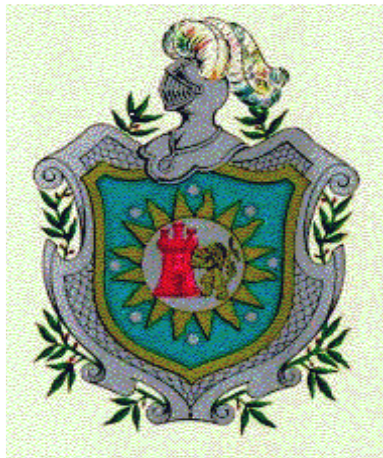


Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN – León

Facultad de Ciencias

Escuela de Agroecología



**Validación de los efectos del inoculante micorrizógeno en
cuatro especies forestales.**

Trabajo monográfico para optar al título de:

Ingeniero en Agroecología Tropical.

Presentado por:

Bra. Aracelly del Socorro Martínez Oporta.

Bra. Erling Maria Tórrez Narváez.

Tutor: *MSc. Octavio Guevara V.*

Índice

Agradecimiento	i
Dedicatorias	ii
Resumen	iv
I. Introducción	1
II. Objetivos	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
III . Marco teórico	3
3.1 Interacciones entre la biota rizósferica, el suelo y las plantas	3
3.2 Generalidades de las Micorrizas	5
3.2.1 Tipos de Micorrizas	7
3.2.1.1 Ectomicorrizas.	7
3.2.1.1.1 Proceso de infección	8
3.2.1.2 Endomicorrizas	8
3.2.1.2.1 Proceso de infección	9
3.3 Etapas en el desarrollo de la colonización	9
3.4 Distribución y ecología de las Micorrizas vesiculares Arbusculares en el suelo	10
3.5 Factores que afectan el desarrollo de las micorrizas	11
3.5.1 Factores físicos	11
3.5.1.1 Temperatura	11
3.5.1.2 Luz	12
3.5.1.3 Agua	12
3.5.2 Factores químicos	12
3.5.2.1 Ph	12
3.5.2.2 Fósforos	12
3.5.2.3 Nitrógeno	13
3.5.2.4 Micronutrientes	14

3.5.2.5 Biocidas	14
3.5.2.6 Materia orgánica	14
3.5.3 Factores biológicos	15
3.6 Beneficios de las micorrizas para las plantas forestales	15
3.7 Descripción de las especie en estudio	18
3.7.1 Caoba del pacifico (<i>Switenia humilis</i>)	18
3.7.2 Cedro real (<i>Cedrela odorata</i>)	19
3.7.3 Pochote (<i>Bombacopsis quinata</i>)	21
3.7.4 Laurel negro (<i>Cordia allidora</i>)	22
IV. Diseño metodológico	23
4.1 Ubicación del área de estudio	23
4.2 Fase de campo	23
4.3 Fase de laboratorio	24
V. Resultados	26
VI. Discusión	36
VII. Conclusiones	38
VIII.. Recomendaciones	39
IX. Bibliografía	40
X. Anexos	42
10.1 Mapa de distribución de las plantas en la parcela de ensayo testigo	42
10.2 Mapa de distribución de las plantas en la parcela inoculada	43
10.3 Fotos del sistema radicular de las cuatros especies estudiadas con y sin tratamiento	44
10.4 Fotos del porcentaje de colonización de las cuatro especies	46
10.5 Tablas datos meteorológicos.	50
10.6 Tablas estadísticas de las cuatro especies en el primero y quinto mes	51
10.7 Mapa de ubicación del área de estudio	57

Agradecimiento

La culminación de este trabajo ha sido posible gracia a la valiosa orientación de nuestro tutor MSc. Octavio Guevara Villavicencio al cual agradecemos su tiempo y esfuerzo.

A todos los miembros del proyecto Micorrizas especialmente a la Lic. Carlota Jirón, Lic. Salvador Blanco, Lic. Maria Eugenia Cerda y al Dr. William Jirón por su colaboración.

MSc. Rafael Espinoza y MSc Corina Lacayo por el valioso apoyo brindado en el análisis estadístico.

Al proyecto Casita palma especialmente al Lic. Pedrarias Dávila y al Ing. Allan Toval por la ayuda recibida en la parte logística.

A todos los maestros que nos formaron durante estos cinco años y cooperaron para que este trabajo llegara al final deseado.

Bra. Aracelly del Socorro Martínez Oporta

Bra. Erling María Tórrez Narváez

Dedicatoria

A Dios

por guiarme en el sendero de la vida

A mis padres

Sra. Silvia Oporta Hernández y Sr. Víctor Martínez Salmerón por darme la vida, su amor y brindarme su orientación en todos los momentos buenos y malos.

A mis hermanos

Duilio José, Silvia Vanesa y Víctor Martínez Oporta a quienes amo mucho.

A mis sobrinos

Gabriela Junieth, Maria Fernanda y Duilio Adrian Martínez por ser la alegría del hogar

Al Sr. Juan Pulido García quien me brindo su apoyo para formarme profesionalmente

Aracelly del Socorro Martínez Oporta

Dedicatoria

A Dios

Por ser la luz que me guía e impulsa a seguir la vida.

A mi recordada y querida abuelita

Sra. Maria F. Gutiérrez. que aunque no está físicamente desde niña confío en mi y me animó a seguir adelante sobre todo en los momentos más difíciles de la vida.

A mí adorado hijito

Jeremy Alexander Torres T. por todo el amor que le tengo y ser la fuente de inspiración para ser cada día mejor

A mis Padres

Sra. Martha Narváez G. y Sr. Erwing Tórrez M. a quienes le debo la vida y el apoyo que han brindado en mi formación.

A mi esposo

Ludent Torres Lacayo por su cariño, comprensión y apoyo.

A mis hermanos

Martha Karelia, Francisco José y Brenda Milagros Tórrez Narváez, por los momentos que hemos compartido y por su apoyo incondicional.

Erling Maria Tórrez Narváez

Resumen

La investigación duró de Septiembre del 2002 a Septiembre del 2003. El ensayo de campo se realizó en la comarca Ceiba Chachagua, Quezalaguaque ubicada en el Km. 106 carretera León - Chinandega, durante los meses de Septiembre del 2002 – Enero del 2003, utilizando un área de 1242 m² estableciendo cuatro especies forestales de importancia socioeconómica y ecológica: Caoba del Pacífico, Laurel negro, Pochote, Cedro Real., donde se inoculó material micorrizógeno a 60 plantas (15 plantas / especie) a una dosificación de 100 gr / plantas, otras 60 plantas fueron utilizadas como testigos (sin ningún tratamiento). El objetivo general fue determinar el efecto del inoculante micorrizógeno en la sobrevivencia y desarrollo de las especies estudiadas. En cuanto a los específicos validar el efecto de inoculación del material micorrizógeno directamente en el campo y comparar el porcentaje de colonización radicular de las micorrizas inoculadas y testigo. La mortalidad se registró de forma mensual, de igual manera la altura y el diámetro durante los cinco meses de ensayo. Al finalizar el estudio de campo se eligieron cinco plantas al azar por especie en cada tratamiento con el propósito de observar la colonización de raíces. El porcentaje de colonización radicular se determinó por el método de slide \pm para la ausencia y presencia de infección radicular. Los resultados obtenidos en mortalidad en el tratamiento inoculado fueron los siguientes : La especie Laurel negro 66.6 % , Caoba del pacífico y Pochote 40% y Cedro real 33.3% en cuanto al testigo se obtuvieron los siguientes datos, Cedro real 66.6%, Caoba del pacífico 53.3% , Laurel negro y Pochote 33.3% cada uno. En cuanto a la altura la especie Caoba del pacífico inoculada reportó una media de 27 cm y en testigo 22 cm, en Laurel negro inoculado 33 cm y en testigo 25 cm, Cedro real inoculado con 45 cm y en testigo 37 cm en cuanto al pochote en el testigo se logró una media con una altura de 41cm y en inoculado 35 cm. En el diámetro Caoba del pacífico inoculada alcanzó una media de 9.20 mm y en el testigo 6.50 mm, Laurel negro inoculado 6.16 mm y testigo 4.53 mm, Cedro real inoculado 10.89 mm y testigo 9.70 mm y en Pochote testigo 10.09 mm y en inoculado 9.71 mm. El mayor porcentaje de colonización se obtuvo en Caoba inoculado 54.9% y en testigo 50.1 %, Laurel negro inoculado con 37.4 % y en testigo 20.8 %, Cedro real inoculado con 44.6% y en el testigo con 28.32 % y en Pochote inoculado 41.38 % y en el testigo con 45.46 % . Los factores externos que interactuaron en la tasa de mortalidad fueron, sequía y daño mecánico. El tratamiento inoculado produjo mejor altura y diámetro en Caoba, Laurel y Cedro diferenciándose solamente el Pochote que fue mejor en testigo. El mayor porcentaje de colonización se obtuvo en la especie Caoba del pacífico en los dos tratamientos. De las especies estudiadas solamente Caoba del pacífico reportó diferencia significativa tanto en la variable altura como diámetro.

I . Introducción

Nicaragua posee una gran cantidad de masa boscosa, la que ocupa aproximadamente el 35% de área del territorio nacional. En el Pacífico del país predominan los bosques caducifolios, los cuales en su mayoría han sido destruidos o sacrificados para dar espacios a los cultivos, ser utilizados como combustible y otra parte para uso doméstico (construcciones y ebanistería) por lo tanto toda esta forma de sobreexplotación ocasiona problemas de erosión.

Ante este problema, es necesario establecer programas de reforestación para la conservación y uso racional de los recursos, los cuales no ha tenido el éxito deseado debido entre otras razones, a periodos de sequía prolongados, poco seguimiento técnico a las acciones de reforestación y la poca conciencia por parte de la población.

Por lo tanto es necesario desarrollar técnicas de reforestación que mejoren los resultados de sobrevivencia y desarrollo de las plantas. Una alternativa ecológica es el empleo de microorganismos, tales como micorrizas que contribuyen a mejorar la nutrición mineral de las plantas favoreciendo su crecimiento.

Por tal razón surge la necesidad de validar los resultados de la inoculación de micorrizas en plantas forestales en condiciones de campo para conocer su efecto en la sobrevivencia y desarrollo de las plantas comparandolas con otras no inoculadas.

II. Objetivos

2.1 General

Determinar el efecto de un inoculante micorrizógeno en la sobrevivencia y desarrollo de cuatro especies de importancia forestal.

2.2 Específicos

Validar el efecto de inoculación del material micorrizógeno directamente en el campo en cuatro especies forestales.

Comparar el porcentaje de infestación radicular de las micorrizas inoculada y testigo en las cuatro especies forestales en estudio.

III. Marco teórico

3.1 Interacciones entre la biota rizósfera, el suelo y las plantas

El sistema radicular de las plantas superiores esta asociado no solo a un ambiente inanimado, compuesto de sustancia orgánicas e inorgánicas, sino también a una vasta comunidad de microorganismos metabólicamente activos. La microflora, que responde a la presencia de raíces vivas es notoriamente diferente de la comunidad característica del suelo, creando la planta un hábitat subterráneo único para los microorganismos. A su vez, la planta esta marcadamente afectada por las poblaciones que ha estimulado, pues la zona radicular es el sitio del cuál se obtienen los nutrientes inorgánicos y a través del cual pueden penetrar los patógenos. En consecuencia, las interacciones entre macro y microorganismos en este sitio pueden tener una gran importancia en la producción de los cultivos y fertilidad del suelo. Este medio ambiente único, que está bajo la influencia de las raíces de las plantas, es llamado rizósfera.

La rizósfera se divide a menudo en dos áreas generales, la rizósfera más interior localizada en al superficie de las raíces y la rizósfera exterior que corresponde al suelo adyacente. Las cifras microbianas son mayores en la zona interior donde las interacciones bioquímicas entre los microorganismos y las raíces son mas pronunciadas. La superficie de las raíces y el suelo adherido a ella es a veces llamado rizoplano. En la rizósfera y el rizoplano, el organismo superior aporta productos de excreción y tejidos muertos; la mayoría de las especies en la flora subterránea probablemente no tiene una influencia perjudicial sobre las plantas que la albergan. Sin duda, la contribución mas importante de la planta a la flora de la rizósfera es la provisión de productos de excreción y tejidos muertos que sirven como: fuente de energía, carbono, nitrógeno y factores de crecimiento.

Por lo tanto la comunidad de la rizósfera puede tener una influencia favorable o dañina sobre el desarrollo de la planta. Puesto que la microflora esta íntimamente relacionada con el sistema radicular, cubriendo parcialmente su superficie, cualquier sustancia benéfica o tóxica puede causar una respuesta inmediata y profunda.

La producción de CO_2 en la rizósfera y la formación de ácidos orgánicos e inorgánicos ayuda a la solubilización de nutrientes vegetales inorgánicos. Al mismo tiempo, la vasta comunidad microscópica necesita de varios aniones y cationes para su propio desarrollo, de modo que la inmovilización de nitrógeno o fósforo puede adquirir importancia. Las bacterias aerobias extraen O_2 del medio ambiente y agregan CO_2 y ya sea la disminución de la tensión de O_2 o el aumento de CO_2 pueden reducir el desarrollo y alargamiento de las raíces o disminuir la tasa de asimilación de nutrientes y agua. Sin embargo, la microflora rizosférica puede también favorecer el desarrollo de la planta produciendo sustancias estimulantes del crecimiento, contribuyendo a la formación de una estructura estable del suelo, liberando los elementos presentes en forma

orgánica por medio de la mineralización de compuestos orgánicos y entrando en asociaciones simbióticas en la raíz.(Alexander,1980).

Estudios realizados empleando bacterias en forma aislada o con micorrizas han demostrado que promueven el crecimiento de algunas especies de plantas. La combinación de ambos organismos produjeron los mejores resultados (Cuervo, 1997) demostrando que las micorrizas poseen un amplio potencial biológico en la agricultura tropical sostenible, ya que pueden ser utilizadas satisfactoriamente como fertilizantes biológicos, en suelos empobrecidos. Por otro lado, su efecto benéfico puede aprovecharse en la aclimatación de diferentes especies vegetales en condición de viveros (Rivas, 1997).

Otras investigaciones demostraron que la aplicación de *Pseudomonas fluorescentes* en papas (*Solanum tuberosum*), tomate (*Lycopersicum esculentus*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) permiten la colonización rápida de la raíz, incrementando significativamente la producción (Glandorf, 1994).

3.2 Generalidades de las micorrizas

Las simbiosis de las micorrizas juegan un papel primordial en la nutrición mineral de las plantas terrestres. El término “ micorrizas ” (del griego Mykes que significa hongo y rhiza que es raíz) fue acuñado por A.B.Frank a finales del siglo XIX. No obstante, según registro de fósiles, las infecciones de micorrizas son tan antiguas como las plantas terrestres. Esto significa que las micorrizas existen desde hace al menos 300 millones de años. Es una simbiosis mutualista y beneficiosa que se establece entre un hongo y las raíces de un árbol. Probablemente las raíces, de la mayoría de las plantas terrestre son micorrizadas.

Una planta puede tener varios géneros de micorrizas asociados, que puede infectarla y establecer una simbiosis con ella, en cambio otras plantas pueden carecer de esta asociación. Las especies de raíces finas y muchas zonas pilíferas en la raíz no depende tanto de las micorrizas como las especie con raíces centrales bien definidas.

La simbiosis depende de la fertilidad. Un elevado grado de fertilidad produce un escasa infección de micorrizas y una simbiosis pobre, mientras que una fertilidad escasa genera una infección elevada por micorrizas y simbiosis efectivas, siempre que las micorrizas apropiadas estén presentes. Una de las primeras claves de la importancia de la simbiosis de micorrizas en las plantas fue la observación de que el establecimiento de algunas especie de árboles en los nuevos ambientes requería indiscutiblemente que las micorrizas fueran trasferidas de sus anteriores entornos (Barea, 2001).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares pertenecen a la clase Zigomicetes y se caracterizan porque producen, a lo largo de su ciclo de vida, unas estructuras conocidas como arbusculos y vesículas. Las vesículas son estructuras globosas e irregulares que actúan como órganos de reserva de lípidos. Los arbusculos son las estructuras responsables de la transferencia bidireccional de nutrientes entre los simbiontes, realizada en la interfase planta-hongo producida a este nivel (Francl, 1993). El sistema radicular de un árbol micorrizado esta compuesto tanto por raíces largas como cortas. Las raíces cortas que son característicamente ramificadas de manera dicótomas, muestran la típica lámina micótica, mientras que las raíces largas generalmente no están infestadas.

Los hongos que participan en la asociación de las micorrizas son todos basidiomicetos y la mayoría de ellos forman típicos cuerpos fructificantes del tipo de las setas. La mayor parte de los hongos de la micorrizas no atacan a la celulosa ni la cubierta de las hojas, como lo hacen la mayor parte de los hongos, pero en cambio utilizan a los carbohidratos simples para crecer.

La inoculación temprana de las plantas genera una menor penetración de patógenos radiculares. La metodología más comúnmente utilizada en la inoculación de hongos formadores de micorriza arbuscular es la de depositar una determinada cantidad de inóculo debajo del sistema radical de la planta que se quiere micorrizar (las cantidades de inóculo dependerán del tamaño y edad de la planta, y del sitio donde éstas crecerán; además de la rapidez con que interese llegar a la formación de la simbiosis). También es factible mezclar el inóculo con el sustrato de cultivo, a pesar de que las cantidades de inóculo requeridas siempre resultarán mayores. (Francl 1993)

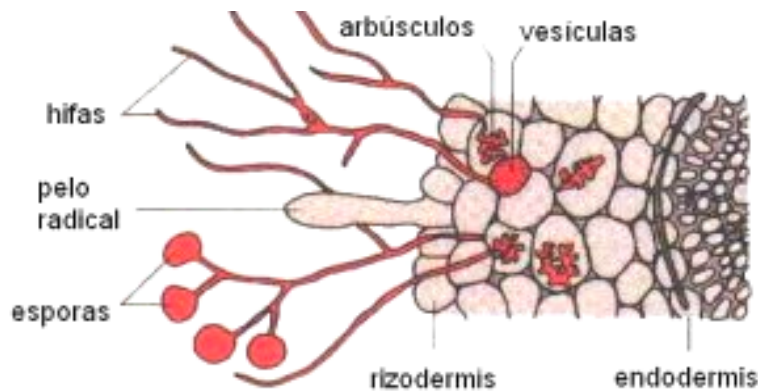


Figura 1. Sección de una raíz micorrizada.

Fuente: Francl 1993

3.2.1 Tipos de Micorrizas

Existen dos tipos de micorrizas de importancia para los suelos agrícolas: Ectomicorrizas y Endomicorrizas. Algunas plantas poseen las dos clases, pero muchas otras no. Las Endomicorrizas se dividen en varios tipos: Eriáceo, (con características tanto de ectomicorrizas como endomicorrizas), Orquideáceo (infectada por basidiomicetos) y las Micorrizas Vesiculares Arbusculares.

3.2.1.1 Ectomicorrizas:

Las simbiosis que establecen la ectomicorrizas son uniones de beneficio mutuo entre los hongos y las raíces de plantas vasculares y no vasculares. Los hongos ectomicorrizas se encuentran fundamentalmente en regiones templadas y subárticas, pero con menor frecuencia en zonas tropicales. Pueden crecer lejos del huésped en un medio artificial que contiene azúcares simples y vitaminas, aunque la germinación es muy

pobre en estos medios. Así mismo, pueden requerir NH_3 , nitrógeno orgánico, ácidos orgánicos y exudados de las raíces. Las ectomicorrizas presentan una escasa habilidad saprofítica competitiva. De esta manera, lejos de sus huéspedes, las ectomicorrizas experimentan dificultades a la hora de competir con otros microorganismos del suelo.

Durante el proceso de infección, los hongos ectomicorrizas del suelo reciben el estímulo de los metabolitos de las raíces para crecer en dirección a ellas. Así, las hifas se aglomeran alrededor de la raíz y, finalmente, penetran entre la epidermis y la corteza de estas, entonces se forma una estructura llamada red de Harting. La red de Harting es una vaina fúngica que rodea a la raíz en la que las hifas de los hongos penetran, entre las células de las raíces. Eventualmente, la raíz se ve rodeada por un manto fúngico. Las hifas pueden penetrar en las células del huésped ocasionalmente. Otra característica por infección de ectomicorriza es que las raíces infectadas, en lugar de alargarse, dejan de crecer y cambian su morfología. En los ambientes no perturbados, los cuerpos carnosos en los hongos con ectomicorriza pueden observarse en la superficie del suelo (Sylvia, 1994).

3.2.1.1.1 Proceso de infección

Las hifas penetran ligeramente en la epidermis radicular y su crecimiento se continúa fuera de la raíz, formando una cubierta externa a su alrededor; Así mismo inducen deformaciones morfológicas en la raíz.

Las hifas del hongo sirven a modo de extensión de la raíz favoreciendo la absorción de agua y los nutrientes, en especial el fósforo. Se encuentran muy frecuentemente en las especies forestales como las coníferas, en las que se encuentran gran diversidad de hongos

Basidiomicetes y *Ascomicetos*. (Infante, 2003)



Figura 2. Sección de raíz infestada por ectomicorriza

3.2.1. 2 Endomicorrizas:

Según Sylvia, 1994 las Endomicorrizas disponen de una gran variedad de huéspedes, así pueden infectar la mayor parte de cultivos agrícolas y el 90% de todas las plantas vasculares. Las Micorrizas Vesiculares Arbusculares (MVA) no suelen ser específicas. A diferencia de las ectomicorrizas, no pueden cultivarse fuera de una planta huésped. La germinación de esporas de MVA en el suelo infecta la zona pilífera de las raíces para empezar su colonización. En vista que el crecimiento de las hifas a partir de las esporas es aleatorio al parecer, los metabolitos de las raíces de las plantas no señalan la dirección en la que deberían crecer estas hifas. Los géneros más importantes son: *Glomus* (por lo general, la más aislada del suelo), *Gigasporas*, *Acauloporas*, *Entrophosporas* y *Scutellosporas*.

Las especies de MVA producen esporas grandes, que están en reposo, y pueden llegar a tener 0.2 mm de diámetro. Algunas MVA tienen esporas aglomeradas en esporocápsulas. La morfología de las esporas es la base de su identificación.

3.2.1.2.1 Proceso de infección

Las hifas de los hongos penetran en el tejido cortical de la raíz de la planta y provocan una infección progresiva de las células de la corteza. En este proceso, la endomicorriza o Micorriza Vesículo-Arbuscular (MVA) forma en las células de la corteza extremos de hifas ramificados, similares a un árbol (arbuscúlos), que actúan en calidad de órganos nutritivos, mediante los cuales tiene lugar el metabolismo simbiótico entre hongo y planta. Además, se forman vesículas como órganos de reserva. Las hifas invaden las raíces jóvenes ramificadas entre y dentro de las células. Son las más abundantes, aunque sólo participe un bajo número de géneros de hongo., (Infante,2003).

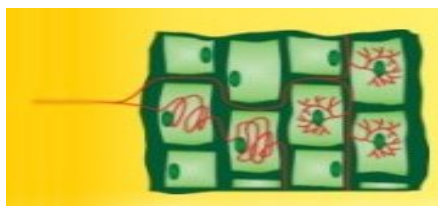


Figura 3: Sección de raíz infestada por Endomicorrizas

3.3 Etapas en el desarrollo de la colonización

En el ciclo de vida de la simbiosis fungal en la raíz, se desarrollan cinco eventos

- 1) germinación de esporas
- 2) crecimiento hifal,
- 3) adhesión
- 4) formación de apresorios
- 5) penetración de la raíz.

Una vez que el apresorio es formado, ocurre la penetración hifal en o entre las células corticales. Cuando se establece el punto de entrada, la colonización se extiende en todas las direcciones a lo largo de la raíz. Luego de penetrar la hifa a la raíz, se extiende intercelularmente a lo largo de la corteza y posteriormente intracelularmente, llegando hasta la segunda capa de la corteza, donde la hifa intracelular, da salida a un completo sistema de ramificación hifal, semejante a “ Pequeños arbustos “ que son llamados arbusculos. Los arbusculos son funcionales de 4-13 días, luego ocurre su degradación, y las células hospedantes y organelos retornan a su estado no micorrizado. El proceso de formación arbuscular y degeneración ocurre simultáneamente, por lo tanto todos los estados arbusculares siempre se observan en la raíz. En plantas de edad (con varios años) y en estado natural, se observa con mas frecuencia arbusculos viejos que arbusculos activos.

Las vesículas se encuentran dentro de la raíz y pueden ser intercelulares o intracelulares puede diferir en su tamaño (30-80 μm). Estas contienen lípidos y son consideradas como organismos de almacenamiento. En los géneros *Gigaspora* y *Scutellospora* nunca se forman vesículas, estos producen células auxiliares en el micelio externo. La hifa externa crece a lo largo de la superficie de la raíz o se extiende en el suelo alrededor de ésta, cuando la colonización interna ha sido establecida. Las esporas pueden ser producidas por el micelio externo y su diámetro depende de la especie; la formación de esporas, en algunas especies de hongo, puede ocurrir muy pronto 3-4 semanas después de iniciada la colonización, mientras que otras tardan de 6 meses a 1 años (Sieverding,1991 citado por Cuervo,1997).

3.4 Distribución y ecología de las Micorrizas Vesiculares Arbusculares en el suelo

La mayor parte de las Micorrizas Vesiculares Arbusculares se encuentran en los primeros 20 cm del perfil del suelo, si bien cabe encontrarla a mayor profundidad de 70 a 100 cm. White y sus colaboradores 1989 demostraron que las esporas que se obtenían de estas profundidades tenían escasas posibilidades de colonizar las raíces de las plantas. En comparación con el total de hongos y bacterias las poblaciones de MVA en el suelo son minúsculas, situándose entre una spora por gramo de suelo en zona sin cultivar y 50 esporas por gramo de suelo, después del crecimiento de la planta colonizada por las MVA.

Las poblaciones de MVA no son constantes durante la estación de crecimiento, varían cíclicamente. Las poblaciones son típicamente elevadas en primavera y bajas en verano y empiezan aumentar nuevamente en el otoño. El factor determinante de la población de las Micorrizas Vesiculares Arbusculares en el suelo es el crecimiento de una planta colonizada por estas. Cuando crecen los cultivos colonizados por MVA, los cultivos subsiguientes se benefician de un número más elevado de esporas de la MVA resultantes.

Más de una docena de especies de MVA se encuentran, por lo general, en la mayor parte de los suelos intactos y agrícolas. Estas pertenecen, casi siempre, al orden de las Glomales, del cual el género *Glomus* es el más representativo. No todas estas especies son igualmente numerosas. Algunas se aíslan continuamente y otras se encuentran periódicamente (Hayman, et. al 1975)

La rotación de las cosechas interrumpe la estabilidad de la comunidad de micorrizas que se desarrollan en un monocultivo y permite a algunas especies de MVA aumentar en número a expensas de otras. El maíz y la soya rotados anualmente permiten obtener una producción 10% mayor que el cultivo continuado, de cualquiera de estas dos especies. Una teoría utilizada para explicar este fenómeno es que las comunidades de micorrizas estables en los cultivos continuados, suelen acumular especies parasitarias, en lugar de beneficiosas. La rotación, mediante la interrupción del crecimiento de las poblaciones de micorrizas, también favorece el predominio de las especies beneficiosas (Crookston et. al, 1991)

3.5 Factores que afectan el desarrollo de las micorrizas

3.5.1 Factores físicos

3.5.1.1 Temperatura

Se ha observado que el máximo desarrollo de los arbusculos ocurre cerca de los 30 °C, siendo optima la colonización micelial a temperatura entre 28 y 34 °C. Daniels y Trappe 1980, citado por Cuervo 1997, observaron que la temperatura optima de germinación de esporas de Glomus y Acaulospora es alrededor de 20 a 25 °C.

3.5.1.2 Luz

La luz puede afectar el desarrollo de micorrizas. Dar sombra no solamente reduce la colonización de la raíz y la producción de esporas, sino también hace que las plantas respondan a la MVA. Sin embargo, el efecto de la luz en MVA parece depender de la fotosensibilidad de la planta hospedante.

3.5.1.3 Agua

Los hongos MVA admiten un amplio ámbito de contenido de agua en el suelo. La colonización por ellos ha sido encontrada en regiones áridas, suelos muy húmedos de pantanos y también flotando libremente o sumergidos en plantas acuáticas.

3.5.2 Factores químicos

3.5.2.1 pH

La distribución de micorrizas en el suelo, puede ser directamente afectada por el pH del suelo. Estudios realizados sugieren que se obtiene una buena germinación de esporas de MVA en un amplio ámbito de pH que va de 5 a 8.

3.5.2.2 Fósforo

Los efectos más significativos de MVA, sobre el mejoramiento en el crecimiento de las plantas se observan cuando el fósforo (P), presente en el suelo es bajo. En los suelos tropicales la concentración de P en solución de suelo es muy baja y alrededor de la zona de crecimiento radical y los iones de P se agotan rápidamente en una distancia de unos pocos milímetros. Debido a la tasa de difusión tan baja de P, esta zona no alcanza a ser provisionada adecuadamente. El micelio externo de los hongos micorrizógenos crece más allá de la zona radicular e incrementa el volumen del suelo a partir del cual la planta absorbe.

El fósforo ha mostrado frecuentemente ser inhibidor del desarrollo de las MVA y regulador de la liberación de exudados, principalmente por alteraciones en la fisiología del hospedante. Bajos niveles de fósforos en los tejidos, han sido asociados con un aumento en la permeabilidad de la membrana, atribuido a un descenso en los niveles de fosfolípidos. Esta permeabilidad aumentada se ha correlacionado con un incremento en la tasa de exudación de azúcares solubles, aminoácidos y ácidos carboxílicos en plantas deficientes de fósforos en sus raíces comparadas con aquellas altas en fósforos.

Se ha observado en ocasiones que la fertilización con fósforo reduce los porcentajes de infección, deprime el desarrollo de arbusculos, vesículas, hifas externas e internas, y disminuye el número de puntos de penetración y de esporas. (Cuervo,1997)

Davis y Liderman 1991, citado por Cuervo,1997, observaron que en semilleros de Chile (*Capsicum annum* L), los incrementos en la aplicación de fósforo redujeron la colonización de raíces, tendencias que Fairchild y Miller (1990, citado por Cuervo 1997). también observaron en Maíz. López et al 1983,citado por Cuervo,1997, encontraron que las muestras de cafetos que no habían recibido fertilización con fósforos, presentaban frecuentemente los mayores porcentaje de infección micorrícico.

3.5.2.3 Nitrógeno

Las plantas colonizadas por MVA generalmente tiene más baja concentración de nitrógeno en los tejidos que las plantas no colonizadas. Esto es probablemente porque se diluye al haber un incremento en el crecimiento de las plantas colonizadas. Las plantas micorrizadas algunas veces tienen un alto contenido de N, pero no está claro si es debido al incremento en la toma de N o es solamente una parte del efecto de compensación a otra deficiencia, como la del fósforo. Bowen, (1973, citado por Cuervo,1997).

3.5.2.4 Micronutrientes

El balance de nutrientes parece ser que es lo que más influye sobre las micorrizas. Los niveles altos de Al, Mn, Cu, Fe, P parece tener un efecto negativo en la MVA y en la simbiosis. Micronutrientes como el Mg y Zn inhiben la germinación de esporas de hongo micorrizógenos (Fernández et al 1989 citado por Cuervo,1997).

Los iones de Sodio y cloruro inhiben la germinación de esporas de hongo MVA. (Hepper y Warner 1983, citado por Cuervo,1997)

3.5.2.5 Biocidas

Los herbicidas pueden afectar directa e indirectamente la composición de especies de hongos MVA, por su efecto en la reducción de las poblaciones de malezas, que son hospedantes potenciales, pueden dar una reducción de esporas y su diversidad (Sieverding y Leihner 1984,citado por Cuervo,1997).

Por otra parte los fungicidas, provocan mayor disminución en el porcentaje de infección cuando el fungicida se ha aplicado a las semillas que cuando se aplica al follaje (Sieverding 1991, citado por Cuervo,1997).

3.5.2.6 Materia orgánica

El contenido de materia orgánica en el suelo, influye en la estructura del mismo; el pH, su contenido de nutrientes y la capacidad de absorción del agua; todo esto directa o indirectamente influyen en el desarrollo y eficiencia de las MVA (Saif,1987, citado por Cuervo,1997). Un aspecto de atención dentro del estudio de la materia orgánica es el impacto de residuos de raíces micorrizadas en la ecología de hongos MVA en el suelo. Los residuos de raíces micorrizadas pueden ser un importante reservorio de inóculo. (Sieverding,1991, citado por Cuervo,1997). Por su parte, Rivas Platero (1997) encontró que ciertos productos del compostaje actúan como acarreadores de hongo MVA.

3.5.3 Factores biológicos

La especie vegetal puede o no presentar resistencia a la infección por hongo micorrícicos en circunstancias dadas, y depender obligatoriamente de ellos para su nutrición; además tener la capacidad de satisfacer la demanda de carbohidratos por parte de los hongos y adaptarse tanto al sustrato como al ambiente donde está creciendo (Sieverding,1989, citado por Cuervo,1997) para establecer una asociación efectiva.

Existen plantas micotróficas y no micotróficas:

Las micotróficas presentan dos niveles : facultativas y obligadas.

Facultativas : son aquellas que pueden funcionar con o sin la presencia de hongo micorrizogeno. Por ejemplo: *Phaseolus sp.*, *Oriza sp.*, *Cucumis sp* (Jeffries y Dodd, 1990, citado por Cuervo, 1997).

Obligadas : No crecen, ni producen bien en suelo con bajo contenido de fósforo o con asociaciones micorrizógenos poco efectivas. Por ejemplo *Manihot sp.*, *Trifolium sp.*

(Howeller et al 1987, citado por Cuervo, 1997).

Las no micotróficas no están asociadas a los hongos micorrizógenos; estas comprenden a las familias *Chenopodiaceae*, *Brassicaceae* , *Portulacaceae*, *Cruciferae* (Janos,1983, citado por Cuervo, 1997).

La asociación simbiótica favorece a la planta hospedante siempre y cuando el hongo (micorriza) la infecte rapidamente, lo cual depende de la especie de hongo, de su abundancia en el suelo y de las condiciones. tanto edafológicas como ambientales (Sieverding,1989 citado por Cuervo, 1997).

3.6 Beneficios de las micorrizas a las plantas forestales

Investigaciones realizadas por diferentes autores han reportado que las micorrizas al estar asociadas a ciertos cultivos agrícolas, forestales ,ornamentales o frutales, ejercen una influencia beneficiosa sobre su desarrollo, incrementando la absorción de agua y nutrientes, aumentando de la actividad fotosintética, induciendo la producción de enzimas, disminuyendo el ataque de patógenos, mejorando la estructura del suelo, o aumenta la sobrevivencia en situaciones adversas.

Entre las funciones atribuidas a las MVA actualmente se reconocen las siguientes:

- Las micorrizas han mejorado el crecimiento de muchas especies de importancia económica (Janos1983, citado por Cuervo, 1997) y en la mayoría de las veces que se compara el crecimiento de las plantas micorrizadas con testigos no inoculados, el desarrollo en las primeras es significativamente mayor (Veast, et al 1991 ; Azcon et al 1991 citado por Cuervo,1997). Este mejoramiento estaría dado por cambios fisiológicos en la planta, tales como: aumento de la actividad fotosintética, alteración de reguladores de crecimiento (citoquinina por ejemplo) y cambios en las concentraciones de nutrientes en los tejidos que conlleve a modificaciones en la osmorregulación, entre otros (citado en Cuervo, 1997).

- La inoculación de hongos micorrizógenos vesículo arbusculares, facilitan la absorción de los nutrientes del suelo y mejoran la disponibilidad de elementos nutritivos pocos móviles (poco solubles), para alimentar a las plantas en forma rápida por periodos prolongados y aumentar el volumen de suelo, explorando optimizando el consumo de los nutrientes que requieren, lo cual se refleja en un mayor crecimiento de las plantas. Los nutrientes mas favorecidos son: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, calcio y zinc (Herrera,1985, Ospina y Martínez 1993, Subba 1993, citado en Cuervo,1997). Las hifas de las micorrizas se ramifican en el suelo incrementando la superficie absorbente en cien o mil veces con respecto a una raíz sin micorriza (Lacrare 1977, citado en Cuervo,1997). Los hongos micorrícicos exploran entre 10 a 200 veces más volumen de suelo, absorben y transportan hacia la raíz más intensivamente aquellos elementos nutritivos que son poco disponibles para la planta (Sieverding, 1989 citado en Cuervo, 1997).

- Mejoran la captación de agua, permitiendo la sobrevivencia de las plantas en condiciones adversas, aumentan su resistencia a la sequía (Sieverding 1989 b, Brundrett 1991, citado en Cuervo, 1997). En sistema radical de mayor longitud, la absorción de potasio y de fósforo puede ser importante para incrementar la tolerancia al estrés hídrico (Sieverding, 1989 y Toro, 1991, citado en Cuervo, 1997). Se ha observado también un uso más eficiente del agua por unidad de materia seca producida en plantas micorrizada (citado en Cuervo, 1997).

- Inducen la producción de enzimas necesarias para el desarrollo de las plantas (Villafañe et al 1983 citado por Cuervo, 1997).Las hifas y las esporas producen auxinas giberelinas y citoquininas (Barea et al

1987 citado por Cuervo,1997). las enzimas producidas mediante el proceso de micorrización cambian la fisiología del hospedante.

- Protegen la planta contra el ataque de algunos patógenos y ayudan a sobrellevar situaciones estresantes (Pedraza1979, Napier 1985, Sieverding 1989 Brundrett 1991 citado por Cuervo,1997). La resistencia al ataque de patógenos; ha sido observada cuando la inoculación con las micorrizas precede a la llegada del patógeno cuando la inoculación de ambos ha sido simultánea no se ha observado reducciones en la manifestaciones de enfermedades. Niveles mayores en la producción de lignina, etilenos, fenoles y fitoalexinas en plantas micorrizadas han sido vistos, lo cual daría un efecto protector al ataque de patógenos.(Paulitz,et al 1991, Sieverding, 1991 citado en Cuervo, 1997).

- Mejoran la estructura del suelo y contribuyen a disminuir los efectos dañinos de la erosión al agregar con la fina red de hifas del micelio, numerosas partículas del sustrato (Paulitz,et al 1991, Sieverding, 1991 citado en Cuervo, 1997). Su existencia representa uno de los mecanismos de conservación de nutrientes más importantes en los ecosistemas vegetales naturales y agroecosistemas. (Herrera,1985 citado en Cuervo,1997).

- Hacen posible el uso más eficiente de los fertilizantes, que necesariamente se deben aplicar para asegurar un mínimo de productividad. (Sieverding, 1989 citado en Cuervo, 1997).

- Plantas establecidas en viveros crecen mejor y sobreviven mas fácilmente al transplante en el campo. (Sieverding, 1989 citado en Cuervo, 1997).

3.7 Descripción de las especies en estudio

A continuación se presentan las características principales de las especies forestales utilizadas en el ensayo.

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de las especies en estudio

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Bombacopsis quinata</i>	Pochote	Bombacaceae
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel Negro	Boraginaceae
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro real	Meliaceae
<i>Swietenia humilis</i>	Caoba del Pacífico	Meliaceae

3.7.1 Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*)

Descripción de la especie: Pertenece a la familia Meliáceas. Es un árbol que alcanza una altura de 25-40 m. Corteza externa fisurada de color pardo oscuro, interna es de color moreno, con olor leve a menta y sabor ligeramente amargo, hojas alternas, paripinnadas con 6 a 8 hojuelas, opuestas, forma ovalo-lanceolada, ápice agudo y redondeado en la base, de 6 a 10 cm de longitud. Inflorescencia en panícula terminal con flores pequeñas de color amarillo verdoso a blancuzco. Frutos en cápsula grande, ovoide, dehiscente de 10 a 20 cm de longitud y de 10 a 12 cm de ancho (Herrera *et al* 1996).

Distribución: Oeste y sur de México y Centroamérica (Grijalva, 1992) actualmente es un árbol muy escaso debido a los cortes de madera y a la poca reforestación y protección natural para esta especie.

Uso maderable: La madera de Caoba del Pacífico presenta albura de color blanco-rozado y duramen color amarillo rojizo oscureciéndose con la exposición a la luz y al aire; posee alta densidad con una densidad básica de 0.718 gr/cm, densidad anhidra de 0.783 gr/cm. Tiene alta resistencia y durabilidad natural, es fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinarias. Es una planta de madera preciosa y se emplea para la fabricación de muebles, paredes, cielo raso, pisos de casas y también se utiliza en la industria del enchapado obteniéndose excelentes resultados.

Uso medicinal: La corteza tiene propiedades astringentes, iónicas, febrífugas. El té preparado con las semillas se usa contra el dolor de pecho y la neurosis y alopecia (Martínez, 1959).

Ecología: Es muy común en bosques secos, húmedos y de galerías y menos frecuentes en áreas perturbadas, se encuentran en toda las zonas del país de 0 á 900 msnm, principalmente en la Costa del Pacífico, florece entre marzo y abril y da frutos irregularmente durante todo el año, mayormente de octubre a noviembre.

3.7.2 Cedro Real (*Cedrela odorata*)

Descripción de la especie: Pertenece a la familia Meliáceas. Árbol de fuste recto, bien formado que alcanza alturas de 12 –30 m ocasionalmente 40 m y diámetro de 0.6 á 1.5 m, corteza externa fisurada, de color gris claro a castaño con fuerte olor a ajo y sabor amargo. Hojas compuestas, paripinnadas o imparipinnadas, grandes hasta de 1 metro de largo, generalmente poseen de 10-20 folíolos, opuestos o alternos, oblongo-lanceolados, esencialmente glabros, miden 7-13 cm de largo y de 2.5 a 4.5cm de ancho, al estrujarlo despiden un olor a ajo. En la inflorescencia se presentan tanto flores masculinas como femeninas en panículas terminales o axilares de color crema a verdoso o blancuzco, frutos deshicientes de 5-7 cm de largo conteniendo semillas aladas que miden de 12-20 mm de largo y 5-6 mm de ancho (Grijalva *et al* 1992).

Distribución: Esta especie es originaria de América y se extiende desde México hasta Argentina. En Nicaragua se encuentra por todo el país alcanzando su mayor dimensión en bosques húmedos tropicales del atlántico (Grijalva *et al* 1992).

Uso maderable: Poseen madera con alta albura de color pardo amarillo claro, brevemente rosáceo, textura media, grano recto a levemente inclinado , superficie brillante lisa al tacto, olor aromático y sabor amargo. Posee baja densidad con densidad básica de 0.33 gr/cm y densidad anhidra de 0.36 gr/cm. Presenta una madera suave, liviana, fácil de trabajar, durable y resistente al ataque de termites. Se ha utilizado en la fabricación de muebles, armarios, puertas, canoas; también en construcciones de toda clase, chapas, maderas laminadas, cajas de cigarrillos, etc (Salas,1993).

Uso medicinal: La corteza puede servir como febrífugo, en cocimientos de hojas y corteza para dolores y contra el paludismo.(Betancourt *et al* 1987).La goma que se obtiene del tallo, se usa contra la bronquitis, la infusión de las hojas para el dolor de muelas usándolas en buches (Martínez,1959). También es utilizada contra casos de dispepsia, diarrea, indigestión, vómitos y hemorragia. La resina se disuelve en alcohol de caña de azúcar y se toma para el tratamiento de elefantiasis y tumores pulmonares (Morton, 1982).

Uso local: Su madera es muy apreciable para construcciones de casa y muebles. También es usada en artesanía, leña y para hacer carbón.

Ecología: Se puede encontrar en elevaciones bajas con clima de seco a muy húmedo. En climas muy húmedos está restringido a suelos drenados (Salas,1993)

3.7.3 Pochote (*Bombacopsis quinata*)

Descripción de la especie: Pertenece a la familia Bombacaceae . Árbol de tamaño pequeño como a mediano y grande , con alturas comprendidas entre 4-30 m, diámetro de 0.20 - 2 m de altura de pecho. Tronco a menudo irregular con raíces tablares o contrafuertes grandes, copa extendida, deciduo o caducifolio, pierde sus hojas antes de florecer. Corteza externa de color gris oscuro, gruesas, cubiertas densamente de proyecciones cónicas, espiniformes grandes y cortas. Hojas compuestas alternas digitadas, con tres a siete hojuelas ovaladas a oblongas, glabras, borde liso, ápice acuminado, pecíolos de 4 –10 cm de largo. Con flores grandes de color blanco rosadas. De 10 cm de largo por 12 de ancho, dispuestas en pequeños grupos en el extremo de las ramas. El fruto es una cápsula parda de 4 –10 cm de largo y de unos 2.5 cm de ancho que normalmente se abre en cinco partes. Las semillas están envueltas en un algodón parduzco. (Salas 1993)

Distribución: Se distribuye de forma natural de Honduras hasta Venezuela. En Nicaragua se encuentra principalmente en la región del pacífico y central, se adapta a todo tipo de suelos y climas tanto en secos y calientes como en zonas húmedas y frescas, con temperaturas de 20 –24 C y precipitación media anual entre 800-2200 mm; presenta un mejor desarrollo en sitios planos.

Uso maderable: Su madera es suave y fácil de trabajar, pero se seca lentamente debido a la presencia de una goma higroscópica y por otra parte es útil al actuar como un preservante que retarda la pudrición y le da resistencia al ataque de insectos. La madera se usa en la construcción y ebanistería como sustituto del cedro real, de su tronco se hace canoas, se utilizan también en cercas vivas poniendo ramas gruesas que pronto retoñan y enraízan, la fibra algodonosa de sus frutos sirve para hacer almohadas.

Ecología: El Pochote se desarrolla mejor en suelos compactados, profundos, con alta fertilidad natural y en superficie plana con buen drenaje. La pendiente es un factor limitante en zonas secas con lluvias estacionales fuertes donde esta favorece al escurrimiento. Los suelos arcillosos en los dos primeros horizontes con alta pendiente y pH bajos producen los menores incrementos.

3.7.4 Laurel negro (*Cordia alliodora*)

Descripción de la especie: Pertenece a la familia Boraginaceae. Es un árbol de tamaño pequeño a grande, con alturas entre 5-25 m y diámetro entre 30-70 cm a la altura del pecho, copa bastante estrecha y relativamente abierta, ramas con puntos y líneas sobresalientes de color blanco que corresponde a lenticelas y grietas finas longitudinales, tronco o fuste usualmente recto aún cuando no se desarrolla en ambiente de selva. Corteza externa de color gris a negruzco, agrietada, ásperas o gruesas, con fisuras horizontales que forman bloques. Corteza interna de color amarillo cambiando a pardo oscuro muy rápidamente al entrar en contacto con el aire; laminada y fibrosa con un grosor de 8 –15 mm. Hojas simples, alternas, elípticas, u oblongas, de 10 –20 cm de largo y de 2 – 7 cm de ancho, con la base obtusa y ápice acuminado (Salas,1993).

Inflorescencia pequeña, blancas, olorosas, corola tubular terminando en 5 lóbulos y 5 estambres blancos alternos, miden de 1.2-1.5 cm de diámetros, dispuestos en panículas terminales. Los frutos son nuececillas oblongas de unos 6 mm de largo, con todas las partes florales persistentes, los pétalos convertidos en alas morenas sirven para la dispersión, cada frutito contiene una sola semilla de 4-5 mm de largo (Salas,1993).

Ecología y distribución: En América se encuentra desde México hasta Argentina; también en las Antillas. En Nicaragua crece en todo el país en una gran variedad de ambientes naturales que van de secos y calientes a muy húmedos y frescos.

Usos: La madera es de excelente calidad muy apreciada, pule bien y se usa en ebanistería y construcciones en general. Se pueden hacer puertas, vigas, plataformas, barandas para vehículos, mangos de herramientas, muebles, chapas y maderas terciadas con fines decorativos; también se puede usar como durmiente de ferrocarril.

V. Diseño Metodológico

5.1 Ubicación del área de estudio

Este trabajo se realizó en la finca “La Huertecita” ubicada en la comarca “Ceiba Chachagua” (Quezalguaque) en el Km 106 carretera León-Chinandega, durante los meses de Septiembre a Enero del 2003. La finca presenta una pendiente relativamente plana y suelo de textura franco-arenosos. La zona se caracteriza por presentar una altura de 100 msnm, temperatura media anual de 27.0-27.5, una precipitación anual entre 1400 y 1600 mm.

El ensayo se dividió en dos fases:

- ❖ Campo
- ❖ Laboratorio

5.2 Fase de campo

El montaje del ensayo se realizó el 6 de septiembre del 2002, utilizando un área de 1242 m² estableciéndose cuatro especies forestales de importancia socioeconómica y ecológica: Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*), Cedro real (*Cedrela odorata*), Laurel negro (*Cordia alliodora*) Pochote (*Bombacopsis quinata*).

La distancia de siembra fue de 3.00 m entre planta por 3.45 entre surco en los cuales se eligieron 60 plantas (15 plantas por cada especie) donde se inoculó material micorrizógeno a una dosificación de 100 gr. por planta al momento de la siembra y otras 60 plantas fueron utilizadas como testigo (sin ningún tratamiento), para validar el efecto de inoculación directamente en el campo.

Las plantas seleccionadas se ubicaron en el campo utilizando el Diseño completamente al azar empleando una codificación por especies (ver tabla 1 y 2 en anexos). Asimismo las plantas no se sometieron a ninguna aplicación de fertilizantes químicos, para no alterar la función de las micorrizas inoculadas y testigos.

Los datos para medir el porcentaje de mortalidad fueron tomados a partir del primer mes de establecido el ensayo durante cinco meses. Las variables de crecimiento (altura, diámetro) se tomaron una vez al mes las cuales se anotaron en una hoja de campo. La altura se midió con cinta métrica y para el diámetro se utilizó un calíper. Los datos se introdujeron en el programa Excel donde se graficaron la mortalidad, altura y diámetro y para analizar estadísticamente se utilizó el programa SPSS.

5.3 Fase de laboratorio

Para determinar el porcentaje de colonización radicular se empleo el método de Tinción de raíces de Phillips y Hayman 1970, eligiendo 5 plantas al azar por cada especie en estudio en cada uno de los tratamiento utilizándose el siguiente procedimiento:

1. Se elimina completamente el suelo de las raíces y se cortan las más finas en trozos de 2 cm.
2. Se preparan los cassettes de plásticos (denso polymer tissue cassettes by fisher scientific) con muestras de raíces y se mantienen en agua hasta eliminar todos los residuos de suelo.
- 3 En el fondo de un beaker de un litro se depositan los cassettes y se cubren con una solución de KOH al 10% hasta 1 cm por encima de la superficie de los cassettes.
4. Se calienta la solución de KOH hasta alcanzar 80⁰C por 30 min.
5. Se lavan los cassettes conteniendo las raíces con agua del grifo 5 veces.
6. Se cubren los cassettes con agua destilada y se agrgan 5 ml de HCL por cada 200 ml de agua. Se mezcla y se elimina toda la solución repitiendo 1 vez más (no enjuagar los cassettes con agua).
7. Se dispensa suficiente tinte azul de trypan (0.05 %) en un beaker de 1 - 2 lt hasta cubrir los cassettes con el colorante.
8. Se calienta el tinte azul hasta alcanzar 80⁰C
9. Posteriormente se colocan los cassettes conteniendo las raíces en el tinte azul de trypan. manteniendo la temperatura a 80⁰C durante 15 minutos, después se dejo enfriar hasta que la temperatura bajo a 50⁰C..
10. Se extraen las raíces de los casetes sin mezclarlos y se colocan las muestras teñidas en un plato petri conteniendo una capa fina de glicerol, rotulando debidamente

Para medir el porcentaje de colonización radicular se emplea el método de Slide

± (Giovannetti y Mosse, 1980) para observar la presencia o ausencia de vesículas en cada segmento de raíces (inoculada y testigo) utilizándose para ello un porta objeto con 5 raicillas de 2 cm de longitud, observándose en el microscopio y expresando los resultados como porcentaje de raíces colonizadas

Finalmente se seleccionaron las placas donde se observó mayor presencia de vesículas para fotografiar al microscopio.

VI. Resultados

Figura 1. En el tratamiento inoculado la mayor mortalidad la alcanzó Laurel negro con 66.6 %, siguiéndole Caoba del pacifico y Pochote con 40 % respectivamente y por ultimo Cedro real con 33 %, mientras que en el testigo la mayor mortalidad se obtuvo en Cedro real con 66.6 %, Luego Caoba del pacifico con 53.3 %, Laurel negro y Pochote reportaron 33.3 % por especie.

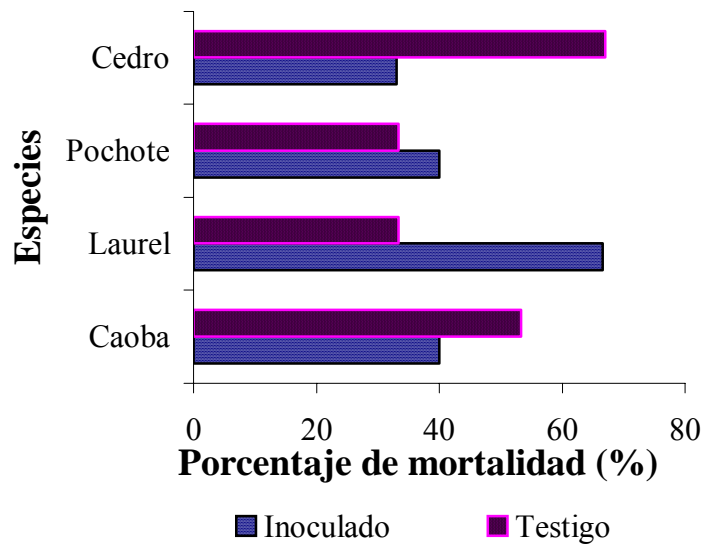


Figura 1.
Porcent

aje de mortalidad de las cuatro especies reportadas durante los cinco meses de establecido el ensayo.

Figura 2. Refleja que en la especie Caoba del pacifico (*Swietenia humilis*) el tratamiento inoculado se mantuvo por encima hasta alcanzar una media de 27 cm en el ultimo mes, mientras que el testigo alcanzo una media de 22 cm. El ANOVA (ver tabla 1,2) con respecto a la variable altura, con salida de datos estadísticos en el primero y quinto mes muestra que existe diferencia significativa en cada uno de los tratamientos.

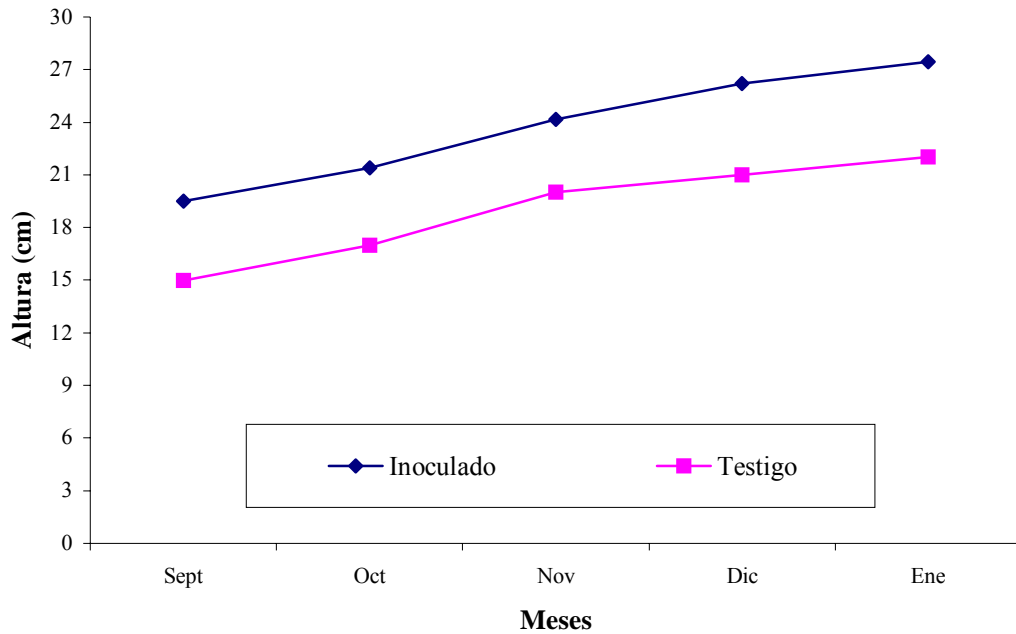


Figura 2. Altura promedio de la especie Caoba del pacifico (*Switenia humilis*) inoculado con hongos micorrizógenos y testigo.

Figura 3. Se muestra que en la especie Caoba del pacifico el mayor diámetro se obtuvo en el tratamiento inoculado con una media de 9.20 mm y el testigo se mantuvo por debajo alcanzando en el ultimo mes una media de 6.50 mm. Al realizar el ANOVA (ver tabla 1,2) referente al diámetro se expresa que existe diferencia significativa en cada tratamiento en el primero y quinto mes.

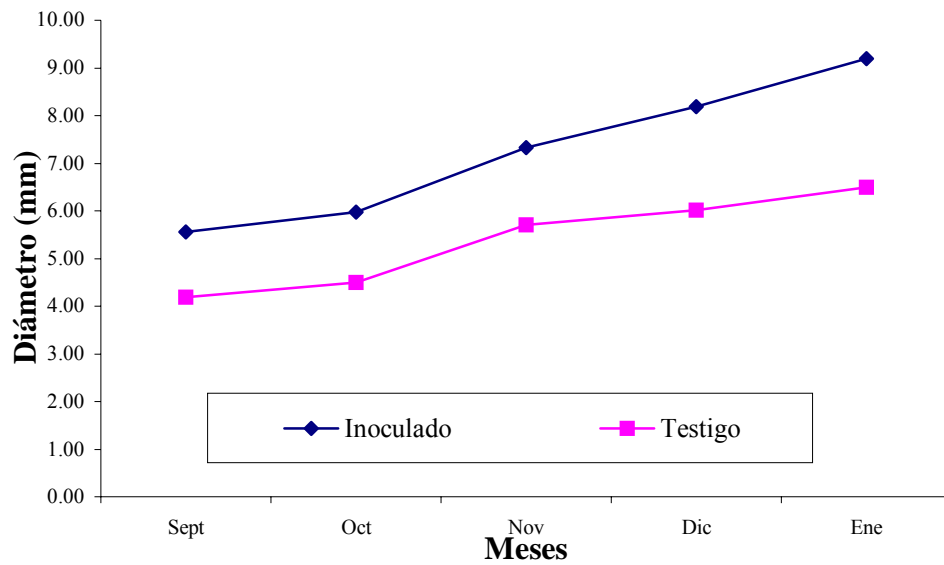


Figura 3. Diámetro promedio de la especie Caoba del pacifico (*Swietenia humilis*) inoculado con hongos micorrizógenos y testigo.

Figura 4. Se observa que la especie Laurel negro (*Cordia allidora*) en el tratamiento inoculado alcanzo una mayor altura en el ultimo mes con una media de 33 cm en comparación con el testigo que se mantuvo por debajo con una media de 25 cm.

De acuerdo al ANOVA (ver tabla 3,4) se encontró que no existe diferencia significativa en cada tratamiento.

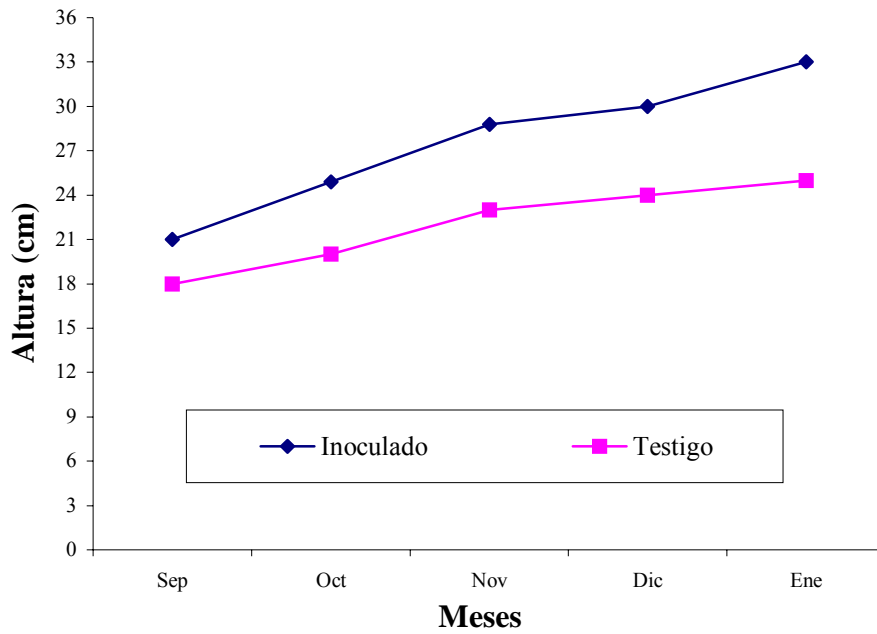


Figura
4.
Altura

promedio de la especie Laurel negro (*Cordia allidora*) inoculado con hongos micorrizógenos y testigo.

Figura 5. La especie Laurel negro obtuvo mayor diámetro en el tratamiento inoculado con una media de 6.16 mm con relación al testigo que en ultimo mes alcanzo una media de 4.53 mm. El ANOVA (tabla 3,4) no mostró diferencia significativa en relación a cada uno de los tratamientos.

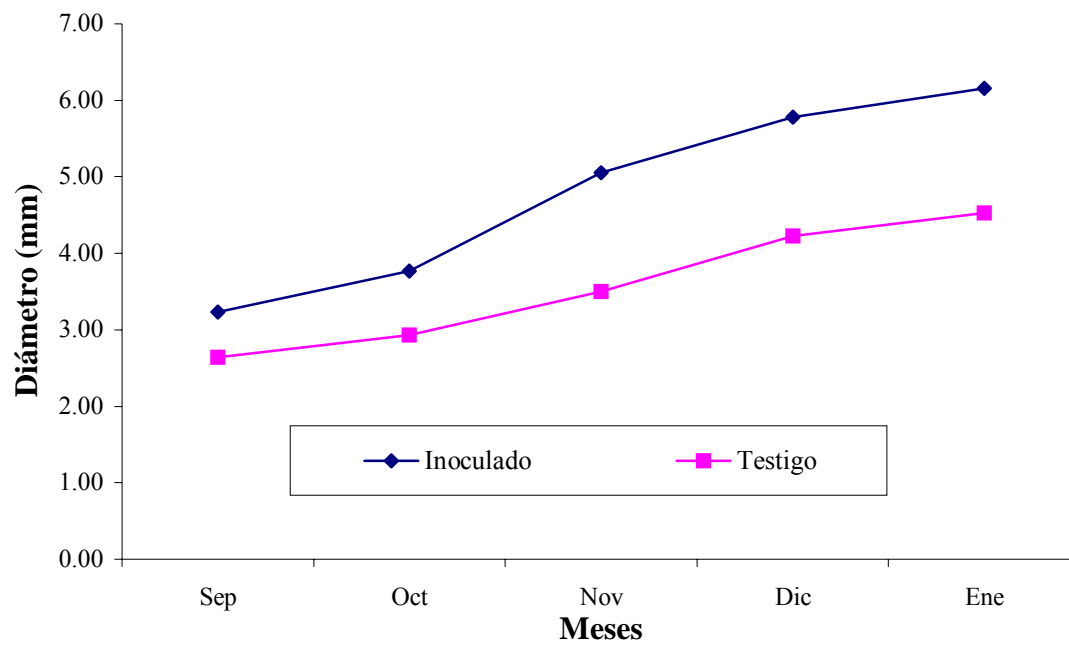


Figura 5. Diámetro promedio de la especie Laurel negro (*Cordia allidora*) inoculado con hongos micorrizógenos y testigo.

Figura 6. Se observa que la especie Pochote (*Bombacopsis quinata*) el testigo se mantuvo desde el primer mes por encima del inoculado hasta alcanzar en el ultimo mes una media de 41 cm, mientras que el tratamiento inoculado alcanza una media de 35 cm. El ANOVA (tabla 5,6) no reporto diferencia significativa en cuanto a la altura de los dos tratamiento.

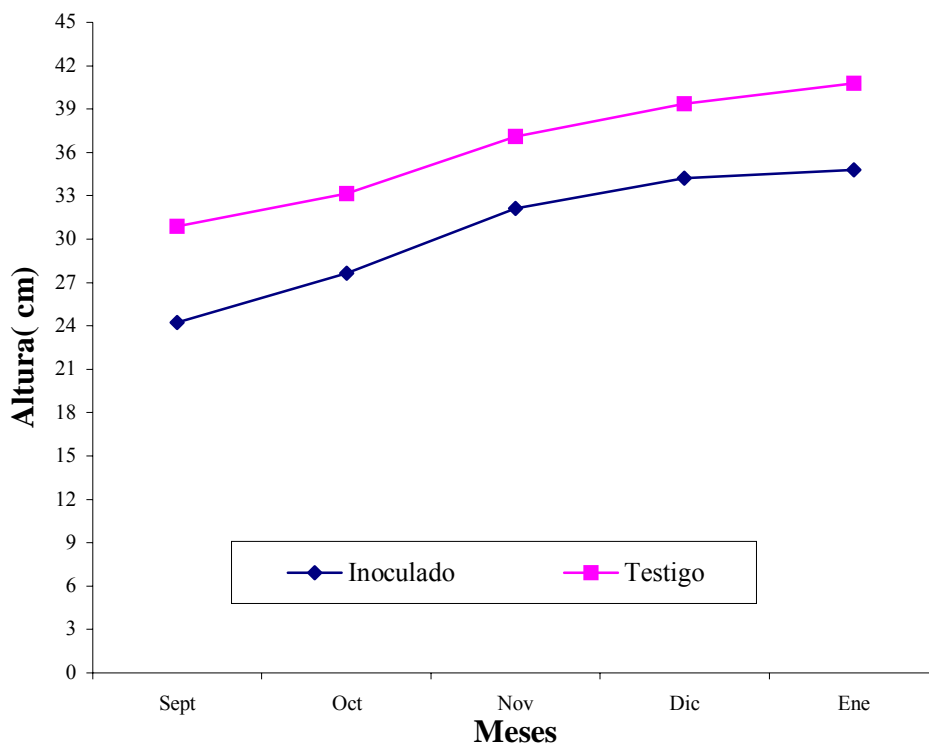


Figura 6. Altura promedio de la especie Pochote (*Bombacopsis quinata*) inoculado con hongos micorrizógenos y testigo.

Figura 7. En el testigo, el Pochote obtuvo un diámetro con una media de 10.09 mm y en el tratamiento inoculado alcanzo una media de 9.71 mm, en este caso la diferencia entre los dos diámetro fue mínima. El ANOVA (ver tabla 5,6) de salidas de datos se aprecia que no existe diferencia significativa en el primero y quinto mes de cada uno de los tratamientos.

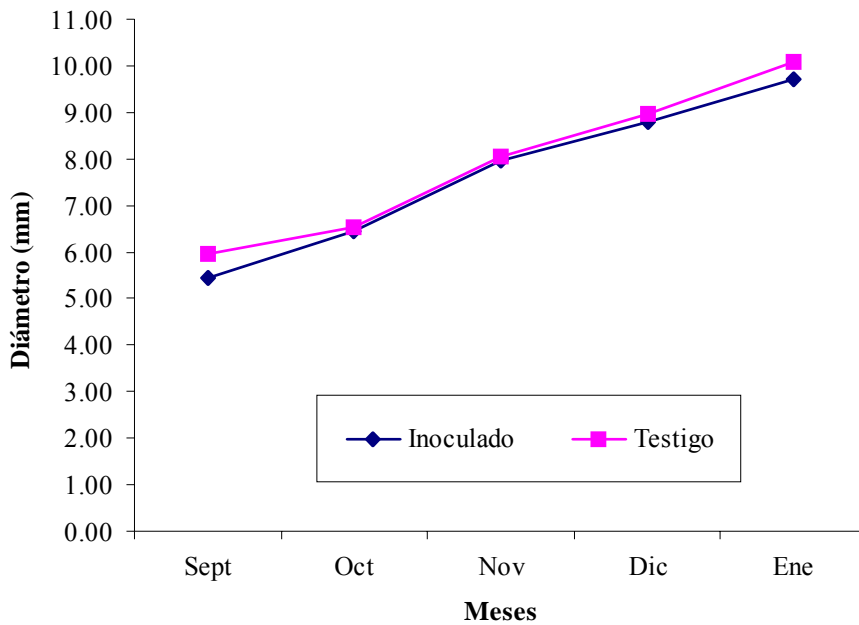


Figura 7. Diámetro promedio de la especie Pochote (*Bombacopsis quinata*) inoculado con hongos micorrizógenos y testigo.

Figura 8. Se observa que la especie Cedro real (*Cedrella odorata*) el tratamiento inoculado alcanzo una media de 41 cm en cuanto a la altura y el testigo registro una media de 37 cm, El ANOVA (tabla 7 , 8) se encontró que no existe diferencia significativa en cada uno de los tratamientos

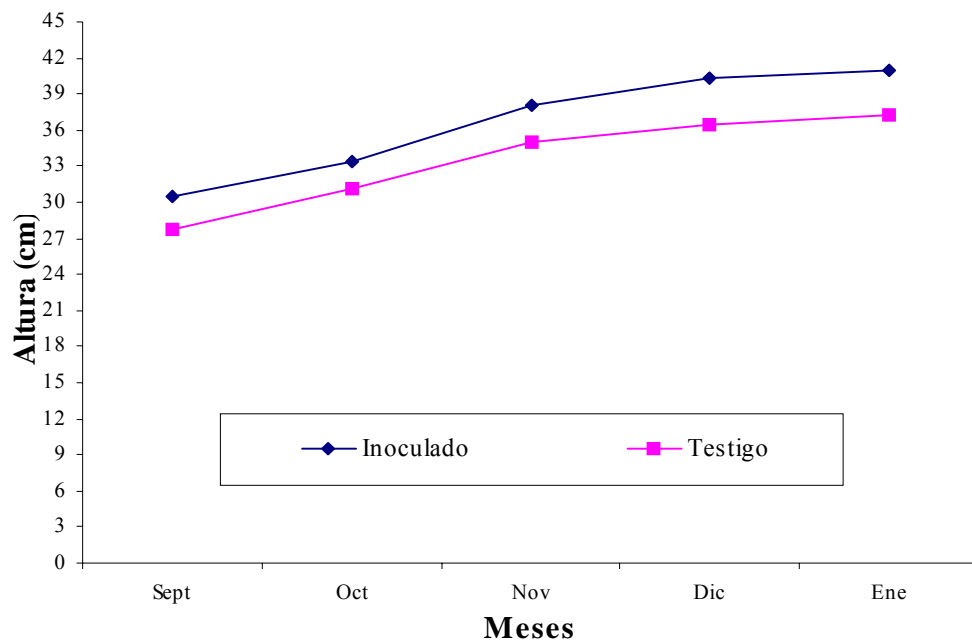


Figura 8. Altura promedio de la especie Cedro real (*Cedrella odorata*) inoculado con hongos micorrizógenos y testigo.

Figura 9. Muestra que la especie Cedro real del tratamiento inoculado obtuvo una media de 10.89 mm que fue mayor en relación al testigo que alcanzo una media de 9.70 mm Al realizar el ANOVA(7, 8) expresa que no existe diferencia significativa en cuanto al diámetro en cada tratamiento.

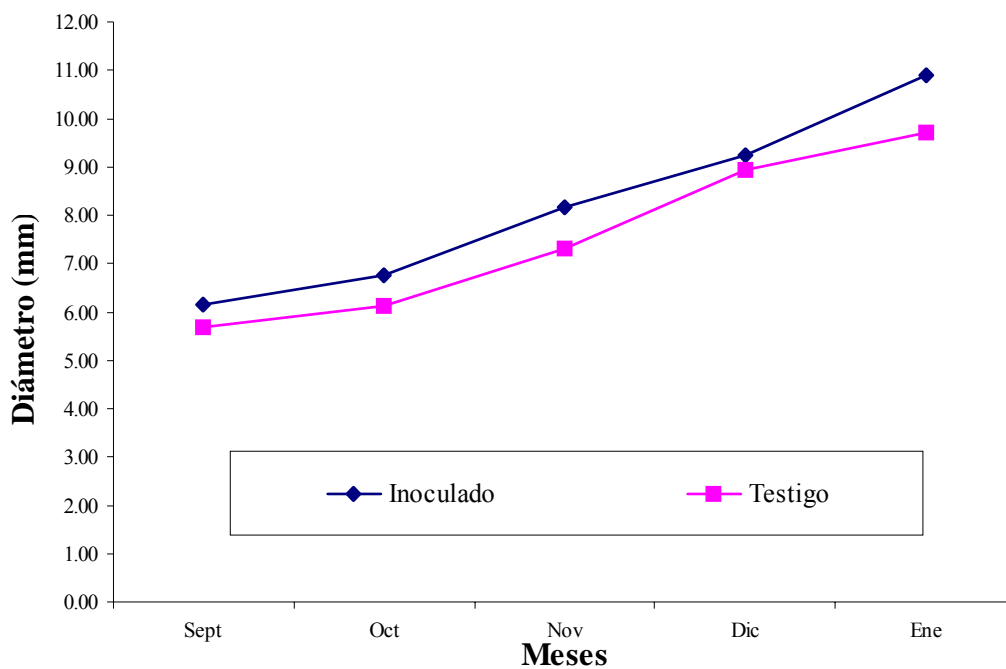


Figura 9 Diámetro de la especie Cedro real (*Cedrella odorata*) inoculado con hongos micorrizógenos y testigo.

Figura 10. Los valores reportados en el tratamiento inoculados fueron los siguientes: la especie Caoba del pacífico 54.9%, Laurel negro 37.4%, Pochote 41.38%, Cedro real 44.6%, en cuanto al testigo Caoba del pacífico 50.1%, Laurel negro 20.8%, Pochote 45.46% y Cedro real 28.32%.

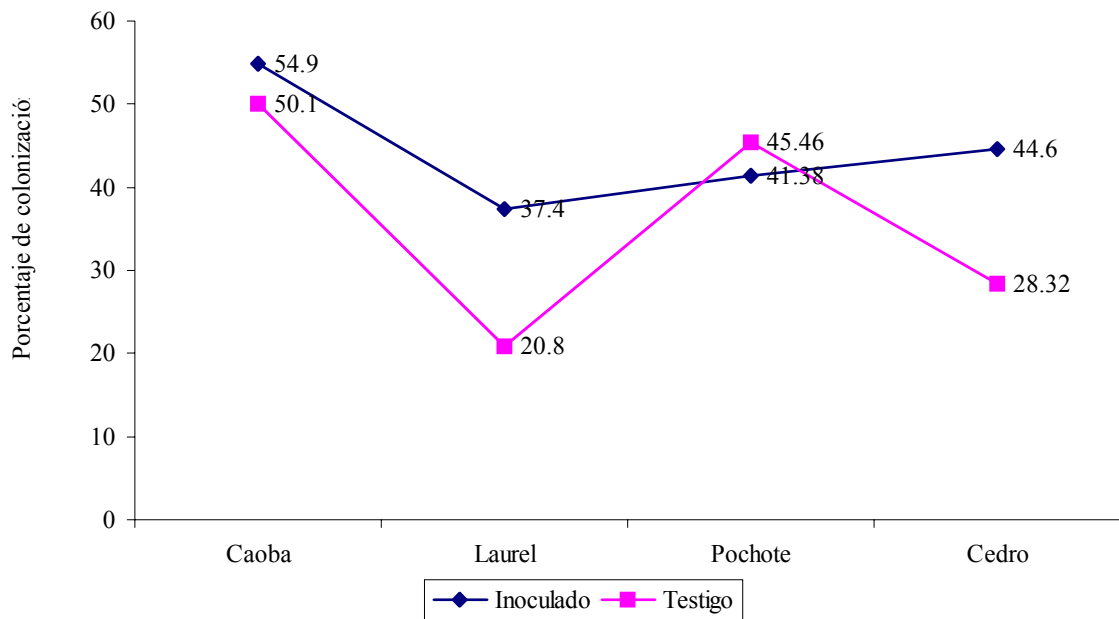


Figura 10. Porcentaje de colonización radicular con micorrizas inoculada y testigo de las cuatro especie en estudio

VI. Discusión

Mortalidad

Un factor que influyó en la tasa de mortalidad fue la sequía, debido a que en los meses que duró el ensayo las precipitaciones no fueron frecuentes y esto causó que la planta sufriera estrés hídrico, Otro aspecto en menor importancia que incidió en la mortalidad fue el daño mecánico, ya que en la misma parcela se implementó el sistema taungya, y el productor al momento de hacer las labores de manejo no tomó las precauciones necesarias para no dañar las plantas. (ver anexos precipitaciones del Septiembre 2002-Enero 2003).

Altura

La especie Caoba del pacifico, Laurel negro y Cedro real fueron las que presentaron desde la primera medición los mayores promedios en el tratamiento inoculado, llegando alcanzar una media de 27 cm, 33 cm, 45 cm respectivamente a lo largo de los cinco meses que duro el ensayo, en relación al testigo que estuvo un poco por debajo de la media con valores de 22 cm, 25 cm 37 cm (ver figura 2,4,8). Solamente la especie Pochote fue la que presento una mayor altura alcanzando una media de 41 cm en el testigo en comparación con el tratamiento inoculado que fue de 35 cm. (ver figura 6)

Presentó diferencia significativa la especie Caoba del pacifico ($p < 0.05$) en el restos de las especies estudiadas no se reportó diferencia significativa. Se ha demostrado a través de varios años que la aplicación de hongos micorrizógenos MVA, mejora el crecimiento de muchas especies de importancia económicas (Janos, 1983 citado por Cuervo 1997), y en la mayoría de las veces que se compara el crecimientos de las plantas micorrizadas con testigo no inoculados, el desarrollo de las primeras es significativamente mayor (Azcon et al 1991 citado por Cuervo 1997). Este mejoramiento estaría dado por cambios fisiológicos en las plantas tales como: aumento de la actividad fotosintética, alteración de reguladores de crecimiento (por ej : citoquinina), cambios en las concentraciones de nutrientes en los tejidos que conlleven a modificaciones en la osmorregulación y mejoran la disponibilidad de elementos poco móviles como el fósforo (Herrera,1985 citado por Cuervo 1997).

Diámetro

En el tratamiento inoculado el comportamiento de la variable diámetro en la especie Caoba del pacífico, Laurel negro y Cedro real fue de 9.20 mm, 6.16 mm, 10.89 mm respectivamente (ver figura 3,5,9) mientras que el testigo obtuvo diámetro con media de 6.50 mm, 4.53 mm, 9.70 mm de las especies antes mencionadas. Sin embargo el Pochote fue el que presentó un diámetro mayor con una media de 10.09 mm en el testigo en relación con el tratamiento inoculado que alcanzó 9.71 mm, como se puede apreciar es una diferencia mínima (ver figura 7).

Con esta variable se encontró diferencia significativa en la especie Caoba del pacífico ($P < 0.05$) en las demás especies no se encontró diferencia significativa.

Colonización

Las micorrizas inoculadas presentaron mayor estabilidad (Ver figura 10 y fotos del sistema radicular en anexos 10.3), ya que la inoculación temprana garantiza una menor penetración de patógenos radiculares existiendo una mejor asimilación de nutrientes y agua . Así mismo se observó un sistema rizosférico más desarrollado lo que proporciona mayor vigorosidad a la planta. El efecto benéfico que ejerció el hongo micorrizógeno sobre las plantas se observa mejor en los forestales que son micorrizados en comparación con aquellas que carecen de las micorrizas (Sieverding,1989 citado en Cuervo 1997).

VIII . Conclusiones

- ❖ Los factores externos que interactuaron en la tasa de mortalidad fueron principalmente: falta de precipitación y daño mecánico.
- ❖ La aplicación de hongos inoculados MVA (Micorrizas Vesiculares Arbusculares) mejoro significativamente la altura, diámetro y sistema radicular en las especies Caoba del pacifico, Laurel negro y Cedro real diferenciándose solamente el Pochote donde la mejor altura y diámetro la obtuvo el testigo, excepto el sistema radicular que se observo mas desarrollado en el tratamiento inoculado. Obteniendo las plantas mayor absorción de nutrientes.
- ❖ Existe diferencia significativa ($P < 0.05$) en la especie Caoba del pacifico en cuanto altura y diámetro en el resto de las especies no se encontró diferencias significativas.
- ❖ El mejor porcentaje de colonización radicular se obtuvo en la especie Caoba del Pacifico en ambos tratamiento.

I X . Recomendaciones

- ❖ Trasladar las plantas al campo el mismo día de la siembra, ya que estas tienen que estar el menor tiempo posible expuestas a condiciones de estrés.
- ❖ Llevar a cabo análisis de suelo antes y después del ensayo para verificar si existen cambios considerables en la absorción de nutrientes como el fósforo.
- ❖ Las especies forestales con más presencia de tanino dejarla por más tiempo en agua oxigenada.
- ❖ Al llevar las plantas al laboratorio hacerlo en bolsas individuales con todo el cepellón para evitar pérdidas de raicillas.
- ❖ Continuar las investigaciones en la producción forestal empleando microorganismo promotores de crecimiento.

IX . Bibliografía

Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología de suelo. 2da Edición. Traducido por PhD Juan José Peña. México.

Betancourt, A. 1987. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Historial científica técnica. La Habana Cuba.

Crooktons, J.E, J.E Korte 1991. Rotational cropping sequence affects of yield com and Soybean. Agronomy journal.

Cuervo, J. 1997. "Efecto de la aplicación de hongos VA y rizobacterias en el crecimiento de plántulas de dos especies forestales". Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Glandorf, D.C.M. 1994. Agglutination, adherence and root colonization by *Florence pseudomonas* applied and environmental microbiology 60(6):1726-33.

Grijalva, A. 1992. "Plantas útiles de la cordillera de los Maribios" Universidad centroamericana, UCA. Managua Nicaragua.

Hayman, D.S, A.M Johson 1975. The influence of phosphate and crop specie on endogone spores and vesicular- arbuscular -mycorrhizae under field conditions plants and soil.

Herrera, Z. 1992. Instituto Nicaragüense y Recursos Naturales .IRENA. Árboles forestales útiles para su propagación.

Martínez, M. 1959. Plantas medicinales de México.

Morton, J. 1982. Atlas of medicinal plants of middle America. Bahamas to Yucatán. USA.

Rivas Platero, G. G; 1997. Avances de investigación en Micorrizas vesícula Arbusculares. En semana científica CATIE. (3, 1997 Turrialba, C.R.). Actas. 124-126.

Salas, J. 1993 "Árboles de Nicaragua". I edición. Editorial HISPAMER. Managua, Nicaragua. 309 p.

Sylvia, D.M. 1994. Vesicular-arbuscular-mycorrhizal funji. In R.W. weaver y cols. (eds). Methods of soil análisis part 2: Microbiological and biochemical properties, Madison, WI: soil science society of America.

White.J.A. 1989. Edaphic and reclamation aspects of vesicular- arbuscular-mycorrhizae in Wyoming red desert soil. Science society of America journal.

Referencia tomadas del Internet.

Barea,J. 2001. Microbiología de suelos y sistemas simbiótico. Granada España.
www.csic.es/asociaciones/api/divulgacion/micorrizas.htm.

Francl ,1993. Centro de estudios ecológicos argentinos. www.cdeea.com/micorrizas.htm

Infante,M.2003. www.biotri-ton.cl/index.php?pag=micorrizas

X . Anexos

10.1 Mapa de distribución de las plantas en la parcela de ensayo testigo

Subparcela testigo

Poch	Poch	La	La	Poch	La	Ce	Ca	Ce	La
Ca	Ce	Poch	Ce	Poch	Ca	Poch	Poch	Ce	Ce
Ca	La	La	Ce	La	La	La	La	Ca	La
La	Ce	Poch	Ca	La	Ce	La	La	Ce	Poch
Ce	Ce	Ca	Ce	Poch	Ca	Poch	Poch	Poch	Ca
Ca	Ca	Ca	Poch	Ce	Ca	Ca	Ce	Poch	Ca

Código

Especies

- 1 ----- Caoba del Pacifico (*Swietenia humilis*)
- 2 ----- Laurel negro (*Cordia alliodora*)
- 3 ----- Pochote (*Bombacopsis quinata*)
- 4 ----- Cedro real (*Cedrela odorata*)

10.2 Mapa de distribución de las plantas en la parcela inoculada

Subparcela inoculada

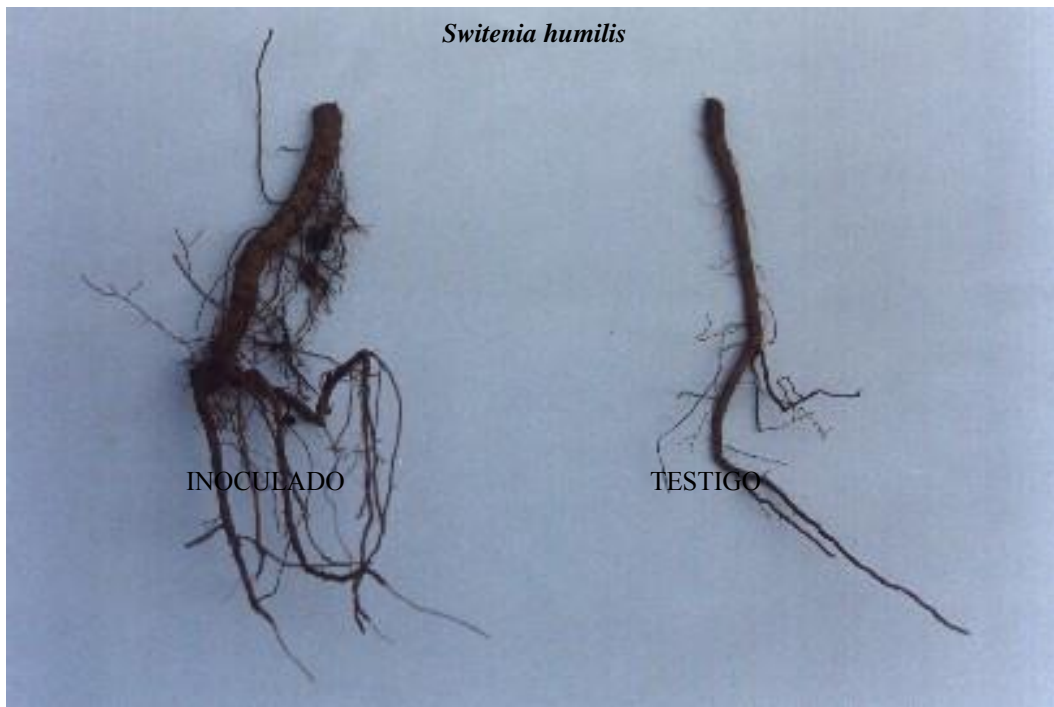
Poch	Poch	La	La	Poch	La	Ce	Ca	Ce	La
Ca	Ce	Poch	Ce	Poch	Ca	Poch	Poch	Ce	Ce
Ca	La	La	Ce	La	La	La	La	Ca	La
La	Ce	Poch	Ca	La	Ce	La	La	Ce	Poch
Ce	Ce	Ca	Ce	Poch	Ca	Poch	Poch	Poch	Ca
Ca	Ca	Ca	Poch	Ce	Ca	Ca	Ce	Poch	Ca

Código

Especies

- 1 ----- Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*)
- 2 ----- Laurel negro (*Cordia alliodora*)
- 3 ----- Pochote (*Bombacopsis quinata*)
- 4 ----- Cedro real (*Cedrela odorata*)

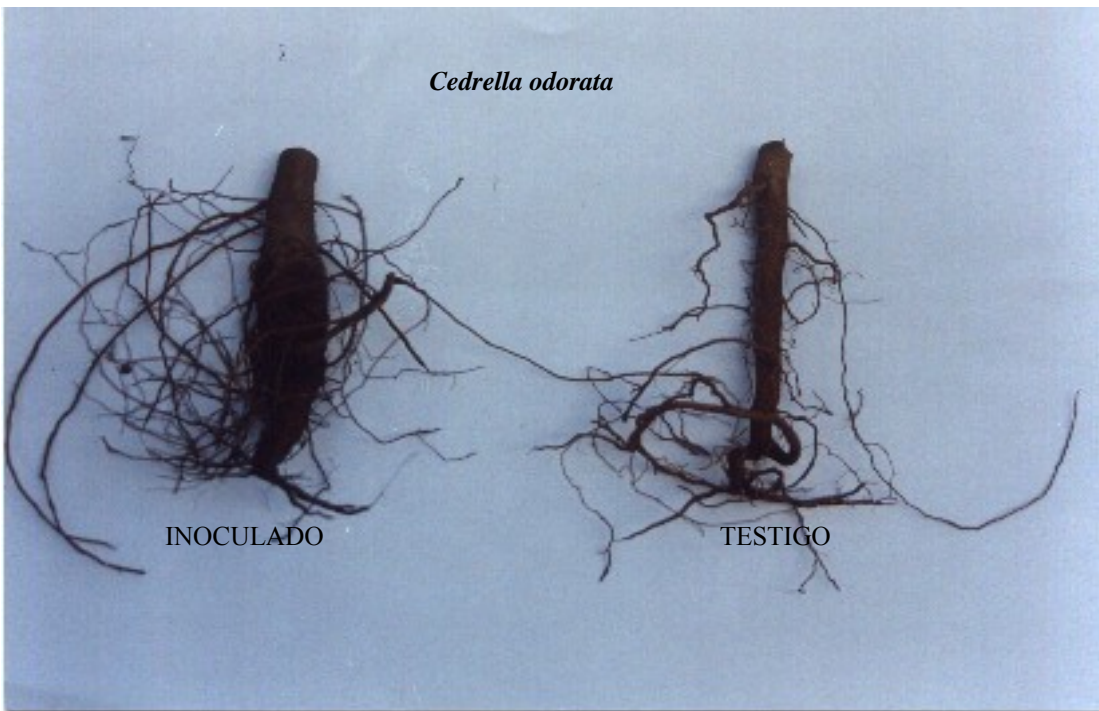
10.3. Comparación del sistema radicular de las cuatro especies estudiadas con y sin tratamiento.



Bombacopsis quinata



Cedrella odorata



10.5 Resumen meteorológico del mes de septiembre del 2002 – Enero del 2003

Mes de Septiembre del 2002

	TEMPERATURA	HUMEDAD	PRECIPITACION	EVAPORACION
MEDIA MENSUAL	28.2	84	386.2	132.6
MAXIMA MEDIA MENSUAL	33.0	94		4.5
MINIMA MEDIA MENSUAL	24.5	64		
MAXIMA ABSOLUTA MENSUAL	35.5	96	98.0	7.8
MINIMA ABSOLUTA MENSUAL	23.0	47		0.7

Mes de Octubre del 2002

	TEMPERATURA	HUMEDAD	PRECIPITACION	EVAPORACION
MEDIA MENSUAL	27.9	82	146.5	148.4
MAXIMA MEDIA MENSUAL	33.0	94		4.8
MINIMA MEDIA MENSUAL	23.6	61		
MAXIMA ABSOLUTA MENSUAL	34.0	95	49.3	9
MINIMA ABSOLUTA MENSUAL	22.0	46		0.9

Mes de Noviembre del 2002

	TEMPERATURA	HUMEDAD	PRECIPITACION	EVAPORACION
MEDIA MENSUAL	27.6	77	34.3	119.8
MAXIMA MEDIA MENSUAL	33.4	94		3.99
MINIMA MEDIA MENSUAL	22.5	55		
MAXIMA ABSOLUTA MENSUAL	36.0	96	13.0	5.6
MINIMA ABSOLUTA MENSUAL	20.0	44		0.5

Mes de Diciembre del 2002

	TEMPERATURA	HUMEDAD	PRECIPITACION	EVAPORACION
MEDIA MENSUAL	28.0	71	0.0	175
MAXIMA MEDIA MENSUAL	34.3	94		5.6
MINIMA MEDIA MENSUAL	21.9	45		
MAXIMA ABSOLUTA MENSUAL	36.0	98		7.4
MINIMA ABSOLUTA MENSUAL	18.5	37		3

Mes de Enero del 2003

	TEMPERATURA	HUMEDAD	PRECIPITACION	EVAPORACION
MEDIA MENSUAL	29.0	63	0.0	222
MAXIMA MEDIA MENSUAL	35.6	92		7.16
MINIMA MEDIA MENSUAL	22.0	41		
MAXIMA ABSOLUTA MENSUAL	37.5	100		9.3
MINIMA ABSOLUTA MENSUAL	18.0	30		4.6

Datos proporcionados por la estación meteorológica del Campus Agropecuario, carrera de Agroecología,,UNAN-León,

10.6 Salidas de datos estadísticos

1. Caoba del pacífico (*Swietenia humilis*) primer mes.

Estadísticos descriptivos

	GRPO	Media	Desv. típ.	N
ALT1	1.00	19.5000	3.0641	10
	2.00	15.4571	6.5926	7
	Total	17.8353	5.0780	17
DIAM1	1.00	5.5600	.6687	10
	2.00	4.1857	1.1349	7
	Total	4.9941	1.1048	17

Contrastes multivariados^b

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intercept	Traza de Pillai	.972	239.457 ^a	2.000	14.000	.000
	Lambda de Wilks	.028	239.457 ^a	2.000	14.000	.000
	Traza de Hotelling	34.208	239.457 ^a	2.000	14.000	.000
	Raíz mayor de Roy	34.208	239.457 ^a	2.000	14.000	.000
GRPO	Traza de Pillai	.398	4.636 ^a	2.000	14.000	.029
	Lambda de Wilks	.602	4.636 ^a	2.000	14.000	.029
	Traza de Hotelling	.662	4.636 ^a	2.000	14.000	.029
	Raíz mayor de Roy	.662	4.636 ^a	2.000	14.000	.029

a. Estadístico exacto

b. Diseño: Intercept+GRPO

2. Caoba del pacífico (*Swietenia humilis*) quinto mes.

Estadísticos descriptivos

	GRPO	Media	Desv. típ.	N
ALT5	1.00	27.4444	3.4319	9
	2.00	21.7857	7.1406	7
	Total	24.9687	5.9230	16
DIAM5	1.00	9.2000	1.1737	9
	2.00	6.5000	1.5546	7
	Total	8.0187	1.9013	16

Contrastes multivariados^b

Efecto	Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación	
Intercept	Traza de Pillai	.976	262.375 ^a	2.000	13.000	.000
	Lambda de Wilks	.024	262.375 ^a	2.000	13.000	.000
	Traza de Hotelling	40.365	262.375 ^a	2.000	13.000	.000
	Raíz mayor de Roy	40.365	262.375 ^a	2.000	13.000	.000
GRPO	Traza de Pillai	.531	7.356 ^a	2.000	13.000	.007
	Lambda de Wilks	.469	7.356 ^a	2.000	13.000	.007
	Traza de Hotelling	1.132	7.356 ^a	2.000	13.000	.007
	Raíz mayor de Roy	1.132	7.356 ^a	2.000	13.000	.007

a. Estadístico exacto

b. Diseño: Intercept+GRPO

3. Laurel negro (*Cordia allidora*) primer mes.

Estadísticos descriptivos

	GRPO	Media	Desv. típ.	N
ALT1	1.00	21.2000	6.0332	10
	2.00	17.7167	4.9517	12
	Total	19.3000	5.6210	22
DIAM1	1.00	3.2300	.9730	10
	2.00	2.6417	.6762	12
	Total	2.9091	.8574	22

Contrastes multivariados^b

Efecto	Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación	
Intercept	Traza de Pillai	.945	163.947 ^a	2.000	19.000	.000
	Lambda de Wilks	.055	163.947 ^a	2.000	19.000	.000
	Traza de Hotelling	17.258	163.947 ^a	2.000	19.000	.000
	Raíz mayor de Roy	17.258	163.947 ^a	2.000	19.000	.000
GRPO	Traza de Pillai	.136	1.495 ^a	2.000	19.000	.250
	Lambda de Wilks	.864	1.495 ^a	2.000	19.000	.250
	Traza de Hotelling	.157	1.495 ^a	2.000	19.000	.250
	Raíz mayor de Roy	.157	1.495 ^a	2.000	19.000	.250

a. Estadístico exacto

b. Diseño: Intercept+GRPO

4. Laurel negro (*Cordia allidora*) quinto mes.

Estadísticos descriptivos

	GRPO	Media	Desv. típ.	N
ALT5	1.00	32.8000	9.2844	5
	2.00	25.4500	4.7167	10
	Total	27.9000	7.1967	15
DIAM5	1.00	6.1600	2.3713	5
	2.00	4.5300	.6147	10
	Total	5.0733	1.5755	15

Contrastes multivariados^b

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intercept	Traza de Pillai	.955	127.485 ^a	2.000	12.000	.000
	Lambda de Wilks	.045	127.485 ^a	2.000	12.000	.000
	Traza de Hotelling	21.247	127.485 ^a	2.000	12.000	.000
	Raíz mayor de Roy	21.247	127.485 ^a	2.000	12.000	.000
GRPO	Traza de Pillai	.279	2.323 ^a	2.000	12.000	.140
	Lambda de Wilks	.721	2.323 ^a	2.000	12.000	.140
	Traza de Hotelling	.387	2.323 ^a	2.000	12.000	.140
	Raíz mayor de Roy	.387	2.323 ^a	2.000	12.000	.140

a. Estadístico exacto

b. Diseño: Intercept+GRPO

5 Pochote (*Bombacopsis quinata*) primer mes.

Estadísticos descriptivos

	GRPO	Media	Desv. típ.	N
ALT1	1.00	24.2222	8.1667	9
	2.00	30.8769	7.6204	13
	Total	28.1545	8.3550	22
DIAM1	1.00	5.4556	1.4099	9
	2.00	5.9692	1.4631	13
	Total	5.7591	1.4308	22

Contrastes multivariados^b

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intercept	Traza de Pillai	.956	205.254 ^a	2.000	19.000	.000
	Lambda de Wilks	.044	205.254 ^a	2.000	19.000	.000
	Traza de Hotelling	21.606	205.254 ^a	2.000	19.000	.000
	Raíz mayor de Roy	21.606	205.254 ^a	2.000	19.000	.000
GRPO	Traza de Pillai	.161	1.821 ^a	2.000	19.000	.189
	Lambda de Wilks	.839	1.821 ^a	2.000	19.000	.189
	Traza de Hotelling	.192	1.821 ^a	2.000	19.000	.189
	Raíz mayor de Roy	.192	1.821 ^a	2.000	19.000	.189

a. Estadístico exacto

b. Diseño: Intercept+GRPO

6. Pochote (*Bombacopsis quinata*) quinto mes.

Estadísticos descriptivos

	GRPO	Media	Desv. típ.	N
DIAM5	1.00	9.7111	2.3486	9
	2.00	10.0900	2.6909	10
	Total	9.9105	2.4718	19
ALT5	1.00	34.7778	11.2559	9
	2.00	40.7700	7.9314	10
	Total	37.9316	9.8596	19

Contrastes multivariados^b

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intercept	Traza de Pillai	.961	196.680 ^a	2.000	16.000	.000
	Lambda de Wilks	.039	196.680 ^a	2.000	16.000	.000
	Traza de Hotelling	24.585	196.680 ^a	2.000	16.000	.000
	Raíz mayor de Roy	24.585	196.680 ^a	2.000	16.000	.000
GRPO	Traza de Pillai	.099	.883 ^a	2.000	16.000	.433
	Lambda de Wilks	.901	.883 ^a	2.000	16.000	.433
	Traza de Hotelling	.110	.883 ^a	2.000	16.000	.433
	Raíz mayor de Roy	.110	.883 ^a	2.000	16.000	.433

a. Estadístico exacto

b. Diseño: Intercept+GRPO

7. *Cedro real (Cedrella odorata)* primer mes.

Estadísticos descriptivos

GRPO	Media	Desv. típ.	N
ALT1 TRATAMIENTO	30.5455	8.4896	11
TESTIGO	27.7800	2.5282	5
Total	29.6813	7.1767	16
DIAM1 TRATAMIENTO	6.1545	1.8796	11
TESTIGO	5.6800	2.6631	5
Total	6.0063	2.0732	16

Contrastes multivariados

Efecto	Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Intercept Traza de Pillai	.941	103.822 ^a	2.000	13.000	.000
Lambda de Wilks	.059	103.822 ^a	2.000	13.000	.000
Traza de Hotelling	15.973	103.822 ^a	2.000	13.000	.000
Raíz mayor de Roy	15.973	103.822 ^a	2.000	13.000	.000
GRPO Traza de Pillai	.034	.229 ^a	2.000	13.000	.798
Lambda de Wilks	.966	.229 ^a	2.000	13.000	.798
Traza de Hotelling	.035	.229 ^a	2.000	13.000	.798
Raíz mayor de Roy	.035	.229 ^a	2.000	13.000	.798

a. Estadístico exacto

b. Diseño: Intercept+GRPO

8. *Cedro real (Cedrella odorata)* quinto mes.

Estadísticos descriptivos

GRPO	Media	Desv. típ.	N
ALT5 TRATAMIENTO	41.0000	9.2616	10
TESTIGO	37.4000	1.5166	5
Total	39.8000	7.6737	15
DIAM5 TRATAMIENTO	10.8900	2.6215	10
TESTIGO	9.7000	3.1812	5
Total	10.4933	2.7652	15

Contrastes multivariados^b

Efecto	Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación	
Intercept	Traza de Pillai	.966	171.055 ^a	2.000	12.000	.000
	Lambda de Wilks	.034	171.055 ^a	2.000	12.000	.000
	Traza de Hotelling	28.509	171.055 ^a	2.000	12.000	.000
	Raíz mayor de Ro	28.509	171.055 ^a	2.000	12.000	.000
GRPO	Traza de Pillai	.065	.417 ^a	2.000	12.000	.668
	Lambda de Wilks	.935	.417 ^a	2.000	12.000	.668
	Traza de Hotelling	.070	.417 ^a	2.000	12.000	.668
	Raíz mayor de Ro	.070	.417 ^a	2.000	12.000	.668

a. Estadístico exacto

b. Diseño: Intercept+GRPO

10.7 Mapa de ubicación del área de estudio.

Finca la Huertecita Quezalguaque, León

