

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN-LEÓN.**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



Tesis para optar al título de licenciadas en biología.

***ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ASOCIACIÓN PLANTA-MICORRIZA
PARA EL CRECIMIENTO DE DOS ESPECIES FORESTALES.
(LEON-CHINANDEGA 2003)***

PRESENTADO POR:

- *Br. Mariela Carolina Contreras Martínez*
- *Br. Beatriz Elizabeth Esquivel López.*
- *Br. Maria de los Ángeles Gutiérrez Valverde.*

TUTOR. Mcs. Octavio Guevara.

Enero, 2008

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres.

Mariela Contreras.

A Dios por prestarme vida; A mis padres que me han apoyado en mis estudios. A Oscar Blandino que me ayudó mucho a salir adelante.

Beatriz Elizabeth Esquivel López.

A Dios por haberme permitido culminar mi carrera. A mis padres **Rodolfo Gutiérrez, Isabel Valverde** por su apoyo incondicional durante mi periodo de estudio.

Maria de los Ángeles Gutiérrez Valverde.

AGRADECIMIENTO

Ante todo, damos gracias a **Dios** , por habernos permitidos culminar con nuestro estudio y por comenzar una nueva etapa en nuestras vidas.

A nuestro tutor: Mcs. Octavio Guevara, quien nos apoyó y enseñó lo que aprendimos con el presente trabajo.

En especial: Mcs. Pedrarias Dávila, al Sr. Saturnino Huete y familia y Lic. Humberto Fonseca.

En general a los Licenciados: María Encarnación Juárez, Alan Toval, Jorge Isaac Flores y Aleyda Gutiérrez.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en dos fases vivero y campo. La fase de vivero se realizó en la finca el Ojoche propiedad de la UNAN –León, la fase de campo se realizó en la finca San Antonio del señor Saturnino Huete ubicada en la comunidad Pikin Guerrero (Versalle) del Volcán casita del municipio de Posoltega de la ciudad de Chinandega. El estudio consistió en un ensayo con las especies *Swietenia Humilis* (Caoba) y *Pachira quinata* (Pochote) en dos fases de experimentación vivero y campo, en dos tratamientos Testigo e Inoculados, se consideraron las variables altura(cm) , diámetro(mm) y el porcentaje de sobrevivencia de las plantas solo en la fase de campo; con el propósito de evaluar el efecto que las especies de hongo micorrizógeno (*Acaulospora*, *Entrophora* y *glomus*) ejerce en ambas especies. El análisis de las variables se realizó en el programa SPSS obteniendo como resultados: Durante los tres meses de estudio en la fase de vivero, *Swietenia Humilis* alcanzo altura media de 22.08cm y su diámetro de 4.7mm fue mayor con tratamiento y sin tratamiento la altura media fue de 15.14cm y su diámetro de 4.59mm. *Pachira quinata* en los dos meses de estudio la altura media fue de 22.41cm y su diámetro 4.84 mm, con tratamiento. Sin tratamiento la altura media fue de 10.65cm y su diámetro 3.33mm. Durante los seis meses de estudio en la fase de campo, *Swietenia Humilis*; alcanzó altura media de 33.38cm y su diámetro de 11.64mm, y sin tratamiento la altura media fue de 34.48cm y su diámetro de 13.81mm, *Pachira quinata* alcanzó la altura media de 33.44cm y su diámetro de 10.48 mm, con tratamiento; sin tratamiento la altura media fue de 17.16cm y su diámetro 9.36mm. Concluimos que el estudio de la asociación de las especies de hongos con las plantas en ambas fases (vivero y campo), fue efectiva al observar que las variables diámetro y altura, así como la sobre vivencia, fue mayor en comparación con las plantas no asociadas. La especie *Pachira quinata* obtuvo mejores resultados en comparación con *Swietenia Humilis*. Para mejores resultados recomendamos realizar micorrización antes de la siembra de las semilla y ante del trasplante de las plantitas, así como un análisis de suelo para determinar el grado de infección y tipo de micorrizas nativa; para posteriormente poner en práctica el establecimiento de las plantas con micorrizas certificadas.

INDICE

CONTENIDO	PAG.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
I.-INTRODUCCIÓN	1
II.- ANTECEDENTES.....	2
III.-OBJETIVOS.....	3
IV .MARCO TEÓRICO.....	4
4.1.- El suelo.....	4
4.2.- Tipos de horizontes.....	5
4.3.- Fase del suelo.....	5
4.4.- Nutrientes del suelo.....	7
4.5 Tipo de influencia microbiana en el suelo y las plantas.....	7
4.6.- Definición de micorriza.....	8
4.6.1.- Clasificación de Micorriza	8
4.6.2.- Características de las endomicorrizas.....	9
4.6.3.- Aspectos generales de la micorriza (MVA).....	10
4.7.- Morfología y desarrollo de la simbiosis (MVA).....	10
4.8.- Factores ecológicos relacionados a la micorriza.....	11
4.9.-Aplicación de endomicorrizas.....	13
4.10.- Efectos de las micorrizas sobre el crecimiento de las plantas.....	14
4.11.- Descripción de las dos especies de árboles maderables.....	14
V.- MATERIALES Y MÉTODO.....	17
VI.- RESULTADOS.....	19
VII- DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....	28
VIII-CONCLUSIONES.....	29
IX.- RECOMENDACIONES.....	30
X.- BIBLIOGRAFÍA.....	31
XI.- ANEXOS.....	32



I.- INTRODUCCIÓN

Existen diferentes microorganismos que viven en el suelo, el tipo y número dependen de diferentes factores ambientales. Dentro de los diferentes microorganismos del suelo y sus distintas interacciones, se destacan los hongos formadores de micorriza por el efecto en la nutrición de las plantas.

En 1884 Franck realizó investigaciones entre la interacción hongo-planta, descubriendo que el hongo da a la planta mejor calidad de nutriente y protección contra el estrés ambiental. Cincuenta años antes de Franck, esta asociación ya era conocida.

Aunque son de gran importancia estos hongos formadores de micorrizas, en el funcionamiento y biodiversidad de los ecosistemas han recibido poca atención a pesar de representar un importante componente por su utilidad en la biomasa del suelo y por su relación directa en procesos esenciales de la interfase planta-suelo. Estas asociaciones son factores potencialmente determinantes de la diversidad de los ecosistemas.

Con el presente trabajo, queremos demostrar el efecto benéfico de la simbiosis de la inoculación de micorrizas vesículo arbuscular (MVA) con *Swietenia humilis* y *Pachira quinata*, favoreciendo su crecimiento. Hemos escogidos estas especies por su importancia en la generación de productos y servicios.



II.- ANTECEDENTES

Los estudios más recientes, muestran los efectos benéficos de las micorrizas arbuscular (MA) en el mejoramiento de la aclimatación de plantas micropropagadas , en la reducción de la mortalidad de plantas ornamentales y frutales al crecer en sustratos con bajos contenidos de fósforos y buena aireación, que se reflejan en un incremento del peso seco de hojas y raíces, así como una floración significativamente más precoz utilizando micorrizas del género *glomus* (*mosseae*, *intraradices* y *viscosum*) que en plantas no micorrizadas (Olivares y Varea, 1991; Fortuna, et al. , 1996)

En el ámbito mundial, se reportan múltiples experiencias acerca de los beneficios de las micorrizas arbusculares (MVA) sobre especies frutales, donde frecuentemente se compara el crecimiento de plantas micorrizadas, con no micorrizadas, estas diferencias son atribuibles a una mayor absorción de nutrientes, mayores niveles en la producción de hormonas y mayores contenidos de clorofilas (Godar, Awasthi y Kaith, en 1996; Lovelock, Kyllö, et al. , 1976)

En Colombia el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) inició trabajos de investigación con micorrizas (MVA) desde la década de los ochenta, donde se evaluó su importancia agronómica en cultivos tropicales como yuca y algunas pasturas. Se iniciaron trabajos de recolección de hongos nativos, aislamiento e identificación de micorrizas originarias de: El Valle de Cauca, Llanos Orientales, entre otras.

A nivel nacional se han realizado trabajos con micorrizas vesículo arbuscular y plantas forestales que aún no se han dado a conocer. Actualmente en la UNAN-LEON se han hecho investigaciones con sp *Swietenia humilis*, *Pachira quinata*(Jacq). *Dugand*. y otros tipos de especies forestales.



III.- OBJETIVOS

3.1- Objetivo General.

- Evaluar el efecto de la asociación de micorriza en las especies forestales *Swietenia Humilis* y *Pachira quinata*.

3.2- Objetivos Específicos.

- Determinar el porcentaje de sobre vivencia en campo de *Swietenia humilis* y *Pachira quinata* .
- Comparar las variables altura y diámetro de las especies forestales *Swietenia humillis* y *pachira quinata* con y sin hongo micorrizógeno.



IV.- MARCO TEORICO

4.1.- El suelo.

La formación del suelo se desarrolla por medio de un proceso complejo de larga duración, proceso en que las rocas se meteorizan en partículas menores, mezclándose con materia orgánica descompuesta. Los seres vivos contribuyen a la formación del suelo desintegrándolo cuando viven en él y añadiendo materia orgánica tras su muerte.

Desde un punto de vista ecológico el suelo es el subsistema de los ecosistemas terrestres en donde se realizan principalmente el proceso de descomposición fundamental para la retención y reciclaje de nutrientes que aseguran el otro gran proceso vital: la producción. La diversidad biológica del suelo es muy rica e incluye microorganismos solubilizadores de fosfatos, los fijadores de nitrógeno, las rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas, hongos micorrícicos y pequeños vertebrados. (Reinosa F. 1961)

La palabra suelo se deriva del latín Solum, que significa suelo, tierra o parcela. El suelo es un cuerpo natural que constituye la capa superior de la corteza externa que es la parte sólida de la tierra y sirve de soporte. Además es la unión del producto de la desintegración y descomposición de los materiales minerales de la corteza terrestre y de la materia orgánica respectivamente.

Para su normal desarrollo, las plantas requieren que el suelo del cual se nutren tengan determinadas características físicas como: texturas, estructuras, humedad interna, aireación, temperatura, profundidad y consistencia, y química como: fertilidad, acidez y salinidad. Los suelos se forman por la combinación de cinco factores interactivos: Material parental, clima, topografía, organismos vivos y tiempo; estos determinan la clase de suelo que se va a desarrollar. Los suelos constan de cuatro componentes: materia mineral, materia orgánica, agua y aire; la composición volumétrica aproximada es de: 45%, 5%, 25% y 25 %, respectivamente.



4.2- Tipos de Horizontes.

Al desarrollarse el suelo y alcanzar cierto equilibrio, se forman capas o estratos llamados horizontes; al conjunto de horizontes se le define como perfil. Se pueden distinguir tres horizontes:

El horizonte A: más próximo a la superficie, está formado por partículas minerales y materia orgánica parcialmente descompuesta; su color es oscuro en ocasiones casi negro se producen mucha lixiviación, especialmente de sales, hierro, aluminio y magnesio. Tiene lugar las transferencias de compuestos orgánicos sencillos hacia horizontes más profundos.

Horizonte B: En el se acumulan los materiales lixiviados transferidos desde el horizonte A, la lixiviación es menor y se produce la oxidación de materias orgánicas; este se caracteriza por tener un color más claro, ya que carece de humus.

Horizonte C: Es el horizonte más profundo llamado subsuelo, casi sin lixiviación, contiene mayor cantidad de minerales y en su composición se parece a la roca madre.

4.3- Fases del suelo.

El suelo constituye la base material para el desarrollo de la materia viviente y este consta de tres fases:

Fase sólida: que puede ser mineral u orgánica, es la predominante.

Fase gaseosa: ocupa el espacio de poros entre las partículas de suelo que no tienen agua.

Fase líquida: Solución del suelo. Es la parte central de la química del suelo, debido a la importancia para el desarrollo de los procesos químicos naturales.

Fase sólida inorgánica: Ocupa un 50% del volumen total del suelo en ella el 45% corresponde a los componentes inorgánicos. Según el tamaño de las partículas de los componentes inorgánicos se distinguen tres fracciones:



Las tres fases están Interrelacionadas entre sí con las variables de temperatura, Presión y luz.

Arena: La fracción más gruesa con tamaño de partícula entre 2 y 0.05 mm. Tiene un mayor espacio entre las partículas y el agua drena muy rápidamente arrastrando los nutrientes.

Limo: Fracción fina con tamaño entre 0.05 y 0.002 mm, se caracteriza por ser elástica y granulosa.

Arcilla: Fracción muy fina con un tamaño menor de 0.002 mm. Tiene la capacidad de retener agua y nutrientes pero el aire no puede penetrar en estos espacios, cuando están saturado de agua. Se caracteriza por tener un pobre drenaje y aireación.

Estructura: El tamaño medio de los poros determina la permeabilidad de un suelo, es decir la velocidad con la que la solución acuosa y el aire se mueven a través de las capas. La forma en que se unen las partículas entre sí constituye la estructura del suelo y es descrita por palabras como: desmenuzable, apretado y suelto.

Fase sólida orgánica: El término general utilizado para definir la mezcla compleja de materia orgánica del suelo es humus. Es una mezcla dinámica de sustancias químicas, en constante cambios. El proceso de descomposición esta causado por la acción de bacterias y hongos microscópicos.

Estos microorganismos atacan y digieren los compuestos orgánicos complejos que constituyen la materia viva reduciéndola a formas más simples que las plantas puedan usar como alimento, sus restos y la materia restantes de la degradación representa el 5% en peso.

La transformación de la materia orgánica esta influenciada por las condiciones ambientales y características química del suelo como el ph. El ph es el grado de acidez del suelo.



4.4.-Nutrientes del suelo.

Un suelo fértil contiene macro y micro nutrientes. Las plantas requieren de ambos para su crecimiento. Los macro nutrientes incluyen: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Sulfuro (S). Ellos proveen los principales nutrientes para las plantas. Los tres primeros (N, P, K) son usados en mayor cantidad por la planta.

Los micro-nutrientes llamados elementos trazas tales como: el Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu) y Zinc (Zn), su presencia en cantidades pequeñas es esencial para las plantas.

El balance de estos micro nutrientes es de vital importancia ya que en exceso puede ser dañino.

4.5.- Tipos de influencia microbiana en el suelo y las plantas.

1. Formación del suelo.
2. Composición del suelo.
3. Relación de simbiosis entre plantas y hongos.
4. Proporción de nitrógeno al suelo.
5. Simbiosis entre bacterias fijadoras de nitrógeno y diversas plantas.
6. Producción de hormonas vegetales a partir de hongos y bacterias.
7. Patogenesidad sobre las plantas.
8. Hongos parásitos y depredadores de nemátodos.

En nuestro estudio sólo nos referimos a las tres primeras influencias:

- **La formación del suelo.**

Al abrigo organismos como los líquenes formadores de materia orgánica, se desarrollan colonias de bacterias y hongos heterótrofos. En combinación con agua, el CO₂ producido en la respiración de estas se transforma en ácido carbónico, que ataca las rocas. A medida que estas se degradan y que se incorporan restos orgánicos, se va formando en el suelo un horizonte apto para la vida vegetal.



- **La composición del suelo.**

Aparte del proceso formador de suelos, los diferentes microorganismos degradan los restos orgánicos, incorporando los elementos y moléculas a ellos mismos.

Los ciclos continúan interrumpidamente hasta que se da una mineralización debido a la segmentación y degradación de las moléculas orgánicas.

- **Relaciones de simbiosis entre plantas y hongos.**

Permite a las plantas un mejor acceso a los nutrientes del suelo, creando una relación beneficiosa. Las micorrizas o raíces fúngicas establecen contacto con las raíces de las plantas, tal que entre ambos organismos se desarrolla un intercambio de sustancias, además de aumentar mucho la superficie de absorción. Dependiendo del tipo de planta la relación simbiótica es poca o muy específica, y en muchos casos es muy necesario para las plantas. La micorrizosfera es la rizosfera de una planta micorrizada, y es en ella donde se establecen interacciones con bacterias fijadoras libre de nitrógeno y los hongos micorrícicos (Corredor H).

4.6.- Definición de Micorrizas.

El término micorriza proviene del griego Mukes= hongo, rhiza= raíz, introducido por Franck en 1885, se refiere a la asociación simbiótica entre el micelio de un hongo y las raíces de las plantas.

4.6.1- Clasificación de las micorrizas.

Según el tipo de estructuras que forman sobre las plantas se han establecido dos grupos de micorrizas:

- a) **Ectomicorriza** (Micorriza ectotrófica) el hongo se desarrolla sobre la cubierta externa de la raíz predominando en especies forestales (PINACEAE y FAGACEAE)
- b) **Endomicorriza** (Micorrizas Endotróficas) el hongo penetra hasta la estructura interna de la raíz frecuente en especie herbácea y Meliaceae.



Siguiendo criterios estructurales, funcionales y taxonómicos podemos encontrar diferentes tipos de Endomicorrizas:

- Las arbustoides, monotropoides y Ectendomicorriza: Similares a las asociaciones ectomicorríticas.
- Orquídeoaceas: Asociados a orquídea.
- Ericoides: Ligado a la familia ERICÁCEAS y con similitudes estructurales con las ectendomicorrizas.
- Vesículas Arbusculares: caracterizadas por formas arbusculo-intracelulares y sin duda la de mayor importancia económica y ecológica.

4.6.2- Características de las Endomicorrizas.

Las micorrizas endotróficas o Endomicorrizas se caracterizan por : no formar manto ni red de harting, pero, producen en las células corticales de la raíz otras estructuras conocidas como arbusculos (intracelulares) y vesículas (Inter. e intracelulares), producen cambios morfológicos y estructurales no observables en la raíz, por lo que pueden pasar desapercibida, estas no se ven más que en tinciones (Trappe, 1977). Aproximadamente el 95% de las plantas tienen Micorrizas endotróficas, y son unas de las pocas interacciones hongo- plantas con registro fósil, se especula que pudieron haber facilitado el origen de la flora terrestre durante el periodo siluriano.

Este tipo de asociaciones esta formado por los hongos (Basidiomicetes, Ascomiceto y Zigomicete) y la mayoría de las plantas vasculares. Resultando una asociación Biotrofo-mutualística, por dos organismos implicados: *El hongo*, proporcionan agua y nutrientes minerales especialmente fósforo y nitrógeno del suelo a la planta y la planta le suministra sustrato energético y carbohidratos procedentes de la fotosíntesis al hongo. (Trappe, 1977).



4.6.3- Aspectos generales de las micorrizas (MVA)

Como ya se ha mencionado las Endomicorrizas se han dividido entre varios grupos, siendo la más importante la llamada MVA.

En cuanto a las estructuras formadas, al tipo de colonización y la cantidad de especies vegetales y fúngicas implicadas, se puede decir que la micorriza vesículo arbusculares (MVA). Son las de mayor importancia y las que más ampliamente se encuentran distribuidas tanto a nivel geográfico como dentro del reino vegetal. Este tipo de micorriza se encuentra en condiciones naturales en la mayoría de cultivos tropicales y subtropicales de interés agronómicos (Sieverding 1991), y está presente en la mayoría de las angiospermas, gimnosperma, herbáceas incluso helechos, algas y briofitas.

Por lo general se les encuentra en los primeros 20 cms del perfil del suelo, aunque se les puede encontrar a profundidades de 70 y 100cms. La población de estas depende de las distintas estaciones del año.

Los hongos formadores de micorriza vesículo-arbuscular pertenecen a la clase zigomicete, a la familia Endogonaceae y los géneros (*Glomus*, *Acoulospora*, *Gigaspora*, *Sclerocystis*, *Entrophospora* y *Scutellospora*). Estas pertenecen casi siempre al orden de las glomales, siendo el género ***Glomus*** el más representativo.

4.7.- Morfología y desarrollo de la simbiosis (MVA)

El desarrollo de infección de MVA en la raíz se da por cinco fases.

- 1.- Preinfección (Germinación de espora)
- 2.- Infección primaria (Penetración de raíces)
- 3.- Formación de arbúsculo y vesícula.
- 4.- Extensiones de las hifas.
- 5.- Reproducción de estructuras MVA en raíces y rhizophera.



La colonización del hongo se extiende por la epidermis y el parénquima cortical, nunca penetra en la endodermis ni en los tejidos vasculares y meristemáticos (Harley y Smith 1983).

El proceso de formación de la simbiosis comienza con la germinación de la espora, tras la emisión del tubo o tubos germinativos; el micelio del hongo crece hasta encontrar una raíz hospedera formando una estructura similar a un apresorio penetrando entre las células epidérmicas o a través de los pelos radicales comenzando la colonización del tejido parenquimático de la raíz.

En las capas internas de este tejido se forman los arbuscúlos a los 2 ó 3 días de iniciada la infección producida por una ramificación masiva de las hifas después de penetrar la pared celular encontrándose rodeada por la membrana plasmática de las células del parénquima cortical. Espacio apoplástico es producido entre la membrana plasmática y el hongo en la zona de intercambio de nutrientes. La vida de los arbuscúlos es muy corta, inferior a quince días. (Sandoval P).

Otras estructuras que dan nombre a esta simbiosis son las vesículas. Estructuras globosas producidas por hinchamiento intercalares o terminales de las hifas del hongo con extensiones de 1 a 10 μ m entre las células de las plantas, se trata de lípidos y son órganos de reserva. Dado que algunas especies fúngicas no producen vesículas se ha preferido llamar a este tipo de asociación como Micorrizas arbuscular(Sandoval P).

4.8.- Factores Ecológicos relacionados a la Micorrización.

La infección micorrízica depende de condiciones que determinan las características de los hospederos y del suelo, en particular el potencial fotosintético del hospedero y la fertilidad. Los factores que afectan el desarrollo de estas son:



1. Factores físicos.

- **Luz en el suelo:** Al aumentar la intensidad lumínica, el aumento de micorrizas es proporcional al número de raíces cortas, posiblemente por un aumento en la disponibilidad de nutrientes, principalmente carbohidratos libres en las raíces.
- **Temperatura:** La temperatura tiene una acción directa sobre el porcentaje de crecimiento radical y sobre la producción de nuevas raíces. Las temperaturas óptimas para el crecimiento de las micorrizas varía entre 17 y 27 °C.
- **Agua y Aireación:** Las formaciones micorrícicas están influenciadas por la humedad del suelo y por la aireación. El crecimiento miceliar decrece a una baja concentración de oxígeno, debido a que la mayoría de estos hongos micorrícicos son aeróbicos.

2. Factores químicos.

- **pH.** La distribución de micorriza en el suelo, puede ser directamente afectada por el pH de este. Estudios realizados sugiere que se obtiene una buena germinación de esporas de MVA en un amplio ámbito de ph que van de 5 a 8.
- **Fósforo.** Las plantas absorben la mayor parte del fósforo, en forma de ion fosfato H_2PO_4 seguido del Ion ortofosfato HPO_4 . Este es necesario para: La fotosíntesis, respiración, almacenamiento, y transferencia de energía, división celular, la formación temprana y crecimiento de raíces.
- **Nitrógeno.** Este es necesario para la síntesis de las clorofila. Este es un componente de las vitaminas y sistema de energía de las planta, incrementa el contenido de proteínas en las planta.
- **Materia orgánica.** Influye en la estructura, ph, contenido de nutrientes y la capacidad de absorción del agua del suelo, todo esto directa o indirectamente influye en el desarrollo y eficiencia de las MVA (Saif, 1987, Citsado por Cuervo, 1977) .



3. Factor biológico.

- **Plantas Hospedante.** Las plantas deben presentar resistencia a la infección por hongo micorrizico en circunstancias dadas y depender obligatoriamente de ellos para su nutrición; además deben de tener la capacidad de satisfacer la demanda de carbohidratos por parte de los hongos y adaptarse tanto al sustrato como al ambiente donde esta creciendo (Corredor H).

4.9- Aplicación de Endomicorrizas.

La dependencia de la Micorrización es el grado hasta el cual unas plantas dependen de la condición de estar micorrizada para obtener un crecimiento óptimo a un determinado nivel de fertilidad del suelo (Gerdemann 1775).

La metodología mas comúnmente utilizada en la inoculación de Micorrizas es la de depositar una determinada cantidad de inóculo debajo del sistema radical de las plantas que se quiere micorrizar. También es factible mezclar el inóculo con el sustrato de cultivo o agregar a las semillas directamente.

Los efectos benéficos de la introducción artificial de inóculos micorrizicos resultan más evidente en suelo donde las poblaciones de hongos de micorriza nativas no existen o han sido eliminados por prácticas agrícolas desfavorables y cultivos intensivos. (Rhodes, 1984, Sieverding; 1991).

Los beneficios se derivan de una mayor y más uniforme producción, una mayor rapidez de crecimiento y entrada de producción de las plantas, una mejor calidad de cosecha, un ahorro de fertilizantes, riego y productos fitosanitarios.

Las MVA no ejercen especificidad en las raíces de las plantas sin embargo en algunos hospederos unas resultan ser más efectivas e infectivas que otras. (Daniel Hertick, 1984)

Lombais y Hehdy, 1996; Definen a la efectividad como el efecto que el endòfito ejerce sobre la planta. Y a la infectividad como la capacidad de la MVA para crecer dentro y fuera de la raíz.



4.10- Efectos de las micorrizas sobre el crecimiento de las plantas.

Los efectos más importantes que producen las MVA son:

1. Incremento en la absorción de nutrientes minerales del suelo.
2. Aumento de la resistencia de las plantas al estrés hídrico y a la salinidad.
3. Incremento de la resistencia y / o tolerancia a determinados patógenos del suelo.
4. Incremento a la supervivencia al trasplante.
5. Permite la formación de agregados del suelo.

El papel de la simbiosis es fundamental en la captación de elementos minerales en los suelos de baja y moderada fertilidad, por lo que beneficia la absorción de nutrientes, especialmente de fósforo y agua.

4.11- Descripción de las dos especies de árboles maderables utilizados en el ensayo.

Caoba del pacífico

- **Distribución:**

Se encuentra desde México hasta Costa Rica, principalmente en las costas del pacífico. es un árbol muy escaso debido a los cortes de madera y a la poca reforestación y protección natural para esta especie

- **Taxonomía.**

División: Magnoliophyta. .

Clase: *Magnoliopsida.*

Sub clase: *Rosidae*

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae.

Género: *Swietenia.*

Nombre científico: *Swietenia humilis* Zucc.



- **Características generales.**

Árbol de 25 a 40 m. de altura, copa ancha y densa; corteza fisurada longitudinalmente; de color pardo oscuro; hojas alternas; paripinnadas con 6 a 8 hojuelas opuestas de forma lanceolada ovaladas de 5 a 10 cm de largo; Flores en panículas terminales, pequeñas hermafroditas con 5 pétalos color amarillo verdoso, de 3 a 4 mm de largo; Fruto, cápsula ovoide en forma de pera de 15 a 20 cm de largo por 10 a 12 cm de ancho, color café claro; cada cápsula contiene entre 45-70 semillas color pardo, a ladas.

- **Requerimiento ambiental.**

Altura: Crecen desde 5 a 500 msnm.

Temperatura: De 24°C a mayores.

Precipitación: De 1100 a 1400 mm anuales.

Suelo: Se desarrollan mejor en suelos profundos, ricos en materia orgánica y buen drenaje.

Pochote

- **Distribución.**

En América es nativo desde el sur de Honduras hasta Colombia y Venezuela.

- **Taxonomía**

División: Magnoliophyta. .

Clase: *Magnoliopsida*.

Sub clase: *Rosidae*

Orden: Sapindales

Familia: Bombacaceae.

Género: *Pachira*.

Nombre científico: *Pachira quinata* (Jac).Dugan



- **Características generales.**

Árbol de 30 a 35 m. de altura y 1-2 m. de diámetro. Tronco irregular con raíces tablares, copa extendida, corteza gruesa grisáceo con mucho agujones; hojas compuesta, alterna digitadas con 3 a 7 hojuelas, abobadas; Flores grandes de color blanco- rosado; frutos cápsula de 4 a 10 cm. de largo y de unos 2 a 5 cm. de ancho, que se abre en 5 partes y semillas envueltas en un algodón parduzco, sub-globosas de 5 mm de largo y 4 mm de ancho.

- **Requerimiento ambiental:**

Altura: Se localizan desde el nivel del mar hasta 900 msnm.

Temperatura: de 20 a 27°C.

Precipitación: De 800 a 2,200 mm anuales.

Suelo: De textura arenosa, franco arenosa, arcillosa, de buen drenaje.



V.- MATERIALES Y METODO.

El presente ensayo se realizó en dos fases: vivero y campo. La fase de vivero se llevó a cabo en la finca el Ojoche propiedad de la UNAN – León, ubicada a 500 m. del Instituto Politécnico la Salle en la carretera hacia la comarca Troilo (León).

La fase de campo, se realizó en la finca San Antonio del sr. Saturnino Huete, ubicada en la comunidad Pikin Guerrero del municipio de Posoltega de la ciudad de Chinandega (ver mapa en anexos). Esta zona forma parte de las cordilleras de los Maribios.

FASE I. (Vivero).

El sustrato fue traído del campo agropecuario de la UNAN – León. Mezclándose suelo con textura franco arcilloso y arena de río con una proporción 2:1; pH de 4.8, esterilizado a vapor durante dos horas.

Las semillas utilizadas en la siembra fueron forestales con importancia maderable, a estas no se le hizo ninguna prueba de germinación. Las especies fueron *Swietenia Humilis* y *Pachira quinata*, recolectadas en la comunidad del Congo municipio del Viejo (Chinandega) y la comunidad de las Lajitas del municipio la Paz centro (León); los géneros de hongos utilizados como inoculante fueron, *Acoulospora*, *Entrophora* y *Glomus* del tipo micorriza vesícula arbuscular de origen Colombiano.

Posteriormente se procedió a la siembra el 25 de Marzo del 2002 para *Swietenia Humilis* y el 25 de Abril del 2002 *Pachira quinata*, se utilizaron 200 semillas en total sembrando una semilla en cada bolsa de plástico negro de polietileno de 6 x 8 cm, de las 200 semillas se inocularon 100; 50 fueron de *Swietenia humilis* y 50 de *Pachira quinata*. Se colocó 100 gr de micorriza en el centro de la bolsa a unos 3 cm de profundidad e introduciendo las semillas hasta cubrirla totalmente, las otras 100 semillas fueron las testigos, 50 de *Swietenia humilis* y 50 de *Pachira quinata*.



Al cumplir un mes de germinadas las semillas de ambas especies y tratamientos se

midieron la variable altura (cm) con una cinta métrica metálica entre el primer y segundo nudo del pie de la planta hasta su ápice y el diámetro (mm) con un vernier plástico entre el primer y segundo nudo del pie de la planta, estas variables se tomaron mensualmente en los meses de Mayo, Junio y Julio *Swietenia humilis* y Junio y Julio *Pachira quinata* del año 2002. El área utilizada fue de 180 m², forrado con malla Saran.

FASE II (Campo).

En Agosto seleccionamos al azar 120 plantas de las 185 que sobrevivieron en el vivero, 60 de *Swietenia humilis* (30 tratadas y 30 testigo) y 60 de *Pachira quinata* (30 tratadas y 30 testigo) para establecerlas en el campo. Antes del establecimiento de las plantas en el campo se realizó la extracción del suelo con un barreno a una profundidad de 0 a 30 cm; de 30 a 50cm y de 50 a 84 cm, colocando el suelo en una bolsa plástica transparente de 2 libras, se sometió a un secado natural por 3 días, tamizándose para separar las diferentes fracciones del suelo. Realizando los análisis físicos del suelo para conocer la textura (los resultados se leyeron en el triangulo de textura), materia orgánica y pH; se utilizó un Kit de campo (Guía para análisis químico del suelo con métodos de motte). Estas muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelo del campus agropecuario de la UNAN – León.

Posteriormente, se procedió al establecimiento de las plantas en el campo a una distancia de 3 por 3 m, de manera mixta alterna (ver anexo), el área de plantación fue de 1,170 m² se consideraron las variables altura (cm) y diámetro (mm) a ambas especies y tratamientos, por un periodo de 6 meses desde Septiembre del 2002 hasta Febrero del 2003.

El procesamiento de las variables estudiadas en los 2 tratamientos (tratadas o inoculadas) y en las dos condiciones (vivero luego campo) se analizaron en el programa SPSS prueba T para muestra independientes y comparar las similitudes entre las medias de ambas especies.



VI – RESULTADOS

El gráfico 1 representa las diferencias de medias alcanzadas en los tres meses de estudio de las especies tratadas y testigo.

Se observó que las plantas tratadas alcanzaron una altura de 17.0072 cm. (Mayo), finalizando con 26.7224 cm. (Julio), a diferencias de las plantas testigo alcanzaron una altura de 18.5569 cm (Mayo), finalizando con 23.7710 cm. (Julio). (Ver tabla 1). Los resultados obtenidos prueba T para igualdad de medias en el primer y tercer mes de tratamiento fueron: $T_t = -2.161$ $P_t = 0.035$; $T_t = 2.115$ $P_t = 0.039$ (tratadas), $T_n = -2.161$ $P_n = 0.035$; $T_n = 2.115$ $P_n = 0.039$ (testigos). (Ver tabla 2. Prueba de muestras independientes). El comportamiento de la caoba bajo efecto micorrizógeno se observó en la variable altura con la diferencia de 2.95 cm más que las plantas testigo durante los tres meses de estudio, debido a la asociación con el hongo, proporcionándole a la planta un buen crecimiento.

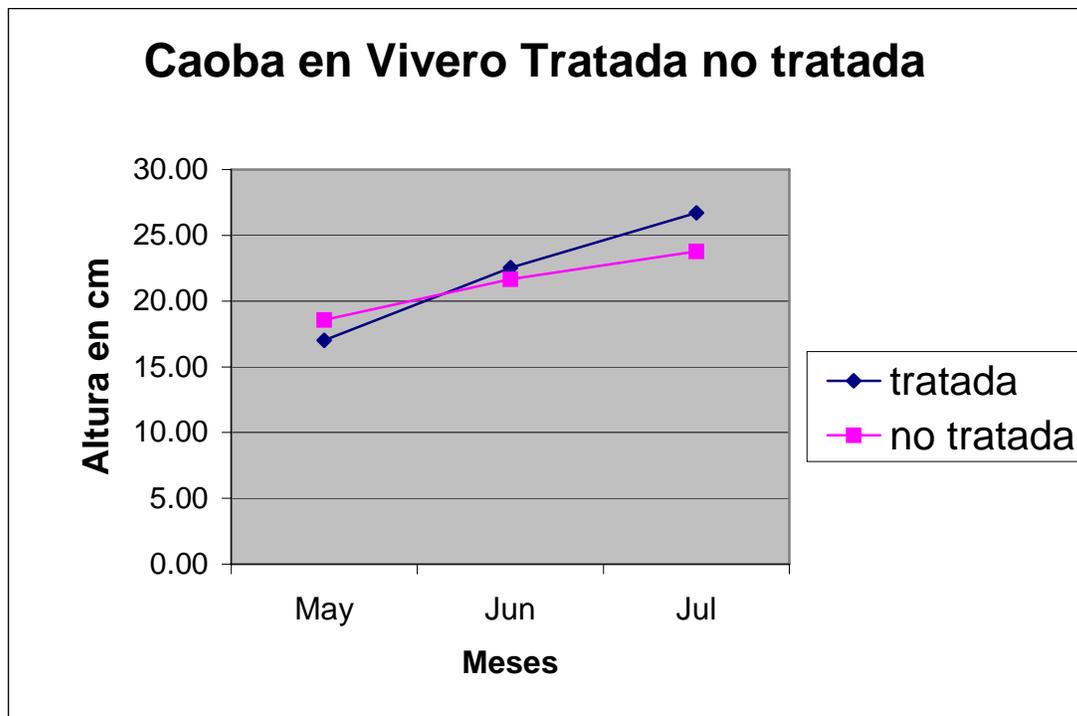


Gráfico 1. Alturas (cm) promedios de la especie *Swietenia humillis*, Tratada y no tratadas en vivero.



El gráfico 2 representa las diferencias de medias alcanzadas en los tres meses de estudios de las especies tratadas y testigo.

Se observó que las plantas tratadas alcanzaron un diámetro de 3.5221 mm (Mayo), finalizando con 5.8890 mm (Julio), a diferencia las plantas testigos alcanzaron un diámetro de 5.890 mm (Mayo), finalizando con 5.5476 mm (Julio). (ver tabla1) . Los resultados obtenidos prueba T para la igualdad de medias en el primer y tercer mes de tratamiento fueron: $T_t = -0.499$ $P_t = 0.620$; $T_t = 1.441$ $P_t = 0.155$ (tratadas), $T_n = -0.499$, $P_n = 0.620$; $T_n = 1.441$, $P_n = 0.156$ (testigos). (Ver tabla 2). Prueba de muestras independientes). El comportamiento de la caoba bajo efecto micorrizógeno, se observó en la variable diámetro con la diferencia de 0.34mm mas que las plantas testigo durante los tres meses de estudio, debido a la asociación con el hongo, proporcionando a la planta un mejor crecimiento.

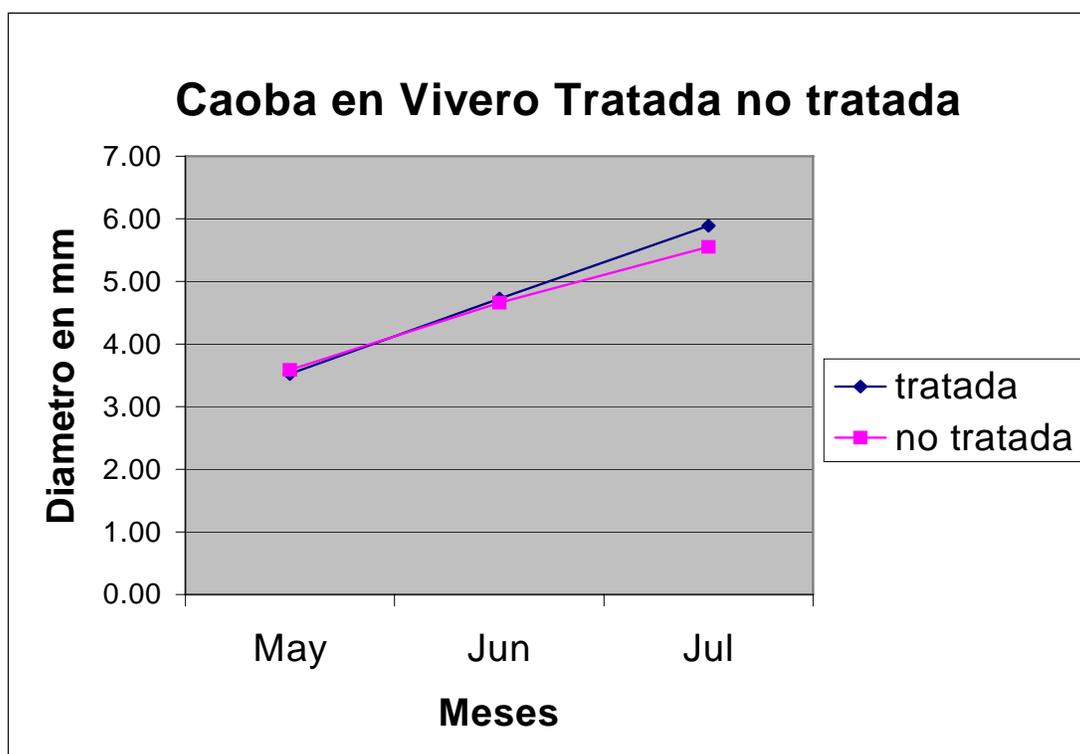


Gráfico 2. Diámetros (mm) promedios de la especie Swietenia humillis, Tratada y no Tratada en Vivero.



El gráfico 3 representa las diferencias de medias alcanzadas en los seis meses de estudio de las especies tratadas y testigo.

Se observó que las plantas tratadas alcanzaron una altura de 29.808 cm (Septiembre), finalizando con 35.431 cm. (Febrero), a diferencia las plantas testigos alcanzaron una altura de 27.574 cm. (Septiembre), finalizando con 41.579 cm. (Febrero). (ver tabla 3) Los resultados obtenidos prueba T para la igualdad de medias en el primer y sexto mes de tratamiento fueron: $T_t = 1.404$ $P_t = 0.167$; $T_t = -1.588$ $P_t = 0.119$ (tratadas); $T_n = 1.411$ $P_n = 0.165$; $T_n = -1.475$ $P_n = 0.154$ (testigos). (Ver tabla 4). Prueba de muestras independientes). El comportamiento de la caoba bajo efecto micorrizogeno, en la variable altura fue inferior a diferencia de las plantas testigo, con -6.14 cm. durante los seis meses de estudio. No habiendo una asociación del hongo y la planta.

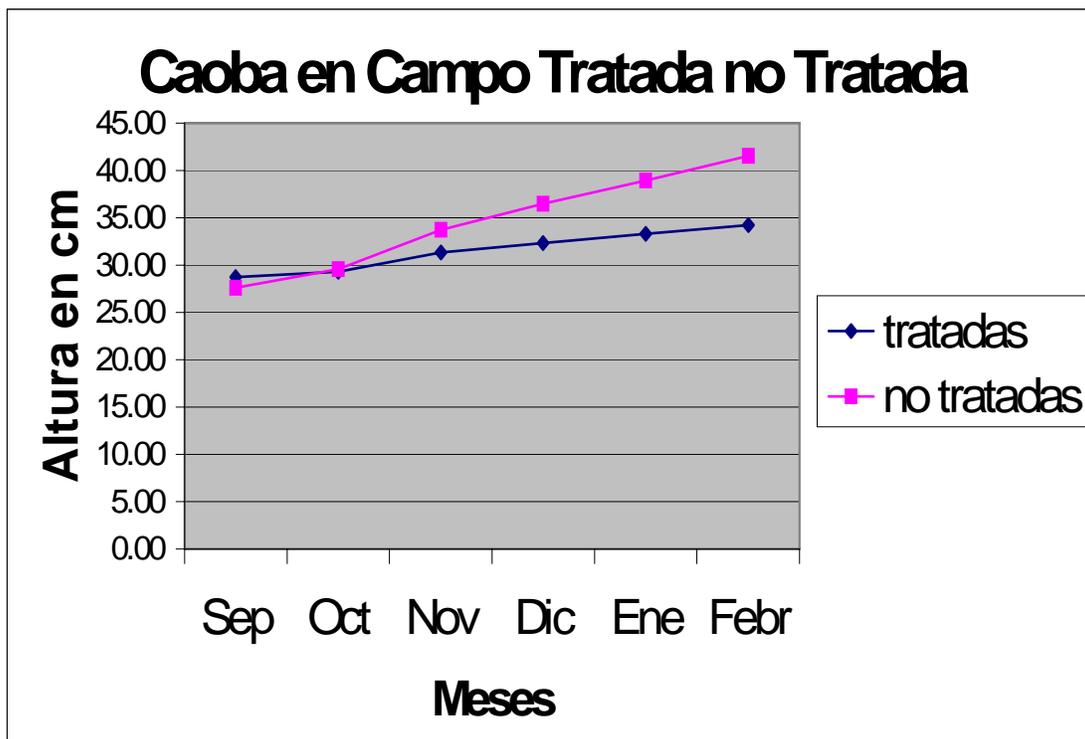


Gráfico 3. Alturas (cm) promedios de la especie *Swietenia humillis*, Tratada y no Tratada en campo.

El gráfico 4 representa las diferencias de medias alcanzadas en los seis meses de estudio de las especies tratadas y testigo.

Se observó que las planta tratadas alcanzaron un diámetro de 8.3164 mm (Septiembre), finalizando con 15.1656 mm (Febrero), a diferencias las plantas testigos alcanzaron un diámetro de 7.7562 mm (Septiembre) finalizando con 20.0695 mm (Febrero) (ver tabla 3). Los resultados obtenidos prueba T para igualdad de medias en el primer y sexto mes de tratamiento fueron: $T_t = 1.076$ $P_t = 0.288$; $T_t = -3.136$ $P_t = 0.003$ (tratadas) $T_n = 1.063$ $P_n = 0.294$; $T_n = -3.005$ $P_n = 0.005$ (testigos). (Ver tabla 4). Prueba de muestras independientes). El comportamiento de la caoba bajo efecto micorrizógeno en la variable diámetro fue inferior a diferencia de la plantas testigo con -4.9mm . durante los seis meses de estudio, no habiendo una asociación del hongo y la planta.

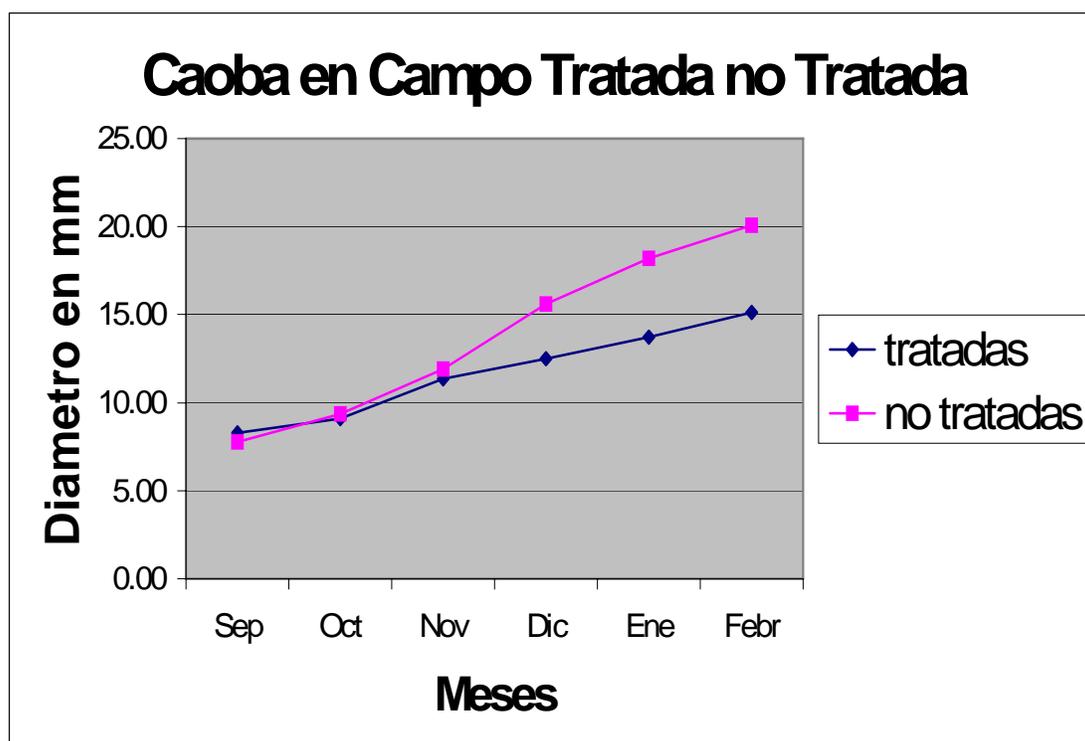


Gráfico 4. Diámetros (mm) promedios de la especie *Swietenia humillis*, Tratada y no Tratada en campo.

El gráfico 5 representa las diferencias de medias alcanzadas en los dos meses de estudio de las especies tratadas y testigo.

Se observó que las plantas tratadas alcanzaron una altura de 17.9900 cm. (Junio), finalizando con 26.8403 cm. (Julio), a diferencia las plantas testigo alcanzaron una altura de 9.5193cm (Junio); finalizando con 11.7871cm (Julio). (Ver tabla 5). Los resultados obtenidos prueba T para la igualdad de medias en el primer y segundo mes de tratamiento fueron: $T_t = 5.967$ $P_t = 0.000$; $T_t = 7.0361$ $P_t = 0.000$ (tratadas) $T_n = 6.133$ $P_n = 0.000$; $T_n = 7.562$ $P_n = 0.000$ (testigos). (Ver tabla 6). Prueba de muestras independientes). El comportamiento del pochote bajo el efecto micorrizógeno se observó en la variable altura con la diferencias de 15 cm más que las plantas testigos durante los dos meses de estudio debido a la asociación con el hongo, proporcionándole a la planta un mejor crecimiento.

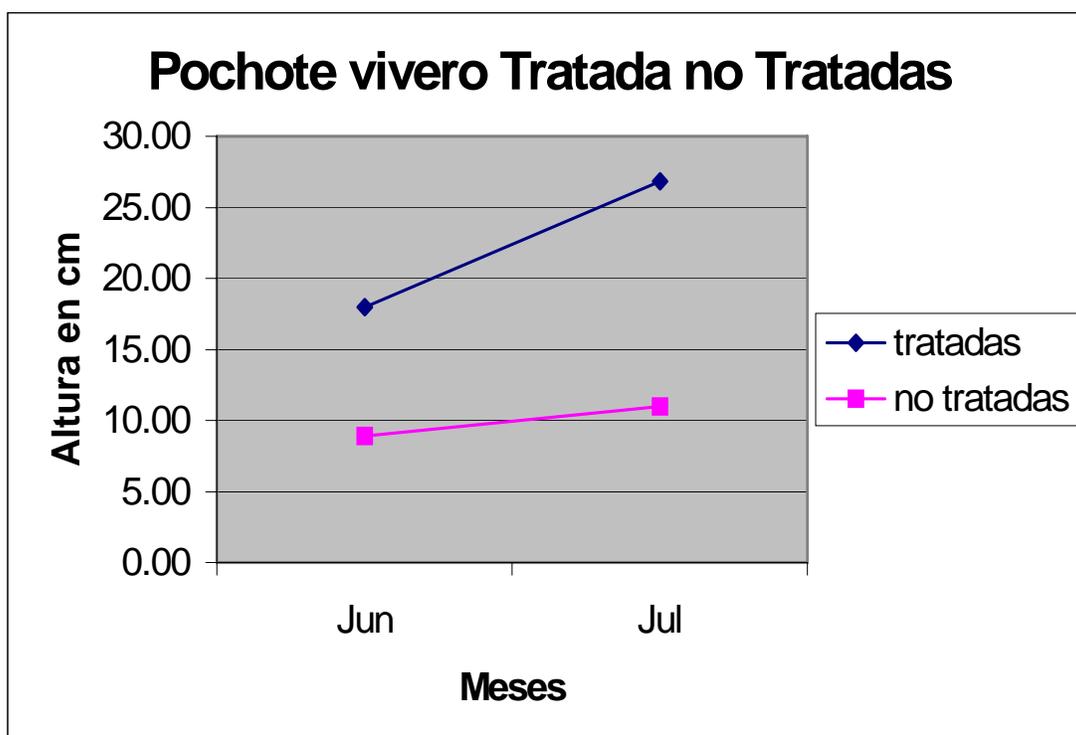


Gráfico 5. Alturas (cm) promedios de la especie *Pachira quinata*, Tratada y no Tratada en Vivero



El gráfico 6 representa las diferencias de medias alcanzadas en los dos meses de estudio de las especies tratadas y testigo.

Se observó que las plantas tratadas alcanzaron un diámetro de 3.8320 mm (Junio), finalizando con 5.8580 mm (Julio), a diferencias las plantas testigos alcanzaron un diámetro de 2.6346 mm (junio), finalizando con 4.0411 mm (Julio). (Ver tabla 5) Los resultados obtenidos prueba T para la igualdad de medias en el primer y segundo mes de tratamiento fueron: $T_t = 5.415$ $P_t = 0.000$; $T_t = 5.246$ $P_t = 0.000$ (tratadas) $T_n = 5.559$ $P_n = 0.000$; $T_n = 5.331$ $P_n = 0.000$ (testigos). (Ver tabla 6). Prueba de muestras independientes). El comportamiento del pochote bajo el efecto micorrizógeno se observó en las variable diámetro con la diferencia de 1.85mm más que las plantas testigos durante los dos meses de estudio. debido a la asociación con el hongo , proporcionándole a la planta un mejor crecimiento.

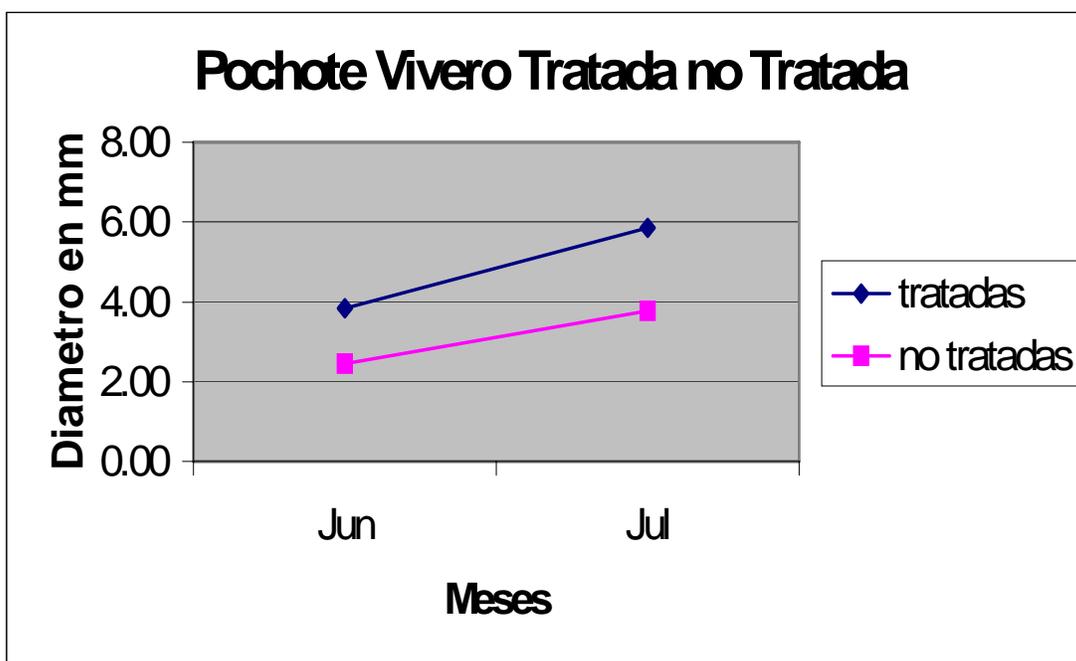


Gráfico 6. Alturas (cm) promedios de la especie *Pachira quinata*, Tratada y no Tratada en Vivero.

El gráfico 7 representa las diferencias de medias alcanzadas en los seis meses de estudios de las especies tratadas y testigo.

Se observó que las plantas tratadas alcanzaron una altura de 29.9732 cm. (Septiembre), finalizando con 35.2368 cm. (Febrero), a diferencias las plantas testigos alcanzaron una altura de 12.3212 cm. (Septiembre), finalizando con 21.8529 cm. (Febrero). (ver tabla 7). Los resultados obtenidos prueba T para la igualdad de medias del primer y sexto mes de tratamiento fueron de: $T_t=6.690$ $P_t=0.000$; $T_t= 3.720$ $P_t=0.001$ (tratadas), $T_n=6.841$ $P_n=0.000$; $T_n= 3.729$ $P_t=0.001$ (testigos). (Ver tabla 8). Prueba de muestras independientes.) El comportamiento del pochote bajo el efecto micorrizógeno se observó en la variable altura con la diferencias de 13.38cm más que las plantas testigos durante los seis meses de estudio debido ala asociación con el hongo, proporcionándole ala planta un mejor crecimiento.

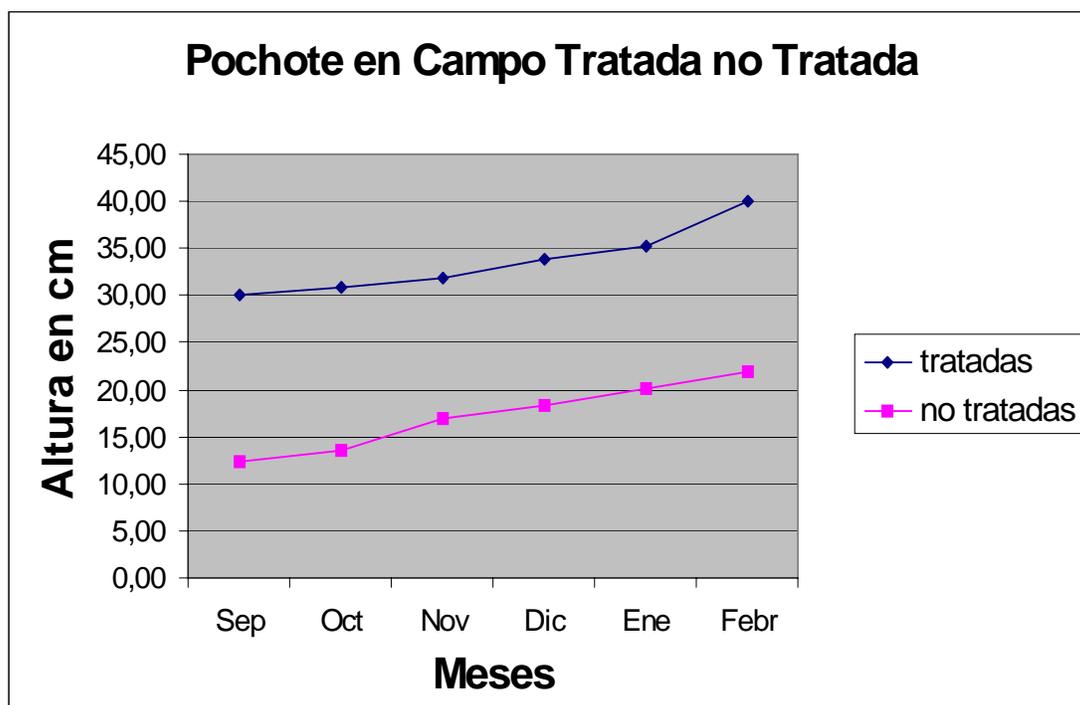


Gráfico 7. Alturas (cm) promedios de la especie *Pachira quinata* , Tratada y no Tratadas en campo.

El gráfico 8 representa las diferencias de medias alcanzadas en los 6 meses de estudio de las especies tratadas y testigo.

Se observó que las plantas tratadas alcanzaron un diámetro de 7.3937 mm (septiembre); finalizando con 13.7979 mm (Febrero), a diferencia las plantas testigo alcanzaron un diámetro, de 5.3918 mm (Septiembre), finalizando con 13.0741 mm (Febrero); (ver tabla 7). Los resultados obtenidos prueba T para la igualdad de medias del primer y sexto mes de tratamiento fueron de: $T_t=3.111$ $P_t=0.004$; $T_t=0.414$ $P_t=0.682$ (tratadas), $T_n= 3.022$ $P_n=0.006$; $T_n=0.408$ $P_t=0.686$ (testigos). (Ver tabla 8). Prueba de muestras independiente). El comportamiento del pochote bajo el efecto micorrizógeno se observó en la variable diámetro con la diferencias de 0.79 mm mas que las plantas testigos durante los seis meses de estudio debido a la asociación con el hongo, proporcionándole a la planta un mejor crecimiento.

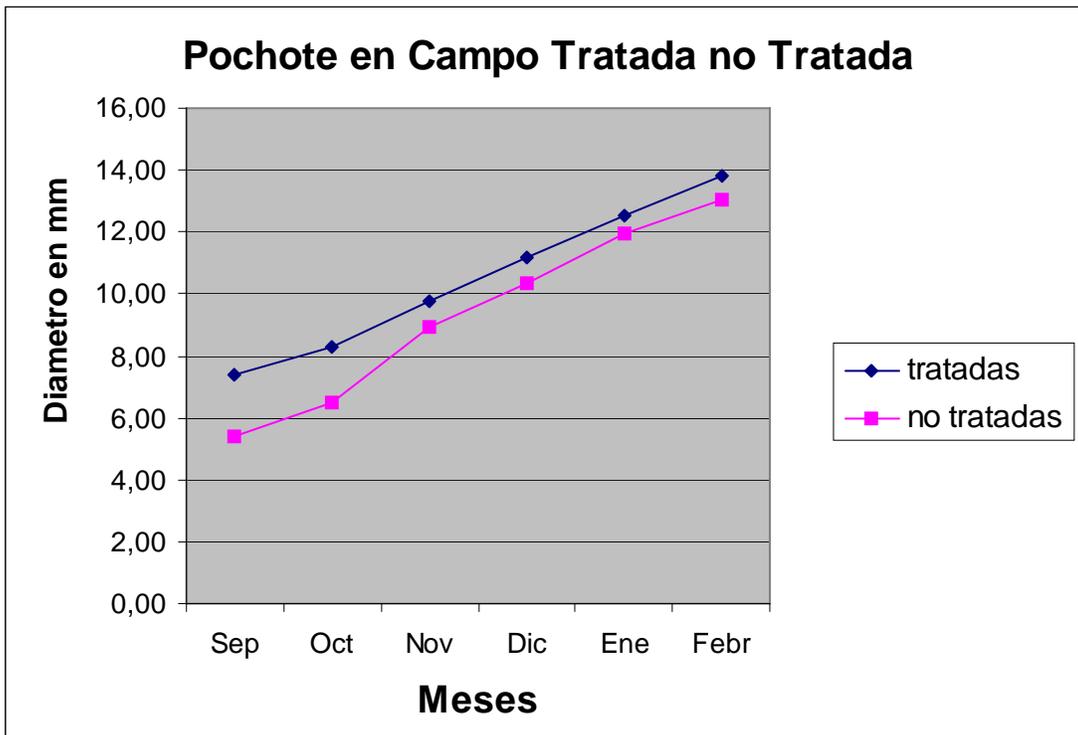


Grafico 8 Diámetros (mm) promedios de la especie *Pachira quinata*, Tratada y no Tratadas en el Campo



El gráfico 9 representa el 63.3% de sobrevivencia en las plantas tratadas y el 60.3% de sobrevivencia de las plantas no tratadas de la especie *Pachira quinata jac* durante los 6 meses de estudio. El 86.5% de sobrevivencia de las plantas tratadas y 72.4% de las plantas no tratadas de las especie *Swietenia humillis*.

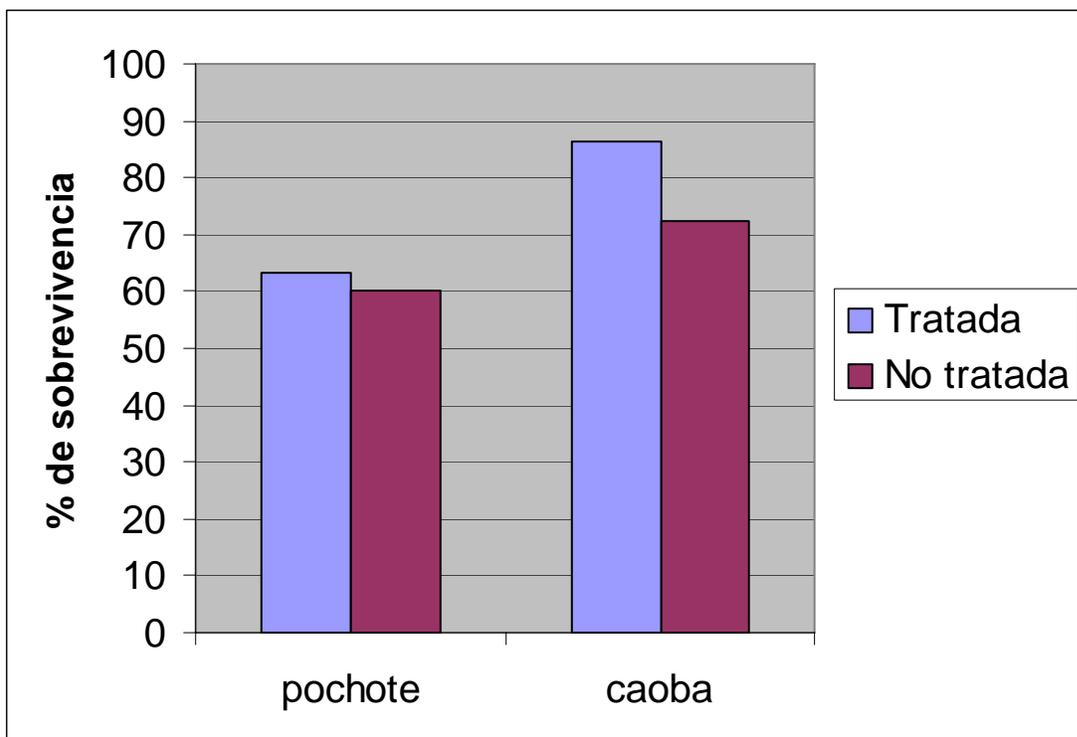


Grafico 9. Porcentaje (%) de sobrevivencia de la especie *Pachira quinata* y *Swietenia humillis*, tratadas y no tratadas durante los seis meses de estudio en el campo.



VII. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Con los resultados obtenidos prueba t para igualdad de medias observamos al comparar el crecimiento de las plantas micorrizadas (pochote y caoba) con las testigos no inoculadas que el desarrollo en las plantas micorrizadas fue significativamente mayor para ambas especies en las fases de vivero, coincidiendo con las referencias bibliográficas, que señalan que el empleo de micorrizas en vivero proporcionan mayor vigorosidad a las plantas, incremento de su altura y calibre de su tallo. Sin embargo en la fase de campo los resultados en la especie de caoba (*swetenia humilis*), micorrizadas fueron inferiores en comparación con las especies testigos no inoculadas.

Debido a la interacción del suelo, las plantas, el hongo VA y el medio ambiente, se hace difícil analizar los factores que influyeron en la simbiosis, por la poca información obtenida de trabajos realizados con estas especies de plantas y hongos VA, creemos que estos resultados se vieron afectados por ciertos factores, por ejemplo que no existió compatibilidad de la combinación de las especies de hongos VA (huésped), con las especies de las plantas en estudio (hospedador); por tanto la presencia de poblaciones de micorrizas nativas o indígenas presentes en el suelo colonizaron a las plantas testigos no inoculadas, permitiendo un mejor resultado en su desarrollo que las plantas ya micorrizadas en viveros, resultando una asociación del hongo nativo con las especies caoba.

Se ha demostrado la efectividad de las especies de hongos VA con la asociación de las especies de pochotes (*Pachira quinata*) a diferencia de la especie caoba éstas primeras mostraron compatibilidad entre el hongo VA y la planta habiendo un desarrollo significativamente mayor en comparación con las testigos no inoculadas presentando un mayor porcentaje de supervivencia al trasplante que las especies de caoba (*swetenia humilis*). Se cree que estos fueron los factores más importantes en la no simbiosis ya que los factores físicos eran óptimos para el buen desarrollo de estas, coincidiendo al final del trabajo con lo señalado por las referencias bibliográficas.



VIII. CONCLUSIONES

- Se observó, un efecto de la asociación plantas - micorrizas, aunque variable, según las especies forestales y hongos micorrícico.
- La especie *Swietenia humilis* presentó efecto en la etapa de vivero no así en la etapa de campo.
- La especie *Pachira quinata* presentó mejores resultados tanto en campo como en vivero.
- El porcentaje de sobrevivencia fue superior en *Swietenia humilis*, para las plantas tratadas y testigo. A diferencia de *Pachira quinata* donde su porcentaje de sobrevivencia fue inferior en las plantas tratadas y testigo.



IX.- RECOMENDACIONES

- Antes del establecimiento de las plantas, realizar análisis de suelo, para determinar el grado de infección y tipos de micorriza nativa presentes; para posteriormente poner en práctica el trasplante de las plantas con micorrizas certificadas.
- Realizar la inoculación durante la siembra de las semillas y antes del trasplante en campo.
- Realizar análisis de raíces, para determinar el género de micorrizas presente en las plantas al final del ensayo.
- Prolongar el tiempo de estudio en campo.



X.- BIBLIOGRAFIA

- ❖ Biota Rizoférica: un recurso para promover el crecimiento y la protección de las plantas; número 21, Junio 1997; CATIE (hoja técnica).
- ❖ Corredor H. s.f. Micorrizas arbusculares: Aplicación para el manejo sostenible de los agroecosistemas.
- ❖ Gavande A. 1982; Física de suelos, Principios y aplicaciones; primera edición; Editorial Limusa, S.A.; México.
- ❖ Guía de especies forestales de Nicaragua. MARENA / INAFOR. 1ª edición. Managua; Nicaragua; Editorial de arte .S .A. Junio del 2002. (1).
- ❖ Honorato; Ricardo (2000) “Manual de edafología “Ediciones UC de Chile”.
- ❖ Herrera Z. 1995; Especies de reforestación en Nicaragua; Servicio Forestal Nacional (SFN); Ministerio del ambiente y de los recursos naturales (MARENA)
- ❖ Reinoso F. & Aguilera N. 1961; Fundamentos de la ciencia del suelo (Edafología); tercera Edición; Compañía editorial continental S.A.; Págs. 14-521.



XI.- ANEXOS



DISEÑO DE SIEMBRA EN LAS PARCELAS TRATADAS (CAMPO).

P 1	C 2	P 3	C 4	P 5	C 6	P 7	C 8	P 9	C 10
C 11	P 12	C 13	P 14	C 15	P 16	C 17	P 18	C 19	P 20
P 21	C 22	P 23	C 24	P 25	C 26	P 27	C 28	P 29	C 30
C 31	P 32	C 33	P 34	C 35	P 36	C 37	P 38	C 39	P 40
P 41	C 42	P 43	C 44	P 45	C 46	P 47	C 48	P 49	C 50
C 51	P 52	C 53	P 54	C 55	P 56	C 57	P 58	C 89	P 60

Código

especie

P ----- Pochote (*Pachira quinata*)

C ----- Caoba (*Swietenia humillis*)



DISEÑO DE SIEMBRA PARCELAS NO TRATADAS (CAMPO).

C 1	P 2	C 3	P 4	C 5	P 6	C 7	P 8	C 9	P 10
P 11	C 12	P 13	C 14	P 15	C 16	P 17	C 18	P 19	C 20
C 21	P 22	C 23	P 24	C 25	P 26	C 27	P 28	C 29	P 30
P 31	C 32	P 33	C 34	P 35	C 36	P 37	C 38	P 39	C 40
C 41	P 42	C 43	P 44	C 45	P 46	C 47	P 48	C 49	P 50
P 51	C 52	P 53	C 54	P 55	C 56	P 57	C 58	P 59	C 60

Código

especie

P ----- Pochote (*Pachira quinata*)

C ----- Caoba (*Swietenia humillis*)

Fotos de las dos especies forestales tratadas en vivero.



Foto 1: *Swietenia humilis*.

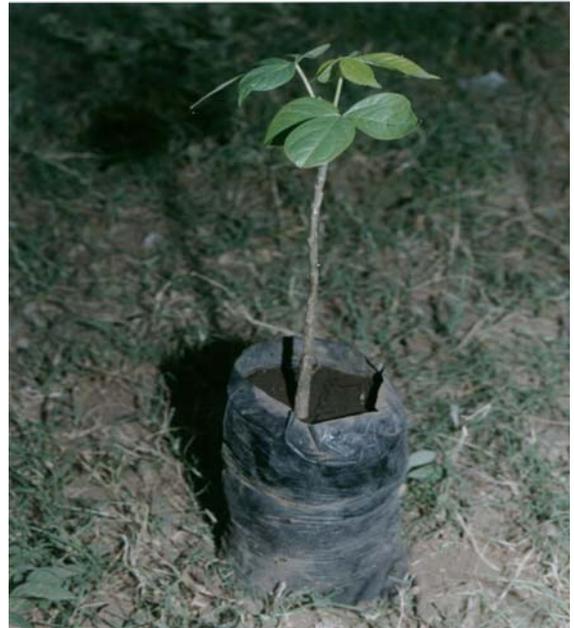


Foto 2: *Pachira quinata* .



RESULTADO DE DATOS ESTADÍSTICOS (Prueba T).

Tabla 1. Caoba del pacífico (*Swietenia humilii*) primer y tercer mes en vivero.

Estadísticos de grupo

	TIPOS	N	Media	Desviación tip.	Error tip de la Media
ALTURA 1	Tratadas	30	17.0072	2.67260	.49629
	No tratadas	30	18.5569	2.78827	.51777
ALTURA3	Tratadas	30	26.7224	6.03736	1.12111
	no tratadas	30	23.7710	4.47664	.83129
DIÁMETRO1	Tratadas	30	3.5221	.35121	.06522
	no tratadas	30	3.5890	.63116	.11720
DIAMETRO3	Tratadas	30	5.8890	1.05314	.19556
	no tratadas	30	5.5476	.72034	.13376



Tabla 2. Prueba de muestras independientes.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	Prueba T para la igualdad de medias							
			F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia
									Inferior	Superior
ALTURA1	Se han asumido varianzas iguales	.023	.880	-2.161	56	.035	-1.5497	.71721	-2.98639	-.11292
	No se han asumido varianzas iguales			-2.161	55.900	.035	-1.5497	.71721	-2.98645	-.11286
ALTURA3	Se han asumido varianzas iguales	4.919	.031	2.115	56	.039	2.9514	1.39568	.15549	5.74727
	No se han asumido varianzas iguales			2.115	51.642	.039	2.9514	1.39568	.15027	5.75248
DIAME1	Se han asumido varianzas iguales	4.986	.030	-.499	56	.620	-.0669	.13413	-.33558	.20179
	No se han asumido varianzas iguales			-.499	43.823	.620	-.0669	.13413	-.33724	.20345
DIAME3	Se han asumido varianzas iguales	6.598	.013	1.441	56	.155	.3414	.23693	-.13326	.81601
	No se han asumido varianzas iguales			1.441	49.494	.156	.3414	.23693	-.13464	.81739



Tabla 3. Caoba del pacífico (*Swietenia humilis*) primer y sexto mes en campo.

Estadística de grupo

GRUPOS		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ALTURA 1	tratada	25	29.808	5.5061	1.1012
	No tratada	21	27.574	5.2129	1.1375
ALTURA 6	tratada	25	35.431	5.6538	1.1308
	No tratada	21	41.579	18.3821	4.0113
DIAMETRO 1	Tratada	25	8.3164	1.64344	.32869
	No tratada	21	7.7562	1.88831	.41206
DIÁMETRO 6	Tratada	25	15.1656	3.89762	.77952
	No tratada	21	20.0695	6.56965	1.43362



Tabla 4. Prueba de muestras independientes.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
ALTURA 1	Se han asumido varianzas iguales	.212	.647	1.404	44	.167	2.234	1.5910	-.9722	5.4406
	No se han asumido varianzas iguales			1.411	43.335	.165	2.234	1.5833	-.9580	5.4264
ALTURA 6	Se han asumido varianzas iguales	6.395	.015	-1.588	44	.119	-6.148	3.8711	-13.9499	1.6534
	No se han asumido varianzas iguales			-1.475	23.183	.154	-6.148	4.1676	-14.7659	2.4694
DIAMETRO1	Se han asumido varianzas iguales	1.441	.236	1.076	44	.288	.5602	.52067	-.48912	1.60954
	No se han asumido varianzas iguales			1.063	40.040	.294	.5602	.52710	-.50506	1.62548
DIAMETRO 6	Se han asumido varianzas iguales	4.142	.048	-3.136	44	.003	-4.9039	1.56364	-8.05523	-1.75261
	No se han asumido varianzas iguales			-3.005	31.295	.005	-4.9039	1.63184	-8.23082	-1.57703



Tabla 5. Pochote (*Pachira quinata*) primer y segundo mes en vivero.

Estadísticos de grupo

	grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Altura 1	Tratada	30	17.9900	7.11122	1.29833
	No tratada	30	9.5193	2.49363	.47125
Altura 2	tratada	30	26.8403	10.21046	1.86417
	No tratada	30	11.7871	3.69381	.69806
Diámetro 1	tratada	30	3.8320	1.09742	.20036
	No tratada	30	2.6346	.41819	.07903
Diámetro 2	tratada	30	5.8580	1.57899	.28828
	No tratada	30	4.0411	.96197	.18180



Tabla 6. Prueba de muestras independientes.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
altura1	Se han asumido varianzas iguales	35.512	.000	5.967	56	.000	8.4707	1.41958	5.62695	11.31448
	No se han asumido varianzas iguales			6.133	36.465	.000	8.4707	1.38121	5.67074	11.27069
altura2	Se han asumido varianzas iguales	58.397	.000	7.361	56	.000	15.0532	2.04499	10.95657	19.14981
	No se han asumido varianzas iguales			7.562	36.923	.000	15.0532	1.99058	11.01961	19.08677
Diam. 1	Se han asumido varianzas iguales	22.300	.000	5.415	56	.000	1.1974	.22110	.75444	1.64027
	No se han asumido varianzas iguales			5.559	37.745	.000	1.1974	.21538	.76124	1.63348
Diam. 2	Se han asumido varianzas iguales	11.288	.001	5.246	56	.000	1.8169	.34635	1.12311	2.51074
	No se han asumido varianzas iguales			5.331	48.426	.000	1.8169	.34082	1.13183	2.50203



Tabla 7. Pochote (*Pachira quinata*) primer y sexto mes en campo.

Estadísticos de grupo

	TIPOS	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
ALTURA1	Tratadas	19	29.9732	9.21579	2.11425
	No tratadas	17	12.3212	6.09844	1.47909
ALTURA6	tratadas	19	35.2368	11.00678	2.52513
	No tratadas	17	21.8529	10.51452	2.55015
DIAMETRO1	tratadas	19	7.3937	1.38094	.31681
	No tratadas	17	5.3918	2.39830	.58167
DIAMETRO6	tratadas	19	13.7979	4.53235	1.03979
	No tratadas	17	13.0741	5.93507	1.43947



Tabla 8. Prueba de muestras independientes.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
ALTURA1	Se han asumido varianzas iguales	9.465	.004	6.690	34	.000	17.6520	2.63857	12.28976	23.01420
	No se han asumido varianzas iguales			6.841	31.454	.000	17.6520	2.58026	12.39258	22.91138
ALTURA6	Se han asumido varianzas iguales	.052	.820	3.720	34	.001	13.3839	3.59820	6.07148	20.69632
	No se han asumido varianzas iguales			3.729	33.840	.001	13.3839	3.58880	6.08930	20.67850
DIAME1	Se han asumido varianzas iguales	.161	.691	3.111	34	.004	2.0019	.64359	.69399	3.30985
	No se han asumido varianzas iguales			3.022	24.949	.006	2.0019	.66235	.63763	3.36620
DIAME6	Se han asumido varianzas iguales	.660	.422	.414	34	.682	.7238	1.74918	-2.83099	4.27854
	No se han asumido varianzas iguales			.408	29.833	.686	.7238	1.77573	-2.90360	4.35116



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELO.

ANÁLISIS	U/M	ESCALA DE PROFUNDIDAD(cm).		
		0-30	30-50	50-84
pH	pH	6.2	6.2	6.2
M.O.	%	1	1	1
ARCILLA.		53.55	48.26	7.37
LIMO.		5.26	6.13	11.09
ARENA.		41.18	45.60	81.52
TEXTURA.		Arcilloso	Arcilloso	Franco- Arenoso



Mapa del área de estudio.

