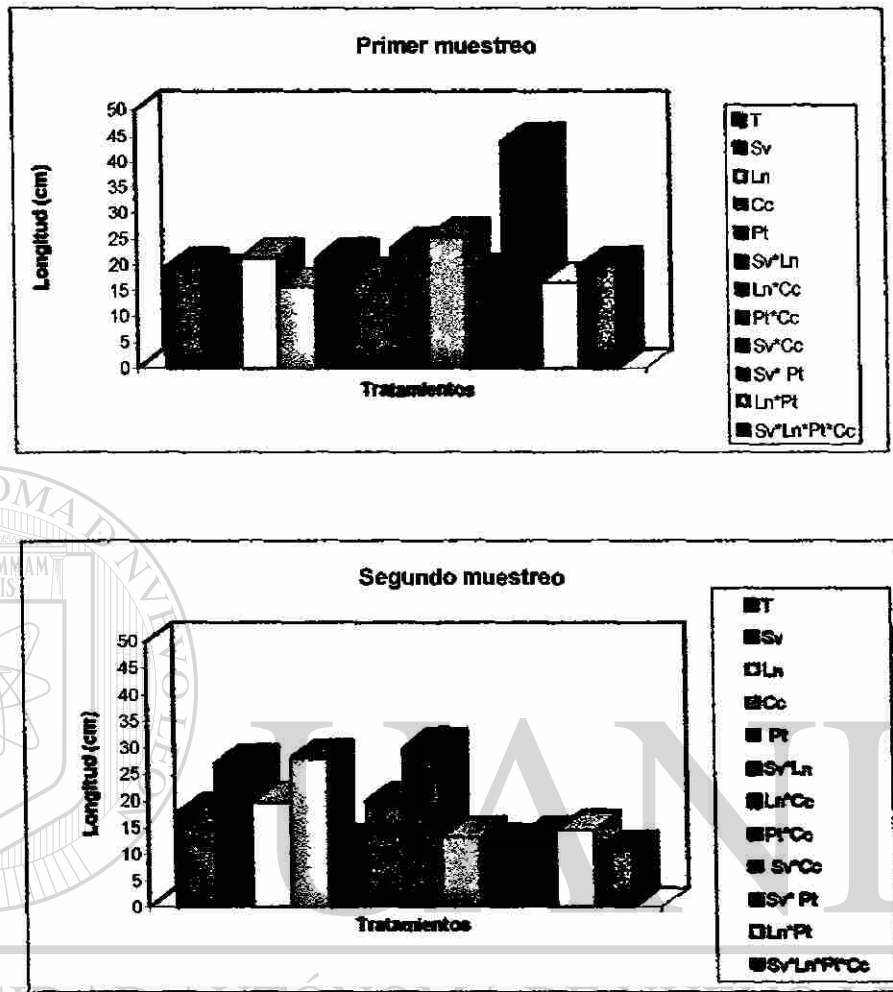


Figura 3.21 Largo del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.2.5 Peso fresco aéreo

**Primer muestreo** el tratamiento Sv x Pt presentó el mayor valor de peso fresco aéreo, el valor más bajo se observó en el tratamiento individual Pt. Los otros tratamientos presentaron el siguiente orden descendente: Ln; Pt x Cc; todos; Sv x Cc; Cc; T; Ln x Pt; Ln x C; Sv x Ln y Sv presentó el menor valor (ver apéndice D, tabla 4 Figura 3.22).

**Segundo muestreo** los valores fueron muy similares entre ellos, sin embargo sobresalió el valor más alto obtenido en el tratamiento de Ln x Cc; el valor mas bajo fue del tratamiento de todas las tratamientos de hongos ECM, los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Sv; Sv x Ln; Ln; Ln x Pt; T; Pt; Pt x Cc; Sv x Cc; Sv x Pt (ver apéndice D tabla 5 y Figura 3.22 ).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en ambos muestreos con  $Pr > F = .2935$  en el primer muestreo (ver apéndice I tabla 5) y con  $Pr > F = .1691$  en el segundo muestreo (ver apéndice J tabla 5).

*Pinus culminicola*

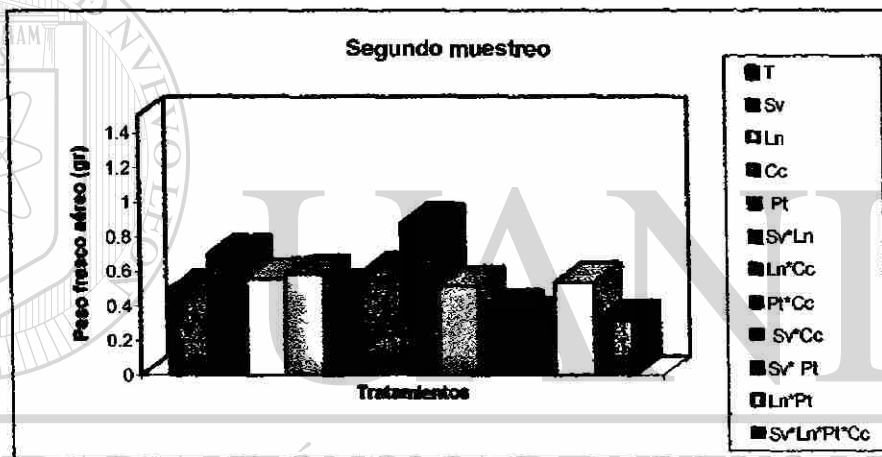
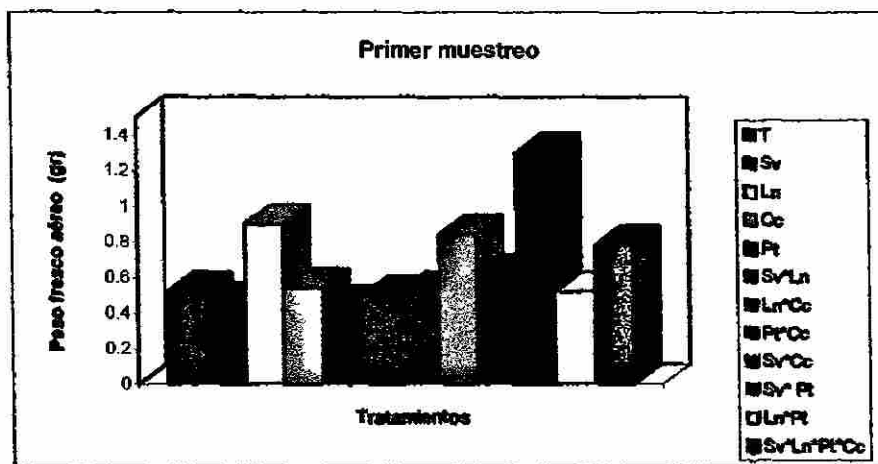


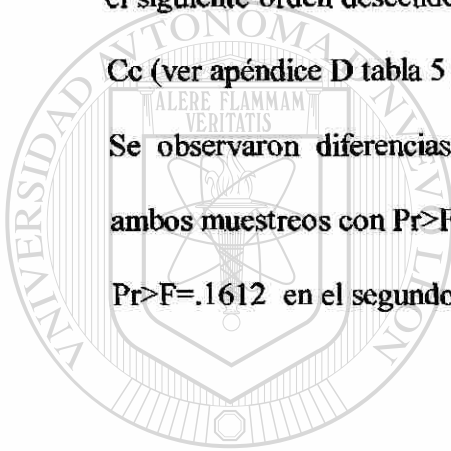
Figura 3.22 Peso fresco aéreo de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.2.6 Peso seco aéreo

**Primer muestreo** no hubo variación entre los tratamientos, Sv obtuvo un valor más alto, el valor más bajo fue de Sv x Pt, los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Ln; todos; Pt x Cc; Sv x Cc; Sv x Ln; Ln x Cc; Ln x Pt; T; Cc; Pt; Sv (ver apéndice D, tabla 4 Figura 3.23).

**Segundo muestreo** el tratamiento que obtuvo un valor más alto fue Ln x Cc, el tratamiento individual de Pt presentó el valor menor, los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Sv; Sv x Ln; Ln; Cc; Pt x Cc; T; Cc x Pt; todos; Sv x Cc (ver apéndice D tabla 5 y Figura 3.23).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso seco aéreo en ambos muestreos con  $Pr > F = .4478$  en el primer muestreo (ver apéndice I tabla 6), y con  $Pr > F = .1612$  en el segundo muestreo (ver apéndice J tabla 6).



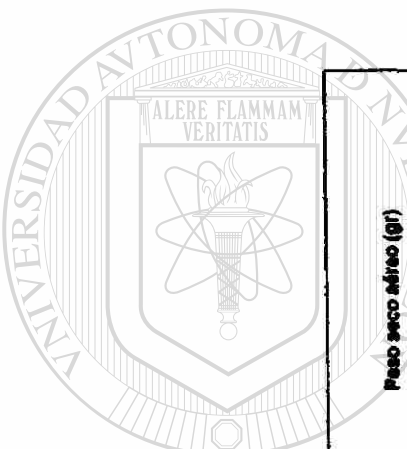
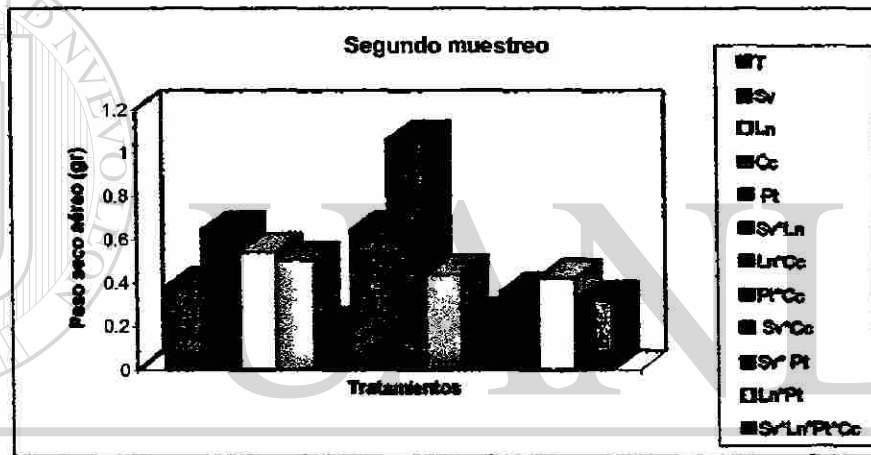
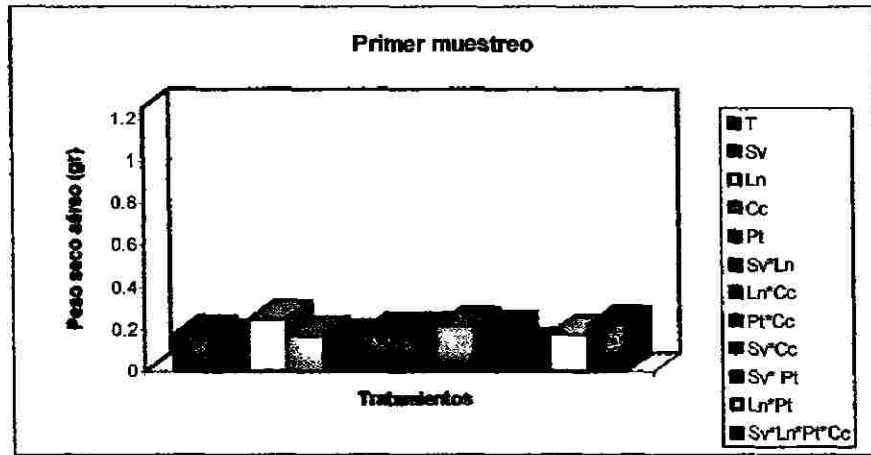
# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



*Pinus culminicola*



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**Figura 3.23** Peso seco aéreo de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

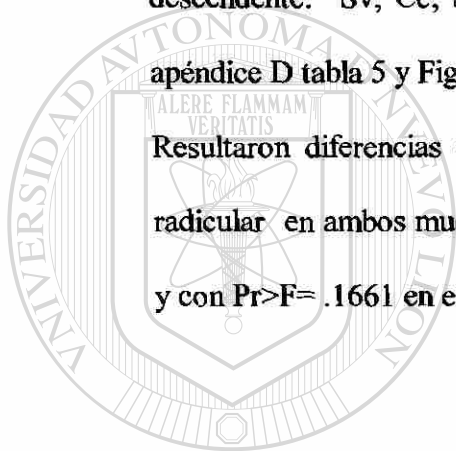
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 3.5.2.7 Peso fresco del sistema radicular

**Primer muestreo** el valor mayor se observó en el tratamiento Sv x Pt, el valor menor fue para el tratamiento testigo, los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Sv x Pt; Pt x Cc; Ln; todos; Cc; Ln x Cc; Ln x Pt; Pt; Sv x Cc; Sv; Sv x Ln (ver apéndice D, tabla 4 Figura 3.24).

**Segundo muestreo** el tratamiento Ln x Cc mostró el valor más alto, y el tratamiento Sv x Pt dio el menor valor. Los otros tratamientos presentaron el siguiente orden descendente: Sv; Cc; Sv x Ln; T; Ln; Ln x Pt; Pt x Cc; Sv x Cc; todos; Pt (ver apéndice D tabla 5 y Figura 3.24).

Resultaron diferencias estadísticamente significativas en el peso fresco del sistema radicular en ambos muestreos con  $Pr>F= .0001$  en el primero (ver apéndice I tabla 7) y con  $Pr>F= .1661$  en el segundo (ver apéndice J tabla 7).



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

*Pinus culminicola*

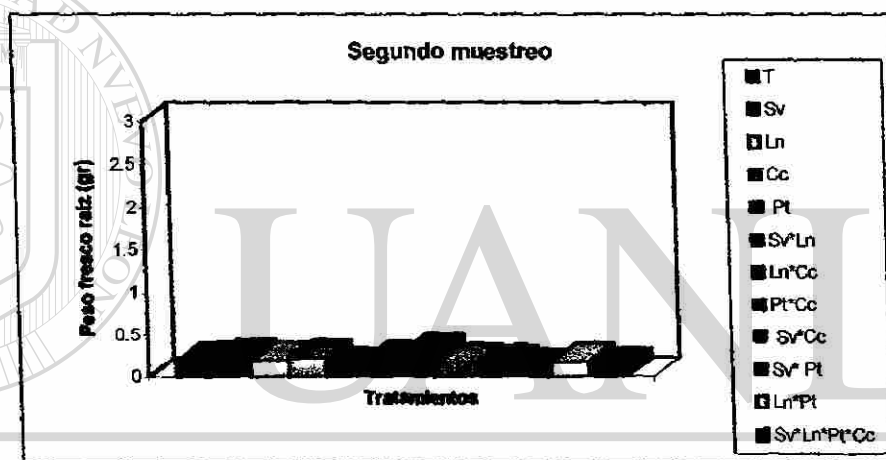
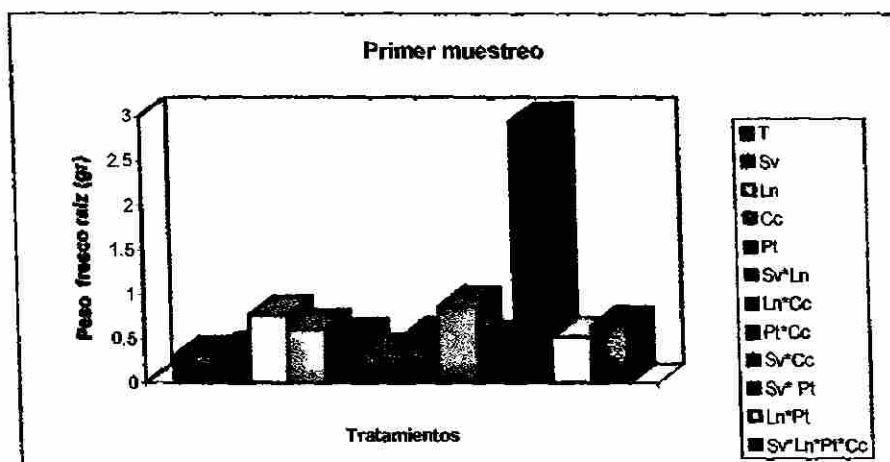
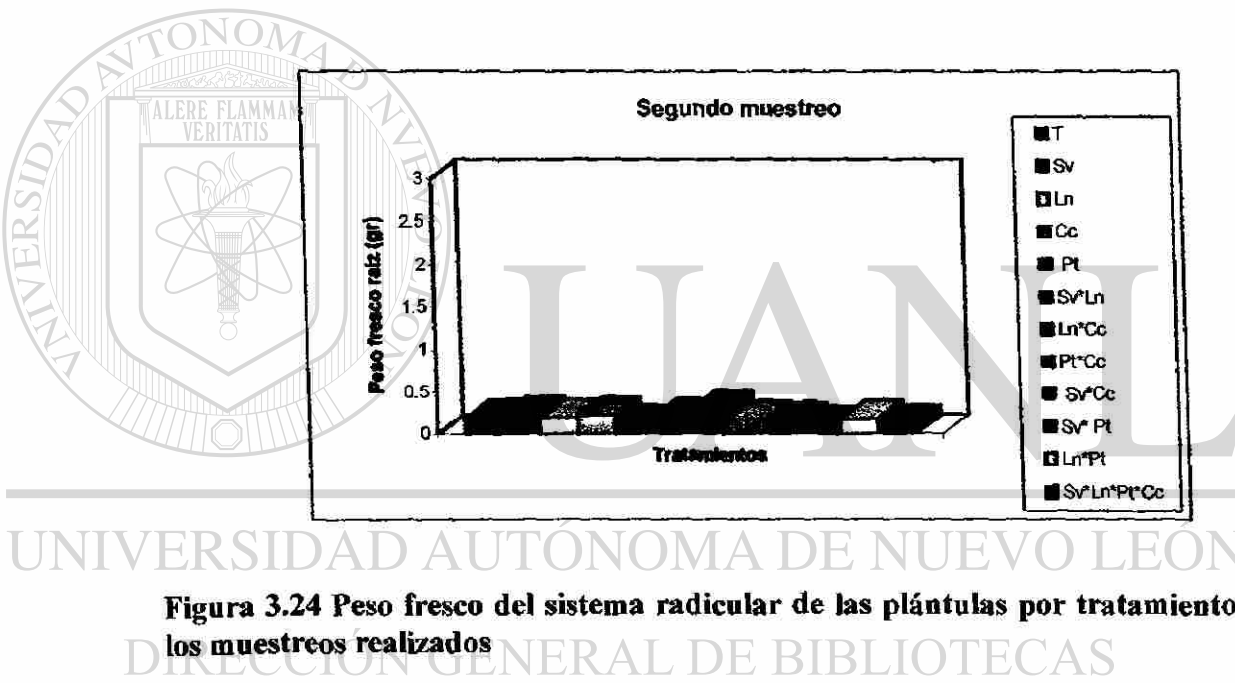


Figura 3.24 Peso fresco del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados



### 3.5.2.8 Peso seco del sistema radicular

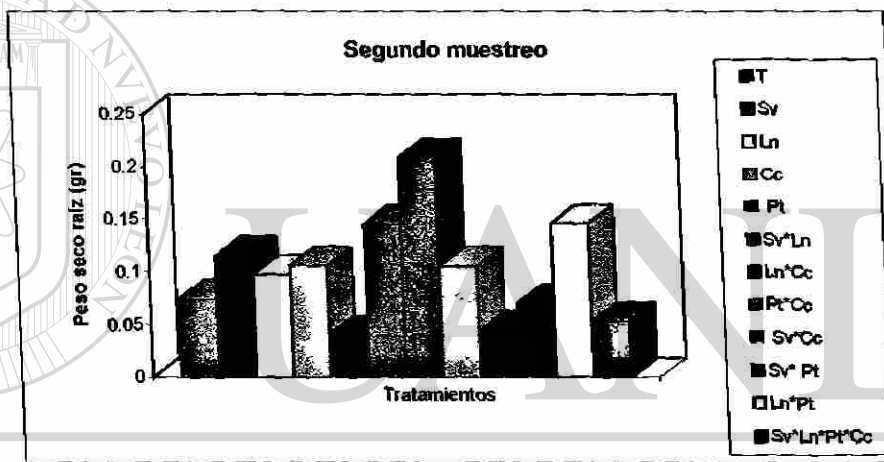
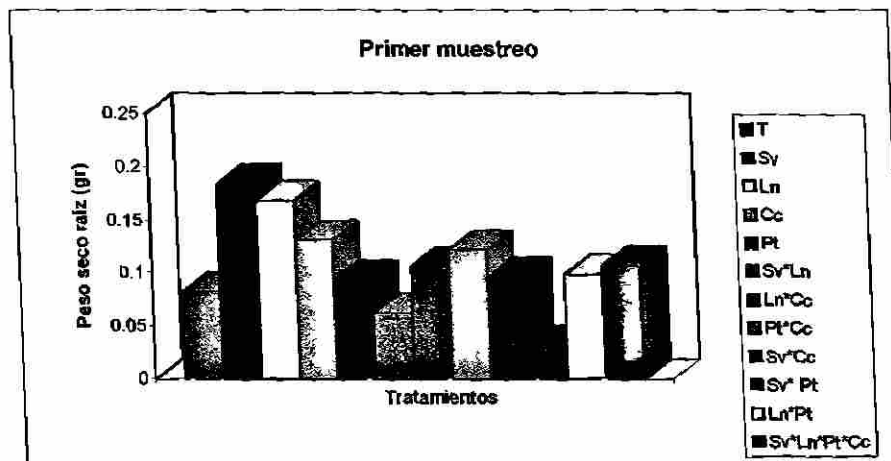
**Primer muestreo** los resultados muestran una fuerte variación en los pesos en todos los tratamientos. Sin embargo existe un mayor peso seco de raíz de las plántulas inoculadas con Sv y un menor valor en las plántulas inoculadas con el tratamiento Sv x Pt, los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Sv; Ln; Cc; Pt x Cc; todos; Ln x Cc; Ln x Pt; Sv x Cc; Pt; T (ver apéndice D, tabla 4 Figura 3.25).

**Segundo muestreo** el tratamiento que dio el valor mayor en el peso seco del sistema radicular fue Ln x Cc, el menor valor fue para el tratamiento Pt, los otros tratamientos mostraron el siguiente orden descendente: Ln x Pt; Sv x Ln; Sv; Cc; Pt x Cc; Ln; T; todos; Sv x Cc; Sv x Pt (ver apéndice D tabla 5 y Figura 3.25).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso seco del sistema radicular para ambos muestreos. En el primer muestreo con  $Pr>F= 0.3748$  (ver apéndice I tabla 8), en el segundo muestreo con  $Pr>F= 0.1323$  (ver apéndice J tabla 8).



*Pinus culminicola*



**Figura 3.25** Peso seco del sistema radicular de las plántulas por tratamiento en los muestreos realizados

### 3.5.3. *Pinus pseudostrobus* x Parámetros medidos

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de micorrización  $Pr>F= .3862$  (ver apéndice K, tabla 1), destacando el tratamiento Pt x Cc como el que proporcionó mayor micorrización seguida en orden descendente por los tratamientos de Ln x Pt; Ln; todos; Sv x Pt; Pt; Ln x Cc; Sv x Ln; Sv x Cc; Cc y finalmente el tratamiento testigo ( ver Figura 3.26).

En cuanto al parámetro altura se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F= 0197$  (ver apéndice K, tabla 2). El tratamiento que proporcionó la mayor altura fue el tratamiento individual Cc, seguido en orden descendente por las tratamientos Sv x Ln; todos; Pt; Ln x Cc; Sv x Cc; Ln; Sv; Pt x Cc; Sv x Pt; Testigo (sin inoculación) (ver Figura 3.26).

Por otro lado, en el diámetro del cuello de la raíz se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F= .0472$  (ver apéndice K, tabla 3). El tratamiento individual S.v. sobresalió al proporcionar el mayor diámetro, seguido por las siguientes tratamientos en orden descendente: T; Ln x Pt; Pt x Cc; Sv x Cc; Ln; Sv x Ln; Pt; Cc; Ln x Cc; todos y finalmente el que proporcionó la altura menor fue Sv x Pt (ver Figura 3.26).

En relación al largo del sistema radicular se observaron de igual manera diferencias estadísticamente significativas  $Pr>F= .1711$  (ver apéndice K, tabla 4). Destaca Pt x Cc por presentar el valor mayor, seguido de manera descendente las tratamientos siguientes: Ln; Cc; todos; Ln x Pt; Pt; Sv; Ln x Cc; Sv x Ln; Sv x Cc; T; Sv x Pt proporcionó el valor menor (ver Figura 3.26).

En lo que respecta al peso fresco del sistema aéreo se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F= .0026$  (ver apéndice K, tabla 5) sobresaliendo el tratamiento individual T al proporcionar el valor más alto, seguido en orden descendente las tratamientos de Ln; Sv; Cc; Sv x Ln; todos; Pt; Sv x Cc; Ln x Pt; Ln x Cc; Pt x Cc y finalmente Sv x Pt con el valor menor (ver Figura 3.26).

En el peso seco del sistema aéreo se encontraron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F=0.1171$  (ver apéndice K, tabla 6) observándose que el tratamiento T proporcionó el valor mayor, seguido en orden descendente por los tratamientos de Ln; Sv x Cc; Cc; Sv; Sv x Ln; todos; Ln x Pt; Pt; Ln x Cc; Pt x Cc y finalmente Sv x Pt (ver Figura 3.26).

En el peso fresco del sistema radicular se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F=.1171$  (ver apéndice K, tabla 7), observándose la tratamiento Pt x Cc al proporcionar el valor mayor, seguido de manera descendente de los tratamientos: Sv; Ln; Ln x Cc; Pt; Cc; todos; Ln x Pt; Pt; Ln x Cc; Pt x Cc y nuevamente Sv x Pt proporcionó el valor menor (ver Figura 3. 28).

En cuanto al peso seco del sistema radicular, se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F=.4679$  (ver apéndice K, tabla 8). El tratamiento individual de Cc proporcionó el valor mayor, seguido en orden descendente las tratamientos de Ln; Pt; Pt x Cc; Sv; todos; Ln x Cc; Sv x Ln; Ln x Pt; T; Sv x Pt; Sv x Cc (ver Figura 3.26).

*Pinus pseudostrobus*

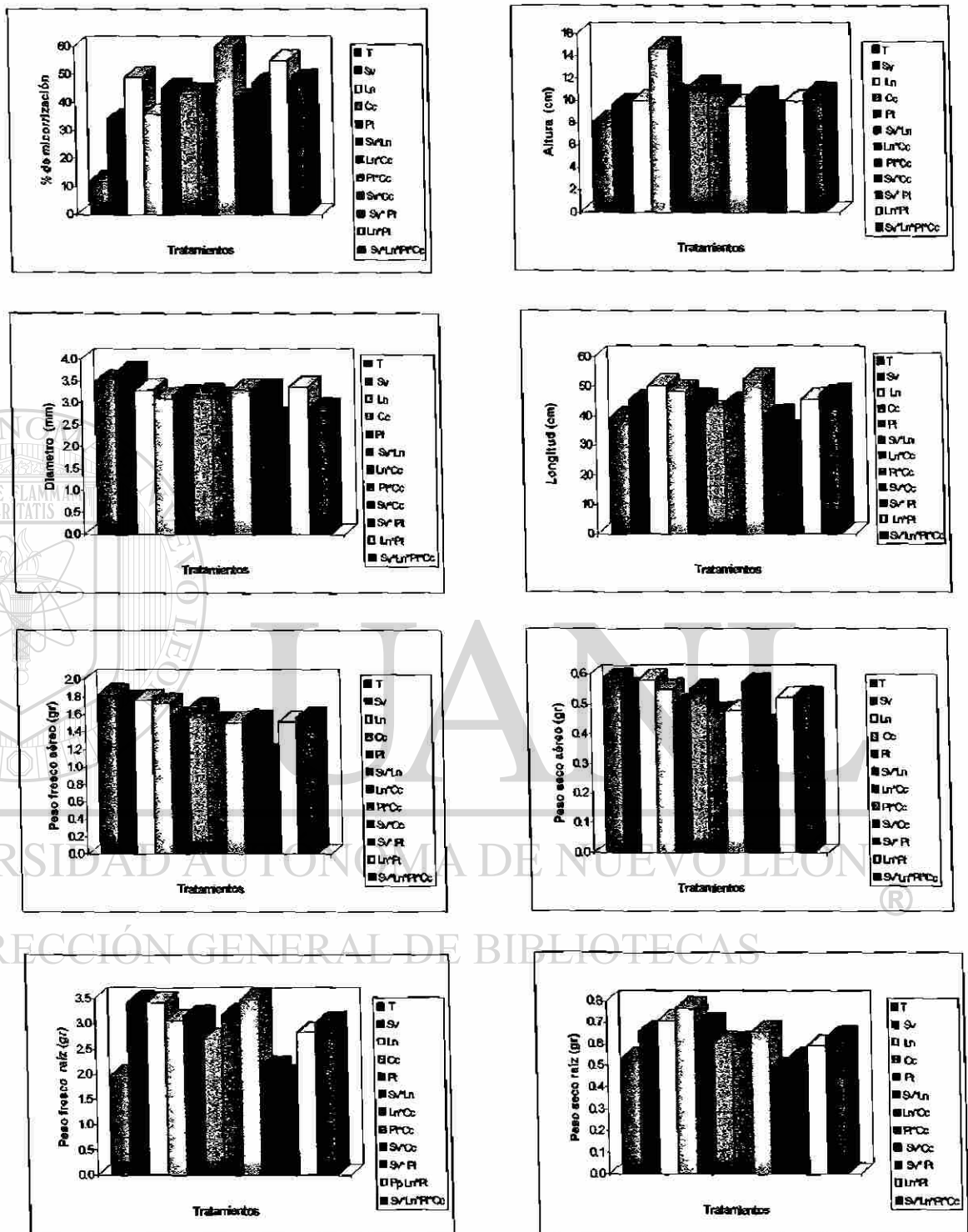


Figura 3.26 Parámetros medidos a las plántulas por tratamiento mostrando el comportamiento global de los muestreos realizados

### 3.5.4. *Pinus culminicola* x Parámetros medidos

En el porcentaje de micorrización se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F=.0001$ , (ver apéndice L, tabla 1) resultando el tratamiento Ln x Cc el que proporcionó la mayor micorrización, seguido en orden descendente las tratamientos de T; Sv x Cc; Ln; Sv; Cc; Pt; todos; Ln x Pt; Sv x Ln; Sv x Pt y finalmente el tratamiento testigo (ver Figura 3.27).

En relación a la altura de las plántulas se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F=.2299$  (ver apéndice L, tabla 2). De igual manera el tratamiento Ln x Cc resultó ser el que proporcionó la mayor altura a las plántulas, seguido de manera descendente las tratamientos de Ln; Cc; Sv x Ln; Pt x Cc; todos; T; Ln x Pt; Pt; Sv x Cc; Sv; Sv x Pt presentó el valor menor (ver Figura 3.27).

Por otro lado, en el diámetro del cuello de la raíz de las plántulas hubo diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F=.8102$  (ver apéndice L, tabla 3), sobresaliendo el tratamiento individual Ln al presentar el valor mayor. Los otros tratamientos

mostraron el siguiente orden descendente T; Ln x Cc; Pt x Cc; Pt; Ln x Pt; Cc; todos; Sv; Sv x Cc; Sv x Ln; Sv x Pt (ver Figura 3.27).

En el largo del sistema radicular también se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F=.0236$  (ver apéndice L, tabla 4), observándose la tratamiento de Ln x Cc presentó el mayor largo de la raíz, seguido en orden descendente las tratamientos de Sv x Pt; Sv; Cc; Ln; Pt x Cc; Sv x Ln; T; Pt; Ln x Pt; Sv x Cc y al final la tratamiento de todos (ver Figura 3.27).

En relación al peso fresco del sistema aéreo, se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F=.01108$  (ver apéndice L, tabla 5), resultando el tratamiento individual de Ln el que proporcionó el valor mayor, seguido de manera descendente los tratamientos de Ln x Cc; Pt x Cc; Sv; Ln x Pt; Ln x Pt; Sv x Cc; todos; Pt; Sv x Pt (ver Figura 3.27).

En el peso seco del sistema aéreo, se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F=.1403$  (ver apéndice L, tabla 6); observándose el tratamiento de Ln x Cc, seguido en orden descendente de los tratamientos: Ln; Cc; Sv x Ln; Pt x Cc; Sv; Ln x Pt; T; Sv x Cc; todos; Pt y finalmente la tratamiento Sv x Pt (ver Figura 3.27).

Por otro lado en el peso fresco del sistema radicular, se observaron diferencias estadísticamente significativas con  $Pr>F=.0059$  (ver apéndice L, tabla 7); resultando el tratamiento Sv x Pt el que proporcionó el valor mayor, seguido en orden descendente de las tratamientos de Ln x Cc; Ln; Pt x Cc; Cc; Sv; Sv x Ln; todos; Ln x Pt; Pt;

Sv x Cc; y al final el tratamiento testigo (ver Figura 3.27).

En lo que respecta al peso seco del sistema radicular, se observaron diferencias estadísticamente significativas  $Pr>F=.1868$  (ver apéndice L, tabla 8), se observa el tratamiento Ln x Cc el que proporcionó el valor mayor, seguido en orden descendente los tratamientos individuales y tratamientos: Sv, Ln, Cc, Pt x Cc, Ln x Pt, Sv x Ln, todos, T, Sv x Cc y al final la tratamiento de Sv x Pt (Figura 3.27).

*Pinus culminicola*

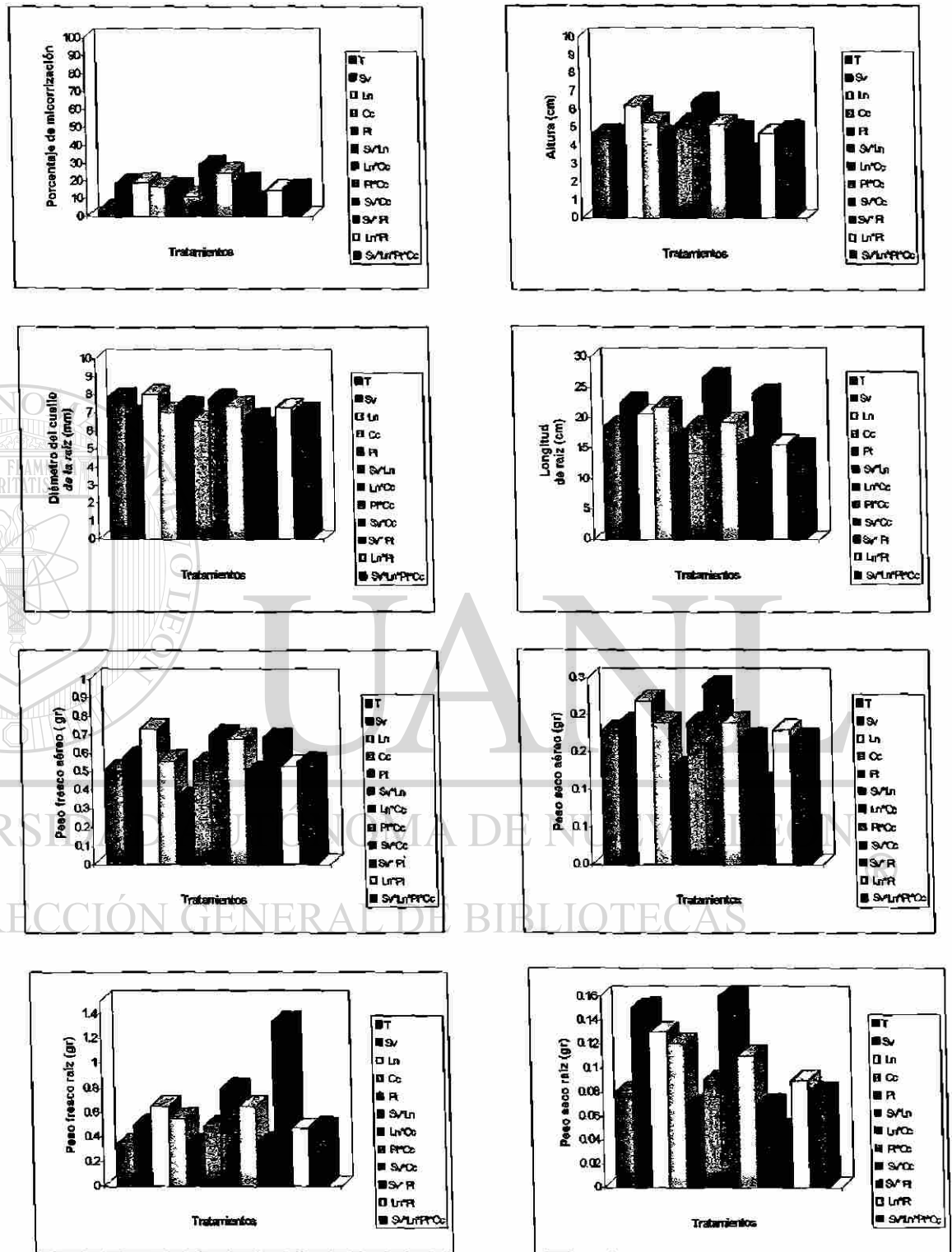


Figura 3.27 Parámetros medidos a las plántulas por tratamiento mostrando el comportamiento global de los muestreos realizados.

### 3.6 Análisis de correlación para los parámetros (porcentaje de micorrización, altura, diámetro del cuello de la raíz, largo de la raíz, peso fresco aéreo y radicular, peso seco aéreo y radicular)

En el primer muestreo de *Pinus pseudostrobus*, las correlaciones más fuertes se observaron entre parámetros peso seco raíz y altura. El coeficiente de correlación fue de .87501 y un error de .0001 (ver apéndice M tabla 1).

En el segundo muestreo las correlaciones más fuertes se observaron en los parámetros peso fresco raíz y peso seco aéreo, con un coeficiente de correlación de .81234 y un error de .0001 (ver apéndice M tabla 2).

Finalmente en el tercer muestreo de *Pinus pseudostrobus* se observaron las correlaciones más fuertes entre los parámetros peso seco raíz y altura con un coeficiente de .44575 y un error de .0004 (ver apéndice M tabla 3).

En la tabla (ver apéndice L tabla 4) se puede observar las matrices de los coeficientes de correlación de Pearson, en ellas podemos observar que las correlaciones más fuertes

en el primer muestreo de *Pinus culminicola* ocurrió en el tratamiento de peso seco raíz y peso seco aéreo con un coeficiente de .78314 y un error de .0001 (ver apéndice M tabla 4).

En el segundo muestreo de *Pinus culminicola* se observaron las correlaciones más fuertes entre los parámetros peso seco aéreo y peso fresco del sistema radicular, son un coeficiente de correlación de Pearson de .93976 y un error de .0001 (ver apéndice M tabla 5).



## CAPÍTULO 4

### DISCUSIÓN

El hábito micorrícico ocurre en prácticamente todos los ecosistemas terrestres y en una gran variedad de condiciones de suelo (Read, 1983); coevolucionado como una manera de eficientizar el transporte de nutrientes del suelo a la planta (Trappe, 1977). Las coníferas pueden formar asociaciones con más de una especie de hongo simultáneamente; de igual manera, más de una especie de hongo puede crecer en una sola raíz ectomicorrícica de un árbol (Marks & Foster, 1982; Molina & Trappe, 1982; Molina *et al.*, 1992).

Muchos hongos ectomicorrícicos son colectados y aislados en cultivos puros para realizar estudios sobre la capacidad de formar ectomicorrizas y estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas. Este tipo de trabajos son importantes para la selección de cepas nativas que se utilizarán para inoculaciones en vivero; las especies de hongos ectomicorrícicos difieren considerablemente en su crecimiento, fisiología y en los beneficios que proporcionan a sus hospederos. Generalmente se seleccionan las especies que proporcionan mayores beneficios, tomando en cuenta el crecimiento de las cepas *in vitro*, la efectividad para formar ectomicorrizas, sus adaptaciones ecológicas, su agresividad en relación a los microorganismos de la rizosfera así como el rango de hospederos.

En esta investigación se realizaron aislamientos de los hongos ectomicorrícicos, llevándose a cabo una caracterización y descripción de los cultivos puros así mismo conocer sus rangos de crecimiento. En tal experimento observamos que la cepa de *S. verrucosum* tiene un rango de crecimiento diario muy rápido (0.155-3.40 cm) la cepa

de *L. nuda* presentó un crecimiento moderado ( 0.075-2.255 cm) , en *C. cibarius* y *P. tinctorius* su crecimiento fue muy lento (.0125-.572) y ( .1-.72) respectivamente (ver Figura 3.1). El desarrollo de las cepas se realizó en medio Melin Norkans modificado a un pH de 6.4 e incubándose a 30°C.

Se observaron diferencias en las características de las colonias, variando estas desde un micelio de color blanco con tintes violáceos en *L. nuda*, blanco algodonoso en *S. verrucosum*, color café amarillento en *P. tinctorius* y micelio color anaranjado claro en *C. cibarius* ( ver tabla 3.1).

La capacidad de los hongos para competir por espacio y recursos ocurre frecuentemente en las poblaciones naturales de hongos, pero se conoce muy poco acerca de la forma en la cuál se regula la capacidad competitiva de las especies (Rovira *et al.*, 1983). La mayoría de los trabajos sobre competencia han reportado que los hongos ectomicorrícicos pioneros y secundarios compiten entre sí, y en general, las especies pioneras son más eficientes en la colonización de los sistemas radiculares de las plántulas que las especies secundarias (Last *et al.*, 1984; Garza, 1991).

En los estudios sobre pareados *in vitro* de las cepas realizados con el fin de observar algunos aspectos de competencia entre dichas cepas, se observó que la cepa de *Sclerodema verrucosum* (especie pionera) es muy agresiva, ya que inhibió el crecimiento de *L. nuda*, *P. tinctorius* y *C. cibarius*. Esto corrobora que las cepas pioneras son más competitivas. La cepa de *C. cibarius* (especie secundaria), fue inhibida en su crecimiento por *S. verrucosum* y *L. nuda*, excepto por *P. tinctorius* (especie pionera), quizá debido a que ambas cepas tienen un crecimiento muy lento y diferente. El crecimiento de *C. cibarius* ocurre inmerso en el medio de cultivo y *P.*

*tinctorius* tiene un crecimiento superficial, esto probablemente debido a que la cepa *C. cibarius* se establece como sinérgica con las otras cepas de hongos ECM. *L. nuda* por otro lado inhibió a *P. tinctorius* y *C. cibarius* en la cual se forma una zona limitante entre ambas colonias, atribuido esto al antagonismo entre ambas especies, así mismo se disminuye su crecimiento, probablemente a causa de la liberación de antibióticos como una respuesta a la competencia entre ambas especies. Por consiguiente las cepas con un mayor rango de crecimiento *in vitro* tienen mayores posibilidades de competir con las cepas de un rango de crecimiento lento. Sin embargo puede haber especies de crecimiento lento que produzcan compuestos antibióticos difusibles en el medio que inhiban a especies de rápido crecimiento.

Se observaron 5 tipos de interacciones; sobrecrecimiento, sin sobrecrecimiento, inhibición del crecimiento, con zona limitante y crecimiento inmersas en el agar, sin inhibición; detectándose además diferentes formas de las hifas encontradas en la zona de interacción, en tales interacciones se observaron hifas retorcidas de *S. verrucosum* con

las confrontaciones de *L. nuda*, *P. tinctorius* y *C. cibarius*; puntas de las hifas redondeadas de *S. verrucosum* en la confrontación con *L. nuda*; en el caso de las combinaciones con *C. cibarius* se observó una inhibición del crecimiento de *C. cibarius*, pero las hifas siempre se encontraron embebidas en una capa gelatinosa. Las hifas de *P. tinctorius* mostraron una gran cantidad de granulaciones adheridas cuando estaban en contacto con *L. nuda*, sin embargo al estar en contacto con *S. verrucosum* no se observaron tales granulaciones, atribuyéndose esto quizá a la liberación de sustancias de *S. verrucosum* que inhibió la formación de granulaciones. Se observó lisis en algunas hifas en *C. cibarius* y *P. tinctorius*, excepto con *S. verrucosum* en la cuál

hubo presencia de hifas deformes con la confrontación de *L. nuda*. Es probable que estos cambios observados en las hifas hayan sido debidos a la producción de compuestos antibióticos en cultivo por algunas de las especies de hongos pareadas. Por otro lado se observaron en algunas hifas abundantes fíbulas y en otras no, pudiendo esto ser debido a una respuesta de competencia por espacio del hongo ECM.

La manipulación de las asociaciones ectomicorrícicas es uno de los mas grandes problemas al estudiar la competencia entre especies de hongos ectomicorrícicos, de tal manera se han desarrollado modelos para la síntesis en cultivos puros de las ectomicorrizas (Molina, 1980). Se ha demostrado que muchos de estos sistemas son útiles, sin embargo surge el problema en que cuanto de la información que se obtiene se puede extrapolar a condiciones naturales tomando en cuenta la artificialidad de los sistemas utilizados (Harley & Smith, 1983).

En este estudio se realizó síntesis *in vitro*, utilizando cajas Petri con medio de cultivo ADA (agua desionizada agar). En *P. pseudostrobis* se observaron los primeros estadios

de la colonización y establecimiento de las 4 hongos ectomicorrícicos (*S. verrucosum*, *L. nuda*, *C. cibarius* y *P. tinctorius*).

Es de señalarse un evento que se suscitó con la cepa *S. verrucosum*, la cuál mencionamos se trata de una cepa muy agresiva en cuanto a su crecimiento, al inocularse a las plántulas de *P. pseudostrobis*, esta mostró un comportamiento patogénico en condiciones *in vitro*, más no en condiciones de vivero.

En el caso del hospedero *P. culminicola* no se logró realizar la síntesis *in vitro*, ya que no fue posible obtener germinación de las semillas en condiciones asépticas.

Este sistema de síntesis, es de gran utilidad, porque permite obtener ectomicorrizas libres de partículas de suelo, sin embargo una desventaja de este sistema es que las raíces no pueden permanecer por mucho tiempo inmersas en el agar, ya que estas condiciones inducen la producción de etileno y subsecuentemente se observa una hipertrófia de las raíces (Garza, 1991). *P. tinctorius* indujo una hipertrofia de las raíces de las plántulas de *P. pseudostrobus*. Existen reportes acerca de la producción de etileno en los tejidos de las plantas como una respuesta a factores naturales de estrés, heridas, infección de patógenos, así como por la carencia de oxígeno (e.g condiciones de inundación y saturación del suelo con agua) (Abeles, 1973; Jackson, 1982), También se asocia la producción de etileno por las plantas durante los primeros estadios de la formación de las ectomicorrizas (Harley & Smith, 1983).

Se realizó síntesis no aséptica, utilizando como sustrato una mezcla de peat moss-perlita en una proporción de 4:1, bajo este sistema se obtienen resultados más cercanos a las condiciones naturales.

En relación a los porcentajes de micorrización se presentó una mayor micorrización en *P. pseudostrobus* con el tratamiento se *S. verrucosum* en el estrato superior, si se toma en cuenta el rango de crecimiento de *S. verrucosum* y el porcentaje de micorrización proporcionado seguimos corroborando la efectividad de colonización de las especies pioneras.

En cuanto al hospedero *P. culminicola* la cepa de *L. nuda* proporcionó el mayor porcentaje de micorrización en el estrato superior, señalando además el registro de esta especie fúngica en el área donde se localiza *P. culminicola* en condiciones naturales.

De manera que las especies que mostraron un crecimiento más rápido *in vitro* en los cultivos puros, hicieron contacto con las raíces más rápido que las especies de crecimiento lento, demostrándose ello en los porcentajes de micorrización (ver Figura 3.4 y 3.5).

La morfología y las características generales de las ectomicorrizas formadas por cada una de las especies de hongos fueron muy similares en las dos especies de coníferas, sin embargo si se observaron diferencias en la morfología de las ectomicorrizas de cada especie de hongo. *L. nuda* formó ectomicorrizas del tipo coraloide en ambos hospederos; *S. verrucosum* formó ectomicorrizas dicotómicas o bifurcadas cortas en ambos hospederos; *P. tinctorius* formó del tipo bifurcadas o dicotómicas largas también en ambos hospederos, *C. cibarius* mostró micorrizas dicotómicas largas en ambos hospederos. Trappe, (1967); Zak, (1973); Garza, (1991) reportan que las ectomicorrizas formadas por una especie de hongo son muy similares con varios hospederos. Las diferencias observadas fueron en relación a la presencia del manto

fúngico, así en *P. culminicola* no se observó manto fúngico en ninguno de los tratamientos, atribuido esto probablemente a las condiciones ambientales a las cuales esta adaptada esta especie, estas son diferentes al sitio donde se llevó a cabo la síntesis no aséptica.

Las ectomicorrizas tienen muchas funciones ecofisiológicas, pero son particularmente importantes en la toma de nutrientes del suelo que son relativamente inmóviles y debido a esta característica se les conoce como “fertilizantes biológicos”. Se conoce que los nutrientes se transportan más rápidamente a través de las hifas fúngicas del manto que en las raíces no infectadas (Harley & Smith, 1983). Las plantas con ectomicorrizas

tienen una mayor capacidad para resistir el trasplante, estrés por falta de agua, altas temperaturas del suelo, metales tóxicos y niveles más altos de protección contra la infección por microorganismos patógenos (Duddridge *et al.*, 1980). Además, existen interconexiones entre los sistemas de raíces de más de una planta, estas conexiones pueden formar redes que a su vez conectan plantas de la misma o de diferentes especies, a través de las cuales ocurre el transporte de nutrientes (Harley, 1986). En la actualidad no se conoce bien cuales son los factores que determinan que especies de hongos se asocian con que hospedero; sin embargo, se sabe que la mayoría de los hospederos pueden formar asociaciones ectomicorrícicas con un amplio rango de hongos ECM, mientras que otros se encuentran restringidos a algunas especies fúngicas (Trappe, 1962; Molina, 1982). Existen además evidencias de que en una sola raíz pueden haber más de una especie de hongo creciendo simultáneamente (Marks & Foster, 1973).

En esta investigación se realizaron inoculaciones individuales y mixtas de 4 especies de

hongos ECM nativos del área donde se localizan los hospederos, utilizando un sustrato artificial una mezcla de peat moss-perlita, las plántulas una vez inoculadas se mantuvieron durante dos meses en el vivero, tiempo óptimo para el establecimiento de

los especies de hongos ECM, una vez transcurrido ese tiempo se realizaron tres muestreos en *P. pseudostrobis* y dos en *P. culminicola*, no fue posible un tercer muestreo en esta segunda especie debido a que las plántulas de *P. culminicola* fueron infectadas por un hongo patógeno que se identificó como *Pythium* sp.

Este tipo de hongos produce el ahogamiento de las plántulas y pudrición de las raíces, las plantas adultas raramente son destruidas por ahogamiento; sin embargo, muestran

podriciones en las raíces, tal fue el caso de las plántulas de *P. culminicola*. Las raicillas de las plántulas pueden ser atacadas en cualquier estado de su desarrollo, el patógeno penetra a través de las puntas de la raíz y se propaga en las células jóvenes, produciendo un rápido colapso y la muerte de las raíces (Agrios, 1991). La causa de la presencia de este hongo patógeno pudo ser debido a que no se implementó un drenaje adecuado, aunado a un riego excesivo, estas condiciones permitieron el desarrollo de este patógeno en las macetas donde se encontraban las plántulas; agregado esto también quizá a la susceptibilidad de la especie de conífera a este hongo fitopatógeno.

En relación a los resultados obtenidos de las inoculaciones individuales y mixtas (tratamientos) en cada hospedero, en *P. pseudostrobus* tenemos que: En el primer muestreo el porcentaje de micorrización fue más alto con el tratamiento mixto de Ln x Pt, observándose este tratamiento el que proporcionó mayor diámetro del cuello de la raíz y el peso seco de la parte aérea de las plántulas, con los restantes parámetros, no hubo relación alguna; en el segundo muestreo el tratamiento mixto de Pt x Cc, presentó

el valor más alto de colonización micorrícica, así como un mayor largo del sistema radicular, con los demás parámetros no hubo relación. En el tercer muestreo, el tratamiento individual Ln dio el mayor porcentaje de micorrización, el mayor diámetro del cuello de la raíz y el mayor largo del sistema radicular. Comparando estos datos con el muestreo total observamos que el mejor tratamiento para *P. pseudostrobus* en relación al porcentaje de micorrización es Pt x Cc, además de proporcionar el mayor largo del sistema radicular y el peso fresco del sistema radicular.

En la actualidad se conoce que las plantas que presentan un alto porcentaje de infección ectomicorrícica obtienen mayores beneficios de esta asociación. Esto es



debido, como se mencionó, a que los hongos ectomicorrícicos transportan el agua y los minerales de manera más eficiente que la raíz misma. Es interesante hacer mención de que el tratamiento Pt x Cc además de proporcionar el más alto valor de micorrización, indujo el mayor desarrollo radicular. Analizando el tratamiento Pt x Cc, se observó que se trata de las especies que mostraron el crecimiento más lento en condiciones *in vitro* individualmente, lo cual hace suponer que los rangos de crecimiento no juegan un papel muy importante en el establecimiento de los hongos, además que los rangos de crecimiento *in vitro* no son necesariamente los mismos en el suelo, en campo o en vivero.

La mayoría de los estudios reportan acerca de la competencia entre especies de hongos ectomicorrícicos pioneros y secundarios han mostrado que los primeros pueden crecer sobre estos últimos e inhibir el crecimiento de las especies secundarias (Frankland, 1981; Digthon, 1987).

Los resultados de este experimento muestran que la combinación de Pt x Cc se trata de especie pionera y especie secundaria, es probable que no haya un antagonismo entre estas especies de hongos ECM.

En relación al hospedero *P. culminicola*; en el primer muestreo el tratamiento Sv x Cc proporcionó el mayor porcentaje de micorrización, no existiendo ninguna relación con los restantes parámetros medidos. Sin embargo en el segundo muestreo se presentó un evento muy importante, el tratamiento de Ln x Cc presentó el valor más alto de micorrización, así como en todos los otros parámetros medidos. Comparando esto con los resultados del muestreo total observamos que el tratamiento mixto de Ln x Cc mostró de igual forma el valor más alto de colonización ectomicorrícica, y en la mayoría

de los otros parámetros medidos. Cabe señalar que *L. nuda* es un cepa que mostró un rango de crecimiento alto en condiciones *in vitro*, no así *C. cibarius*, que su rango de crecimiento fue lento, sin embargo la combinación de estas dos especies secundarias proporciona una muy buena eficiencia tanto en la colonización como en los otros parámetros medidos, sugiriendo que no hay antagonismo entre las especies fúngicas.

En el desarrollo de este trabajo se llevaron a cabo análisis de varianza, donde se observaron diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos por muestreo parcial y total en cada uno de los hospederos, asimismo, se realizó un análisis de correlación, y se encontró que no existe relación entre los parámetros altura de las plantas, diámetro del cuello de la raíz, largo del sistema radicular, peso fresco y seco aéreo, y el peso fresco y seco del sistema radicular con relación al porcentaje de micorrización.

Mediante las matrices de correlación se observaron valores muy bajos de los coeficientes de correlación, no resultando estos confiables para asegurar que existe

relación entre los parámetros.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES

En este trabajo se estudiaron las interacciones de los hongos ectomicorrícicos (ECM) en cultivo y en vivero para observar algunos aspectos de competencia entre los estos hongos y realizar una selección de aquellos que proporcionen mejores beneficios a las plantas. Marx, (1975) menciona que para la selección de las cepas de los hongos ECM es necesario tomar en cuenta su crecimiento *in vitro*, la efectividad de estos para formar ectomicorrizas así como su eficiencia en el transporte de nutrientes a la planta.

Antes de proceder a los experimentos de los cultivos *in vitro* se realizaron aislamientos en cultivo puro de los hongos ECM y se observó su desarrollo. El rango de crecimiento de la cepa *S. verrucosum* fue muy alto, seguida de *L. nuda*, *C. cibarius* y *P. tinctorius*. Posteriormente al realizar los pareados entre estos hongos se observó su comportamiento y los resultados mostraron que la cepa de *S. verrucosum*, además de mostrar rango de

crecimiento mas rápido que las demás cepas también las inhibió. Sin embargo en los experimentos de síntesis *in vitro*, esta cepa mostró un comportamiento patogénico con las plántulas de *P. pseudostrobus*. Por medio de la síntesis *in vitro* fue posible observar los primeros estadios de la colonización de los hongos ECM en las raíces de las plántulas.

Acercándonos más hacia condiciones naturales, en la síntesis no aséptica donde se utilizó un substrato artificial, se obtuvieron porcentajes de micorrización en cada uno de los hospederos al realizar inoculaciones individuales de los hongos ECM. En tales experimentos obtuvimos que en *P. pseudostrobus* el valor más alto de micorrización lo proporcionó el tratamiento individual de *S. verrucosum*. En *P. culminicola* el valor más alto de micorrización se observó con el tratamiento individual *L. nuda*. Dado lo anterior concluimos que las especies

fúngicas de los tratamientos individuales que presentan un mayor rango de crecimiento *in vitro*, ayudan a que se realice el establecimiento más rápido en condiciones de vivero.

En esta investigación se llevaron a cabo inoculaciones tanto individuales como mixtas con el objetivo de semejar al máximo las condiciones naturales. En *P. pseudostrobus* el mejor tratamiento en cuanto a los resultados obtenidos de los parámetros medidos fue la combinación mixta de Pt x Cc, así esta proporcionó el valor más alto de micorrización en el muestreo global. Por lo cual concluimos que con *P. pseudostrobus* los rangos de crecimiento de las especies fúngicas no jugaron un papel relevante en la competencia por establecerse en las raíces. *P. tinctorius* y *C. cibarius* mostraron un crecimiento más lento en cultivo. Sin embargo, los resultados muestran que no hubo relación en esta especie de conífera entre los porcentajes de micorrización y las respuestas de crecimiento de las plantas.

En *P. culminicola* el mejor tratamiento fue la combinación mixta de Ln x Cc, al proporcionar tanto en los muestreos parciales (mensuales) como en el muestreo global el más alto valor de porcentaje de colonización micorrícica, además este tratamiento mixto dió los valores más

---

altos en la mayoría de los otros parámetros medidos, tal como, altura de las plantas, largo del sistema radicular, peso seco aéreo y peso seco del sistema radicular. Es de importancia

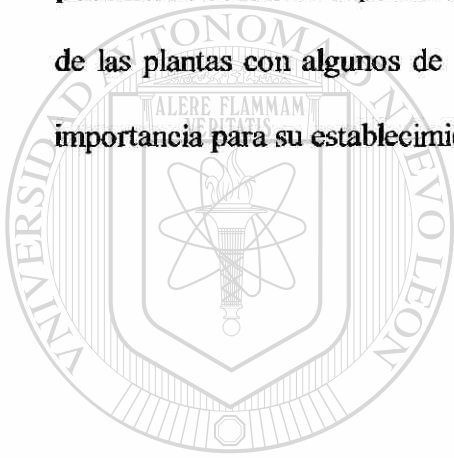
señalar la aparición de la especie *L. nuda* dentro de los mejores tratamientos; y esto se hace mención, ya que esta especie de hongo ectomicorrícico se registra con frecuencia en el sitio donde se localizan las poblaciones de esta especie de conífera endémica siendo esto de importancia para posteriores trabajos de reforestación.

En este estudio las plantas inoculadas con los tratamientos mixtos mostraron mayor porcentaje de micorrización en ambos hospederos.

En la actualidad se conoce que las plantas que presentan una alto porcentaje de colonización ectomicorrícica obtienen mayores beneficios para su crecimiento. Esto se debe a que las hifas

de los hongos pueden transportar agua y minerales a la planta más eficazmente que la raíz misma (Harley & Smith, 1983). Las micorrizas forman parte de la biomasa de los bosques y son centrales en el ciclaje de nutrientes.

Mediante esta investigación se pretende dar la pauta para la realización en el área de estudio de posteriores trabajos de regeneración de hábitats y plantaciones con diversos fines, ya que en los últimos años ésta, se ha visto seriamente afectada por incendios, sobrepastoreo y otros disturbios antropogénicos. Finalmente, es necesario enfatizar que al realizar estudios posteriores con estas especies de coníferas en el área de estudio se incluyan las inoculaciones de las plantas con algunos de los hongos ectomicorrícicos nativos aquí estudiados dada su importancia para su establecimiento y posterior desarrollo de la comunidad.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**BIBLIOGRAFÍA**

Abeles, F.B. 1973. Ethylene in Plant Biology. **Academic Press. London, New York.**  
358 pp

Acsai, J. & Largent, D.L. 1983. Fungi associated with *Arbutus menziesii*, *Arctostaphylos manzanita*, *Arctostaphylos uva-ursi* in Central and Northern California. **Mycologia**, **75 (3):544-547**

Agrios, G.N. 1986. **Fitopatología**. Ed. Limusa. p 237-243,

Allen, E.B., & Allen, M.F. (1984). Competition between plants of different successional stages: mycorrhizas as regulators. **Can. J. Bot.**, **62: 2625-2629.**

Amaranthus, M, P. 1992. Mycorrhizal, forest disturbance and regeneration in the Pacific Northwestern United States. **USDA Forest Service**. pp 202-206.

Arias, M.1994. Taxonomía de algunas especies de macromycetes del cerro "El Potosí", Mpio. de Galeana, N.L Tesis. **Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, Tamps.**  
pp 27-29

Bonello, P. 1991. Defence responses of non-mycorrhizal and mycorrhizal seedlings of *Pinus sylvestris* L. to fungal pathogens. **Ph.D. Thesis. Oxford University.** pp 221

Brandrett, M., Bougher, N. , Dell, B. , Grove, T. & N. Malajeznk. 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. **The Australian Center for International Agricultural Research. (ACIAR).** p 347.

Castellano, M.A. & J. Trappe 1985. Mycorrhizal associations of five Monotropeae in Oregon. **Mycologia** **77 (3):499-502**

Deverall, B.J. 1977. Defence mechanisms of plants. **Cambridge Monographs in Experimental Biology** **19.** 106.

Dighton, J. 1987. Ecology and management of ectomycorrhizal fungi in the U.K. **In Proceedings of the 7<sup>th</sup> North American Conference on Mycorrhizae.** pp 75-77.

- Dighton, J., & Mason, P.A. 1985. Mycorrhizal dynamics during forest tree development. **In Developmental Biology of Higher Fungi.** (Ed. by D. Moore, L.A. Casselton, D.A. Wood and J.C. Frankland) **Br. Mycol. Soc. Symp.** 10. 117-139.
- Duddridge, J.A. 1987. Specificity and recognition in ectomycorrhizal associations. In **Fungal Infection of Plants.** **Br. Mycol. Soc. Symp.**, 13: 25-44.
- Duddridge, J., Malibari, A., and Read, D.J. 1980. Structure and function of mycelial rhizomorphs with special reference to their role in water transport. **Nature** 287: 834-836.
- Fleming, L.V. 1983b. Succession of mycorrhizal fungi on birch: infection of seedlings planted around mature trees. **Plant & Soil** 71: 263-268.
- Fortin, J.A. 1966. Synthesis of mycorrhiza on explants of the root hypocotyl of *Pinus sylvestris* L. **Can. J. Bot.**, 44: 1087.
- Frankland, J.C. 1981. Mechanisms in fungal successions. In **The fungal community: Its organization and role in the ecosystem** (edited by J.T. Wicklow and G.C. Carroll), New York, Marcel Decker, pp 403-426.
- Fries, N. 1979. Germination of spores of *Cantharellus cibarius*. **Mycol.**, 71: 216-219
- Fries, N., Serck-Hanssen, K., Dimberg, L.H., and Theander, O. 1987. Abietic acid, an activator of basidiospore germination in ectomycorrhizal species of the genus *Suillus* (Boletaceae). **Experim. Mycol.**, 11: 360-363.
- Garbaye, J. 1982. Quelques aspects de la competitivite des souches ectomycorhiziennes. In: **Les Colloques de L'INRA**, No.13: 303-312.
- García, A. M. 1996. Análisis de la cubierta vegetal y propuesta para la zonificación ecológica del cerro "El Potosí", Galeana, N.L., México. **Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León.** p 14.
- García, A. A. & S. González., 1991. Flora y Vegetación de la cima del Cerro "El Potosí" Mpio. de Galeana, N.L. México. **Acta Bot. Mex. No.13:** 53-74.
- Garza, O.F. 1991. Competencia entre hongos ectomicorrícicos durante su establecimiento en las raíces de pinos tropicales. **Tesis, Universidad de Oxford, Inglaterra.** 383 pp.

- Gerdeman, J. W. 1968. Vesicular-Arbuscular mycorrhizal and plant growth. **Annual Review of Phytopathology** 6: 397-418.
- Gibson, I. A. S. 1963. Eine mitteilung über die Kiefernmykorrhiza in der Walden Kenias. In **Mycorrhiza** W. Rawald and H. Lyr, eds Fisher, Jena. p 49.
- Hall, I. Brown, G. T. Bryas, J. & N. Dimas. 1994. The Black Truffle its history, uses and cultivation. 2<sup>nd</sup>. Edition Christchurch, N.Z. New Zeland Institute for crop and food research limited. 106 pp.
- Harley, J.L. 1984. The Mycorrhizal Associations. **Encyclopaedia of Plant Physiology New Series. Vol. 17. Cellular Interactions** (edited by H.F. Linskens and J. Heslop-Harrison. pp 148-186.
- Harley, J.L. 1986. Mycorrhizal studies: past and future. In **Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae** (edited by V. Gianinazzi-Pearson and S. Gianinazzi). 1<sup>st</sup>. European Symposium on Mycorrhizae, Dijon, INRA, Paris. pp 25-33.
- Harley, J.L., & Smith, S.E. 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, London. 463 pp.
- Ingleby, K. , P.A. Mason., F.T. Last & L.V. Fleming. 1990. Identifications of ectomycorrhizas. **ITE Research Publications no. 5** Natural Environment Reasearch Council. p 112.
- Jackson, M.B. 1982. Ethylene as a growth promoting hormone under flooded conditions. In **Plant Growth Substances** (Edited by P.F. Wareing). pp 291-301.
- Kropp, B.R., & Langlois, C.G. 1990. Ectomycorrhizas in reafforestation. **Can. J. For. Res.**, 20: 438-451.
- Last, F.T., Mason, P.A., Ingleby, K. and Fleming, L.V. 1984. Succession of fruit bodies of sheathing mycorrhizal fungi associated with *Betula pendula*. **For. Ecol. Manage.**, 9: 229-234.
- Luoma, L.D. , R.E. Frenkel & J. M. Trappe, 1991. Fruiting of Hypogeous fungi in Oregon Douglas-fir forests: seasonal and variation . **Mycologia** 83(3):335-353.
- Marks, G.C., & Foster, R.C. 1967. Succession of mycorrhizal associations on individual roots of radiata pine. **Aust. For.**, 31: 193-201.



- Marks, G.C., & Foster, R.C. 1973. Structure, Morphogenesis and Ultrastructure of Ectomycorrhizae. In: **Ectomycorrhizae** (edited by G.C. Marks and T.T. Kozlowski), pp 1-41.
- Marx, D.H. 1973. Mycorrhizae and Feeder Root Diseases. In **Ectomycorrhizae: their ecology and physiology.** (edited by Marks, G.C. and T.T. Kozlowski). pp 351-377.
- Marx, D.H. 1975. Mycorrhizae and establishment of trees on strip-mined land. **The Ohio Journal of Science** 75(6) : 288-297
- Marx, D.H. 1976. Synthesis of ectomycorrhizas on loblolly pine seedlings with basidiospores of *Pisolithus tinctorius*. **For. Sci.**, 22(1): 13-20.
- Marx, D.H., & Davey, C.B. 1969a. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi in the resistance of pine roots to pathogenic infections. III. Resistance of aseptically formed mycorrhizae to infection by *Phytophthora cinnamomi*. **Phytopathol.**, 59(5): 549-558.
- Marx, D.H., & Davey, C.B. 1969b. The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. IV. Resistance of naturally occurring mycorrhizae to infections by *Phytophthora cinnamomi*. **Phytopathol.**, 59(5): 559-565.
- 
- Mason, P. A. , Last, F.T. Pelham, J., & Ingelby, K. 1982. Ecology of some fungus associated with a ageing stand of birches (*Betula pendula* and *Betula pubescens*) **For Ecol Manage** 4: 19-39.
- Mason, P.A., J. Dighton, F.T., Last and Wilson, J. 1983. Procedure for establishing sheathing mycorrhizas on tree seedlings. **For. Ecol. Manage.**, 5(1): 47-53.
- Mason, P.A., Last, F.T., Wilson, J. and Deacon, J.W., Fleming, L.V., and Fox, F.M. 1987. Fruiting and successions of ectomycorrhizal fungi. in **Fungal Infection of Plants.** pp 253-268.
- Mason, P.A., Wilson, J., Last., F.T. and Walker, C. 1983. The concept of succession in relation to the spread of sheathing mycorrhiza fungi on inoculated tree seedlings growing in unsterile soils. **Plant & Soil** 71: 247-256.

- Melin, E. 1923. Experimentelle Untersuchungen über die Birken und Espenmykorrhizen und ihre Pilzsymbionten. **Svensk. Bot. Tidskr.**, 17: 479-520.
- Melin, E. 1930. Investigations on the significance of tree mycorrhiza. An ecological-physiological study. **Translated from the german by Paul W. Stickel. U.S.D.A. Forest Service.** 40 pp.
- Mikola, P. 1973. Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practice. **In Ectomycorrhizae: their ecology and physiology (Editors, Marks, G.C. and T.T. Kozłowski).** pp. 383-406.
- Miller, O.K , Miller S.L. & J.G. Palmer.1983 Description and identification of selected mycorrhizal. Fungi in pure culture. **Mycotaxon. Vol. XVIII, (2):** 457-481.
- Molina, R. 1980. Ectomycorrhizal inoculation of containerized western conifer seedlings. **U.S.D.A. For. Ser. Res. Note., PNW-357.** 10 pp.
- Molina, R. 1982. Use of the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* in Forestry. I. Consistency between isolates in effective colonization of containerized conifer seedlings. **Can. J. For. Res.**, 12: 469-473.
- Molina, R. & M. Amaranthus. 1990. Rhizosphere Biology: Ecological Linkages between soil processes, plant grown, and community dynamics. **In Proceedings Management and Productivity of Western-Montane Forest Soils.**  
Compilado por Harvey, A.I. y L. F. Neuenschwander. pp 51-58.
- Molina, R., Massicotte, H. & Trappe, J. 1992 Specificity phenomena in mycorrhizal symbiosis: Community-Ecological consequence and practical implications. **In Mycorrhizal Fuctioninig ( Editors, Allen. M).** pp 357-423.
- Molina, R., & Palmer, J.G. 1982. Isolation, maintenance, and pure culture manipulation of ectomycorrhizal fungi. **In Methods and principles of mycorrhizal research (edited by N.C. Schenck).** pp 115-129.
- Molina, R., & Trappe, J.M. 1982. Patterns of ectomycorrhizal host specificity and potential among Pacific Northwest conifers. **For. Sci.**, 28: 423-458.
- Molina, R. T. & Trappe, J.M. 1984. Mycorrhiza management in Bareroot Nursery. **Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings.** pp 211-223 .

- Moore, L.M., Jansen, A.E. and van Griensven, L.J.L.D. (1989). Pure culture synthesis of ectomycorrhizas with *Cantharellus cibarius*. **Acta Bot. Neerl.**, **38(3)**: 273-278.
- Oliveros, S. 1932. Effects of soil inoculations on the grown of Benquet pine. **Makilig Echo** **11**:205.
- Read, D.J. 1983. The structure and function of the vegetative mycelium of mycorrhizal roots. **Mycological society symposium** **8**. 215-240 .
- Robertson, M.F. 1932. The cultivation of Mexican Pines in the union of South Africa, with notes on the species and their original habitat. **Empire Forestry Journal** **XI**. 58-71
- Rovira, A.D. 1969. Plant root exudates. **Bot. Rev.**, **35**: 35-57.
- Rovira, A.D., Bowen, G.D., and Foster, R.C. 1983. The significance of rhizosphere microflora and mycorrhizas in plant nutrition. **Encyclopaedia of plant physiology. New series 15A, Inorganic Plant Nutrition** (Edited by A. Laeuchli and R.L. Bielecki. pp 61-93.
- Singer, R., & Morello, J. (1960). Ectotrophic tree mycorrhiza and forest communities **Ecology** **41**: 549-551.
- Skidmore, A.M., & Dickinson, C.H. (1976). Colony interactions and hyphal interference between *Septoria nodorum* and phylloplane fungi. **Trans. Br. Mycol. Soc.** **66(1)**: 57-64.
- Slankis, V. 1973. Hormonal relationships in mycorrhizal development. In **Ectomycorrhizae their ecology and physiology** (edited by G.C. Marks and T.T. Kozlowski). pp 232-291.
- Thompson, B.D. , Malajzuk, T. S. G. & G.E. Hardy. 1993. Improving the colonization capacity and effectiveness of ectomycorrhizal fungal cultures by association with a host plant and re-isolation. **Mycological Research** **97 (7)**:839-844.
- Trappe, J.M. 1962. Fungus associates of ectotrophic mycorrhizae. **Bot. Rev.**, **28**: 538-606.
- Trappe, J.M. 1967. Pure culture synthesis of Douglas fir mycorrhizae with species of *Hebeloma*, *Suillus*, *Rhizopogon*, and *Astraeus* **For. Sci.** **13(2)**: 121-130.

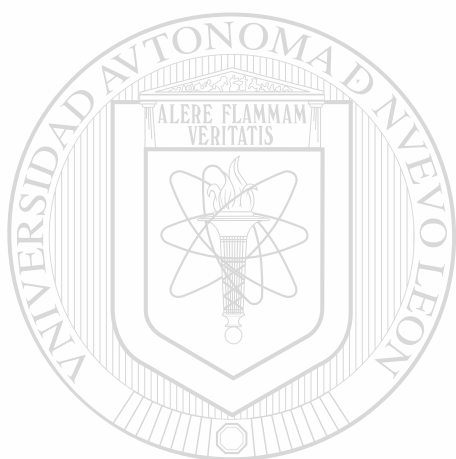
- Trappe, J.M. 1977. Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries. **Ann. Rev. Phytopathol.**, 15: 203-222.
- Trappe, J. M. 1987. Phylogenetic and Ecological aspects of mycotrophy in angiosperms from an evolutionary stand point. In **Ecophysiology of V.A. mycorrhizal plants** Ed. Gener, Safir, CRC Press, Boca Raton Fl. 224 pp.
- Trappe, J.M. 1989. The meaning of mycorrhizal to plant ecology. In: **Mycorrhizae for Green Asia** (De. By M. Mahadevan, N. Ramen, & K. Natarayan) Centre for Advanced Studies, University of Madras, India. pp 347-349.
- Trappe, J. M. & Fogel, R.D. 1977. Ecosystematic functions of mycorrhizae. In: **The Belowground Ecosystem**. For Collins, Colo.: Colorado State University, Range Science Department Scientific Series. pp 205-214 .
- Trappe, J.M. & Luoma D. L. 1992 .**The Ties that Bind: Fungi in Ecosystems** Oregon State University. pp 17-27 .
- Zak, B. 1973. Classification of Ectomycorrhizae. in Marks, G.C. and T.T. Kozłowski (1973) **Ectomycorrhizae: their ecology and physiology**. pp 43-78.
- Zak, B., & Marx, D.H. 1964. Isolation of mycorrhizal fungi from roots of individual Slash Pines. **For. Sci.**, 10(2): 214-222.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





**APÉNDICES**

UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Tabla 1 Análisis de varianza para crecimiento radial de los 4 hongos ECM**

Numero de observaciones en datos =10

Análisis de Varianza

Variable dependiente: Crecimiento radial

| Fuente | GL  | Suma de cuadrados | Cuadrado Medio | F Valor | Pr > F |
|--------|-----|-------------------|----------------|---------|--------|
| Modelo | 33  | 82.50000000       | 2.50000000     | .0001   |        |
| Error  | -24 | 0.00000000        | 0.00000000     |         |        |

| R2       | C.V. | CME | A Media    |
|----------|------|-----|------------|
| 1.000000 | 0    | 0   | 5.50000000 |

| Fuente                        | GL | Suma de cuadrados | CM          | Valor de F | Pr > F |
|-------------------------------|----|-------------------|-------------|------------|--------|
| <i>Scleroderma verrucosum</i> | 9  | 82.50000000       | 9.16666667  | .          | 0.0001 |
| <i>Lepista nuda</i>           | 9  | 82.50000000       | 9.16666667  | .          | 0.0001 |
| <i>Pisolithus tinctorius</i>  | 8  | 82.00000000       | 10.25000000 | .          | 0.0001 |
| <i>Cantharellus cibarius</i>  | 7  | 80.50000000       | 11.50000000 | .          | 0.0001 |

**Tabla 1 Porcentaje de micorrización por estratos en la síntesis no aséptica en *Pinus pseudostrobus***

| Tratamientos | Estrato inferior | Estrato medio | Estrato superior | % Total   |
|--------------|------------------|---------------|------------------|-----------|
| Pp Sv        | 40               | 90            | 90               | 73        |
| Pp Sv        | 30               | 80            | 90               | 67        |
| Pp Sv        | 25               | 70            | 70               | 55        |
| Pp Sv        | 25               | 70            | 80               | 58        |
| Pp Sv        | 30               | 70            | 80               | 60        |
| <b>Pp Sv</b> | <b>30</b>        | <b>76</b>     | <b>82</b>        | <b>63</b> |
| Pp Ln        | 30               | 50            | 70               | 50        |
| Pp Ln        | 40               | 70            | 70               | 60        |
| Pp Ln        | 50               | 80            | 70               | 67        |
| Pp Ln        | 50               | 80            | 80               | 70        |
| Pp Ln        | 25               | 50            | 75               | 50        |
| <b>Pp Ln</b> | <b>39</b>        | <b>66</b>     | <b>73</b>        | <b>59</b> |
| Pp Pt        | 50               | 70            | 50               | 57        |
| Pp Pt        | 50               | 70            | 70               | 63        |
| Pp Pt        | 50               | 80            | 100              | 77        |
| Pp Pt        | 50               | 80            | 90               | 73        |
| Pp Pt        | 25               | 50            | 50               | 42        |
| <b>Pp Pt</b> | <b>45</b>        | <b>70</b>     | <b>72</b>        | <b>62</b> |
| Pp Cc        | 25               | 40            | 50               | 38        |
| Pp Cc        | 20               | 25            | 50               | 32        |
| Pp Cc        | 20               | 25            | 40               | 28        |
| Pp Cc        | 20               | 30            | 40               | 30        |
| Pp Cc        | 25               | 40            | 50               | 38        |
| <b>Pp Cc</b> | <b>22</b>        | <b>32</b>     | <b>46</b>        | <b>33</b> |

Pp= *Pinus pseudostrobus*

Sv= *Scleroderma verrucosum*

Ln= *Lepista nuda*

P.t.= *Pisolithus tinctorius*

Cc= *Cantharellus cibarius*

Apéndice B

Tabla 2 Porcentaje de micorrización por estratos en la síntesis no aséptica en *Pinus culminicola*

| Tratamientos | Estrato inferior | Estrato medio | Estrato superior | % Total |
|--------------|------------------|---------------|------------------|---------|
| Pc Sv        | 25               | 50            | 50               | 42      |
| Pc Sv        | 50               | 70            | 70               | 63      |
| Pc Sv        | 50               | 50            | 50               | 50      |
| Pc Sv        | 25               | 70            | 50               | 48      |
| Pc Sv        | 25               | 50            | 70               | 48      |
| Pc Sv        | 35               | 58            | 58               | 50      |
| Pc Ln        | 70               | 80            | 90               | 80      |
| Pc Ln        | 40               | 70            | 70               | 60      |
| Pc Ln        | 25               | 50            | 50               | 42      |
| Pc Ln        | 30               | 70            | 70               | 57      |
| Pc Ln        | 50               | 70            | 70               | 63      |
| Pc Ln        | 43               | 68            | 70               | 60      |
| Pc Pt        | 25               | 40            | 50               | 38      |
| Pc Pt        | 25               | 50            | 50               | 42      |
| Pc Pt        | 25               | 50            | 50               | 42      |
| Pc Pt        | 25               | 70            | 50               | 48      |
| Pc Pt        | 40               | 80            | 80               | 67      |
| Pc Pt        | 28               | 58            | 56               | 47      |
| Pc Ce        | 25               | 80            | 70               | 58      |
| Pc Ce        | 40               | 80            | 90               | 70      |
| Pc Ce        | 40               | 80            | 80               | 27      |
| Pc Ce        | 30               | 80            | 80               | 63      |
| Pc Ce        | 30               | 40            | 70               | 47      |
| Pc CC        | 25               | 72            | 62               | 53      |

Pp= *Pinus culminicola*

Sv= *Scleroderma verrucosum*

Ln= *Lepista nuda*

P.t= *Pisolithus tinctorius*

Cc= *Cantharellus cibarius*



**Tabla 1 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* para el porcentaje de micorrización en síntesis no aséptica**

Numero de observaciones en datos =20

Análisis de Varianza

Dependiente Variable: % de micorrización

| Fuente | G L | Suma de cuadrados | Cuadrado Medio | F Valor | Pr > F |
|--------|-----|-------------------|----------------|---------|--------|
| Modelo | 3   | 2997.3950         | 999.131672     | 11.16   | 0.0003 |
| Error  | 16  | 1432.051240       | 89.503202      |         |        |

|  | R2       | C.V.     | CME      | A Media    |
|--|----------|----------|----------|------------|
|  | 0.676697 | 17.38556 | 9.460613 | 54.4165000 |

| Fuente | G L | S C       | C M        | F Valor | Pr > F |
|--------|-----|-----------|------------|---------|--------|
| T      | 3   | 2997.3950 | 999.131672 | 11.16   | 0.0003 |

**Tabla 2 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* para el porcentaje de micorrización en síntesis no aséptica**

Numero de observaciones en datos =20

Análisis de Varianza

Dependiente Variable: % de micorrización

| Fuente | G L | Suma de cuadrados | Cuadrado Medio | F Valor | Pr > F |
|--------|-----|-------------------|----------------|---------|--------|
| Modelo | 3   | 463.796680        | 154.5988933    | .92     | 0.4533 |
| Error  | 16  | 2687.22757200     | 167.9547325    |         |        |

|  | R2       | C.V.     | CME      | A Media    |
|--|----------|----------|----------|------------|
|  | 0.147187 | 24.56822 | 12.95974 | 52.7500000 |

| Fuente | G L | S C        | C M         | F Valor | Pr > F |
|--------|-----|------------|-------------|---------|--------|
| T      | 3   | 463.796680 | 154.5988933 | .92     | 0.4533 |

Tabla 1 Datos de *Pinus pseudostrabus* primer muestreo en el vivero

| TRATAMIENTO    | PARAMETROS |     |     |     |          |           |         |          |          |          |          |          |          |
|----------------|------------|-----|-----|-----|----------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | % M        | inf | med | sup | Alt (mm) | Diam (mm) | LR (mm) | PFA (gr) | PSA (gr) | PFR (gr) | PSR (gr) | PNA (gr) | PNR (gr) |
| Pp Testigo     | 13         | 0   | 0   | 40  | 12       | 13        | 53      | 1,2      | 0,34     | 0,8      | 0,33     | 0,86     | 0,47     |
|                | 10         | 0   | 15  | 15  | 11       | 13        | 45      | 1,5      | 0,41     | 1,8      | 0,45     | 1,09     | 1,35     |
|                | 15         | 0   | 20  | 25  | 6        | 13,5      | 4       | 2,1      | 0,57     | 2        | 0,41     | 1,53     | 1,59     |
|                | 25         | 0   | 25  | 50  | 9        | 13        | 49      | 2        | 0,61     | 3,8      | 0,76     | 1,39     | 3,04     |
|                | 13         | 0   | 20  | 20  | 9        | 13        | 41      | 2,2      | 0,58     | 2,9      | 0,58     | 1,62     | 2,32     |
| Promedio       | 15         | 0   | 16  | 30  | 9,40     | 13,1      | 38,4    | 1,8      | 0,5      | 2,26     | 0,51     | 1,3      | 1,75     |
| Pp Sv          | 25         | 0   | 30  | 45  | 8        | 13        | 52      | 1,3      | 0,47     | 1,5      | 0,56     | 0,83     | 0,94     |
|                | 25         | 0   | 50  | 25  | 11       | 14        | 43,9    | 1,5      | 0,44     | 1,9      | 0,42     | 1,06     | 1,48     |
|                | 17         | 0   | 25  | 25  | 12       | 12,5      | 25      | 0,9      | 0,25     | 1,6      | 0,18     | 0,65     | 1,42     |
|                | 38         | 25  | 30  | 60  | 6        | 14        | 46      | 1,6      | 0,42     | 2,4      | 0,47     | 1,18     | 1,93     |
|                | 25         | 0   | 25  | 50  | 8        | 13,5      | 40      | 2,9      | 1        | 2,8      | 0,64     | 1,9      | 2,16     |
| Promedio       | 26         | 5   | 32  | 41  | 9        | 13,4      | 41,4    | 1,38     | 0,42     | 1,74     | 0,34     | 0,96     | 1,4      |
| Pp Ln          | 22         | 0   | 25  | 40  | 12       | 14        | 43      | 2,5      | 0,79     | 3,7      | 0,74     | 1,71     | 2,96     |
|                | 50         | 25  | 50  | 75  | 8        | 13        | 47      | 1,5      | 0,48     | 3,2      | 0,49     | 1,03     | 2,71     |
|                | 50         | 25  | 50  | 75  | 13       | 13,2      | 36      | 1,4      | 0,38     | 2,3      | 0,38     | 1,02     | 1,92     |
|                | 67         | 25  | 75  | 100 | 10       | 13        | 47      | 2,4      | 0,78     | 3,8      | 0,68     | 1,62     | 3,12     |
|                | 42         | 25  | 50  | 50  | 8        | 14        | 45,8    | 1,6      | 0,48     | 2,4      | 0,43     | 1,13     | 1,97     |
| Promedio       | 46         | 20  | 50  | 68  | 10,2     | 13,4      | 43,8    | 1,88     | 0,58     | 3,08     | 0,54     | 1,3      | 2,54     |
| Pp CC          | 58         | 25  | 75  | 75  | 12       | 13        | 49      | 2,1      | 0,58     | 3,6      | 0,88     | 1,52     | 2,72     |
|                | 17         | 0   | 25  | 25  | 12       | 12,5      | 29      | 1,1      | 0,32     | 1,5      | 0,24     | 0,78     | 1,27     |
|                | 47         | 25  | 40  | 75  | 11       | 13        | 41      | 1,4      | 0,42     | 4,2      | 0,74     | 0,98     | 3,46     |
|                | 17         | 0   | 25  | 25  | 10       | 12,5      | 40      | 1,4      | 0,38     | 2,3      | 0,41     | 1,02     | 1,89     |
|                | 25         | 0   | 25  | 50  | 11,5     | 14        | 47,5    | 1,7      | 0,59     | 4,4      | 0,76     | 1,11     | 3,64     |
| Promedio       | 33         | 10  | 38  | 50  | 11,3     | 13        | 41,3    | 1,54     | 0,46     | 3,2      | 0,61     | 1,08     | 2,6      |
| Pp Pt          | 52         | 25  | 60  | 70  | 13       | 14,2      | 39      | 1,5      | 0,42     | 2,6      | 0,39     | 1,08     | 2,21     |
|                | 48         | 25  | 70  | 50  | 12       | 13,5      | 49,2    | 1,4      | 0,44     | 4,1      | 0,83     | 0,96     | 3,27     |
|                | 45         | 10  | 75  | 50  | 11       | 13        | 41,5    | 1,8      | 0,49     | 3,2      | 0,56     | 1,31     | 2,65     |
|                | 42         | 25  | 50  | 50  | 8,5      | 13        | 48,3    | 2,2      | 0,67     | 3,2      | 0,79     | 1,54     | 2,41     |
|                | 25         | 0   | 25  | 50  | 14,5     | 13        | 38      | 1        | 0,38     | 2,5      | 0,46     | 0,62     | 2,04     |
| Promedio       | 42         | 17  | 56  | 54  | 11,8     | 13,3      | 43,2    | 1,58     | 0,48     | 3,12     | 0,6      | 1,1      | 2,52     |
| Pp SvXLn       | 17         | 0   | 25  | 25  | 11       | 12,5      | 36      | 1,7      | 0,48     | 2,6      | 0,74     | 1,22     | 1,86     |
|                | 25         | 0   | 50  | 25  | 10       | 13        | 40      | 1,6      | 0,42     | 2        | 0,43     | 1,18     | 1,57     |
|                | 25         | 0   | 50  | 25  | 16       | 14        | 42      | 2,3      | 0,62     | 2,8      | 0,58     | 1,68     | 2,22     |
|                | 42         | 0   | 75  | 50  | 12       | 12,5      | 45      | 1,5      | 0,39     | 3,3      | 0,5      | 1,11     | 2,8      |
|                | 42         | 0   | 50  | 75  | 12,5     | 12,5      | 47      | 1,3      | 0,46     | 1,8      | 0,35     | 0,85     | 1,45     |
| Promedio       | 30         | 0   | 50  | 40  | 12,3     | 12,9      | 42      | 1,68     | 0,47     | 2,5      | 0,52     | 1,21     | 1,98     |
| Pp LnXCC       | 50         | 25  | 50  | 75  | 12       | 12,5      | 35      | 1,1      | 0,47     | 2,4      | 0,35     | 0,63     | 2,05     |
|                | 45         | 25  | 60  | 50  | 11       | 14        | 56      | 2,5      | 0,82     | 5,9      | 1,24     | 1,68     | 4,66     |
|                | 33         | 25  | 50  | 25  | 12       | 13        | 42      | 1,5      | 0,47     | 3,1      | 0,62     | 1,03     | 2,49     |
|                | 42         | 25  | 50  | 50  | 13       | 13        | 43      | 1,6      | 0,5      | 4,1      | 0,77     | 1,1      | 3,33     |
|                | 48         | 20  | 50  | 75  | 10       | 14        | 51      | 1,6      | 0,4      | 4,7      | 0,8      | 1,2      | 3,9      |
| Promedio       | 44         | 24  | 52  | 55  | 11,6     | 13,3      | 45,4    | 1,66     | 0,53     | 4,04     | 0,76     | 1,13     | 3,28     |
| Pp PtXCC       | 57         | 20  | 50  | 100 | 11       | 14        | 51      | 1,7      | 0,52     | 3,6      | 0,79     | 1,18     | 2,81     |
|                | 52         | 25  | 50  | 80  | 10       | 13        | 40      | 2,2      | 0,64     | 3,7      | 0,68     | 1,56     | 3,02     |
|                | 67         | 25  | 75  | 100 | 10,5     | 14        | 60      | 1,4      | 0,4      | 3,6      | 0,74     | 1        | 2,86     |
|                | 42         | 25  | 50  | 50  | 9        | 13        | 49      | 1,4      | 0,46     | 3,3      | 0,65     | 0,95     | 2,65     |
|                | 55         | 25  | 50  | 90  | 11       | 12        | 78      | 1,2      | 0,38     | 2,6      | 0,45     | 0,82     | 2,15     |
| Promedio       | 54         | 24  | 55  | 84  | 10,3     | 13,2      | 55,6    | 1,58     | 0,48     | 3,36     | 0,66     | 1,1      | 2,7      |
| Pp SvXCC       | 8          | 0   | 0   | 25  | 11       | 12        | 30      | 0,4      | 0,25     | 1,2      | 0,15     | 0,15     | 1,05     |
|                | 50         | 25  | 50  | 75  | 14       | 12,5      | 48      | 1,6      | 0,47     | 3,1      | 0,58     | 1,13     | 2,52     |
|                | 48         | 25  | 70  | 50  | 13,5     | 15        | 45,5    | 1,3      | 0,37     | 3,2      | 0,62     | 0,93     | 2,58     |
|                | 57         | 25  | 70  | 75  | 9        | 14        | 44      | 2,6      | 0,77     | 2,3      | 0,58     | 1,84     | 1,72     |
|                | 17         | 0   | 25  | 25  | 11       | 12        | 20      | 0,8      | 0,48     | 2,2      | 0,38     | 0,33     | 1,83     |
| Promedio       | 36         | 15  | 43  | 50  | 11,7     | 13,1      | 37,5    | 1,34     | 0,47     | 2,4      | 0,46     | 0,87     | 1,94     |
| Pp SvXPt       | 50         | 25  | 75  | 50  | 11,5     | 12        | 11      | 0,8      | 0,62     | 0,1      | 0,07     | 0,18     | 0,03     |
|                | 60         | 25  | 75  | 80  | 7        | 12        | 18,5    | 0,4      | 0,32     | 0,5      | 0,49     | 0,08     | 0,01     |
|                | 50         | 25  | 75  | 50  | 11       | 12        | 14      | 0,8      | 0,5      | 0,7      | 0,58     | 0,3      | 0,12     |
|                | 28         | 20  | 40  | 25  | 8,5      | 11        | 18      | 0,3      | 0,24     | 0,5      | 0,34     | 0,06     | 0,16     |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Promedio       | 38         | 19  | 53  | 41  | 7,6      | 9,4       | 12,3    | 0,46     | 0,34     | 0,36     | 0,3      | 0,12     | 0,06     |
| Pp LnXPt       | 67         | 25  | 75  | 100 | 10,5     | 13,5      | 31      | 1,3      | 0,37     | 3        | 0,54     | 0,93     | 2,46     |
|                | 67         | 25  | 75  | 100 | 10,5     | 15        | 44      | 2,7      | 0,83     | 4,5      | 0,85     | 1,87     | 3,65     |
|                | 67         | 25  | 75  | 100 | 12       | 14        | 41,7    | 2,1      | 0,67     | 3,2      | 0,71     | 1,43     | 2,49     |
|                | 55         | 25  | 50  | 90  | 12,5     | 13,5      | 30      | 1,8      | 0,52     | 2,4      | 0,46     | 1,28     | 1,94     |
|                | 50         | 25  | 50  | 75  | 12,5     | 14        | 45      | 1,4      | 0,52     | 3,1      | 0,55     | 0,88     | 2,55     |
| Promedio       | 61         | 25  | 65  | 93  | 11,6     | 14        | 38,3    | 1,86     | 0,58     | 3,24     | 0,62     | 1,28     | 2,62     |
| Pp SvXLnXCCXPt | 50         | 25  | 75  | 50  | 11       | 11        | 41      | 1,1      | 0,49     | 2,6      | 0,3      | 0,61     | 2,3      |
|                | 42         | 25  | 50  | 50  | 12,5     | 12        | 46      | 1,6      | 0,41     | 2,4      | 0,38     | 1,19     | 2,02     |
|                | 25         | 25  | 25  | 25  | 9        | 11        | 26      | 0,6      | 0,25     | 1,6      | 0,2      | 0,35     | 1,4      |
|                | 42         | 25  | 50  | 50  | 11       | 13        | 41      | 2        | 0,6      | 2,8      | 0,45     | 1,4      | 2,35     |
|                | 58         | 25  | 75  | 75  | 11       | 13        | 39      | 1,3      | 0,38     | 3,5      | 0,62     | 0,92     | 2,88     |
| Promedio       | 43         | 25  | 55  | 50  | 10,9     | 12        | 38,6    | 1,32     | 0,43     | 2,58     | 0,39     | 0,89     | 2,19     |

Apéndice D

Tabla 2 Datos de *Pinus pseudostrabus* segundo muestreo en el vivero

| TRATAMIENTO    | PARAMETROS |     |     |     |          |           |         |          |          |          |          |          |          |
|----------------|------------|-----|-----|-----|----------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | % M        | Inf | Med | Sup | Alt (cm) | Diam (mm) | LR (cm) | PFA (gr) | PSA (gr) | PFR (gr) | PSR (gr) | PNA (gr) | PNR (gr) |
| Pp Testigo     | 30         | 10  | 40  | 40  | 9        | 13        | 36      | 2,3      | 0,78     | 1,9      | 0,67     | 1,52     | 1,23     |
|                | 3          | 0   | 10  | 0   | 10       | 13        | 40      | 1,7      | 0,58     | 1,3      | 0,47     | 1,13     | 0,83     |
|                | 5          | 0   | 15  | 0   | 8        | 13        | 43      | 1,6      | 0,57     | 2,4      | 0,51     | 1,03     | 1,89     |
|                | 10         | 10  | 20  | 0   | 9        | 12        | 37      | 2,6      | 0,86     | 2,4      | 0,68     | 1,74     | 1,72     |
|                | 12         | 10  | 15  | 10  | 6        | 12        | 64      | 2,1      | 0,67     | 2,6      | 0,71     | 1,44     | 1,89     |
| Promedio       | 12         | 6   | 20  | 10  | 8,30     | 12,6      | 44      | 2,06     | 0,69     | 2,12     | 0,61     | 1,37     | 1,51     |
| Pp Sv          | 42         | 15  | 60  | 50  | 10       | 12,5      | 55      | 1,7      | 0,49     | 5,6      | 1,13     | 1,21     | 4,47     |
|                | 48         | 15  | 70  | 60  | 8,5      | 13        | 45      | 1,5      | 0,46     | 2,5      | 0,5      | 1,04     | 2        |
|                | 42         | 15  | 50  | 60  | 9,5      | 14        | 46      | 2,1      | 0,63     | 5        | 0,94     | 1,47     | 4,06     |
|                | 52         | 25  | 70  | 60  | 9        | 12,5      | 39      | 1,6      | 0,45     | 3,9      | 0,66     | 1,15     | 3,24     |
|                | 60         | 30  | 70  | 80  | 12       | 14        | 30      | 1,8      | 0,61     | 7,2      | 0,66     | 1,19     | 6,54     |
| Promedio       | 49         | 20  | 64  | 62  | 9,8      | 13,2      | 43      | 1,74     | 0,43     | 4,84     | 0,91     | 1,21     | 3,17     |
| Pp Ln          | 45         | 15  | 50  | 70  | 11       | 12        | 48      | 1,9      | 0,63     | 2,9      | 0,8      | 1,27     | 2,1      |
|                | 45         | 15  | 50  | 70  | 11       | 12        | 57      | 2,3      | 0,76     | 4,1      | 0,86     | 1,45     | 3,24     |
|                | 23         | 10  | 20  | 40  | 6,5      | 11        | 32      | 1,2      | 0,42     | 2        | 0,3      | 0,78     | 1,7      |
|                | 40         | 10  | 50  | 60  | 13       | 13        | 50      | 2,2      | 0,77     | 4,8      | 1,08     | 1,43     | 3,72     |
|                | 40         | 10  | 50  | 60  | 8        | 12        | 42      | 1,2      | 0,36     | 1,2      | 0,23     | 0,84     | 0,97     |
| Promedio       | 39         | 12  | 44  | 60  | 9,9      | 12        | 45,8    | 1,74     | 0,59     | 3        | 0,65     | 1,4      | 2,35     |
| Pp CC          | 42         | 15  | 60  | 50  | 10       | 12        | 48      | 1,8      | 0,58     | 3,2      | 0,87     | 1,22     | 2,33     |
|                | 30         | 10  | 40  | 40  | 10       | 12        | 42      | 1,3      | 0,44     | 2,1      | 0,54     | 0,86     | 1,56     |
|                | 38         | 15  | 50  | 50  | 7,5      | 12        | 47,5    | 1,9      | 0,42     | 2,6      | 0,65     | 1,48     | 1,96     |
|                | 37         | 10  | 50  | 50  | 12       | 12        | 51      | 1,5      | 0,64     | 2,9      | 0,76     | 0,86     | 2,14     |
|                | 37         | 10  | 50  | 50  | 9,5      | 13,5      | 47      | 2,3      | 0,47     | 1,9      | 0,55     | 1,83     | 1,35     |
| Promedio       | 37         | 10  | 50  | 48  | 23,3     | 12,3      | 47,1    | 1,76     | 0,51     | 2,54     | 0,67     | 1,53     | 1,87     |
| Pp Pt          | 48         | 15  | 60  | 70  | 12       | 12        | 60      | 1,3      | 0,44     | 4,3      | 0,88     | 0,87     | 3,42     |
|                | 57         | 20  | 70  | 80  | 10,5     | 13        | 74      | 1,6      | 0,46     | 6,4      | 1,4      | 1,14     | 5        |
|                | 55         | 15  | 70  | 80  | 8,5      | 13        | 60      | 1,4      | 0,4      | 3,5      | 0,82     | 1,01     | 2,68     |
|                | 63         | 20  | 80  | 90  | 12       | 12        | 32      | 1,6      | 0,51     | 1,8      | 0,46     | 1,09     | 1,35     |
|                | 52         | 15  | 70  | 70  | 11       | 13        | 40      | 2,1      | 0,66     | 2,7      | 0,59     | 1,44     | 2,11     |
| Promedio       | 55         | 17  | 70  | 78  | 10,8     | 12,6      | 53,2    | 1,6      | 0,49     | 3,74     | 0,83     | 1,42     | 2,91     |
| Pp SvXLn       | 52         | 15  | 60  | 80  | 11       | 13        | 41,5    | 2,1      | 0,69     | 2,1      | 0,51     | 1,41     | 1,59     |
|                | 40         | 10  | 50  | 60  | 10       | 13        | 39      | 1,7      | 0,51     | 7,1      | 1,31     | 1,19     | 5,79     |
|                | 52         | 25  | 60  | 70  | 16       | 12        | 44      | 1,2      | 0,45     | 3,2      | 0,57     | 0,75     | 2,63     |
|                | 68         | 25  | 80  | 100 | 12       | 13        | 36      | 2,2      | 0,79     | 2,8      | 0,69     | 1,41     | 2,11     |
|                | 58         | 25  | 70  | 80  | 12,5     | 13        | 51      | 1,6      | 0,53     | 2,8      | 0,58     | 1,07     | 2,22     |
| Promedio       | 54         | 20  | 64  | 78  | 12,3     | 12,8      | 42,3    | 1,76     | 0,6      | 3,6      | 0,73     | 1,45     | 2,87     |
| Pp LoxCC       | 48         | 15  | 70  | 60  | 10       | 12        | 45      | 1,5      | 0,53     | 4,1      | 0,7      | 0,97     | 3,4      |
|                | 50         | 30  | 60  | 60  | 8        | 12        | 31      | 1,8      | 0,32     | 1,3      | 0,27     | 1,48     | 1,03     |
|                | 60         | 30  | 70  | 80  | 11       | 12        | 44      | 1,1      | 0,34     | 4,3      | 0,88     | 0,77     | 3,42     |
|                | 67         | 30  | 80  | 90  | 13       | 14        | 49      | 1,6      | 0,46     | 3,3      | 0,67     | 1,14     | 2,63     |
|                | 48         | 15  | 70  | 60  | 10       | 12        | 49      | 0,9      | 0,33     | 2,7      | 0,47     | 0,57     | 2,23     |
| Promedio       | 55         | 24  | 70  | 70  | 10,4     | 12,4      | 43,6    | 1,38     | 0,39     | 3,14     | 0,6      | 1,28     | 2,54     |
| Pp PrxCc       | 83         | 50  | 100 | 100 | 9,5      | 13        | 71,5    | 1,6      | 0,5      | 3,8      | 0,75     | 1,11     | 3,05     |
|                | 77         | 50  | 90  | 90  | 9,5      | 13        | 65      | 1,5      | 0,47     | 3,7      | 0,27     | 1,03     | 3,43     |
|                | 58         | 25  | 70  | 80  | 11       | 12        | 45      | 1,9      | 0,53     | 3,3      | 0,88     | 1,37     | 2,42     |
|                | 65         | 25  | 80  | 90  | 9,5      | 12,5      | 53      | 1,2      | 0,36     | 2,5      | 0,67     | 0,84     | 1,83     |
|                | 70         | 30  | 90  | 90  | 9,5      | 12        | 49      | 2        | 0,71     | 3,2      | 0,47     | 1,29     | 2,73     |
| Promedio       | 71         | 36  | 86  | 90  | 9,8      | 12,5      | 56,7    | 1,64     | 0,51     | 3,3      | 0,61     | 1,38     | 2,69     |
| Pp SvxCc       | 50         | 20  | 60  | 70  | 9        | 12        | 25      | 1,9      | 0,85     | 2,8      | 0,58     | 1,05     | 2,22     |
|                | 50         | 20  | 70  | 60  | 10       | 12        | 37      | 1,8      | 0,73     | 2,4      | 0,61     | 1,07     | 1,79     |
|                | 23         | 15  | 30  | 25  | 10       | 12        | 37      | 1,6      | 0,46     | 1,3      | 0,39     | 1,14     | 0,91     |
|                | 43         | 20  | 60  | 50  | 9        | 13        | 50      | 2,2      | 0,75     | 2,8      | 0,71     | 1,45     | 2,09     |
|                | 55         | 25  | 60  | 80  | 10       | 13        | 65      | 1,3      | 0,45     | 2,6      | 0,6      | 0,85     | 2        |
| Promedio       | 44         | 20  | 56  | 57  | 9,6      | 12,4      | 42,8    | 1,76     | 0,65     | 2,38     | 0,58     | 1,39     | 1,8      |
| Pp SvXPt       | 55         | 15  | 80  | 70  | 15       | 12        | 40      | 1,8      | 0,68     | 3,4      | 0,77     | 1,12     | 2,63     |
|                | 68         | 25  | 90  | 90  | 10       | 13        | 47      | 1,9      | 0,55     | 4,5      | 1        | 1,35     | 3,5      |
|                | 53         | 10  | 70  | 80  | 10       | 13        | 40      | 1,5      | 0,46     | 2,2      | 0,41     | 1,04     | 1,79     |
|                | 52         | 15  | 70  | 70  | 10,5     | 13        | 45      | 1        | 0,37     | 3,4      | 0,59     | 0,64     | 2,81     |
|                | 67         | 40  | 80  | 80  | 9        | 13        | 60      | 1,7      | 0,52     | 2        | 0,44     | 1,18     | 1,56     |
| Promedio       | 59         | 21  | 78  | 78  | 10,9     | 12,8      | 46,4    | 1,58     | 0,52     | 3,1      | 0,64     | 1,34     | 2,46     |
| Pp LaxPt       | 43         | 20  | 60  | 50  | 7        | 12        | 48      | 1,3      | 0,36     | 1,8      | 0,38     | 0,94     | 1,42     |
|                | 43         | 20  | 50  | 60  | 10       | 12        | 40      | 1,7      | 0,56     | 3,3      | 0,65     | 1,14     | 2,65     |
|                | 52         | 25  | 60  | 70  | 9        | 12        | 39      | 1,7      | 0,5      | 2,2      | 0,6      | 1,2      | 1,6      |
|                | 65         | 25  | 80  | 90  | 11       | 13        | 55      | 1,6      | 0,55     | 4        | 0,83     | 1,05     | 3,17     |
|                | 63         | 30  | 80  | 80  | 11       | 12        | 35      | 0,9      | 0,33     | 2        | 0,45     | 0,57     | 1,55     |
| Promedio       | 53         | 24  | 66  | 70  | 9,6      | 12,2      | 43,4    | 1,44     | 0,46     | 2,66     | 0,58     | 1,25     | 2,08     |
| Pp SvXLnXCcXPt | 58         | 25  | 70  | 80  | 10,5     | 13        | 35      | 2,1      | 0,72     | 3,9      | 0,86     | 1,38     | 3,04     |
|                | 67         | 30  | 80  | 90  | 11       | 12        | 45      | 2,2      | 0,62     | 1,8      | 0,42     | 1,58     | 1,38     |
|                | 48         | 25  | 50  | 70  | 11       | 13        | 62      | 2,1      | 0,6      | 3,8      | 0,89     | 1,5      | 2,91     |
|                | 48         | 25  | 50  | 70  | 11       | 12        | 46      | 1,4      | 0,42     | 4,2      | 0,84     | 0,98     | 3,36     |
|                | 42         | 25  | 40  | 60  | 10       | 13        | 64      | 1,4      | 0,51     | 5,4      | 1,07     | 0,89     | 4,33     |
| Promedio       | 53         | 26  | 58  | 74  | 10,7     | 12,6      | 50,4    | 1,84     | 0,57     | 3,82     | 0,82     | 1,52     | 3        |

Apéndice D

Tabla 3 Datos de *Pinus pseudostrobus* tercer muestreo en el vivero

| TRATAMIENTO        | PARAMETROS |     |     |     |          |           |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------------|------------|-----|-----|-----|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                    | % M        | inf | med | sup | Alt (cm) | Diam (mm) | L.R (cm) | PFA (gr) | PSA (gr) | PFR (gr) | PSR (gr) | PNA (gr) | PNR (gr) |
| Pp Testigo         | 25         | 10  | 25  | 40  | 9,50     | 2,00      | 46,00    | 2,20     | 0,86     | 1,80     | 0,77     | 1,34     | 1,04     |
|                    | 27         | 10  | 20  | 50  | 9,50     | 2,00      | 60,00    | 1,20     | 0,44     | 4,00     | 1,31     | 0,76     | 2,69     |
|                    | 13         | 0   | 15  | 25  | 7,50     | 1,00      | 64,00    | 1,40     | 0,42     | 1,50     | 0,60     | 0,98     | 0,90     |
|                    | 30         | 10  | 30  | 50  | 9,00     | 2,00      | 40,00    | 1,60     | 0,54     | 2,50     | 0,62     | 1,06     | 1,88     |
|                    | 25         | 10  | 25  | 40  | 7,00     | 1,00      | 45,00    | 1,50     | 0,54     | 3,80     | 0,72     | 0,96     | 3,08     |
| <b>Promedio</b>    | 24         | 8   | 23  | 41  | 8,50     | 1,60      | 51,00    | 1,58     | 0,56     | 2,72     | 0,80     | 1,02     | 1,92     |
| Pp Sv              | 15         | 5   | 15  | 25  | 10,00    | 2,00      | 43,00    | 2,10     | 0,77     | 2,00     | 0,74     | 1,33     | 1,27     |
|                    | 62         | 25  | 80  | 80  | 11,00    | 2,00      | 57,50    | 1,70     | 0,54     | 6,90     | 1,08     | 1,33     | 5,82     |
|                    | 17         | 15  | 15  | 20  | 9,00     | 1,50      | 66,00    | 1,20     | 0,37     | 2,00     | 0,52     | 0,57     | 1,48     |
|                    | 15         | 0   | 15  | 30  | 8,50     | 2,00      | 47,00    | 1,90     | 0,63     | 2,40     | 0,68     | 1,18     | 1,72     |
|                    | 22         | 15  | 20  | 30  | 11,00    | 2,50      | 56,00    | 2,10     | 0,72     | 2,90     | 0,77     | 1,38     | 2,13     |
| <b>Promedio</b>    | 26         | 12  | 29  | 37  | 9,90     | 2,00      | 53,90    | 1,80     | 0,45     | 2,84     | 0,61     | 0,89     | 2,23     |
| Pp Lu              | 80         | 50  | 90  | 100 | 9,50     | 2,00      | 51,50    | 1,60     | 0,51     | 3,60     | 0,78     | 1,09     | 2,82     |
|                    | 48         | 25  | 50  | 70  | 10,00    | 2,00      | 41,50    | 1,90     | 0,62     | 2,80     | 0,65     | 1,28     | 2,15     |
|                    | 48         | 15  | 50  | 80  | 11,00    | 3,00      | 59,50    | 2,60     | 0,92     | 3,70     | 1,03     | 1,68     | 2,67     |
|                    | 62         | 20  | 75  | 90  | 9,00     | 2,00      | 84,50    | 1,20     | 0,41     | 6,20     | 1,08     | 0,80     | 5,12     |
|                    | 77         | 40  | 90  | 100 | 10,00    | 3,00      | 65,00    | 1,90     | 0,67     | 4,00     | 1,12     | 1,23     | 2,89     |
| <b>Promedio</b>    | 63         | 30  | 71  | 88  | 9,90     | 2,40      | 60,40    | 1,84     | 0,62     | 4,06     | 0,93     | 1,39     | 3,13     |
| Pp CC              | 40         | 15  | 30  | 75  | 9,00     | 2,50      | 71,50    | 1,70     | 0,58     | 4,40     | 1,25     | 1,12     | 3,15     |
|                    | 43         | 15  | 40  | 75  | 8,50     | 2,00      | 51,00    | 1,50     | 0,49     | 2,90     | 0,93     | 1,01     | 1,98     |
|                    | 50         | 15  | 50  | 85  | 7,50     | 2,00      | 38,00    | 2,80     | 1,15     | 4,20     | 1,00     | 1,65     | 3,20     |
|                    | 27         | 10  | 30  | 40  | 9,50     | 1,50      | 73,50    | 1,40     | 0,50     | 3,60     | 1,03     | 0,90     | 2,57     |
|                    | 38         | 15  | 40  | 60  | 13,00    | 1,00      | 51,00    | 2,00     | 0,69     | 2,10     | 0,95     | 1,32     | 1,15     |
| <b>Promedio</b>    | 40         | 15  | 38  | 67  | 9,50     | 1,80      | 57,00    | 1,88     | 0,68     | 3,44     | 1,03     | 1,48     | 2,41     |
| Pp Pt              | 23         | 10  | 20  | 40  | 8,00     | 1,00      | 27,00    | 0,80     | 0,26     | 0,70     | 0,15     | 0,54     | 0,55     |
|                    | 30         | 15  | 25  | 50  | 8,00     | 2,00      | 45,00    | 1,90     | 0,66     | 1,90     | 0,71     | 1,25     | 1,19     |
|                    | 58         | 25  | 70  | 80  | 9,00     | 2,00      | 40,00    | 2,00     | 0,66     | 2,10     | 0,55     | 1,34     | 1,55     |
|                    | 43         | 0   | 40  | 90  | 9,50     | 2,00      | 41,00    | 1,50     | 0,55     | 5,50     | 1,19     | 0,95     | 4,31     |
|                    | 37         | 15  | 25  | 70  | 11,00    | 1,50      | 48,50    | 1,50     | 0,51     | 2,90     | 0,72     | 0,99     | 2,18     |
| <b>Promedio</b>    | 38         | 13  | 36  | 66  | 9,10     | 1,70      | 40,30    | 1,54     | 0,53     | 2,62     | 0,66     | 1,31     | 1,96     |
| Pp Sv x Lu         | 55         | 15  | 60  | 90  | 8,50     | 2,00      | 46,50    | 1,50     | 0,49     | 1,90     | 0,52     | 1,01     | 1,39     |
|                    | 42         | 5   | 40  | 80  | 8,50     | 2,00      | 38,00    | 1,60     | 0,56     | 2,60     | 0,64     | 1,04     | 1,96     |
|                    | 42         | 15  | 40  | 70  | 12,00    | 2,00      | 35,00    | 2,10     | 0,78     | 1,60     | 0,69     | 1,32     | 0,91     |
|                    | 48         | 15  | 50  | 80  | 8,50     | 2,00      | 55,50    | 1,10     | 0,47     | 2,90     | 0,68     | 0,63     | 2,22     |
|                    | 33         | 10  | 30  | 60  | 8,50     | 1,50      | 25,00    | 1,70     | 0,62     | 1,00     | 0,38     | 1,08     | 0,62     |
| <b>Promedio</b>    | 44         | 12  | 44  | 76  | 9,20     | 1,90      | 40,00    | 1,60     | 0,58     | 2,00     | 0,58     | 1,28     | 1,42     |
| Pp Lnx CC          | 50         | 20  | 50  | 80  | 10,00    | 1,50      | 40,00    | 1,00     | 0,39     | 2,50     | 0,41     | 0,61     | 2,09     |
|                    | 2          | 0   | 0   | 5   | 5,00     | 2,00      | 19,00    | 1,30     | 0,40     | 1,70     | 0,30     | 0,90     | 1,40     |
|                    | 63         | 30  | 70  | 90  | 13,00    | 2,00      | 73,00    | 1,90     | 0,64     | 3,30     | 0,81     | 1,26     | 2,49     |
|                    | 2          | 0   | 0   | 5   | 9,50     | 1,00      | 52,50    | 1,60     | 0,51     | 1,90     | 0,38     | 1,09     | 1,52     |
|                    | 35         | 15  | 30  | 60  | 10,00    | 2,00      | 37,00    | 1,70     | 0,57     | 2,40     | 0,54     | 1,13     | 1,86     |
| <b>Promedio</b>    | 30         | 13  | 30  | 48  | 9,00     | 1,70      | 91,00    | 1,50     | 0,50     | 2,36     | 0,49     | 1,25     | 1,87     |
| Pp Ptx Cc          | 53         | 30  | 50  | 80  | 9,00     | 2,00      | 41,00    | 0,90     | 0,35     | 5,00     | 0,76     | 0,55     | 4,24     |
|                    | 53         | 20  | 50  | 90  | 9,00     | 1,50      | 47,00    | 1,20     | 0,40     | 3,20     | 0,62     | 0,80     | 2,58     |
|                    | 55         | 15  | 60  | 90  | 9,00     | 1,50      | 54,50    | 1,10     | 0,40     | 2,50     | 0,54     | 0,70     | 1,96     |
|                    | 53         | 20  | 60  | 80  | 7,50     | 4,00      | 41,50    | 2,00     | 0,60     | 4,70     | 0,81     | 1,40     | 3,90     |
|                    | 63         | 30  | 70  | 90  | 7,50     | 2,00      | 43,00    | 1,40     | 0,50     | 3,30     | 0,83     | 0,90     | 2,47     |
| <b>Promedio</b>    | 56         | 23  | 58  | 86  | 8,40     | 2,20      | 45,40    | 1,32     | 0,45     | 3,74     | 0,71     | 1,12     | 3,03     |
| Pp Sv x Cc         | 47         | 20  | 50  | 70  | 9,00     | 2,00      | 25,00    | 1,40     | 0,67     | 2,40     | 0,62     | 0,73     | 1,78     |
|                    | 50         | 20  | 60  | 70  | 10,00    | 2,00      | 35,00    | 1,60     | 0,70     | 2,00     | 0,52     | 0,90     | 1,48     |
|                    | 28         | 15  | 30  | 40  | 10,00    | 2,00      | 37,00    | 1,40     | 0,56     | 1,20     | 0,43     | 0,84     | 0,77     |
|                    | 38         | 15  | 50  | 50  | 9,00     | 3,00      | 45,00    | 2,00     | 0,70     | 1,80     | 0,38     | 1,30     | 1,42     |
|                    | 47         | 20  | 50  | 70  | 10,00    | 3,00      | 60,00    | 1,30     | 0,38     | 0,90     | 0,25     | 0,92     | 0,65     |
| <b>Promedio</b>    | 42         | 18  | 48  | 60  | 9,60     | 2,40      | 40,40    | 1,54     | 0,60     | 1,66     | 0,44     | 1,16     | 1,22     |
| Pp Sv x Pt         | 42         | 15  | 40  | 70  | 11,50    | 2,00      | 71,50    | 1,60     | 0,54     | 2,40     | 0,62     | 1,06     | 1,78     |
|                    | 45         | 15  | 40  | 80  | 7,50     | 2,00      | 60,00    | 1,80     | 0,36     | 2,50     | 0,81     | 1,44     | 1,69     |
|                    | 55         | 25  | 50  | 90  | 8,00     | 2,00      | 41,00    | 1,20     | 0,31     | 2,50     | 0,49     | 0,89     | 2,01     |
|                    | 38         | 15  | 30  | 70  | 7,50     | 2,00      | 18,00    | 1,10     | 0,65     | 2,40     | 0,87     | 0,45     | 1,53     |
|                    | 37         | 15  | 25  | 70  | 9,00     | 1,50      | 36,00    | 1,40     | 0,38     | 2,50     | 0,64     | 1,02     | 1,86     |
| <b>Promedio</b>    | 43         | 17  | 37  | 76  | 8,70     | 1,90      | 45,30    | 1,42     | 0,45     | 2,46     | 0,68     | 1,21     | 1,78     |
| Pp Lnx Pt          | 42         | 15  | 30  | 80  | 9,00     | 2,00      | 64,00    | 1,30     | 0,60     | 2,60     | 0,63     | 0,70     | 2,15     |
|                    | 55         | 25  | 50  | 90  | 10,00    | 1,50      | 64,00    | 1,00     | 0,64     | 3,40     | 0,71     | 0,36     | 2,56     |
|                    | 63         | 30  | 70  | 90  | 6,00     | 2,00      | 54,50    | 0,80     | 0,47     | 1,70     | 0,74     | 0,33     | 0,72     |
|                    | 45         | 15  | 40  | 80  | 9,00     | 2,00      | 47,00    | 1,90     | 0,41     | 1,70     | 0,29     | 1,49     | 1,27     |
|                    | 50         | 20  | 50  | 80  | 9,50     | 2,00      | 49,00    | 1,30     | 0,53     | 3,40     | 0,57     | 0,77     | 2,55     |
| <b>Promedio</b>    | 51         | 21  | 48  | 84  | 8,70     | 1,90      | 55,70    | 1,26     | 0,53     | 2,56     | 0,59     | 0,97     | 1,85     |
| Pp Sv x Lnx Ccx Pt | 42         | 15  | 40  | 70  | 10,00    | 2,00      | 44,00    | 1,20     | 0,51     | 1,40     | 0,45     | 0,69     | 0,95     |
|                    | 33         | 10  | 30  | 60  | 11,50    | 2,50      | 45,00    | 2,00     | 0,84     | 2,20     | 0,84     | 1,16     | 1,36     |
|                    | 60         | 30  | 60  | 90  | 7,00     | 2,00      | 64,00    | 1,70     | 0,58     | 4,80     | 0,98     | 1,12     | 3,82     |
|                    | 38         | 15  | 30  | 70  | 10,00    | 1,50      | 60,00    | 1,30     | 0,48     | 1,40     | 0,43     | 0,82     | 0,97     |
|                    | 73         | 50  | 80  | 90  | 13,00    | 2,00      | 51,50    | 1,50     | 0,47     | 3,50     | 0,85     | 1,03     | 2,65     |
| <b>Promedio</b>    | 49         | 24  | 48  | 76  | 10,30    | 2,00      | 52,90    | 1,54     | 0,58     | 2,66     | 0,71     | 0,96     | 1,95     |

Tabla 4 Datos de *Pinus culminicola* primer muestreo en el vivero

| TRATAMIENTO  | PARAMETROS |     |     |     |          |           |         |          |          |          |          |          |          |
|--------------|------------|-----|-----|-----|----------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|              | % M        | inf | med | sup | Alt (cm) | Diam (mm) | LR (cm) | PFA (gr) | PSA (gr) | PFR (gr) | PSR (gr) | PNA (gr) | PNR (gr) |
| Pc Testigo   | 8          | 0   | 0   | 25  | 4        | 12        | 19      | 0,8      | 0,23     | 0,2      | 0,1      | 0,57     | 0,11     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 5        | 11,5      | 21      | 0,3      | 0,15     | 0,1      | 0,04     | 0,15     | 0,07     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 5        | 13        | 20      | 0,6      | 0,21     | 0,4      | 0,12     | 0,39     | 0,28     |
|              | 0          | 0   | 0   | 0   | 5        | 13        | 18      | 0,3      | 0,13     | 0,2      | 0,04     | 0,17     | 0,16     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 5,5      | 12,5      | 20      | 0,6      | 0,14     | 0,6      | 0,12     | 0,46     | 0,48     |
| Promedio     | 7          | 0   | 0   | 20  | 4,9      | 12,4      | 19,6    | 0,52     | 0,17     | 0,3      | 0,08     | 0,35     | 0,22     |
| Pc XV        | 8          | 0   | 0   | 25  | 4        | 11        | 14      | 0,4      | 0,12     | 0,6      | 0,08     | 0,28     | 0,52     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 5        | 11        | 19      | 0,4      | 0,14     | 0,3      | 0,05     | 0,26     | 0,25     |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 5        | 11,5      | 25,5    | 0,7      | 0,23     | 0,4      | 0,08     | 0,48     | 0,32     |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 4        | 12        | 19      | 0,4      | 0,15     | 0,3      | 0,67     | 0,25     | -0,37    |
|              | 8          | 0   | 25  | 0   | 3        | 11,5      | 14,5    | 0,4      | 0,12     | 0,2      | 0,03     | 0,28     | 0,17     |
| Promedio     | 15         | 0   | 15  | 30  | 4,2      | 11,4      | 18,4    | 0,46     | 0,15     | 0,36     | 0,18     | 0,38     | 0,18     |
| Pc Ln        | 25         | 0   | 25  | 50  | 8        | 12        | 21,5    | 0,6      | 0,16     | 0,4      | 0,09     | 0,44     | 0,31     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 6,5      | 12        | 21      | 0,7      | 0,15     | 0,7      | 0,18     | 0,55     | 0,52     |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 6,5      | 13        | 26,4    | 1,2      | 0,34     | 0,7      | 0,13     | 0,86     | 0,57     |
|              | 20         | 0   | 20  | 40  | 6,5      | 12,5      | 19      | 0,8      | 0,22     | 0,6      | 0,14     | 0,58     | 0,46     |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 7        | 13,2      | 19      | 1,2      | 0,36     | 1,4      | 0,3      | 0,84     | 1,1      |
| Promedio     | 21         | 0   | 19  | 43  | 6,9      | 12,5      | 21,4    | 0,9      | 0,25     | 0,76     | 0,17     | 0,73     | 0,59     |
| Pc CC        | 17         | 0   | 25  | 25  | 7,5      | 14        | 27      | 0,8      | 0,25     | 1,2      | 0,28     | 0,56     | 0,92     |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 5,5      | 13        | 17,5    | 0,9      | 0,28     | 1,1      | 0,23     | 0,62     | 0,87     |
|              | 17         | 0   | 20  | 30  | 6        | 12        | 18,5    | 0,6      | 0,17     | 0,6      | 0,11     | 0,43     | 0,49     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 7        | 12,3      | 16      | 0,4      | 0,13     | 0,1      | 0,03     | 0,27     | 0,07     |
|              | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Promedio     | 13         | 0   | 14  | 26  | 5,2      | 10,3      | 15,8    | 0,54     | 0,17     | 0,6      | 0,13     | 0,52     | 0,47     |
| Pc Pt        | 25         | 0   | 25  | 50  | 4,5      | 13        | 35,5    | 0,8      | 0,24     | 1        | 0,21     | 0,56     | 0,79     |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 4,5      | 12        | 14,5    | 0,2      | 0,12     | 0,3      | 0,03     | 0,08     | 0,27     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 6        | 12        | 22      | 0,7      | 0,2      | 0,7      | 0,16     | 0,5      | 0,55     |
|              | 50         | 25  | 50  | 75  | 6,5      | 11,8      | 16,5    | 0,2      | 0,09     | 0,2      | 0,03     | 0,11     | 0,17     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 5,5      | 12        | 18      | 0,3      | 0,13     | 0,3      | 0,04     | 0,17     | 0,26     |
| Promedio     | 23         | 5   | 20  | 45  | 5,4      | 12,2      | 21,3    | 0,44     | 0,16     | 0,5      | 0,09     | 0,39     | 0,41     |
| Pc SvxC      | 8          | 0   | 0   | 25  | 6,5      | 12        | 15,5    | 0,5      | 0,2      | 0,2      | 0,03     | 0,3      | 0,17     |
|              | 0          | 0   | 0   | 0   | 6        | 9         | 15      | 0,5      | 0,2      | 0,1      | 0,03     | 0,3      | 0,07     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 5,5      | 12        | 18      | 0,4      | 0,13     | 0,2      | 0,04     | 0,27     | 0,16     |
|              | 17         | 0   | 25  | 25  | 6        | 11,5      | 17      | 0,4      | 0,15     | 0,4      | 0,07     | 0,25     | 0,34     |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 6        | 12        | 23      | 0,7      | 0,26     | 0,8      | 0,15     | 0,45     | 0,65     |
| Promedio     | 12         | 0   | 10  | 25  | 6        | 11,3      | 17,7    | 0,5      | 0,19     | 0,34     | 0,06     | 0,39     | 0,28     |
| Pc LnxCC     | 8          | 0   | 0   | 25  | 6        | 13        | 24      | 0,7      | 0,23     | 0,7      | 0,14     | 0,47     | 0,56     |
|              | 75         | 50  | 75  | 100 | 5        | 12,2      | 12      | 0,3      | 0,14     | 0,3      | 0,06     | 0,16     | 0,24     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 7        | 13        | 43      | 1        | 0,3      | 1,2      | 0,25     | 0,7      | 0,95     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 5        | 11        | 18      | 0,2      | 0,12     | 0,2      | 0,03     | 0,08     | 0,17     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 6,5      | 12        | 19,5    | 0,4      | 0,15     | 0,2      | 0,04     | 0,26     | 0,16     |
| Promedio     | 22         | 10  | 15  | 40  | 5,9      | 12,2      | 23,3    | 0,52     | 0,19     | 0,52     | 0,11     | 0,41     | 0,41     |
| Pc PtxCc     | 8          | 0   | 0   | 25  | 4,5      | 12,5      | 20      | 0,5      | 0,17     | 0,3      | 0,05     | 0,33     | 0,25     |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 7,5      | 12        | 24      | 0,7      | 0,22     | 1,1      | 0,09     | 0,48     | 1,02     |
|              | 75         | 50  | 75  | 100 | 7,5      | 12        | 24      | 1,8      | 0,34     | 1,3      | 0,22     | 1,46     | 1,08     |
|              | 50         | 25  | 50  | 75  | 7        | 12,5      | 37,5    | 0,8      | 0,22     | 1,3      | 0,21     | 0,58     | 1,09     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 5,5      | 12        | 21,5    | 0,4      | 0,13     | 0,3      | 0,05     | 0,27     | 0,25     |
| Promedio     | 33         | 15  | 30  | 55  | 6,4      | 12,2      | 25,4    | 0,84     | 0,22     | 0,86     | 0,12     | 0,71     | 0,74     |
| Pc SvxCc     | 25         | 0   | 25  | 50  | 8        | 11        | 16      | 0,4      | 0,18     | 0,3      | 0,06     | 0,22     | 0,24     |
|              | 0          | 0   | 0   | 0   | 7        | 11        | 16      | 0,3      | 0,1      | 0,1      | 0,02     | 0,2      | 0,09     |
|              | 50         | 25  | 50  | 75  | 5,5      | 11        | 18      | 0,3      | 0,11     | 0,3      | 0,05     | 0,2      | 0,25     |
|              | 50         | 25  | 50  | 75  | 3,5      | 12        | 21      | 0,9      | 0,27     | 0,7      | 0,14     | 0,64     | 0,56     |
|              | 50         | 25  | 50  | 75  | 5        | 13        | 21,3    | 1,2      | 0,33     | 1        | 0,21     | 0,87     | 0,79     |
| Promedio     | 35         | 15  | 35  | 55  | 5,8      | 11,6      | 18,5    | 0,62     | 0,2      | 0,48     | 0,1      | 0,56     | 0,38     |
| Pc SvxCp     | 0          | 0   | 0   | 0   | 6        | 13        | 39      | 2        | 0,12     | 3,7      | 0,02     | 1,88     | 3,68     |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 6,5      | 13        | 49,5    | 0,7      | 0,16     | 2,2      | 0,04     | 0,54     | 2,16     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 4,5      | 12,5      | 41,5    | 1,7      | 0,13     | 3,4      | 0,04     | 1,57     | 3,36     |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 5        | 12,5      | 43,5    | 0,7      | 0,16     | 2,2      | 0,06     | 0,54     | 2,14     |
|              | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Promedio     | 12         | 0   | 10  | 25  | 4        | 10,2      | 34,7    | 1,02     | 0,11     | 2,3      | 0,03     | 1,02     | 2,27     |
| Pc LnxPt     | 25         | 0   | 25  | 50  | 5,5      | 13        | 17,5    | 0,8      | 0,23     | 1        | 0,15     | 0,57     | 0,85     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 5        | 11        | 17      | 0,4      | 0,19     | 0,2      | 0,06     | 0,21     | 0,14     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 6,5      | 12,5      | 10      | 0,5      | 0,17     | 0,3      | 0,05     | 0,33     | 0,25     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 5        | 12        | 19      | 0,4      | 0,16     | 0,9      | 0,2      | 0,24     | 0,7      |
|              | 25         | 0   | 25  | 50  | 5,5      | 12        | 20      | 0,5      | 0,14     | 0,2      | 0,03     | 0,36     | 0,17     |
| Promedio     | 15         | 0   | 10  | 35  | 5,5      | 12,1      | 16,7    | 0,52     | 0,18     | 0,52     | 0,1      | 0,55     | 0,42     |
| Pc SvxCxPxPt | 17         | 0   | 0   | 50  | 7,5      | 12        | 15      | 0,5      | 0,15     | 0,2      | 0,04     | 0,35     | 0,16     |
|              | 50         | 25  | 50  | 75  | 4,5      | 12,5      | 18      | 1,5      | 0,4      | 1,1      | 0,22     | 1,1      | 0,88     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 6        | 11,5      | 16      | 0,6      | 0,18     | 0,3      | 0,06     | 0,42     | 0,24     |
|              | 8          | 0   | 0   | 25  | 7,5      | 13        | 17      | 0,4      | 0,12     | 0,2      | 0,05     | 0,28     | 0,15     |
|              | 50         | 25  | 50  | 75  | 6,5      | 12        | 33      | 0,9      | 0,24     | 1,4      | 0,16     | 0,66     | 1,24     |
| Promedio     | 27         | 10  | 20  | 50  | 6,4      | 12,2      | 19,8    | 0,78     | 0,22     | 0,64     | 0,11     | 0,67     | 0,53     |

Tabla 5 Datos de *Pinus culminicola* segundo muestreo en el vivero

| TRATAMIENTO    | PARAMETROS |     |     |     |          |           |         |          |          |          |          |          |          |
|----------------|------------|-----|-----|-----|----------|-----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | % M        | inf | med | sup | Alt (mm) | Diam (mm) | LR (mm) | PFA (gr) | PSA (gr) | PFR (gr) | PSR (gr) | PNA (gr) | PNR (gr) |
| Pc Testigo     | 0          | 0   | 0   | 0   | 3        | 12        | 18      | 0,8      | 0,26     | 0,7      | 0,14     | 0,54     | 0,56     |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 4,5      | 11,5      | 17,5    | 0,2      | 0,12     | 0,2      | 0,04     | 0,08     | 0,16     |
|                | 3          | 0   | 10  | 0   | 5,5      | 13        | 20      | 0,7      | 0,2      | 0,5      | 0,1      | 0,5      | 0,41     |
|                | 3          | 0   | 0   | 10  | 4        | 13        | 18      | 0,5      | 0,2      | 0,3      | 0,07     | 0,3      | 0,23     |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 5,5      | 12,5      | 15,5    | 0,3      | 0,13     | 0,2      | 0,03     | 0,17     | 0,18     |
| Promedio       | 1          | 0   | 2   | 2   | 4,5      | 12,4      | 17,8    | 0,5      | 0,18     | 0,38     | 0,07     | 0,32     | 0,31     |
| Pc Sv          | 18         | 10  | 25  | 20  | 5        | 11        | 17      | 0,6      | 0,22     | 0,4      | 0,09     | 0,38     | 0,31     |
|                | 38         | 25  | 40  | 50  | 6        | 11        | 42      | 0,9      | 0,28     | 1,2      | 0,23     | 0,62     | 0,97     |
|                | 20         | 10  | 25  | 25  | 4        | 11,5      | 20      | 0,6      | 0,2      | 0,4      | 0,06     | 0,4      | 0,34     |
|                | 17         | 0   | 25  | 25  | 3        | 12        | 17,5    | 0,6      | 0,19     | 0,2      | 0,05     | 0,41     | 0,15     |
|                | 17         | 0   | 25  | 25  | 6,5      | 11,5      | 38      | 0,8      | 0,25     | 1        | 0,15     | 0,55     | 0,85     |
| Promedio       | 22         | 9   | 28  | 29  | 4,9      | 11,4      | 26,9    | 0,7      | 0,23     | 0,64     | 0,11     | 0,54     | 0,53     |
| Pc Lu          | 2          | 0   | 0   | 5   | 4,5      | 12        | 14      | 0,2      | 0,14     | 0,2      | 0,04     | 0,06     | 0,16     |
|                | 17         | 0   | 0   | 50  | 5        | 12        | 18      | 0,6      | 0,19     | 0,8      | 0,13     | 0,41     | 0,67     |
|                | 17         | 0   | 10  | 40  | 7,5      | 13        | 15      | 0,8      | 0,28     | 0,4      | 0,08     | 0,52     | 0,32     |
|                | 10         | 0   | 0   | 30  | 4,5      | 12,5      | 19      | 0,3      | 0,13     | 0,2      | 0,04     | 0,17     | 0,16     |
|                | 43         | 20  | 50  | 60  | 6,5      | 13,2      | 33      | 0,9      | 0,21     | 1,1      | 0,2      | 0,69     | 0,9      |
| Promedio       | 18         | 4   | 12  | 37  | 5,6      | 12,5      | 19,8    | 0,56     | 0,19     | 0,54     | 0,1      | 0,48     | 0,44     |
| Pc CC          | 22         | 15  | 25  | 25  | 5        | 14        | 19      | 0,4      | 0,19     | 0,4      | 0,08     | 0,21     | 0,32     |
|                | 17         | 10  | 20  | 20  | 5        | 13        | 18      | 0,6      | 0,22     | 0,5      | 0,09     | 0,39     | 0,41     |
|                | 13         | 0   | 10  | 30  | 6        | 12        | 16      | 0,6      | 0,24     | 0,3      | 0,08     | 0,36     | 0,22     |
|                | 5          | 0   | 0   | 15  | 4,5      | 12,3      | 17      | 0,4      | 0,15     | 0,2      | 0,04     | 0,25     | 0,16     |
|                | 45         | 25  | 30  | 60  | 6,5      | 13        | 69      | 0,9      | 0,28     | 1,1      | 0,24     | 0,62     | 0,86     |
| Promedio       | 20         | 10  | 21  | 30  | 5,4      | 12,9      | 27,8    | 0,58     | 0,22     | 0,5      | 0,11     | 0,46     | 0,39     |
| Pc Pt          | 8          | 0   | 0   | 25  | 3,5      | 13        | 13      | 0,2      | 0,13     | 0,2      | 0,04     | 0,07     | 0,16     |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 5,5      | 12        | 17      | 0,4      | 0,15     | 0,2      | 0,04     | 0,25     | 0,16     |
|                | 40         | 10  | 50  | 60  | 6,5      | 12        | 15      | 0,7      | 0,2      | 0,5      | 0,11     | 0,5      | 0,39     |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 3,5      | 11,8      | 15      | 0,1      | 0,07     | 0,1      | 0,02     | 0,03     | 0,08     |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Promedio       | 10         | 2   | 10  | 17  | 3,8      | 9,76      | 12      | 0,28     | 0,11     | 0,2      | 0,04     | 0,26     | 0,16     |
| Pc SvzLu       | 5          | 0   | 0   | 15  | 5,5      | 12        | 17      | 0,6      | 0,2      | 0,3      | 0,05     | 0,4      | 0,25     |
|                | 25         | 10  | 25  | 40  | 6,5      | 9         | 43      | 0,8      | 0,26     | 1,8      | 0,28     | 0,54     | 1,52     |
|                | 20         | 0   | 20  | 40  | 6        | 12        | 24      | 1,1      | 0,32     | 0,9      | 0,19     | 0,78     | 0,71     |
|                | 7          | 5   | 5   | 10  | 4,5      | 11,5      | 15,5    | 0,5      | 0,18     | 0,2      | 0,05     | 0,33     | 0,15     |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Promedio       | 11         | 3   | 10  | 21  | 4,5      | 8,9       | 19,9    | 0,6      | 0,19     | 0,64     | 0,11     | 0,46     | 0,53     |
| Pc LuxCC       | 50         | 25  | 50  | 75  | 7,5      | 13        | 45      | 1,3      | 0,38     | 0,9      | 0,21     | 0,92     | 0,69     |
|                | 30         | 10  | 10  | 70  | 5,5      | 12,2      | 19      | 0,9      | 0,29     | 0,7      | 0,15     | 0,61     | 0,55     |
|                | 30         | 10  | 30  | 50  | 7        | 13        | 21      | 0,8      | 0,27     | 1,6      | 0,33     | 0,53     | 1,27     |
|                | 13         | 0   | 0   | 40  | 6        | 11        | 15      | 0,3      | 0,16     | 0,4      | 0,06     | 0,14     | 0,34     |
|                | 53         | 30  | 60  | 70  | 9        | 12        | 50      | 1,1      | 0,33     | 1,7      | 0,3      | 0,77     | 1,41     |
| Promedio       | 35         | 15  | 30  | 61  | 7        | 12,2      | 30      | 0,88     | 0,28     | 1,06     | 0,21     | 0,69     | 0,85     |
| Pc PtxCc       | 32         | 15  | 40  | 40  | 5        | 12,5      | 16,5    | 0,6      | 0,07     | 0,4      | 0,22     | 0,53     | 0,18     |
|                | 25         | 15  | 30  | 30  | 6        | 12        | 18      | 1,1      | 0,47     | 1        | 0,17     | 0,63     | 0,83     |
|                | 8          | 0   | 25  | 0   | 4,5      | 12        | 12      | 0,3      | 0,11     | 0,3      | 0,04     | 0,19     | 0,26     |
|                | 13         | 0   | 0   | 40  | 4,5      | 12,5      | 20      | 0,6      | 0,17     | 0,5      | 0,1      | 0,44     | 0,4      |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Promedio       | 16         | 6   | 19  | 22  | 4        | 9,8       | 13,3    | 0,52     | 0,16     | 0,44     | 0,11     | 0,49     | 0,34     |
| Pc SvzCc       | 5          | 0   | 0   | 15  | 6,5      | 11        | 18      | 0,8      | 0,29     | 0,6      | 0,1      | 0,51     | 0,5      |
|                | 2          | 0   | 0   | 5   | 4        | 11        | 17      | 0,4      | 0,16     | 0,2      | 0,05     | 0,24     | 0,15     |
|                | 7          | 0   | 0   | 20  | 5        | 11        | 10      | 0,2      | 0,13     | 0,2      | 0,03     | 0,07     | 0,17     |
|                | 5          | 0   | 0   | 15  | 4,5      | 12        | 16      | 0,5      | 0,18     | 0,2      | 0,05     | 0,32     | 0,15     |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Promedio       | 4          | 0   | 0   | 11  | 4        | 9         | 12,2    | 0,38     | 0,15     | 0,24     | 0,04     | 0,33     | 0,2      |
| Pc SvzPt       | 15         | 0   | 15  | 30  | 4        | 13        | 22,5    | 0,6      | 0,18     | 0,7      | 0,11     | 0,43     | 0,59     |
|                | 17         | 10  | 10  | 30  | 5,5      | 13        | 24      | 0,7      | 0,22     | 1        | 0,21     | 0,48     | 0,79     |
|                | 2          | 0   | 0   | 5   | 5        | 12,5      | 20      | 0,4      | 0,1      | 0,1      | 0,03     | 0,3      | 0,07     |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Promedio       | 7          | 2   | 5   | 13  | 2,9      | 7,7       | 13,3    | 0,34     | 0,1      | 0,36     | 0,07     | 0,31     | 0,29     |
| Pc LuxPt       | 38         | 25  | 40  | 50  | 6        | 13        | 19      | 0,7      | 0,25     | 0,9      | 0,14     | 0,45     | 0,76     |
|                | 3          | 0   | 0   | 10  | 4,5      | 11        | 19      | 0,5      | 0,15     | 0,2      | 0,04     | 0,35     | 0,16     |
|                | 17         | 0   | 10  | 40  | 5        | 12,5      | 17      | 0,6      | 0,2      | 0,4      | 0,06     | 0,41     | 0,34     |
|                | 17         | 0   | 10  | 40  | 4        | 12        | 18      | 0,9      | 0,28     | 0,6      | 0,2      | 0,63     | 0,4      |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Promedio       | 15         | 5   | 12  | 28  | 3,9      | 9,7       | 14,6    | 0,54     | 0,17     | 0,42     | 0,09     | 0,43     | 0,33     |
| Pc SvzLuxCcxPt | 8          | 0   | 0   | 25  | 6        | 12        | 17      | 0,7      | 0,2      | 1,1      | 0,18     | 0,5      | 0,92     |
|                | 5          | 0   | 0   | 15  | 6        | 12,5      | 18      | 0,6      | 0,22     | 0,3      | 0,04     | 0,38     | 0,26     |
|                | 8          | 0   | 0   | 25  | 5        | 11,5      | 18      | 0,3      | 0,13     | 0,2      | 0,04     | 0,17     | 0,16     |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
|                | 0          | 0   | 0   | 0   | 0        | 0         | 0       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Promedio       | 4          | 0   | 0   | 13  | 3,4      | 7,2       | 10,6    | 0,32     | 0,11     | 0,32     | 0,05     | 0,29     | 0,27     |

Apéndice E

Tablas 1 Promedios de datos de *Pinus pseudostrabus* primer muestreo

|                | % M | Alt  | D    | LR    | PFA  | PSA    | PFR  | PSR    |
|----------------|-----|------|------|-------|------|--------|------|--------|
| Pp T           | 15  | 9.4  | 4.1  | 38.4  | 1.8  | 0.5034 | 2.26 | 0.5066 |
| Pp Sv          | 26  | 9    | 4.4  | 41.38 | 1.64 | 0.4214 | 2.04 | 0.3418 |
| Pp Ln          | 46  | 10.2 | 4.5  | 43.76 | 1.88 | 0.5786 | 3.08 | 0.5428 |
| Pp Ce          | 33  | 11.3 | 4    | 41.3  | 1.26 | 0.459  | 3.2  | 0.605  |
| Pp Pt          | 42  | 11.8 | 4.24 | 43.2  | 1.58 | 0.479  | 3.12 | 0.6036 |
| Pp Sv*Ln       | 30  | 12.3 | 3.9  | 42    | 1.68 | 0.473  | 2.5  | 0.5204 |
| Pp Ln*Ce       | 44  | 11.6 | 4.2  | 45.4  | 1.66 | 0.5308 | 4.04 | 0.756  |
| Pp Pt*Ce       | 54  | 10.3 | 4.2  | 55.6  | 1.58 | 0.4796 | 3.36 | 0.66   |
| Pp Sv*Ce       | 36  | 11.7 | 4.1  | 37.5  | 1.34 | 0.4674 | 2.4  | 0.4616 |
| Pp Sv* Pt      | 38  | 7.6  | 2.2  | 12.3  | 0.48 | 0.3358 | 0.24 | 0.1247 |
| Pp Ln*Pt       | 61  | 11.6 | 5    | 38.34 | 1.86 | 0.5828 | 3.24 | 0.622  |
| Pp Sv*Ln*Pt*Ce | 43  | 10.9 | 3    | 38.6  | 1.32 | 0.4266 | 2.58 | 0.391  |

Tablas 2 Promedios de datos de *Pinus pseudostrabus* segundo muestreo

|                | % M | Alt  | D   | LR   | PFA  | PSA    | PFR  | PSR    |
|----------------|-----|------|-----|------|------|--------|------|--------|
| Pp T           | 12  | 8.30 | 3.6 | 44   | 2.06 | 0.6906 | 2.12 | 0.6068 |
| Pp Sv          | 49  | 9.8  | 4.2 | 43   | 1.74 | 0.431  | 4.84 | 3.906  |
| Pp Ln          | 39  | 9.9  | 3   | 45.8 | 1.74 | 0.5856 | 3    | 0.6548 |
| Pp Ce          | 37  | 23.3 | 3.5 | 47.1 | 1.76 | 0.5102 | 2.54 | 0.6736 |
| Pp Pt          | 55  | 10.8 | 3.6 | 53.2 | 1.6  | 0.4908 | 3.74 | 0.8282 |
| Pp Sv*Ln       | 54  | 12.3 | 3.8 | 42.3 | 1.76 | 0.5954 | 3.6  | 0.7314 |
| Pp Ln*Ce       | 55  | 10.4 | 3.4 | 43.6 | 1.38 | 0.3938 | 3.14 | 0.5978 |
| Pp Pt*Ce       | 71  | 9.8  | 3.5 | 56.7 | 1.64 | 0.5128 | 3.3  | 0.6072 |
| Pp Sv*Ce       | 44  | 9.6  | 3.4 | 42.8 | 1.76 | 0.6464 | 2.38 | 0.5788 |
| Pp Sv* Pt      | 59  | 10.9 | 3.8 | 46.4 | 1.58 | 0.5166 | 3.1  | 0.6414 |
| Pp Ln*Pt       | 53  | 9.6  | 3.2 | 43.4 | 1.44 | 0.4584 | 2.66 | 0.583  |
| Pp Sv*Ln*Pt*Ce | 53  | 10.7 | 3.6 | 50.4 | 1.84 | 0.5738 | 3.82 | 0.8164 |

Tablas 3 Promedios de datos de *Pinus pseudostrabus* tercer muestreo

|                | % M | Alt  | D    | LR   | PFA  | PSA  | PFR  | PSR  |
|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Pp T           | 24  | 8.50 | 1.6  | 51   | 1.58 | 0.56 | 2.12 | 0.80 |
| Pp Sv          | 26  | 9.9  | 2    | 53.9 | 1.80 | 0.45 | 3.24 | 0.61 |
| Pp Ln          | 63  | 9.9  | 2.4  | 60.4 | 1.84 | 0.62 | 4.06 | 0.93 |
| Pp Ce          | 40  | 9.5  | 1.8  | 57   | 1.88 | 0.68 | 3.44 | 1.03 |
| Pp Pt          | 38  | 9.1  | 1.7  | 40.3 | 1.54 | 0.53 | 2.62 | 0.66 |
| Pp Sv*Ln       | 44  | 9.2  | 1.9  | 40   | 1.60 | 0.58 | 2.00 | 0.58 |
| Pp Ln*Ce       | 30  | 9.5  | 1.7  | 44.3 | 1.50 | 0.50 | 2.36 | 0.49 |
| Pp Pt*Ce       | 56  | 8.4  | 2.2  | 45.4 | 1.32 | 0.45 | 3.74 | 0.71 |
| Pp Sv*Ce       | 42  | 9.6  | 2.4  | 40.4 | 1.54 | 0.60 | 1.66 | 0.44 |
| Pp Sv* Pt      | 43  | 8.7  | 1.9  | 45.3 | 1.42 | 0.45 | 2.46 | 0.68 |
| Pp Ln*Pt       | 51  | 8.7  | 1.90 | 55.7 | 1.26 | 0.53 | 2.56 | 0.71 |
| Pp Sv*Ln*Pt*Ce | 49  | 10.3 | 2    | 52.9 | 1.54 | 0.58 | 2.66 | 0.71 |

**Tablas 4 Promedios de datos de *Pinus culminicola* primer muestreo**

|                | % M | Alt | D    | LR    | PFA  | PFR  | PSA    | PSR    |
|----------------|-----|-----|------|-------|------|------|--------|--------|
| Pc T           | 7   | 4.9 | 3.5  | 19.6  | 0.52 | 0.3  | 0.1732 | 0.0824 |
| Pc Sv          | 15  | 4.2 | 2.4  | 18.4  | 0.46 | 0.36 | 0.152  | 0.1834 |
| Pp Ln          | 21  | 6.9 | 3.4  | 21.38 | 0.9  | 0.76 | 0.2454 | 0.168  |
| Pc Ce          | 13  | 5.2 | 2.9  | 15.8  | 0.54 | 0.6  | 0.1658 | 0.1306 |
| Pc Pt          | 8   | 5.4 | 3.16 | 21.3  | 0.44 | 0.5  | 0.1564 | 0.0932 |
| Pc Sv*Ln       | 12  | 6   | 2.5  | 17.7  | 0.5  | 0.34 | 0.189  | 0.0626 |
| Pc Ln*Ce       | 22  | 5.9 | 3.3  | 23.3  | 0.52 | 0.52 | 0.189  | 0.1054 |
| Pc Pt*Ce       | 33  | 6.4 | 3.2  | 25.4  | 0.84 | 0.86 | 0.2166 | 0.1214 |
| Pc Sv*Ce       | 35  | 5.8 | 2.6  | 18.46 | 0.62 | 0.48 | 0.1974 | 0.0956 |
| Pc Sv* Pt      | 12  | 5.6 | 3    | 43.9  | 1.3  | 2.94 | 0.1124 | 0.031  |
| Pc Ln*Pt       | 18  | 5.5 | 3.1  | 16.7  | 0.52 | 0.52 | 0.1778 | 0.0982 |
| Pc Sv*Ln*Pt*Ce | 27  | 6.4 | 3.2  | 19.8  | 0.78 | 0.64 | 0.219  | 0.1062 |

**Tablas 5 Promedios de datos de *Pinus culminicola* segundo muestreo**

|                | % M | Alt  | D    | LR   | PFA  | PFR    | PSA  | PSR    |
|----------------|-----|------|------|------|------|--------|------|--------|
| Pc T           | 1   | 4.50 | 3.4  | 17.8 | 0.5  | 0.1802 | 0.38 | 0.0746 |
| Pc Sv          | 22  | 4.9  | 2.4  | 26.9 | 0.7  | 0.2276 | 0.64 | 0.1148 |
| Pp Ln          | 18  | 5.6  | 3.54 | 19.8 | 0.56 | 0.1878 | 0.54 | 0.0974 |
| Pc Ce          | 20  | 5.4  | 3.9  | 27.8 | 0.58 | 0.2154 | 0.5  | 0.1054 |
| Pc Pt          | 10  | 3.8  | 2.56 | 12   | 0.5  | 0.1098 | 0.2  | 0.0406 |
| Pc Sv*Ln       | 11  | 4.5  | 1.9  | 19.9 | 0.6  | 0.1926 | 0.64 | 0.145  |
| Pc Ln*Ce       | 35  | 7    | 3.3  | 30   | 0.88 | 0.2846 | 1.06 | 0.2084 |
| Pc Pt*Ce       | 16  | 4    | 2.6  | 13.3 | 0.52 | 0.1626 | 0.44 | 0.105  |
| Pc Sv*Ce       | 4   | 4    | 1.8  | 12.2 | 0.38 | 0.1506 | 0.24 | 0.0446 |
| Pc Sv* Pt      | 7   | 2.9  | 2.3  | 13.3 | 0.34 | 0.099  | 0.36 | 0.07   |
| Pc Ln*Pt       | 15  | 3.9  | 2.5  | 14.6 | 0.54 | 0.1748 | 0.42 | 0.1452 |
| Pc Sv*Ln*Pt*Ce | 4   | 4.3  | 1.8  | 10.6 | 0.32 | 0.1114 | 0.32 | 0.053  |



Apéndice F

**Tabla 1 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el primer muestreo para micorrización**

| Clases                       | Niveles    | Valores                    |                |            |        |
|------------------------------|------------|----------------------------|----------------|------------|--------|
| T                            | 12         | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 |                |            |        |
| Numero de observaciones = 60 |            |                            |                |            |        |
| Dependiente Variable: M      |            |                            |                |            |        |
| Fuente                       | GL         | Suma de Cuadrados          | Cuadrado medio | F Valores  | Pr > F |
| Modelo                       | 11         | 9280.983333                | 843.725758     | 4.08       | 0.0003 |
| Error                        | 48         | 9920.000000                | 206.666667     |            |        |
| Total                        |            | 19200.983333               |                |            |        |
|                              | R-Cuadrado | C.V.                       | CME            | M Media    |        |
|                              | 0.483360   | 37.16305                   | 14.37591       | 38.6833333 |        |
| Fuente                       | GL         | SC                         | C M            | F Valores  | Pr > F |
| T                            | 11         | 9280.983333                | 843.725758     | 4.08       | 0.0003 |

**Tabla 2 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el primer muestreo para altura**

| Clases                       | Niveles    | Valores                    |                |            |        |
|------------------------------|------------|----------------------------|----------------|------------|--------|
| T                            | 12         | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 |                |            |        |
| Numero de observaciones = 60 |            |                            |                |            |        |
| Dependiente Variable: A      |            |                            |                |            |        |
| Fuente                       | GL         | Suma de Cuadrados          | Cuadrado medio | F Valores  | Pr > F |
| Modelo                       | 11         | 144.7458333                | 13.1587121     | 2.12       | 0.0367 |
| Error                        | 48         | 298.0000000                | 6.2083333      |            |        |
| Total                        | 59         | 442.7458333                |                |            |        |
|                              | R-Cuadrado | C.V.                       | CME            | A Media    |        |
|                              | 0.326928   | 23.71121                   | 2.491653       | 10.5083333 |        |
| Fuente                       | GL         | SC                         | C M            | F Valores  | Pr > F |
| T                            | 11         | 144.7458333                | 13.1587121     | 2.12       | 0.0367 |

Apéndice F

**Tabla 3 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el primer muestreo para diámetro**

| Clases                                | Niveles      | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                     | 12           | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60          |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependiente Variable: D               |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL           | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                | 11           | 95.08333333       | 8.64393939     | 1.49      | 0.1673 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                 | 48           | 278.88400000      | 5.81008333     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                 | 373.96733333 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrada C.V. CME D Medio           |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 0.254256 19.09489 2.410411 12.6233333 |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL           | SC                | CM             | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                     | 11           | 95.08333333       | 8.64393939     | 1.49      | 0.1673 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 4 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el primer muestreo para largo del sistema radicular**

| Clases                                | Niveles      | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                     | 12           | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60          |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependiente Variable: LR              |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL           | Suma de Cuadrados | Cuadrado medio | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                | 11           | 5592.617833       | 508.419803     | 3.92      | 0.0004 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                 | 48           | 6221.132000       | 129.606917     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                 | 11813.749833 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado C.V. CME LR Media          |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 0.473399 29.08043 11.38450 39.1483333 |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL           | SC                | CM             | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                     | 11           | 5592.617833       | 508.419803     | 3.92      | 0.0004 |   |   |   |   |   |    |    |    |

Apéndice F

**Tabla 5 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el primer muestreo para el peso fresco aéreo**

| Clases                    | Niveles     | Valores                      |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------|-------------|------------------------------|----------------|-----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                         | 12          | 1                            | 2              | 3         | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|                           |             | Numero de observaciones = 60 |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependiente Variable: PFA |             |                              |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                    | GL          | Suma de Cuadrados            | Cuadrado Medio | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                    | 11          | 8.82400000                   | 0.80218182     | 3.00      | 0.0042     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                     | 48          | 12.85200000                  | 0.26775000     |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                     | 21.67600000 |                              |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                           |             | R-Cuadrado                   | C.V.           | CME       | PFA Media  |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                           |             | 0.407086                     | 34.96254       | 0.517446  | 1.48000000 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                    | GL          | SC                           | CM             | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                         | 11          | 8.82400000                   | 0.80218182     | 3.00      | 0.0042     |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 6 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el primer muestreo para el peso seco aéreo**

| Clases                    | Niveles    | Valores                      |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------|------------|------------------------------|----------------|-----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                         | 12         | 1                            | 2              | 3         | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|                           |            | Numero de observaciones = 60 |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependiente Variable: PSA |            |                              |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                    | GL         | Suma de Cuadrados            | Cuadrado Medio | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                    | 11         | 0.37828633                   | 0.03438967     | 1.32      | 0.2439     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                     | 48         | 1.25235960                   | 0.02609082     |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                     | 1.63064593 |                              |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                           |            | R-Cuadrado                   | C.V.           | CME       | PSA Media  |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                           |            | 0.231986                     | 34.66483       | 0.161527  | 0.46596667 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                    | GL         | SC                           | Cmedia         | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                         | 11         | 0.37828633                   | 0.03438967     | 1.32      | 0.2439     |   |   |   |   |   |    |    |    |

## Apéndice F

**Tabla 7 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el primer muestreo para el peso fresco del sistema radicular**

| Clases  | Niveles     | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|-------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T   | 12          | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60  |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependiente Variable: PFR   |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente  | GL          | Suma de Cuadrados | Cuadrado medio | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo  | 11          | 51.72450000       | 4.70222727     | 6.39      | 0.0001 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error   | 48          | 35.33200000       | 0.73608333     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total   | 87.05650000 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado 0.594149 C.V. 32.55989 CME 0.857953 PFR Media 2.63500000 |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente  | GL          | SC                | CM             | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T   | 11          | 51.72450000       | 4.70222727     | 6.39      | 0.0001 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 8 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el primer muestreo para el peso seco del sistema radicular**

| Clases  | Niveles    | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T   | 12         | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60  |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza  |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependiente Variable: PSR   |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente  | GL         | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo  | 11         | 1.04163913        | 0.09469447     | 2.19      | 0.0310 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error   | 48         | 2.07710160        | 0.04327295     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total   | 3.11874073 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado 0.333994 C.V. 39.68109 CME 0.208022 PSR Media 0.52423333 |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente  | GL         | SC                | CM             | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T   | 11         | 1.04163913        | 0.09469447     | 2.19      | 0.0310 |   |   |   |   |   |    |    |    |

## Apéndice G

**Tabla 1 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el segundo muestreo para micorrización**

| Clases                                    | Niveles     | Valores                    |                |         |        |
|---|-------------|----------------------------|----------------|---------|--------|
| T   | 12          | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 |                |         |        |
| Numero de observaciones en datos set = 60 |             |                            |                |         |        |
| Dependent Variable: M                     |             |                            |                |         |        |
| Fuente                                    | GL          | Suma de Cuadrados          | Cuadrado Medio | F Value | Pr > F |
| Modelo                                    | 11          | 11662.18333                | 1060.19848     | 12.64   | 0.0001 |
| Error                                     | 48          | 4026.00000                 | 83.87500       |         |        |
| Total                                     | 15688.18333 |                            |                |         |        |
| Fuente                                    | GL          | SC                         | CM             | F Value | Pr > F |
| T   | 11          | 11662.18333                | 1060.19848     | 12.64   | 0.0001 |
| R-Cuadrado                                | C.V.        | CME                        | M Media        |         |        |
| 0.743374                                  | 18.96789    | 9.158330                   | 48.2833333     |         |        |

**Tabla 2 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el segundo muestreo para altura**

| Clases                                    | Niveles      | Valores                    |                |         |        |
|---|--------------|----------------------------|----------------|---------|--------|
| T   | 12           | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 |                |         |        |
| Numero de observaciones en datos set = 60 |              |                            |                |         |        |
| Dependent Variable: A                     |              |                            |                |         |        |
| Fuente                                    | GL           | Suma de Cuadrados          | Cuadrado medio | F Value | Pr > F |
| Modelo                                    | 11           | 836.1458333                | 76.0132576     | 1.05    | 0.4183 |
| Error                                     | 48           | 3468.0000000               | 72.2500000     |         |        |
| Total                                     | 4304.1458333 |                            |                |         |        |
| R-Cuadrado                                | C.V.         | CME                        | A Media        |         |        |
| 0.194265                                  | 75.27675     | 8.500000                   | 11.2916667     |         |        |
| Fuente                                    | GL           | SC                         | CM             | F Value | Pr > F |
| T   | 11           | 836.1458333                | 76.0132576     | 1.05    | 0.4183 |

Apéndice G

**Tabla 3 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el segundo muestreo para diámetro**

| Clases                       | Niveles     | Valores           |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|------------------------------|-------------|-------------------|----------------|----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                            | 12          | 1                 | 2              | 3        | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60 |             |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza         |             |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependent Variable: D        |             |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                       | GL          | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Value  | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                       | 11          | 5.15000000        | 0.46818182     | 1.27     | 0.2705     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                        | 48          | 17.70000000       | 0.36875000     |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                        | 22.85000000 |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                              |             | R-Cuadrado        | C.V.           | CME      | D Media    |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                              |             | 0.225383          | 17.10557       | 0.607248 | 3.55000000 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                       | GL          | SC                | CM             | F Value  | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                            | 11          | 5.15000000        | 0.46818182     | 1.27     | 0.2705     |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 4 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el segundo muestreo para largo del sistema radicular**

| Clases                                    | Niveles     | Valores           |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|-------------|-------------------|----------------|----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T   | 12          | 1                 | 2              | 3        | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones en datos set = 60 |             |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependent Variable: LR                    |             |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                    | GL          | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Value  | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                    | 11          | 1164.045833       | 105.822348     | 0.95     | 0.4992     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                     | 48          | 5323.000000       | 110.895833     |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                     | 6487.045833 |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   |             | R-Cuadrado        | C.V.           | CME      | LR Media   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   |             | 0.179442          | 22.61831       | 10.53071 | 46.5583333 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                    | GL          | SC                | CM             | F Value  | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T   | 11          | 1164.045833       | 105.822348     | 0.95     | 0.4992     |   |   |   |   |   |    |    |    |

Apéndice G

**Tabla 5 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el segundo muestreo para peso fresco aéreo**

| Clases                                    | Niveles    | Valores           |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|------------|-------------------|----------------|----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T   | 12         | 1                 | 2              | 3        | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones en datos set = 60 |            |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependiente Variable: PFA                 |            |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                    | GL         | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Value  | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                    | 11         | 1.80183333        | 0.16380303     | 1.19     | 0.3188     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                     | 48         | 6.60400000        | 0.13758333     |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                     | 8.40583333 |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   |            | R-Cuadrado        | C.V.           | CME      | PFA Media  |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   |            | 0.214355          | 21.92644       | 0.370922 | 1.69166667 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                    | GL         | SC                | CM             | F Value  | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T   | 11         | 1.80183333        | 0.16380303     | 1.19     | 0.3188     |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 6 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el segundo muestreo para peso seco aéreo**

| Clases                       | Niveles    | Valores           |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|------------------------------|------------|-------------------|----------------|----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                            | 12         | 1                 | 2              | 3        | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60 |            |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependiente Variable: PSA    |            |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                       | GL         | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Value  | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                       | 11         | 0.36509018        | 0.03319002     | 2.04     | 0.0442     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                        | 48         | 0.77915200        | 0.01623233     |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                        | 1.14424218 |                   |                |          |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                              |            | R-Cuadrado        | C.V.           | CME      | PSA Media  |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                              |            | 0.319067          | 23.51174       | 0.127406 | 0.54188333 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                       | GL         | SC                | CM             | F Value  | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                            | 11         | 0.36509018        | 0.03319002     | 2.04     | 0.0442     |   |   |   |   |   |    |    |    |

Apéndice G

**Tabla 7 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el segundo muestreo para peso fresco del sistema radicular**

| Clases                                    | Niveles      | Valores           |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|--------------|-------------------|----------------|------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T   | 12           | 1                 | 2              | 3          | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones en datos set = 60 |              |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependent Variable: PFR                   |              |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                    | GL           | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Value    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                    | 11           | 30.76533333       | 2.79684848     | 1.80       | 0.0810 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                     | 48           | 74.72400000       | 1.55675000     |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                     | 105.48933333 |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   | R-Cuadrado   | C.V.              | CME            | PFR Media  |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   | 0.291644     | 39.15370          | 1.247698       | 3.18666667 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                    | GL           | SC                | CM             | F Value    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T   | 11           | 30.76533333       | 2.79684848     | 1.80       | 0.0810 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 8 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el segundo muestreo para peso seco del sistema radicular**

| Clases                       | Niveles    | Valores           |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|------------------------------|------------|-------------------|----------------|------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                            | 12         | 1                 | 2              | 3          | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60 |            |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Dependent Variable: PSR      |            |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                       | GL         | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Value    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                       | 11         | 0.46194445        | 0.04199495     | 0.68       | 0.7534 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                        | 48         | 2.98005440        | 0.06208447     |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                        | 3.44199885 |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                              | R-Cuadrado | C.V.              | CME            | PSR Media  |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                              | 0.134208   | 36.91098          | 0.249168       | 0.67505000 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                       | GL         | SC                | CM             | F Value    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                            | 11         | 0.46194445        | 0.04199495     | 0.68       | 0.7534 |   |   |   |   |   |    |    |    |



**Tabla 1 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el tercer muestreo para micorrización**

| Clases                                       | Niveles      | Valores           |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|--------------|-------------------|----------------|------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T  | 12           | 1                 | 2              | 3          | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones datos datos set = 60 |              |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                         |              |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : micorrización         |              |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                       | GL           | Suma de Cuadrados | Cuadrado medio | F Valor    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                       | 11           | 7436.400000       | 676.036364     | 3.57       | 0.0010 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error  | 48           | 9093.200000       | 189.441667     |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total  | 16529.600000 |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|  | R-Cuadrado   | C.V.              | CME            | M Media    |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|  | 0.449884     | 32.61559          | 13.76378       | 42.2000000 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                       | GL           | SC                | CM             | F Valor    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T  | 11           | 7436.400000       | 676.036364     | 3.57       | 0.0010 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 2 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el tercer muestreo para altura**

| Clases                        | Niveles      | Valores           |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|-------------------------------|--------------|-------------------|----------------|------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                             | 12           | 1                 | 2              | 3          | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60  |              |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : altura |              |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                        | GL           | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valor    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                        | 11           | 7436.400000       | 676.036364     | 3.57       | 0.0010 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                         | 48           | 9093.200000       | 189.441667     |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                         | 16529.600000 |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                               | R-Cuadrado   | C.V.              | CME            | M Media    |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                               | 0.449884     | 32.61559          | 13.76378       | 42.2000000 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                        | GL           | SC                | CM             | F Valor    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                             | 11           | 7436.400000       | 676.036364     | 3.57       | 0.0010 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 3 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrabus* en el tercer muestreo para diámetro**

| Clases                          | Niveles     | Valores           |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------------|-------------|-------------------|----------------|------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                               | 12          | 1                 | 2              | 3          | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60    |             |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : diámetro |             |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                          | GL          | Suma de Cuadrados | Cuadrado medio | F Valor    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                          | 11          | 3.74583333        | 0.34053030     | 1.32       | 0.2438 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                           | 48          | 12.40000000       | 0.25833333     |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                           | 16.14583333 |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                 | R-Cuadrado  | C.V.              | CME            | D Media    |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                 | 0.232000    | 25.95396          | 0.508265       | 1.95833333 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                          | GL          | SC                | C M            | F Valor    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                               | 11          | 3.74583333        | 0.34053030     | 1.32       | 0.2438 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 4 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrabus* en el tercer muestreo para largo del sistema radicular**

| Clases                                | Niveles      | Valores           |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                     | 12           | 1                 | 2              | 3          | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60          |              |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : Larego de Raíz |              |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL           | Suma de Cuadrados | Cuadrado medio | F Valor    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                | 11           | 2806.483333       | 255.134848     | 1.48       | 0.1694 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                 | 48           | 8261.700000       | 172.118750     |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                 | 11068.183333 |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                       | R-Cuadrado   | C.V.              | CME            | LR Media   |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                       | 0.253563     | 26.83819          | 13.11940       | 48.8833333 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL           | SC                | CM             | F Valor    | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                     | 11           | 2806.483333       | 255.134848     | 1.48       | 0.1694 |   |   |   |   |   |    |    |    |

## Apéndice H

**Tabla 5 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el tercer muestreo para peso fresco aéreo**

| Clases                                       | Niveles    | Valores           |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
|--|------------|-------------------|------------|----------------|---------|--------|---|---|---|---|----|----|----|
| T  | 12         | 1                 | 2          | 3              | 4       | 5      | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones datos datos set = 60 |            |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Fresco Aéreo     |            |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                       | GL         | Suma de Cuadrados |            | Cuadrado medio | F Valor | Pr > F |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                       | 11         | 2.05783333        |            | 0.18707576     | 1.15    | 0.3464 |   |   |   |   |    |    |    |
| Error  | 48         | 7.81200000        |            | 0.16275000     |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| Total  | 9.86983333 |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado C.V. CME PFA Media                |            |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| 0.208497 25.72303 0.403423 1.56833333        |            |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                       | GL         | SC                | CM         | F Valor        | Pr > F  |        |   |   |   |   |    |    |    |
| T  | 11         | 2.05783333        | 0.18707576 | 1.15           | 0.3464  |        |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 6 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el tercer muestreo para peso seco aéreo**

| Clases                                       | Niveles    | Valores           |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
|--|------------|-------------------|------------|----------------|---------|--------|---|---|---|---|----|----|----|
| T  | 12         | 1                 | 2          | 3              | 4       | 5      | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones datos datos set = 60 |            |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                         |            |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente: peso Seco Aéreo        |            |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                       | GL         | Suma de Cuadrados |            | Cuadrado Medio | F Valor | Pr > F |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                       | 11         | 1.59487333        |            | 0.14498848     | 3.24    | 0.0023 |   |   |   |   |    |    |    |
| Error  | 48         | 2.15052000        |            | 0.04480250     |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| Total  | 3.74539333 |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado C.V. CME PSA Media                |            |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| 0.425823 30.25241 0.211666 0.69966667        |            |                   |            |                |         |        |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                       | GL         | SC                | CM         | F Valor        | Pr > F  |        |   |   |   |   |    |    |    |
| T  | 11         | 1.59487333        | 0.14498848 | 3.24           | 0.0023  |        |   |   |   |   |    |    |    |

Apéndice H

**Tabla 7 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el tercer muestreo para peso fresco del sistema radicalr**

|  |             | Clases                                       | Niveles        | Valores  |            |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
|--|-------------|--|----------------|----------|------------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| T                                      |             | 12   | 1              | 2        | 3          | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |  |
|  |             | Numero de observaciones datos datos set = 60 |                |          |            |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Variable Dependiente: peso Fresco Raíz |             |  |                |          |            |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Fuente                                 | GL          | Suma de Cuadrados                            | Cuadrado Medio | F Valor  | Pr > F     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Modelo                                 | 11          | 27.19333333                                  | 2.47212121     | 1.77     | 0.0857     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Error                                  | 48          | 66.92400000                                  | 1.39425000     |          |            |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Total                                  | 94.11733333 |  |                |          |            |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
|  |             | R-Cuadrado                                   | C.V.           | CME      | PFR Media  |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
|  |             | 0.288930                                     | 42.27149       | 1.180784 | 2.79333333 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Fuente                                 | GL          | SC   | CM             | F Valor  | Pr > F     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| T                                      | 11          | 27.19333333                                  | 2.47212121     | 1.77     | 0.0857     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |

**Tabla 8 Análisis de varianza para *Pinus pseudostrobus* en el tercer muestreo para peso seco del sistema radicalr**

|                                      |            | Clases                                       | Niveles        | Valores  |            |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
|--------------------------------------|------------|--|----------------|----------|------------|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| T                                    |            | 12   | 1              | 2        | 3          | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |  |
|                                      |            | Numero de observaciones datos datos set = 60 |                |          |            |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Variable Dependiente: peso Seco Raíz |            |  |                |          |            |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Fuente                               | GL         | Suma de Cuadrados                            | Cuadrado medio | F Valor  | Pr > F     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Modelo                               | 11         | 1.59487333                                   | 0.14498848     | 3.24     | 0.0023     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Error                                | 48         | 2.15052000                                   | 0.04480250     |          |            |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Total                                | 3.74539333 |  |                |          |            |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
|                                      |            | R-Cuadrado                                   | C.V.           | CME      | PSR Media  |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
|                                      |            | 0.425823                                     | 30.25241       | 0.211666 | 0.69966667 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| Fuente                               | GL         | SC   | CM             | F Valor  | Pr > F     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |
| T                                    | 11         | 1.59487333                                   | 0.14498848     | 3.24     | 0.0023     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |  |

**Tabla 1 Análisis de varianza para para *Pinus culminicola* primer muestreo para micorrización**

| Clases                               | Niveles    | Valores                    |            |         |        |
|--------------------------------------|------------|----------------------------|------------|---------|--------|
| T                                    | 12         | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 |            |         |        |
| Numero de observaciones = 60         |            |                            |            |         |        |
| Análisis de Varianza                 |            |                            |            |         |        |
| Variable Dependiente : micorrización |            |                            |            |         |        |
| Fuente                               | G L        | Suma de Cuadrados          |            |         |        |
| Modelo                               | 11         | 4372.583333                |            |         |        |
| Error                                | 48         | 14365.600000               |            |         |        |
| Total                                |            | 18738.183333               |            |         |        |
|                                      | R-Cuadrado | C.V.                       |            |         |        |
|                                      | 0.233352   | 89.25094                   |            |         |        |
|                                      |            | CME                        |            |         |        |
|                                      |            | 17.29981                   |            |         |        |
|                                      |            | M Media                    |            |         |        |
|                                      |            | 19.3833333                 |            |         |        |
| Fuente                               | G L        | SC                         | C M        | F Valor | Pr > F |
| T                                    | 11         | 4372.5833                  | 397.507576 | 1.33    | 0.2386 |

**Tabla 2 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* primer muestreo para altura**

| Clases                        | Niveles    | Valores                    |                |            |        |
|-------------------------------|------------|----------------------------|----------------|------------|--------|
| T                             | 12         | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 |                |            |        |
| Numero de observaciones = 60  |            |                            |                |            |        |
| Análisis de Varianza          |            |                            |                |            |        |
| Variable Dependiente : altura |            |                            |                |            |        |
| Fuente                        | G L        | Suma de cuadrados          | Cuadrado Medio | F Valor    | Pr > F |
| Modelo                        | 11         | 36.78333333                | 3.34393939     | 1.56       | 0.1413 |
| Error                         | 48         | 102.80000000               | 2.14166667     |            |        |
| Total                         |            | 139.58333333               |                |            |        |
|                               | R-Cuadrado | C.V.                       | CME            | A Media    |        |
|                               | 0.263522   | 26.21093                   | 1.463443       | 5.58333333 |        |
| Fuente                        | G L        | SC                         | C M            | F Valor    | Pr > F |
| T                             | 11         | 36.78333333                | 3.34393939     | 1.56       | 0.1413 |

Apéndice I

**Tabla 3 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* primer muestreo para diámetro**

| Clases                                | Niveles     | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------------------|-------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                     | 12          | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60          |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                  |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : diámetro       |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL          | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Valor   | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                | 11          | 6.94983333        | 0.63180303     | 0.69      | 0.7392 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                 | 48          | 43.81200000       | 0.91275000     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                 | 50.76183333 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado C.V. CME D Media           |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 0.136911 31.61763 0.955380 3.02166667 |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL          | SC                | CM             | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                     | 11          | 6.94983333        | 0.63180303     | 0.69      | 0.7392 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 4 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* primer muestreo para largo del sistema radicular**

| Clases                                | Niveles     | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------------------|-------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                     | 12          | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60          |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                  |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : largo de Raíz  |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL          | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                | 11          | 1459.533333       | 132.684848     | 1.82      | 0.0773 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                 | 48          | 3506.800000       | 73.058333      |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                 | 4966.333333 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado C.V. CME LR Media          |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 0.293885 40.38150 8.547417 21.1666667 |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL          | SC                | CM             | F Valor   | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                     | 11          | 1459.533333       | 132.684848     | 1.82      | 0.0773 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 5 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* primer muestreo para peso fresco aéreo**

| Clases                                   | Niveles    | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T  | 12         | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60             |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                     |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Fresco Aereo |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                   | GL         | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                   | 11         | 2.08583333        | 0.18962121     | 1.23      | 0.2935 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                    | 48         | 7.39600000        | 0.15408333     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                    | 9.48183333 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                     |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                   | GL         | SC                | CM             | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T  | 11         | 2.08583333        | 0.18962121     | 1.23      | 0.2935 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 6 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* primer muestreo para peso seco aéreo**

| Clases                                 | Niveles    | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                      | 12         | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60           |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                   |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Seco Aereo |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                 | GL         | Suma de Cuadrados | Cuadrado medio | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                 | 11         | 0.06744500        | 0.00613136     | 1.02      | 0.4478 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                  | 48         | 0.28988000        | 0.00603917     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                  | 0.35732500 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                   |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                 | GL         | SC                | CM             | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                      | 11         | 0.06744500        | 0.00613136     | 1.02      | 0.4478 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 7 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* primer muestreo para peso fresco del sistema radicular**

| Clases                                  | Niveles | Valores           |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|---------|-------------------|----------------|-----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                       | 12      | 1                 | 2              | 3         | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60            |         |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                    |         |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Fresco Raíz |         |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                  | G L     | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                  | 11      | 15.78583333       | 1.43507576     | 4.43      | 0.0001     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                   | 48      | 15.56400000       | 0.32425000     |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                   | 59      | 31.34983333       |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   |         | R-Cuadrado        | C.V.           | CME       | FR Media   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   |         | 0.503538          | 83.53490       | 0.569430  | 0.68166667 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                  | G L     | SC                | CM             | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                       | 11      | 15.78583333       | 1.43507576     | 4.43      | 0.0001     |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 8 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* primer muestreo para peso seco del sistema radicular**

| Clases                                | Niveles    | Valores           |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------------------|------------|-------------------|----------------|-----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                     | 12         | 1                 | 2              | 3         | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60          |            |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                  |            |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Seco Raíz |            |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | G L        | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                | 11         | 0.06853833        | 0.00623076     | 1.11      | 0.3748     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                 | 48         | 0.26956000        | 0.00561583     |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                 | 0.33809833 |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                       |            | R-Cuadrado        | C.V.           | CME       | SR Media   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                       |            | 0.202717          | 77.38953       | 0.074939  | 0.09683333 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | G L        | SC                | CM             | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                     | 11         | 0.06853833        | 0.00623076     | 1.11      | 0.3748     |   |   |   |   |   |    |    |    |



**Tabla 1 Análisis de varianza para para *Pinus culminicola* segundo muestreo para micorrización**

| Clases                               | Niveles | Valores           |            |                |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
|--------------------------------------|---------|-------------------|------------|----------------|---|------------|---|--------|---|---|----|----|----|
| T                                    | 12      | 1                 | 2          | 3              | 4 | 5          | 6 | 7      | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60         |         |                   |            |                |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza                 |         |                   |            |                |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : micorrización |         |                   |            |                |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
| Fuente                               | G L     | Suma de Cuadrados |            | Media Cuadrado |   | F Valores  |   | Pr > F |   |   |    |    |    |
| Modelo                               | 11      | 5060.983333       |            | 460.089394     |   | 3.21       |   | 0.0025 |   |   |    |    |    |
| Error                                | 48      | 6883.600000       |            | 143.408333     |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
| Total                                | 59      | 11944.583333      |            |                |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado                           |         | C.V.              |            | CME            |   | M Media    |   |        |   |   |    |    |    |
| 0.423705                             |         | 88.16188          |            | 11.97532       |   | 13.5833333 |   |        |   |   |    |    |    |
| Fuente                               | G L     | SC                | CM         | F Valores      |   | Pr > F     |   |        |   |   |    |    |    |
| T                                    | 11      | 5060.983333       | 460.089394 | 3.21           |   | 0.0025     |   |        |   |   |    |    |    |

**Tabla 2 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* segundo muestreo para altura**

| Clases                        | Niveles      | Valores           |            |                |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
|-------------------------------|--------------|-------------------|------------|----------------|---|------------|---|--------|---|---|----|----|----|
| T                             | 12           | 1                 | 2          | 3              | 4 | 5          | 6 | 7      | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60  |              |                   |            |                |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
| Análisis de Varianza          |              |                   |            |                |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : altura |              |                   |            |                |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
| Fuente                        | G L          | Suma de Cuadrados |            | Cuadrado Medio |   | F Valores  |   | Pr > F |   |   |    |    |    |
| Modelo                        | 11           | 67.74583333       |            | 6.15871212     |   | 1.36       |   | 0.2215 |   |   |    |    |    |
| Error                         | 48           | 217.00000000      |            | 4.52083333     |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
| Total                         | 284.74583333 |                   |            |                |   |            |   |        |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado                    |              | C.V.              |            | CME            |   | A Media    |   |        |   |   |    |    |    |
| 0.237917                      |              | 47.33711          |            | 2.126225       |   | 4.49166667 |   |        |   |   |    |    |    |
| Fuente                        | G L          | SC                | CM         | F Valores      |   | Pr > F     |   |        |   |   |    |    |    |
| T                             | 11           | 67.74583333       | 6.15871212 | 1.36           |   | 0.2215     |   |        |   |   |    |    |    |

Apéndice J

**Tabla 3 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* segundo muestreo para diámetro**

| Clases                         | Niveles     | Valores     |            |           |          |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
|--------------------------------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|---|---|------------|---|---|----|----|----|-----------|--------|
| T                              | 12          | 1           | 2          | 3         | 4        | 5 | 6 | 7          | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |           |        |
| Numero de observaciones = 60   |             |             |            |           |          |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
| Análisis de Varianza           |             |             |            |           |          |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
| Variable Dependiente: diámetro |             |             |            |           |          |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
|                                |             | Suma de     |            |           |          |   |   | Cuadrado   |   |   |    |    |    |           |        |
| Fuente                         | GL          | Cuadrados   |            |           |          |   |   | Medio      |   |   |    |    |    | F Valores | Pr > F |
| Modelo                         | 11          | 27.80933333 |            |           |          |   |   | 2.52812121 |   |   |    |    |    | 1.57      | 0.1399 |
| Error                          | 48          | 77.50400000 |            |           |          |   |   | 1.61466667 |   |   |    |    |    |           |        |
| Total                          | 105.3133333 |             |            |           |          |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
|                                | R-Cuadrado  | C.V.        |            |           | CME      |   |   | D Media    |   |   |    |    |    |           |        |
|                                | 0.264063    | 47.65108    |            |           | 1.270695 |   |   | 2.66666667 |   |   |    |    |    |           |        |
| Fuente                         | GL          | SC          | CM         | F Valores | Pr > F   |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
| T                              | 11          | 27.80933333 | 2.52812121 | 1.57      | 0.1399   |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |

**Tabla 4 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* segundo muestreo para largo del sistema radicular**

| Clases                               | Niveles     | Valores     |            |           |          |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
|--------------------------------------|-------------|-------------|------------|-----------|----------|---|---|------------|---|---|----|----|----|-----------|--------|
| T                                    | 12          | 1           | 2          | 3         | 4        | 5 | 6 | 7          | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |           |        |
| Numero de observaciones = 60         |             |             |            |           |          |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
| Variable Dependiente : largo de Raiz |             |             |            |           |          |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
|                                      |             | Suma de     |            |           |          |   |   | Cuadrado   |   |   |    |    |    |           |        |
| Fuente                               | GL          | Cuadrados   |            |           |          |   |   | Medio      |   |   |    |    |    | F Valores | Pr > F |
| Modelo                               | 11          | 2529.383333 |            |           |          |   |   | 229.943939 |   |   |    |    |    | 1.60      | 0.1289 |
| Error                                | 48          | 6894.100000 |            |           |          |   |   | 143.627083 |   |   |    |    |    |           |        |
| Total                                | 9423.483333 |             |            |           |          |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
|                                      | R-Cuadrado  | C.V.        |            |           | CME      |   |   | LR Media   |   |   |    |    |    |           |        |
|                                      | 0.268413    | 65.90899    |            |           | 11.98445 |   |   | 18.1833333 |   |   |    |    |    |           |        |
| Fuente                               | GL          | SC          | CM         | F Valores | Pr > F   |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |
| T                                    | 11          | 2529.383333 | 229.943939 | 1.60      | 0.1289   |   |   |            |   |   |    |    |    |           |        |

Apéndice J

**Tabla 5 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* segundo muestreo para peso fresco aéreo**

| Clases   | Niveles    | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T  | 12         | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60                         |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Fresco Aéreo             |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente   | G L        | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo   | 11         | 1.61933333        | 0.14721212     | 1.48      | 0.1691 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error  | 48         | 4.76400000        | 0.09925000     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total  | 6.38333333 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado      C.V.      CME      PFA Media         |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 0.253681      60.97542      0.315040      0.51666667 |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente   | G L        | SC                | C M            | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T  | 11         | 1.61933333        | 0.14721212     | 1.48      | 0.1691 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 6 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* segundo muestreo para peso seco aéreo**

| Clases   | Niveles    | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T  | 12         | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60                         |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Seco Aéreo               |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente   | G L        | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo   | 11         | 0.15865900        | 0.01442355     | 1.50      | 0.1612 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error  | 48         | 0.46025160        | 0.00958858     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total  | 0.61891060 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado      C.V.      CME      PSA Media         |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 0.256352      56.05110      0.097921      0.17470000 |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente   | G L        | SC                | C M            | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T  | 11         | 0.15865900        | 0.01442355     | 1.50      | 0.1612 |   |   |   |   |   |    |    |    |

Apéndice J

**Tabla 7 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* segundo muestreo para peso fresco del sistema radicular**

| Clases                                    | Niveles     | Valores           |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|-------------|-------------------|----------------|-----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T   | 12          | 1                 | 2              | 3         | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones en datos set = 60 |             |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Fresco Raíz   |             |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                    | G L         | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                    | 11          | 2.91383333        | 0.26489394     | 1.49      | 0.1661     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                     | 48          | 8.52800000        | 0.17766667     |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                     | 11.44183333 |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   |             | R-Cuadrado        | C.V.           | CME       | PFR Media  |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   |             | 0.254665          | 88.11956       | 0.421505  | 0.47833333 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                    | G L         | SC                | C M            | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T   | 11          | 2.91383333        | 0.26489394     | 1.49      | 0.1661     |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 8 Análisis de varianza para *Pinus culminicola* segundo muestreo para peso seco del sistema radicular**

| Clases                                | Niveles    | Valores           |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------------------|------------|-------------------|----------------|-----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                     | 12         | 1                 | 2              | 3         | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 60          |            |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Seco Raíz |            |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | G L        | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                | 11         | 0.11076533        | 0.01006958     | 1.59      | 0.1323     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                 | 48         | 0.30402840        | 0.00633393     |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                 | 0.41479373 |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                       |            | R-Cuadrado        | C.V.           | CME       | PSR Media  |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                       |            | 0.267037          | 85.51500       | 0.079586  | 0.09306667 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | G L        | SC                | C M            | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                     | 11         | 0.11076533        | 0.01006958     | 1.59      | .1323      |   |   |   |   |   |    |    |    |



Apéndice K

**Tabla 3 Diámetro del cuello de la raíz total de *Pinus pseudostrobus***

| Clases                               | Niveles     | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--------------------------------------|-------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                    | 12          | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 180        |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente :diámetro       |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                               | GL          | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                               | 11          | 9.5216667         | 0.84110606     | .62       | .8102  |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                | 168         | 227.9373333       | 1.356769841    |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                | 237.1895000 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado C.V. CME D Media          |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| .039007 36.80267 1.164805 3.16500000 |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                               | GL          | SC                | C M            | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                    | 11          | 9.25216667        | .84110606      | .62       | .8102  |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 4 Largo del sistema radicular total de *Pinus pseudostrobus***

| Clases                               | Niveles      | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--------------------------------------|--------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                    | 12           | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 180        |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : largo Raíz    |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                               | GL           | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                               | 11           | 3665.171778       | 333.197434     | 2.09      | 0.0236 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                | 168          | 26807.530667      | 159.5686635    |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                | 30472.702444 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| R-Cuadrado C.V. CME LR Media         |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| .0120277 28.01795 12.63205 45.085556 |              |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                               | GL           | SC                | C M            | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                    | 11           | 3635.171778       | 333.197434     | 2.09      | 0.0236 |   |   |   |   |   |    |    |    |

Apéndice K

**Tabla 5 Peso fresco aéreo total de *Pinus pseudostrabus***

| Clases                                   | Niveles     | Valores           |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|-------------|-------------------|----------------|------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T  | 12          | 1                 | 2              | 3          | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 180            |             |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Fresco Aéreo |             |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                   | GL          | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores  | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                   | 11          | 5.3672778         | 0.48793434     | 2.33       | 0.0108 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                    | 168         | 35.14000000       | 0.20916667     |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                    | 40.50727778 |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|  | R-Cuadrado  | C.V.              | CME            | PFA Media  |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|  | .132502     | 28.65386          | 0.457347       | 1.59611111 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                   | GL          | SC                | CM             | F Valores  | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T  | 11          | 5.636727778       | .48793434      | 2.33       | 0.0108 |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 6 Peso seco aéreo total de *Pinus pseudostrabus***

| Clases                                 | Niveles    | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                      | 12         | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 180          |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Seco Aéreo |            |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                 | GL         | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                 | 11         | .39201953         | .03563814      | 1.49      | 0.1403 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                  | 168        | 4.02582867        | .02396327      |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                  | 4.41784820 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|  | R-Cuadrado | C.V.              | CME            | PSA Media |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|  | .088735    | 29.28689          | .154801        | .52856667 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                 | GL         | SC                | CM             | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                      | 11         | .39201953         | .03563814      | 1.49      | .1403  |   |   |   |   |   |    |    |    |





**Tabla 1 Porcentaje de micorrización total de *Pinus culminicola***

| Clases                              |     | Niveles           |             |                |           |            |        |        |   |   |    |    |    | Valores |  |
|-------------------------------------|-----|-------------------|-------------|----------------|-----------|------------|--------|--------|---|---|----|----|----|---------|--|
| T                                   |     | 1                 | 2           | 3              | 4         | 5          | 6      | 7      | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |         |  |
| Numero de observaciones = 120       |     |                   |             |                |           |            |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
| Variable Dependiente :micorrización |     |                   |             |                |           |            |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
| Fuente                              | G L | Suma de Cuadrados |             | Media Cuadrado |           | F Valores  |        | Pr > F |   |   |    |    |    |         |  |
| Modelo                              | 11  | 2946.09166        |             | 267.826515     |           | 1.08       |        | 0.3862 |   |   |    |    |    |         |  |
| Error                               | 108 | 26845.7000        |             | 248.571296     |           |            |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
| Total                               |     | 29791.791667      |             |                |           |            |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
|                                     |     | R-Cuadrado        | C.V.        | CME            |           | M Media    |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
|                                     |     | 0098889           | 171.2160    | 15.76614       |           | 9.20833333 |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
| Fuente                              | G L | SC                | C M         |                | F Valores |            | Pr > F |        |   |   |    |    |    |         |  |
| T                                   | 11  | 2946.091667       | 267.8265150 |                | 1.08      |            | .3862  |        |   |   |    |    |    |         |  |

**Tabla 2 Altura total de *Pinus culminicola***

| Clases                        |     | Niveles           |            |                |           |            |        |        |   |   |    |    |    | Valores |  |
|-------------------------------|-----|-------------------|------------|----------------|-----------|------------|--------|--------|---|---|----|----|----|---------|--|
| T                             |     | 1                 | 2          | 3              | 4         | 5          | 6      | 7      | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |         |  |
| Numero de observaciones = 120 |     |                   |            |                |           |            |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
| Variable Dependiente :altura  |     |                   |            |                |           |            |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
| Fuente                        | G L | Suma de Cuadrados |            | Media Cuadrado |           | F Valores  |        | Pr > F |   |   |    |    |    |         |  |
| Modelo                        | 11  | 88.2250000        |            | 8.02045455     |           | 2.19       |        | 0.0197 |   |   |    |    |    |         |  |
| Error                         | 108 | 394.700000        |            | 3.65462963     |           |            |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
| Total                         |     | 482.9250000       |            |                |           |            |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
|                               |     | R-Cuadrado        | C.V.       | CME            |           | A Media    |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
|                               |     | .182689           | 38.42630   | 1.911709       |           | 4.97500000 |        |        |   |   |    |    |    |         |  |
| Fuente                        | G L | SC                | C M        |                | F Valores |            | Pr > F |        |   |   |    |    |    |         |  |
| T                             | 11  | 88.2250000        | 8.02045455 |                | 2.19      |            | 0.0197 |        |   |   |    |    |    |         |  |

**Tabla 3. Diámetro del cuello de la raíz total de *Pinus culminicola***

| Clases                          | Niveles     | Valores           |                |           |           |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------------|-------------|-------------------|----------------|-----------|-----------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                               | 12          | 1                 | 2              | 3         | 4         | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 120   |             |                   |                |           |           |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : diámetro |             |                   |                |           |           |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                          | GL          | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores | Pr > F    |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                          | 11          | 27.123000         | 2.46572727     | 1.90      | .0472     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                           | 108         | 140.2900000       | 1.2989148      |           |           |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                           | 167.4130000 |                   |                |           |           |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                 |             | R-Cuadrado        | C.V.           | CME       | D Media   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                 |             | .162013           | 40.48770       | 1.139729  | 2.8150000 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                          | GL          | SC                | CM             | F Valores | Pr > F    |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                               | 11          | 27.1230000        | 2.46572727     | 1.90      | .0472     |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 4. Largo del sistema radicular total de *Pinus culminicola***

| Clases                               | Niveles    | Valores           |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--------------------------------------|------------|-------------------|----------------|-----------|------------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                    | 12         | 1                 | 2              | 3         | 4          | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 120        |            |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : largo de Raiz |            |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                               | GL         | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                               | 11         | 1597.40000        | 145.218182     | 1.43      | 0.1711     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                | 108        | 10989.80000       | 101.757407     |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                | 12587.2000 |                   |                |           |            |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                      |            | R-Cuadrado        | C.V.           | CME       | LR Media   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                      |            | 0.126907          | 53.65685       | 10.08749  | 18.8000000 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                               | GL         | SC                | CM             | F Valores | Pr > F     |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                    | 11         | 1597.40000        | 145.218182     | 1.43      | .1711      |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 5 Peso fresco aéreo total de *Pinus culminicola***

| Clases                                   | Niveles     | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|-------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T  | 12          | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 120            |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Fresco Aéreo |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                   | GL          | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                   | 11          | 1.57491667        | 0.4317424      | 1.32      | 0.2226 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                    | 108         | 11.7050000        | 0.10837963     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                    | 13.27991667 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|  | R-Cuadrado  | C.V.              | CME            | PFA Media |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|  | 0.118694    | 59.94730          | .329211        | .54916667 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                   | GL          | SC                | CM             | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T  | 11          | 1.57491667        | 0.14317424     | 1.32      | .2226  |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 6 Peso seco aéreo total de *Pinus culminicola***

| Clases                                 | Niveles    | Valores           |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|------------|-------------------|----------------|------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                      | 12         | 1                 | 2              | 3          | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 120          |            |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Seco Aéreo |            |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                 | GL         | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores  | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                 | 11         | 0.13995000        | 0.01272273     | 1.57       | 0.1171 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                  | 108        | 0.87378000        | 0.00809056     |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                  | 1.0137300  |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|  | R-Cuadrado | C.V.              | CME            | PSA Media  |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|  | 0.138055   | 50.39077          | 0.089948       | 0.17850000 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                 | GL         | SC                | CM             | F Valores  | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                      | 11         | 0.13995000        | 0.01272273     | 1.57       | .1171  |   |   |   |   |   |    |    |    |

Apéndice L

**Tabla 7 Peso fresco del sistema radicular total de *Pinus culminicola***

| Clases                                  | Niveles     | Valores           |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|-------------|-------------------|----------------|-----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                       | 12          | 1                 | 2              | 3         | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 120           |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso Fresco Raíz |             |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                  | GL          | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                  | 11          | 0.13995000        | 0.01272273     | 1.57      | 0.1171 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                   | 108         | 0.87378000        | 0.00809056     |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                   | 1.013730000 |                   |                |           |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   | R-Cuadrado  | C.V.              | CME            | PFR Media |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|   | 0.138055    | 50.39077          | 0.089948       | 0.1785000 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                  | GL          | SC                | C M            | F Valores | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                       | 11          | 0.13950000        | 0.01272273     | 1.57      | .1171  |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 8 Peso seco del sistema radicular total de *Pinus culminicola***

| Clases                                | Niveles     | Valores           |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---------------------------------------|-------------|-------------------|----------------|------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|
| T                                     | 12          | 1                 | 2              | 3          | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Numero de observaciones = 120         |             |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Variable Dependiente : peso seco raíz |             |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL          | Suma de Cuadrados | Media Cuadrado | F Valores  | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Modelo                                | 11          | 4.42214767        | 0.40201342     | .98        | 0.4679 |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Error                                 | 108         | 43.83343889       | 0.40965831     |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Total                                 | 48.25558655 |                   |                |            |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                       | R-Cuadrado  | C.V.              | CME            | PSR Media  |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
|                                       | .091640     | 399.1898          | 0.640046       | 0.16033617 |        |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fuente                                | GL          | SC                | C M            | F Valores  | Pr > F |   |   |   |   |   |    |    |    |
| T                                     | 11          | 4.42214767        | .40201342      | .98        | .4679  |   |   |   |   |   |    |    |    |

**Tabla 1 Matriz de Coeficiente de Correlación de Pearson para parámetros medidos a *Pinus pseudostrobus* primer muestreo**

Probabilidad de R > bajo Ho: Rho=0/N=60

|     | M        | A       | DCR     | LSR      | PFA      | PSA      | PFR      | PSR      |
|-----|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M   | 1        | 0.45733 | 0.14619 | -0.04931 | -0.13056 | -0.18154 | -0.00283 | -0.01423 |
|     | 0        | 0.0002  | 0.2651  | 0.7083   | 0.3201   | 0.1651   | 0.9829   | 0.9141   |
| A   | 0.45733  | 1       | 0.32073 | 0.45646  | 0.38908  | 0.34864  | 0.43754  | 0.45987  |
|     | 0.0002   | 0       | 0.0125  | 0.0002   | 0.0021   | 0.0063   | 0.0005   | 0.0002   |
| DCR | 0.14619  | 0.32073 | 1       | 0.70026  | 0.46223  | 0.33135  | 0.3756   | 0.38448  |
|     | 0.2651   | 0.0125  | 0       | 0.0001   | 0.0002   | 0.0097   | 0.0031   | 0.0024   |
| LSR | -0.04931 | 0.45646 | 0.70026 | 1        | 0.59554  | 0.6223   | 0.63574  | 0.55356  |
|     | 0.7083   | 0.0002  | 0.0001  | 0        | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   |
| PFA | -0.13056 | 0.38908 | 0.46223 | 0.59554  | 1        | 0.54476  | 0.41302  | 0.65667  |
|     | 0.3201   | 0.0021  | 0.0002  | 0.0001   | 0        | 0.0001   | 0.001    | 0.0001   |
| PSA | -0.18154 | 0.34864 | 0.33135 | 0.6223   | 0.54476  | 1        | 0.87501  | 0.71298  |
|     | 0.1651   | 0.0063  | 0.0097  | 0.0001   | 0.0001   | 0        | 0.0001   | 0.0001   |
| PFR | -0.00283 | 0.43754 | 0.3756  | 0.63574  | 0.41302  | 0.87501  | 1        | 0.60476  |
|     | 0.9829   | 0.0005  | 0.0031  | 0.0001   | 0.001    | 0.0001   | 0        | 0.0001   |
| PSR | -0.01423 | 0.45987 | 0.38448 | 0.55356  | 0.65667  | 0.71298  | 0.60476  | 1        |
|     | 0.9141   | 0.0002  | 0.0024  | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0        |

M= % de micorrización

A=altura

DCR=Diámetro del cuello de la raíz

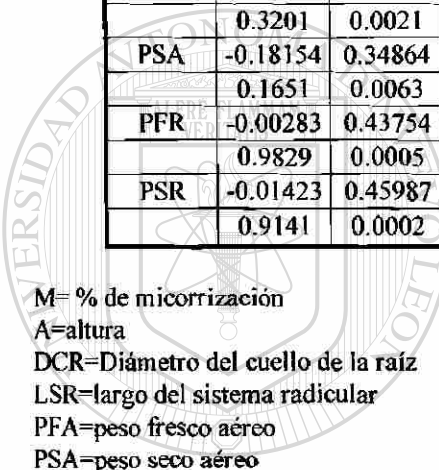
LSR=largo del sistema radicular

PFA=peso fresco aéreo

PSA=peso seco aéreo

PFR=peso fresco raíz

PSR=peso seco raíz



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Tabla 2 Matriz de Coeficiente de Correlación de Pearson para parámetros medidos a *Pinus pseudostrobus* segundo muestreo**

Probabilidad de  $R >$  bajo  $H_0: \rho = 0/N = 60$

|     | M        | A        | DCR      | LSR      | PFA      | PSA      | PFR      | PSR      |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M   | 1        | 0.53252  | -0.06114 | -0.07028 | 0.07952  | -0.20961 | -0.16175 | -0.02549 |
|     | 0        | 0.0001   | 0.6426   | 0.5936   | 0.5459   | 0.108    | 0.2169   | 0.8467   |
| A   | 0.53252  | 1        | -0.00894 | 0.20662  | 0.21094  | -0.15437 | -0.1576  | 0.23377  |
|     | 0.0001   | 0        | 0.946    | 0.1132   | 0.1057   | 0.2389   | 0.2291   | 0.0722   |
| DCR | -0.06114 | -0.00894 | 1        | -0.08382 | 0.0053   | 0.06964  | -0.08163 | -0.0001  |
|     | 0.6426   | 0.946    | 0        | 0.5243   | 0.968    | 0.597    | 0.5352   | 0.9994   |
| LSR | -0.07028 | 0.20662  | -0.08382 | 1        | 0.22591  | 0.23528  | 0.12303  | 0.37159  |
|     | 0.5936   | 0.1132   | 0.5243   | 0        | 0.0826   | 0.0704   | 0.349    | 0.0035   |
| PFA | 0.07952  | 0.21094  | 0.0053   | 0.22591  | 1        | -0.10865 | -0.17635 | 0.30148  |
|     | 0.5459   | 0.1057   | 0.968    | 0.0826   | 0        | 0.4086   | 0.1777   | 0.0192   |
| PSA | -0.20961 | -0.15437 | 0.06964  | 0.23528  | -0.10865 | 1        | 0.81234  | 0.02295  |
|     | 0.108    | 0.2389   | 0.597    | 0.0704   | 0.4086   | 0        | 0.0001   | 0.8618   |
| PFR | -0.16175 | -0.1576  | -0.08163 | 0.12303  | -0.17635 | 0.81234  | 1        | 0.07121  |
|     | 0.2169   | 0.2291   | 0.5352   | 0.349    | 0.1777   | 0.0001   | 0        | 0.5888   |
| PSR | -0.02549 | 0.23377  | -0.0001  | 0.37159  | 0.30148  | 0.02295  | 0.07121  | 1        |
|     | 0.8467   | 0.0722   | 0.9994   | 0.0035   | 0.0192   | 0.8618   | 0.5888   | 0        |

M= % de micorrización

A=altura

DCR=Diámetro del cuello de la raíz

LSR=largo del sistema radicular

PFA=peso fresco aéreo

PSA=peso seco aéreo

PFR=peso fresco raíz

PSR=peso seco raíz

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## Apéndice M

**Tabla 3 Matriz de Coeficiente de Correlación de Pearson para parámetros medidos a *Pinus pseudostrobus* tercer muestreo**

Probabilidad de  $R >$  bajo  $H_0: \rho = 0 / N = 60$

|     | M        | A        | DCR      | LSR     | PFA      | PSA      | PFR      | PSR     |
|-----|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|
| M   | 1        | 0.30048  | -0.00544 | 0.10005 | -0.11731 | -0.31843 | -0.09443 | -0.2232 |
|     | 0        | 0.0197   | 0.9671   | 0.4469  | 0.3721   | 0.0132   | 0.4729   | 0.0865  |
| A   | 0.30048  | 1        | 0.17923  | 0.32326 | 0.21905  | -0.04957 | 0.06114  | 0.44575 |
|     | 0.0197   | 0        | 0.1706   | 0.0118  | 0.0927   | 0.7069   | 0.6426   | 0.0004  |
| DCR | -0.00544 | 0.17923  | 1        | 0.02974 | 0.2759   | 0.27313  | -0.14845 | 0.04764 |
|     | 0.9671   | 0.1706   | 0        | 0.8215  | 0.0329   | 0.0347   | 0.2577   | 0.7177  |
| LSR | 0.10005  | 0.32326  | 0.02974  | 1       | 0.05727  | 0.38981  | 0.0108   | 0.23173 |
|     | 0.4469   | 0.0118   | 0.8215   | 0       | 0.6638   | 0.0021   | 0.9347   | 0.0748  |
| PFA | -0.11731 | 0.21905  | 0.2759   | 0.05727 | 1        | -0.00702 | -0.10439 | 0.37452 |
|     | 0.3721   | 0.0927   | 0.0329   | 0.6638  | 0        | 0.9575   | 0.4273   | 0.0032  |
| PSA | -0.31843 | -0.04957 | 0.27313  | 0.38981 | -0.00702 | 1        | 0.396    | 0.07505 |
|     | 0.0132   | 0.7069   | 0.0347   | 0.0021  | 0.9575   | 0        | 0.0017   | 0.5687  |
| PFR | -0.09443 | 0.06114  | -0.14845 | 0.0108  | -0.10439 | 0.396    | 1        | 0.14621 |
|     | 0.4729   | 0.6426   | 0.2577   | 0.9347  | 0.4273   | 0.0017   | 0        | 0.265   |
| PSR | -0.2232  | 0.44575  | 0.04764  | 0.23173 | 0.37452  | 0.07505  | 0.14621  | 1       |
|     | 0.0865   | 0.0004   | 0.7177   | 0.0748  | 0.0032   | 0.5687   | 0.265    | 0       |

M= % de micorrización

A=altura

DCR=Diámetro del cuello de la raíz

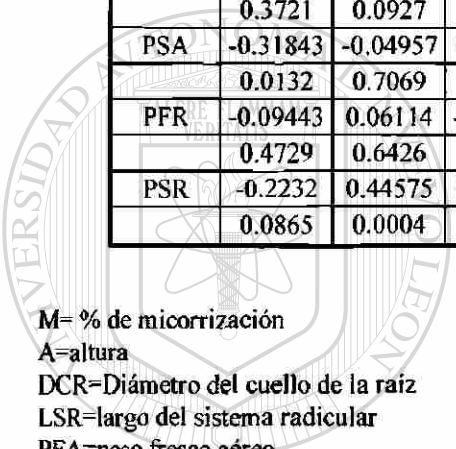
LSR=largo del sistema radicular

PFA=peso fresco aéreo

PSA=peso seco aéreo

PFR=peso fresco raíz

PSR=peso seco raíz



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Apéndice M

**Tabla 4 Matriz de Coeficiente de Correlación de Pearson para parámetros medidos a *Pinus culminicola* primer muestreo**

Probabilidad de  $R >$  bajo  $H_0: \rho = 0 / N = 60$

|     | M        | A       | DCR     | LSR      | PFA     | PSA     | PFR     | PSR     |
|-----|----------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| M   | 1        | 0.20968 | 0.13136 | -0.02362 | 0.1488  | 0.17793 | 0.02258 | 0.27752 |
|     | 0        | 0.1078  | 0.3171  | 0.8578   | 0.2565  | 0.1738  | 0.864   | 0.0318  |
| A   | 0.20968  | 1       | 0.17504 | 0.22721  | 0.1601  | 0.31391 | 0.45217 | 0.1532  |
|     | 0.1078   | 0       | 0.181   | 0.0808   | 0.2217  | 0.0146  | 0.0003  | 0.2425  |
| DCR | 0.13136  | 0.17504 | 1       | 0.67239  | 0.35634 | 0.26411 | 0.37302 | 0.14953 |
|     | 0.3171   | 0.181   | 0       | 0.0001   | 0.0052  | 0.0414  | 0.0033  | 0.2541  |
| LSR | -0.02362 | 0.22721 | 0.67239 | 1        | 0.52888 | 0.419   | 0.5251  | 0.30967 |
|     | 0.8578   | 0.0808  | 0.0001  | 0        | 0.0001  | 0.0009  | 0.0001  | 0.0161  |
| PFA | 0.1488   | 0.1601  | 0.35634 | 0.52888  | 1       | 0.57709 | 0.33425 | 0.76956 |
|     | 0.2565   | 0.2217  | 0.0052  | 0.0001   | 0       | 0.0001  | 0.009   | 0.0001  |
| PSA | 0.17793  | 0.31391 | 0.26411 | 0.419    | 0.57709 | 1       | 0.66979 | 0.78314 |
|     | 0.1738   | 0.0146  | 0.0414  | 0.0009   | 0.0001  | 0       | 0.0001  | 0.0001  |
| PFR | 0.02258  | 0.45217 | 0.37302 | 0.5251   | 0.33425 | 0.66979 | 1       | 0.26482 |
|     | 0.864    | 0.0003  | 0.0033  | 0.0001   | 0.009   | 0.0001  | 0       | 0.0409  |
| PSR | 0.27752  | 0.1532  | 0.14953 | 0.30967  | 0.76956 | 0.78314 | 0.26482 | 1       |
|     | 0.0318   | 0.2425  | 0.2541  | 0.0161   | 0.0001  | 0.0001  | 0.0409  | 0       |

M= % de micorrización

A=altura

DCR=Diámetro del cuello de la raíz

LSR=largo del sistema radicular

PFA=peso fresco aéreo

PSA=peso seco aéreo

PFR=peso fresco raíz

PSR=peso seco raíz

U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## Apéndice M

**Tabla 5 Matriz de Coeficiente de Correlación de Pearson para parámetros medidos a *Pinus culminicola* segundo muestreo**

Probabilidad de  $R >$  bajo  $H_0: \rho = 0 / N = 60$

|     | M       | A        | DCR      | LSR      | PFA      | PSA      | PFR      | PSR      |
|-----|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M   | 1       | -0.12678 | -0.23146 | -0.33601 | -0.28836 | -0.18355 | -0.22903 | -0.11222 |
|     | 0       | 0.3344   | 0.0752   | 0.0087   | 0.0255   | 0.1604   | 0.0784   | 0.3933   |
| A   | -0.1268 | 1        | 0.64365  | 0.42804  | 0.73002  | 0.74863  | 0.64927  | 0.74728  |
|     | 0.3344  | 0        | 0.0001   | 0.0006   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   |
| DCR | -0.2315 | 0.64365  | 1        | 0.85235  | 0.74034  | 0.79836  | 0.82242  | 0.68394  |
|     | 0.0752  | 0.0001   | 0        | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   |
| LSR | -0.336  | 0.42804  | 0.85235  | 1        | 0.59774  | 0.66711  | 0.71445  | 0.4423   |
|     | 0.0087  | 0.0006   | 0.0001   | 0        | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0004   |
| PFA | -0.2884 | 0.73002  | 0.74034  | 0.59774  | 1        | 0.75355  | 0.70002  | 0.7601   |
|     | 0.0255  | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0        | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   |
| PSA | -0.1836 | 0.74863  | 0.79836  | 0.66711  | 0.75355  | 1        | 0.93976  | 0.79353  |
|     | 0.1604  | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0        | 0.0001   | 0.0001   |
| PFR | -0.229  | 0.64927  | 0.82242  | 0.71445  | 0.70002  | 0.93976  | 1        | 0.7388   |
|     | 0.0784  | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0        | 0.0001   |
| PSR | -0.1122 | 0.74728  | 0.68394  | 0.4423   | 0.7601   | 0.79353  | 0.7388   | 1        |
|     | 0.3933  | 0.0001   | 0.0001   | 0.0004   | 0.0001   | 0.0001   | 0.0001   | 0        |

M= % de micorrización

A=altura

DCR=Diámetro del cuello de la raíz

LSR=largo del sistema radicular

PFA=peso fresco aéreo

PSA=peso seco aéreo

PFR=peso fresco raíz

PSR=peso seco raíz

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®