

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE
LA CAOBA DEL ATLÁNTICO (*Swietenia macrophylla*), CAMPUS UNIVERSIDAD
NACIONAL DE AGRICULTURA, HONDURAS**

POR:

CHRISTIAM ORLANDO MOYA GUIFARRO

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

NOVIEMBRE 2013

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE
LA CAOBA DEL ATLÁNTICO (*Swietenia macrophylla*), CAMPUS UNIVERSIDAD
NACIONAL DE AGRICULTURA, HONDURAS

POR:

CHRISTIAM ORLANDO MOYA GUIFARRO

TESIS

GERARDO JAIR LAGOS HERNÁNDEZ, M.Sc.

Asesor Principal, U.N.A.

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

NOVIEMBRE 2013

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

AL SEÑOR TODO PODEROSO, por estar siempre presente en mi vida como en la de mi familia, por darme dirección y guiarme hasta cumplir mis metas.

A mis padres **Luis O. Moya Rosales y Neyda J. Guifarro Soleno**, por brindarme todo su apoyo y amor, por guiarme por el camino correcto.

A mi amada, **Dania A. Núñez Saucedo** y a mi **HIJA Dara A. Moya Núñez**, por brindar amor y apoyo incondicional a mi vida.

A mis hermanas **Heidy B. Moya Guifarro, Karym Mejía Guifarro y Neyda J. Mejía Guifarro**, por ser un gran apoyo para mí y sus consejos sabios que me brindaron.

A mi cuñado y amigo **Enrique A. Gómez**, por toda la ayuda, consejos y estar siempre dispuesto a ayudarme.

A mis sobrinos **Gylenia Cabrera, Carlos A. Cabrera, Ariel Gómez y Hannah Gómez**, por ser muy especiales para mi vida.

A MI ALMA MATER, por haberme dado formación profesional durante estos cuatro años y culminar mis estudios universitarios con éxito.

AGRADECIMIENTO

A **DIOS** por guiarme en el camino del éxito y por darme fuerzas todos los días.

A **mis padres Orlando Moya y Neyda Guifarro**, por todo el apoyo y amor que me brindan y valores que han enseñado.

A mi alma mater, **UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA** por darme el honor de culminar mis estudios universitarios.

A **MIS MAESTROS** por brindarme las herramientas para mi formación profesional, muchas gracias.

A **MIS ASESORES DE LA PPS** al **M.Sc. Gerardo Lagos** por su apoyo incondicional, al **M.Sc. José Trinidad Reyes** y al **Ing. David Zúniga** por su apoyo y tiempo, que invirtieron en mí, muchas gracias.

A **MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS** por su apoyo, su amistad, por estar conmigo en los momentos buenos y malos que pasamos en estos cuatro años, por las sonrisas que dan, muchas gracias nunca los olvidaré.

ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	2
2.1 General:.....	2
2.2 Específicos:	2
III HIPÓTESIS	3
3.1 Hipótesis Nula (Ho)	3
3.2 Hipótesis Alternativa (Ha)	3
IV REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 Tendencias y situación actual de las plantaciones forestales.....	4
4.2 Beneficios sociales, ambientales y económicos de las plantaciones forestales	5
4.3 Descripción fenológica de la Caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>)	6
4.3.1 Taxonomía de la especie	6
4.3.2 Hábitat local	6
4.3.3 Plagas / Problemas	7
4.4 Abonos orgánicos	7
4.4.1 Microorganismos de montaña (MM)	8
4.4.2 Ventajas y desventajas de los microorganismos de montaña	8
4.4.3 Lombri compost o lombrí abono.....	9
4.4.4 Ventajas y desventajas del lombricompost	10
4.5 Los abonos químicos	10
4.5.1 Ventajas y desventajas del fertilizante químico (N12-P24-K12)	10

4.6 Análisis económico y ecológico de los tratamientos	11
V METODOLOGÍA	12
5.1 Ubicación del experimento	12
5.2 Materiales y equipos	13
5.3 Establecimiento de la plantación de caoba del Atlántico.....	13
5.4 Materiales y procedimiento para la elaboración de los microorganismos de montaña (MM).....	14
5.5 Materiales y procedimiento para la elaboración del lombricompost	14
5.6 Aplicación de los abonos	15
5.7 Diseño experimental	16
5.7.1 Diseño de bloques completos al azar (DBCA)	16
5.7.2 Modelo estadístico.....	17
5.8 Variables evaluadas en el campo	17
5.8.1 Altura de plantas.....	18
5.8.2 Diámetro en la base del tallo	18
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
6.1 Resultados del experimento	19
6.1.1 Efecto de fertilización química y orgánica en altura promedio de plántulas de <i>Swietenia macrophylla</i>	19
6.1.2 Prueba estadística para la variable altura en caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).	22
6.1.3 Efecto de fertilización química y orgánica en el diámetro promedio de la base en plántulas de <i>Swietenia macrophylla</i>	23
6.1.4 Prueba estadística para la variable diámetro de la base en caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).	25
6.1.5 Análisis de las variables altura y diámetro en la caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).	26
VII CONCLUSIONES.....	28
VIII RECOMENDACIONES	29
IX BIBLIOGRAFÍA	30
X ANEXOS	33

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Materiales y equipos usados durante los tres meses de investigación en plántulas de <i>Swietenia macrophylla</i>	13
Cuadro 2. Diferencia significativa en promedios de crecimiento en altura (cm) de las plantas de caoba del Atlántico.....	22
Cuadro 3. Diferencia significativa en promedios de diámetro (cm) de la base de las plántulas caoba del Atlántico.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la zona experimental, campus Universidad Nacional de Agricultura, Olancho.....	12
Figura 2. Diseño de los tratamientos distribuidos en bloques completamente al azar, distribución de las plántulas de caoba del Atlántico con diseño de plantación “tres bolillos”.....	16
Figura 3. Comportamiento de la altura promedio en plántulas de caoba del Atlántico con diferentes tratamientos.....	20
Figura 4. Crecimiento promedio de la altura total de las plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>) por tratamiento.....	21
Figura 5. Comportamiento del diámetro promedio de la base de las plántulas de caoba del Atlántico con diferentes tratamientos.....	24
Figura 6. Crecimiento promedio del diámetro total de las plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>) por cada tratamiento.....	25

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Aplicación de 100ml/planta de microorganismos de montaña.....	34
Anexo 2. Aplicación de 100ml/planta de lombricompost.....	34
Anexo 3. Aplicación de 50ml/planta de fertilizante químico (N12-P24-K12).....	34
Anexo 4. Preparación de microorganismos de montaña.....	35
Anexo 5. Preparación de lombricompost.....	36
Anexo 6. Preparación de fertilizante químico (N12-P24-K12).....	37
Anexo 7. Rotulación de la parcela en bloques.....	38
Anexo 8. Toma de datos de la altura de las plantas de caoba del Atlántico, medición con cinta métrica.....	39
Anexo 9: Toma de datos del diámetro a la base del tallo de las plantas de caoba del Atlántico con el calibrador digital.....	39
Anexo 10. Rotulación de la parcela.....	40
Anexo 11. Mantenimiento de la parcela: limpieza y comaleado.....	40
Anexo 12. Datos de las alturas tomadas en campo durante el periodo del experimento....	41
Anexo 13. ANAVA para la variable altura (cm).....	42
Anexo 14. Datos del diámetro tomados en campo durante el periodo del experimento....	44
Anexo 15. ANAVA para la variable diámetro (cm).....	45

Moya Guifarro, CO. 2013. Evaluación del efecto de la fertilización en el crecimiento de la caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*), campus Universidad Nacional de Agricultura, Honduras, Tesis Lic. Recursos Naturales y Ambiente. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras C.A. 46 p

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en la comunidad de Santa Clara en un predio de la Universidad Nacional de Agricultura, entre el 12 de agosto y el 12 de noviembre del 2013, con el objetivo de evaluar el efecto de fertilización en el crecimiento de la caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) en los primeros meses de la plantación, la cual fue evaluada con tres tipos de abonos; microorganismos de montaña (T2), lombricompost (T3) y fertilizante químico (N12-P24-K12) (T1), y un testigo absoluto (T1). El estudio consistió en la evaluación de las variables “altura de las plantas” y “diámetro en la base de las plantas”, para dicho estudio se utilizó un diseño de bloque completamente al azar y se evaluó durante 12 semanas, abonando la plantación cada 15 días y tomas de datos de las variables cada 21 días. La aplicación de los diferentes tipos de abonos fueron: 100 ml/planta de microorganismos de montaña, 100 ml/planta de lombricompost (en forma líquida) y 50 ml/planta de fertilizante químico (N12-P24-K12 en forma líquida). Las variables estudiadas en el campo no presentaron diferencias significativas en los diferentes tratamientos aplicados en las plantas, se observó a simple vista que las plántulas que fueron abonadas con lombricompost obtuvieron mejor coloración en las hojas, los demás tratamientos T2 y T3 obtuvieron un mayor crecimiento que el tratamiento T4 testigo, el cual fue el más bajo en altura de la planta y diámetro en la base, uno de los factores negativos fue el exceso de agua en la plantación debido a que se produjo una depresión climática en la zona, lo cual redujo el efecto de los abonos en el suelo saturado.

Palabras claves: Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*), microorganismos de montaña, lombricompost, fertilizante químico (N12-P24-K12), plantaciones forestales, fertilización en caoba del Atlántico.

I INTRODUCCIÓN

El 87% del territorio de Honduras es de vocación forestal, lo que significa que contamos con 9.8 millones de hectáreas aptas para actividades forestales. Las plantaciones forestales son de mucha importancia ya que sirven para reforestar áreas donde se ha degradado el ambiente, son captadoras de carbono, productoras de madera y otros beneficios, sin embargo, las explotaciones forestales han sido para la exportación. Por ejemplo las explotaciones de caoba (*Swietenia macrophylla*) en el siglo XIX por los ingleses (Soihet 2001).

Las causas de la degradación, fragmentación y desaparición de los bosques varían de región a región. Entre las causas directas, según la FAO (2000), se pueden mencionar: reconversión a otros usos de la tierra (agricultura principalmente), plagas y enfermedades, incendios, sobre explotación de los productos forestales (llámese a estos, madera para uso industrial; combustibles leñosos), sistemas inadecuados de extracción y el pastoreo excesivo.

Hablando de abono orgánico se puede decir que mejora la tierra haciéndola más esponjosa y aireada. Ayuda a retener agua (muy interesante en suelos arenosos). Favorece la vida microbiana del suelo ("da vida"). Suministra nutrientes a medida que se descomponen, por ejemplo, Nitrógeno (Cubero y vieira 1999).

En Honduras la caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) es una especie muy explotada pero actualmente está en proceso de recuperación, la investigación brindará las bases a los silvicultores acerca del manejo que podrán darle a la especie en sus primeros estadíos, para ello se estudiaron 3 tipos de abonos con el fin de determinar el efecto que tienen los abonos en el crecimiento de la caoba del Atlántico.

II OBJETIVOS

2.1 General:

Evaluar el efecto de la fertilización en el crecimiento de la caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*), campus Universidad Nacional de Agricultura.

2.2 Específicos:

Determinar el efecto de la fertilización orgánica y química sobre la plantación de *Swietenia macrophylla* con diferentes tratamientos.

Identificar el tratamiento que represente diferencia significativa en el crecimiento del diámetro a nivel del suelo y en la altura de las plántulas de *Swietenia macrophylla*.

Comparar la fertilización orgánica y química aplicada a las plántulas de *Swietenia macrophylla*.

III HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis Nula (H₀)

Si la fertilización no influye sobre las variables crecimiento en altura y diámetro a nivel del suelo, no habrá diferencias entre las medias de estas variables por cada tratamiento aplicado a las plántulas de *Swietenia macrophylla* con edad menor a tres meses.

3.2 Hipótesis Alternativa (H_a)

Si la fertilización influye sobre las variables crecimiento en altura y diámetro a nivel del suelo, al menos un tratamiento presentará diferencias entre las medias de estas variables por cada tratamiento.

IV REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Tendencias y situación actual de las plantaciones forestales

Los bosques son indispensables para la humanidad. A través de sus funciones ecológicas se constituyen en la base de la vida del Planeta Tierra ya que regulan el clima y los recursos hídricos y sirven de hábitat para las plantas y los animales. Además proporcionan productos esenciales como madera, alimentos, forraje y medicinas, además de oportunidades de recreo, renovación espiritual y otros servicios (Soihet 2001).

La FAO (2000) realizó un programa de Evaluación de Recursos Forestales (FRA), el cual se ejecutó a solicitud de todos los países miembros de la FAO. El FRA se basa en la información a nivel de país de los inventarios nacionales, de los proyectos de investigación, de las consultas nacionales y de los estudios diversos que proporcionan la información en cobertura, volumen y el cambio del bosque en un cierto plazo.

La interrogante relativa a cuál es la función que las plantaciones forestales podrían desempeñar para satisfacer la futura demanda de madera, se halla complicada, vinculada con los patrones de distribución del establecimiento de las plantaciones en el pasado, el presente y el futuro. En efecto, la superficie de árboles presentes en el terreno determina la producción en el futuro inmediato. La plantación futura depende de los recursos disponibles, las tasas de rendimientos observadas, los éxitos logrados con anteriores programas de plantación y las percepciones de futuros desequilibrios entre la oferta y la demanda (FAO 2000).

Como señala FAO (2000), sin embargo, no hay una información exacta sobre inventarios forestales y menos aún a lo referente; esto ocurre a los recursos de plantaciones a nivel

mundial. Lo anterior ocurre por distintas razones, y una de las principales consiste en la dificultad de efectuar una diferenciación entre bosques naturales y plantaciones forestales.

"La estimación de la superficie de plantaciones forestales presenta diversos desafíos. El término "plantación" posee significados diferentes, y aun cuando se dispone de una definición precisa, no puede aplicarse a nivel mundial" (FAO 2000).

4.2 Beneficios sociales, ambientales y económicos de las plantaciones forestales

Desde la perspectiva general, los beneficios ambientales pueden considerarse como beneficios sociales; ya que los mismos generan bienestar colectivo. Otro elemento importante se vincula con reconocer el empleo generado aunque no es continuo y estable (INAB 2001, citado por Cabrera 2003).

Se presenta en zonas en donde los suelos agrícolas son marginales y las condiciones de pobreza son generalmente delicadas. Además en términos prácticos, el Programa de Incentivos Forestales en Guatemala, generó de 1997 al 2001 más de 3.2 millones de jornales por el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones (INAB 2001; citado por Cabrera 2003).

En el caso del suelo y el agua se reconoce desde hace mucho tiempo los beneficios positivos que generan las plantaciones forestales en la protección del suelo y la regulación del ciclo hidrológico. Desde la intercepción de la lluvia, hasta la infiltración, las plantaciones forestales, crean mejores condiciones de suelos y del ciclo hidrológico en comparación de uso agropecuario (INAB 2001; citado por Cabrera 2003).

Se ha demostrado que las plantaciones forestales influyen en el mejoramiento del clima y microclima, reduciendo la ocurrencia de temperaturas extremas. Sin embargo, su aporte se

destaca más en los centros urbanos que en las áreas rurales; como en la ciudad industrial de Nanjing (China) que desde 1949 se han plantado casi 3.4 millones de árboles en la ciudad y en sus alrededores, con el objetivo específico de disminuir las temperaturas del verano, regular el clima local, purificar el aire y embellecer el ambiente. Se afirma que la disminución de la temperatura media veraniega de 32.2 °C a 29.9°C durante el período que va de 1949 a 1981 es directamente atribuible al efecto de refrigeración de las plantaciones de los árboles (Cabrera 2003).

4.3 Descripción fenológica de la Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*)

4.3.1 Taxonomía de la especie

NOMBRE CIENTÍFICO: *Swietenia macrophylla*

NOMBRE COMÚN: Caoba, Caoba del Atlántico.

FAMILIA: Meliaceae.

La caoba (*Swietenia macrophylla*) es la especie forestal latifoliada del bosque húmedo tropical más fuertemente explotada tanto de manera legal, como ilegal. La caoba es una especie típica del bosque húmedo tropical del litoral Atlántico de Honduras, el cual a su vez es un ecosistema rico en composición florística y biodiversidad (PROECEN 2000).

4.3.2 Hábitat local

Crece en bosques húmedos tropicales y muy húmedos tropicales y se distribuye altitudinalmente hasta los 800 msnm. Se le reporta en los departamentos de Copán, Santa Bárbara, Cortés, Yoro, Atlántida, Colon, Olancho, El Paraíso, Gracias a Dios, Francisco Morazán y Comayagua. Se le encuentra en el área de plantaciones del Jardín Botánico Lancetilla (PROECEN 2000).

4.3.3 Plagas / Problemas

Hypsipyra grandella, hormigas, incendios, inundaciones, sequía.

La plaga más seria que ataca principalmente los brotes tiernos, frutos y semillas, es la *Hypsipyra grandella*. Esta plaga provoca los mayores daños, tanto a nivel de vivero como de plantaciones jóvenes, también otros factores como las inundaciones o sequías muy largas afecta la plantación en sus primeros meses adaptativos (PROECEN 2000).

4.4 Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son desechos de origen vegetal o animal que pasan por un proceso de descomposición (este puede ser natural o por acción del hombre), mediante la intervención de microorganismos como: bacterias, hongos, nematodos e insectos. Son importantes porque se busca no depender tanto de los productos químicos, obligando a buscar alternativas fiables y sostenibles. Al aplicar abonos orgánicos al suelo donde hay un cultivo, actúan fertilizando la planta en forma indirecta, aumenta la capacidad microbiana y esta produce energía y nutrición a la planta (Cáceres 2008).

Al mezclar desechos orgánicos se obtiene un abono rico en nutrientes y microorganismos, que al aplicarlo al suelo mejora la cantidad de materia orgánica, retención de humedad y nutrientes, además tiene un beneficio ambiental, ya que al utilizar los desechos de origen vegetal y animal, evita su acumulación que podría constituir un foco de contaminación para la salud humana. Los abonos orgánicos presentan propiedades físicas; color oscuro, mejora textura y estructura del suelo, mejora la permeabilidad, disminuye la erosión y aumenta la retención de agua, químicas; aumentan el poder tampón del suelo y la capacidad de intercambio catiónico y biológicas; favorecen la aireación y oxigenación del suelo y constituyen fuente de energía para los microorganismos que favorecen una buena nutrición y la protección y mejoramiento del suelo (Cáceres 2008).

4.4.1 Microorganismos de montaña (MM)

Los microorganismos de montaña son: hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos benéficos. Los cuales viven y se encuentran en el suelo de montañas, bosques, parras de bambú, lugares sombreados y sitios donde no se han utilizado agroquímicos. Estos microorganismos habitan y se desarrollan en un ambiente natural. En el suelo se reconocen fácilmente por la formación de micelios blancos debajo de la hojarasca (Molina 2010).

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica y al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana (Restrepo 2007).

Además mediante su acción cambia la micro y macro flora de los suelos y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades. A través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus (Restrepo 2010).

4.4.2 Ventajas y desventajas de los microorganismos de montaña

Algunas ventajas: Mejora física, química y biológicamente el ambiente de los suelos también suprime los patógenos y pestes que promueven enfermedades, los nutrientes contenidos en el abono son originarios del mismo suelo, es controlador de hongos y bacteria en las primeras etapas de fermentación, su materia prima es de fácil acceso ya que es obtenida en el mismo medio, se puede aplicar de forma sólida o líquida, promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas, Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos, Asegura una mejor germinación y

desarrollo de las plantas, Incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante (Molina 2010).

Algunas desventajas: Costos de transporte al sitio, su tiempo de activación en el suelo es tardado, mayor mano de obra, su duración en la fase líquida es de corta duración (Molina 2010).

4.4.3 Lombri compost o lombri abono

El humus de lombriz es un producto 100 % natural, se produce comercialmente mediante lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), tiene grandes beneficios para el suelo y la planta: mejora las características estructurales del suelo, desligando los arcillosos y agregando los arenosos, aumenta la porosidad de los suelos aumentando la aireación, aumenta la retención de agua, produce hormonas que estimulan el crecimiento y funciones vitales de las plantas, aumenta la resistencia de las plantas a los patógenos, aumentan la germinación de las semillas y el desarrollo de todas las plántulas, el humus de lombriz no huele mal, no se pudre ni fermenta y su apariencia general es similar a la borra del café (Morales 2012).

Las lombrices son descomponedoras eficientes pero su efecto no se puede aislar de la acción de los microorganismos, algunos de éstos viven tanto en el suelo como en el tubo digestivo de las lombrices, se puede mencionar la presencia de fitohormonas, cuya producción se atribuye a diferentes microorganismos presentes en los lombricompostos (Blandón 1999; citado por Larco 2004).

4.4.4 Ventajas y desventajas del lombricompost

Algunas ventajas: A mayor dosis, mayores son los beneficios en la planta y el suelo, regula el pH del suelo haciéndolo neutro (pH 7), hace el suelo más suelto y mejora su aireación, aporta millones de microorganismos benéficos a corto, mediano y largo plazo, incrementa la capacidad hídrica del suelo, es un producto del reciclaje de desperdicios orgánicos vegetales (Cubero y Vieira 1999).

Algunas desventajas: Mayor costo al iniciar el abonado, pero disminuye con el tiempo, su tiempo de elaboración es mayor, lo que implica un mayor costo (mano de obra), limitado ya que no se encuentra en grandes cantidades (Cubero y vieira 1999).

4.5 Los abonos químicos

Las plantas para su metabolismo necesitan del Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio, y en menor extensión de Azufre (S), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Además, necesita pequeñas cantidades de los siguientes nutrientes, denominados elementos traza: Hierro (Fe), cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B), Manganeso (Mn), Cloro (Cl) y Molibdeno (Mo). Los fertilizantes son sustancias, generalmente mezclas químicas artificiales que se aplican al suelo o a las plantas para hacerlo más fértil. Estos aportan al suelo los nutrientes necesarios para proveer a la planta un desarrollo óptimo y por ende un alto rendimiento en la producción de las cosechas (Villareal 2012).

4.5.1 Ventajas y desventajas del fertilizante químico (N12-P24-K12)

Algunas ventajas: Los fertilizantes químicos presentan mejoras a corto plazo (en cultivos anuales), es de bajo costo en mano de obra, es de fácil obtención ya que se encuentra en

cualquier agropecuaria, es benéfico en cultivos anuales (producción), fácil acceso a grandes cantidades del producto (FAO 2002).

Algunas desventajas: A largo plazo se debilita el suelo y se hace dependiente de nuevos aportes, no aporta microorganismos benéficos ni nutrientes para el suelo, aumenta el pH en el suelo, el costo por saco es alto, reduce la capacidad hídrica del suelo, genera apelmazamiento del suelo, en dosis excesivas ocurren graves perjuicios a los suelos y las plantas (FAO 2002).

4.6 Análisis económico y ecológico de los tratamientos

Económicamente los abonos orgánicos son favorables para el productor, ya que muchas de las materias primas se encuentran en su propia finca, pero la mano de obra es mayor ya que implica un gasto adicional.

En cuanto al fertilizante químico no implica gastos en elaboración ya que estos vienen listos para su aplicación, pero su costo por saco es muy elevado, más la mano de obra para aplicarlo.

Ecológicamente los abonos orgánicos son más amigables con el ecosistema y con las plantas, ya que estos no generan perjuicios sobre ellos y sus dosis aplicadas aportan millones de microorganismos benéficos, regeneran los suelos y neutralizan su pH 7.

Los fertilizantes químicos no son ecológicos ya que su obtención es por medio de yacimiento mineros lo que indica que el daño que se le produce al ecosistema es irreversible, además estos fertilizantes no aportan microorganismos al suelo, ni nutrientes, aumenta el pH, hacen del suelo dependiente de los abono, su sobre dosis vuelven al suelo infértil.

V METODOLOGÍA

5.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en el campus de la Universidad Nacional de Agricultura, en una plantación de caoba del Atlántico de tres meses de edad, ubicada continuo al hospital veterinario en la comunidad de Santa Clara, Catacamas, Olancho.

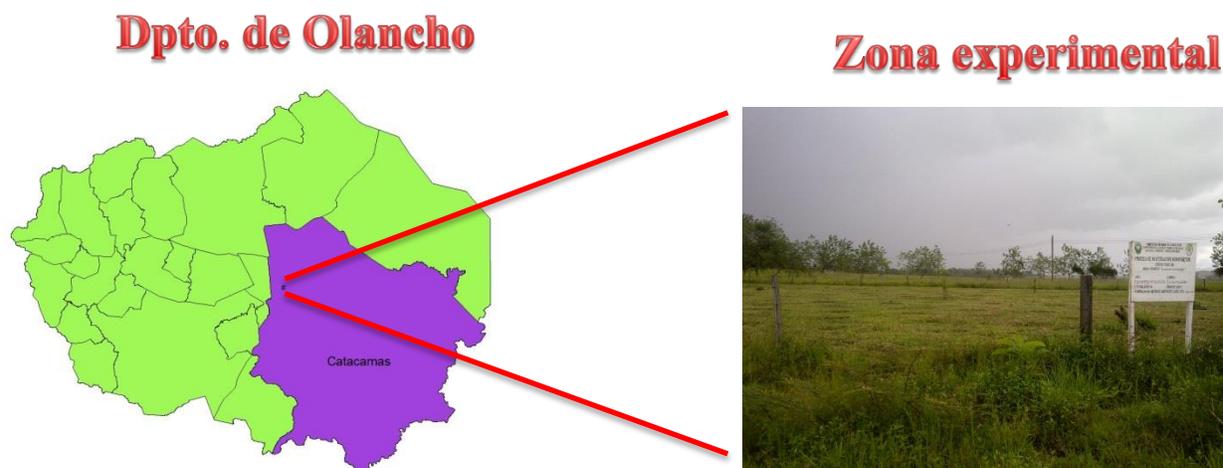


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona experimental, campus Universidad Nacional de Agricultura, Olancho.

5.2 Materiales y equipos

Cuadro 1. Materiales y equipos usados durante los tres meses de investigación en plántulas de *Swietenia macrophylla*.

Cantidad	Descripción
1	Cámara fotográfica digital
1	GPS
1	Pie de rey digital o calibrador
5 libras	Fertilizante 12-24-12
1 saco	Microorganismos de montaña (MM)
1 saco	Lombri compost

5.3 Establecimiento de la plantación de caoba del Atlántico

Para el establecimiento de la plantación se contó con el apoyo de los estudiantes de primer año de la carrera de recursos naturales promoción 2016, quienes realizaron una limpieza previa en la zona destinada a la plantación, luego se procedió a marcar el terreno con un diseño a tres bolillos a una distancia de tres metros, después de marcado, se plantaron los árboles de caoba del Atlántico; quedando así un total de 320 plantas establecidas en el predio.

5.4 Materiales y procedimiento para la elaboración de los microorganismos de montaña (MM).

Para prepara los MM sólido; se colocó un quintal de afrecho o semolina sobre una superficie limpia o encima del plástico; luego, se agregó el saco de microorganismos capturados y se humedeció con la solución de melaza, evitando el exceso de humedad. Finalmente, se colocó la mezcla en un barril, se compacto y se selló. El MM sólido estuvo listo después de 30 días. Para volver a reproducir los MM sólido, no es necesario repetir la captura de microorganismos de montaña, sino que se mezclaron 20 libras de MM sólido con 80 libras de afrecho o semolina y se repitió el procedimiento mencionado anteriormente (Restrepo 2007).

Elaboración de MM líquido: Para producir MM líquido, se agregaron 22 libras de MM sólido en 200 litros de agua con 1 galón de melaza y luego se colaron en una manta, el MM líquido estuvo listo después de 15 días, durante el proceso de fermentación estos abonos son controladores de hongos a los cuatro días de fermentación y controlador de bacterias a los diez días, (Restrepo 2007) (Anexo 4).

5.5 Materiales y procedimiento para la elaboración del lombricompost

Para la fabricación de lombricompost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición que no se encuentre contaminada; restos de cosechas: vegetales jóvenes como hojas, frutos, follajes o tubérculos, que son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Aunque los restos vegetales viejos como troncos, ramas y tallos son menos ricos en nitrógeno, restos de cocina: restos de frutas y hortalizas, estiércol animal: el que más sobresale es el estiércol de vacunos, aunque otros muy usados son la gallinaza, estiércol de conejo, de caballo, de oveja y cerdo (IHCAFE 1998).

La cantidad de humus a utilizar depende del cultivo y del suelo que según varios estudios realizados en frutales 2 kg/árbol, en hortalizas 1 kg/m²; para césped 0.5-1 kg/m², en setos se recomienda utilizar entre 100 y 200 g/planta, en el cultivo de chile se recomienda usar 200 g/planta (Gómez 2008).

Preparación del lombricompost: Para la preparación del té de humus de lombriz se utilizaron los siguientes ingredientes: 100 litros de agua, 50 kilos de humus de lombriz utilizando los materiales siguientes: un recipiente de plástico de 200 litros de capacidad y un recipiente de 100 litros de capacidad (Padilla 2012) (Anexo 5).

5.6 Aplicación de los abonos

La duración del experimento fue de 12 semanas (tres meses) con aplicaciones de los tratamientos cada 15 días dando un total de 6 abonadas.

Tratamiento A: El tratamiento químico que se utilizó fue el N12-P24-K12, se pesaron 100 g. del fertilizante el cual se disolvió en tres litros con agua se pasó la mezcla a un recipiente con tapadera y se selló, después de un día de reposo la mezcla estuvo lista, se le aplicó a cada planta 50 ml de la solución (Padilla 2012) (Anexo 3 y 6).

Tratamiento B: En el tratamiento con microorganismos de montaña se disolvieron 5 litros de MM líquido en forma pura con 5 litros de agua, de esta solución se le aplicó 100 ml a cada planta (Anexo 1).

Tratamiento C: En el tratamiento con lombrí abono; se aplicó 100 ml de lombrí abono en forma líquida a cada planta (Anexo 2).

Testigo absoluto: En este tratamiento, no se aplicó ningún tipo de fertilizante químico ni orgánico a las plántulas.

5.7 Diseño experimental

5.7.1 Diseño de bloques completos al azar (DBCA)

Conocido como diseño de doble vía, se aplica cuando el material es heterogéneo. Las unidades experimentales homogéneas se agrupan formando grupos homogéneos llamados bloques (Mendiburu 2007).

	Tratamiento	Fila No.																
Bloque 1	Formula	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	M.M	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	L.C	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	T	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Bloque 2	T	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Formula	6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	M.M	7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	L.C	8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Bloque 3	M.M	9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Formula	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	T	11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	L.C	12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Bloque 4	M.M	13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Formula	14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	T	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	L.C	16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Figura 2. Diseño de los tratamientos distribuidos en bloques completamente al azar, distribución de las plántulas de caoba del Atlántico con diseño de plantación “tres bolillos”.

La figura presenta la distribución de las plántulas donde:

* = Plantas forestales (unidades experimentales).

MM= Microorganismos de montaña

L.C.= Lombri compost

Fórmula= 12-24-12

T= Testigo

5.7.2 Modelo estadístico

Cada observación del experimento es expresada mediante una ecuación lineal en los parámetros, el conjunto conforma el modelo para el diseño de bloques completos al azar (Mendiburu 2007).

El modelo se explica a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento I

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ϵ_{ij} = Valor aleatorio, error experimental de la u.e. i,j

5.8 Variables evaluadas en el campo

5.8.1 Altura de plantas

Se midieron 80 plantas de cada tratamiento, a razón de 20 por cada bloque, a las cuales se les midió la altura desde el nivel del suelo (base del tallo), hasta el meristemo apical, se utilizó para ello una cinta de sastre graduada en centímetros. Las mediciones se realizaron cada 21 días, siendo en total tres mediciones en 63 días (Anexo 8).

5.8.2 Diámetro en la base del tallo

Se midió el diámetro de cada una de las 80 plantas de cada tratamiento, es decir 20 por cada bloque. Se tomó el dato en la base del tallo (nivel del suelo), por medio de un calibrador digital o pie de rey (Anexo 9).

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados y los análisis de la investigación realizada para las variables altura y diámetro en la base para la especie caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).

6.1 Resultados del experimento

6.1.1 Efecto de fertilización química y orgánica en altura promedio de plántulas de *Swietenia macrophylla*.

Se tomó una primera medición (tiempo 0) de las plántulas de caoba del Atlántico sin ningún tipo de tratamiento; a partir de la primera toma de datos de la altura promedio (80 plantas por tratamiento); se realizó la primera fertilización, posteriormente cada 15 días se abonó y luego cada 21 días se midió la altura. El tratamiento T1 formula (N12-P24-K12), fue el que obtuvo los mejores resultados, ya que su altura inicial promedio fue de 17.1 cm y siguió ascendente hasta llegar a los 20.0 cm de altura, siendo su crecimiento promedio de 2.9 cm en 63 días; seguido del tratamiento T3 lombricompost, el cual inicio con una altura promedio de 18.4 cm y una altura final de 20.6 cm, dando un promedio de crecimiento de 2.2 cm en 63 días. El tratamiento T4 testigo, inicio con una altura promedio de 16.9 cm y finalizó con una altura de 19.0 cm, dando un crecimiento promedio de 2.1 cm, dejando por ultimo al tratamiento T2 con una altura inicial de 17.7 cm y una altura final de 19.4 cm dando un crecimiento promedio 1.7 cm, siendo este el más bajo de los tratamientos Figura 3.

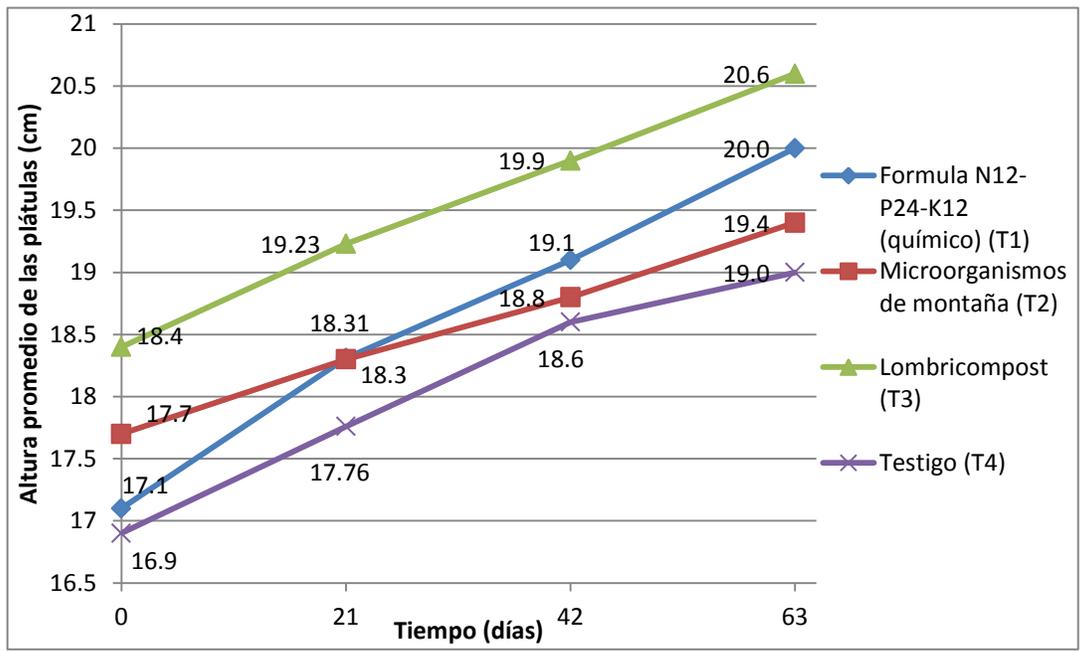


Figura 3. Comportamiento de la altura promedio en plántulas de caoba del Atlántico con diferentes tratamientos.

Estadísticamente no existió diferencia significativamente entre los tratamientos, posiblemente esto se debió al corto tiempo de la investigación tres meses, ya que son plantas perennes su crecimiento es lento comparados con las planta anuales; sin embargo, se observó el comportamiento que mostraron las plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) en la figura 4.

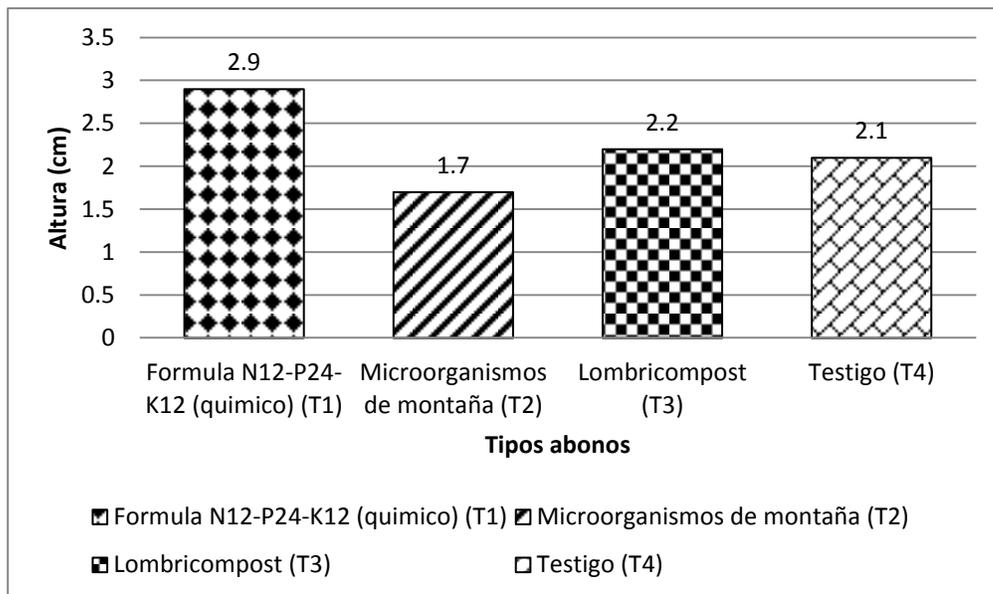


Figura 4. Crecimiento promedio de la altura total de las plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) por tratamiento.

Según la FAO (2002), el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), son los nutrientes más esenciales para en el crecimiento de las plantas, por lo tanto esto quedó evidenciado en la presente investigación, ya que el tratamiento químico (N12-P24-K12) fue el que obtuvo mayor crecimiento promedio. No obstante, estas plantas presentaron un amarillamiento en las hojas, posiblemente por la saturación de agua en el suelo.

De acuerdo con Larco (2002), el lombricompost contribuye al estado fitosanitario de las plantas, se pudo observar que el tratamiento lombricompost obtuvo un crecimiento menor (2.2 cm), que el abono químico (2.9 cm), pero no presentó amarillamiento en las hojas, se pudo observar que el estado de las plántulas con lombricompost fue mejor que las plántulas con abono químico ((N12-P24-K12), ya que está comprobado que el lombricompost puede retardar enfermedades de 7 a 15 días.

6.1.2 Prueba estadística para la variable altura en caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).

En base al análisis estadístico se encontró que los diferentes tratamientos: T1 Formula (N12-P24-K12), T2 microorganismos de montaña y T3 lombricompost, no influyeron en la altura de las plantas de caoba del Atlántico de tres meses de edad, ya que no se obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos siendo a los 21 días ($p=0.6581$), 42 días ($p=0.6972$), 63 días ($p=0.6389$) (Anexo 12 y 13)

Promedios con igual número de letra no son estadísticamente diferentes, lo que indica que no existió una diferencia estadísticamente significativa o comportamiento anormal de las plántulas con los tratamientos aplicados para la variable altura (cuadro 2)

Cuadro 2. Diferencia significativa en promedios de crecimiento en altura (cm) de las plantas de caoba del Atlántico.

TRATAMIENTO	ALTURA PROMEDIO	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
T3	20.6	a
T1	20.0	a
T2	19.4	a
T4	19.0	a

Con base en los resultados obtenidos en el análisis de varianza, indican que se rechaza la hipótesis alternativa (H_a), y se acepta la hipótesis nula (H_0), concluyendo que los diferentes tratamientos de abonos químicos y orgánicos aplicados a las plántulas de caoba del

Atlántico (*Swietenia macrophylla*), no presentaron diferencia significativa en cuanto a la altura de las plantas.

6.1.3 Efecto de fertilización química y orgánica en el diámetro promedio de la base en plántulas de *Swietenia macrophylla*.

Se tomó una primera medición (tiempo 0) de las plántulas de caoba del Atlántico sin ningún tipo de tratamiento; a partir de la primera toma de datos del diámetro promedio se realizó la primera abonada, luego cada 15 días se abonaba y cada 21 días se realizó la medición del diámetro promedio para cada tratamiento. El tratamiento que obtuvo mejor resultado fue el T3 lombricompost con un diámetro promedio inicial de 0.30 cm y un diámetro final de 0.53 cm de diámetro, obteniendo un crecimiento de diámetro promedio de 0.23 cm a los 63 días, seguido del tratamiento T1 fórmula (N12-P24-K12), con un diámetro promedio inicial de 0.31 cm y un final de 0.53 cm, siendo su crecimiento de diámetro promedio de 0.22 cm, el tratamiento T4 con un promedio inicial de 0.32 cm y un promedio final de 0.52, teniendo un crecimiento promedio del diámetro de 0.20 cm, el tratamiento que obtuvo menor crecimiento fue el T2 con diámetro promedio inicial de 0.34 cm y un final de 0.53, dando un crecimiento promedio de 0.19 cm de diámetro se puede observar el comportamiento que mostraron las plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) en la figura 5.

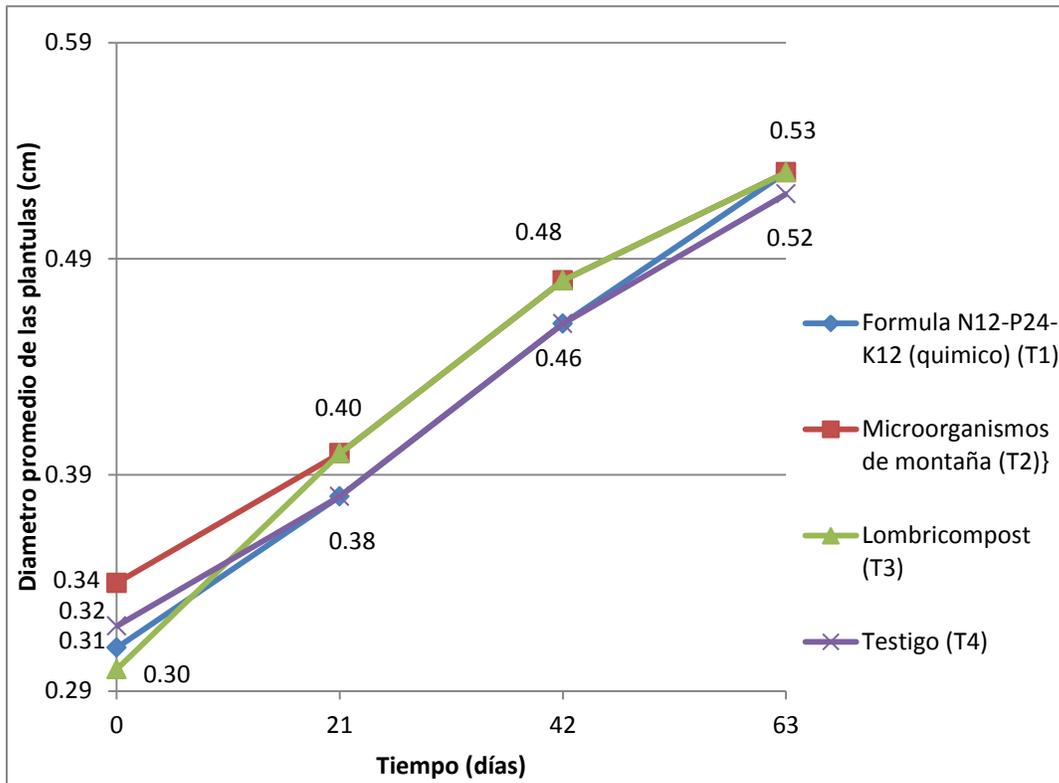


Figura 5. Comportamiento del diámetro promedio de la base de las plántulas de caoba del Atlántico con diferentes tratamientos.

En cuanto al crecimiento en diámetro los abonos orgánicos y químicos se comportaron de manera muy similar ya sus diferencias entre abonos fue de 0.01cm figura 6.

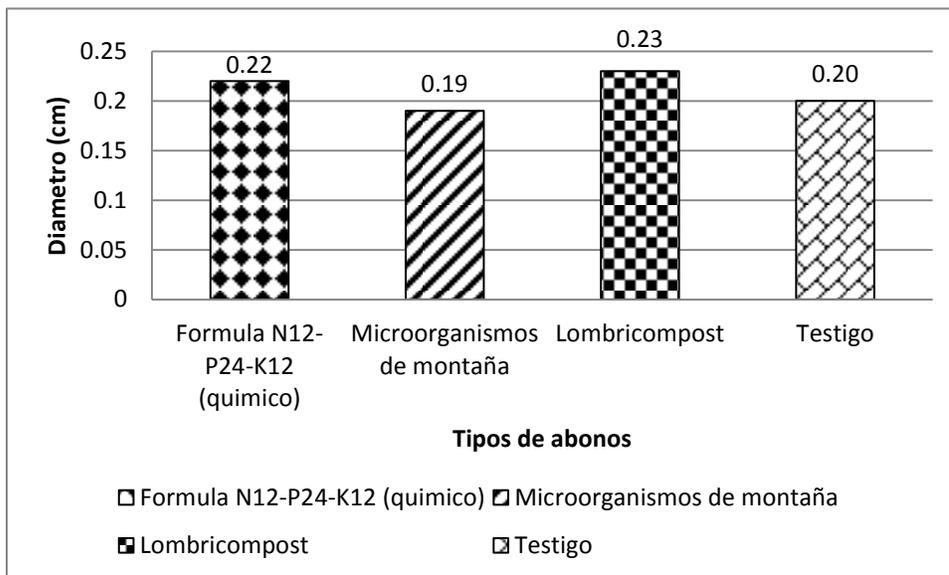


Figura 6. Crecimiento promedio del diámetro total de las plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) por cada tratamiento.

6.1.4 Prueba estadística para la variable diámetro de la base en caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).

En base al análisis estadístico se encontró que en los diferentes tratamientos: T1 Formula (N12-P24-K12), T2 microorganismos de montaña y T3 lombricompost, no influyeron en el diámetro de las plantas de caoba del Atlántico, ya que no se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos siendo 21 días ($p=0.403$), 42 días ($p=0.48$), 63 días ($p=0.53$) (Anexo 14 y 15).

Promedios con igual número de letra no son estadísticamente diferentes, lo que indica que no existió una diferencia estadísticamente significativa o comportamiento anormal de las plántulas con los tratamientos aplicados para la variable diámetro (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diferencia significativa en promedios de diámetro (cm) de la base de las plántulas de caoba del Atlántico.

TRATAMIENTO	PROMEDIO DEL DIÁMETRO EN LA BASE	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
T1	0.53	A
T2	0.53	A
T3	0.53	A
T4	0.52	A

El análisis de varianza nos indica que se rechaza la hipótesis alternativa (Ha), y se acepta la hipótesis nula (Ho), ya que no hubo diferencia significativa entre los abonos orgánicos y químicos aplicados a las plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) con tres meses de edad, las cuales no presentaron diferencia significativa en cuanto a la variable diámetro a la base de la planta.

6.1.5 Análisis de las variables altura y diámetro en la caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).

El tratamiento que se destacó en altura fue T1 formula (N12-P24-12K) con un promedio de crecimiento de 2.9 cm en 63 días, posiblemente esto se debe a que los fertilizantes químicos contienen una alta concentración y su liberación es directamente al suelo; probablemente por ello las plantas sometidas con este abono tuvieron un desarrollo en altura mayor que las sometidas con abono orgánico, aunque sus diferencia fueron mínimas, en este caso las plantas con este tratamiento presentaron un amarillento en las hojas ; sin embargo esto no afirma que la planta absorba todos los nutrientes del fertilizante ya que estos se volatilizan muy fácilmente (FAO 2002).

En cuanto a diámetro en la base, el tratamiento que obtuvo mejor respuesta fue T3 lombricompost con un incremento de diámetro de 0.22 cm en 63 días, a pesar de ser un abono orgánico se demostró que tiene una influencia aunque mínima como la de T1 formula (N12-P24-12K), se mantuvieron por encima del tratamiento T1 testigo. Se observó que las plantas abonadas con el tratamiento T3 lombricompost, fueron las que tuvieron una mejor coloración en las hojas; lo que indica que tuvieron una mejor adaptabilidad al suelo a pesar de las condiciones climáticas.

El tratamiento con resultados más bajos en altura y diámetro en la base fue el T2 microorganismos de montaña con un crecimiento de altura promedio de 1.7 cm en 63 días y con un crecimiento en diámetro promedio en la base de 0.19 cm a los 63 días esto debido a que los microorganismos de montaña son más lentos en su activación en el suelos, pero su efecto es a largo plazo y no solo en un periodo corto como el fertilizante químico, por tal razón no se destacó en ninguna de las mediciones, esto coincide con lo mencionado por (Restrepo 2010).

En cuanto a los tratamientos T4 testigo y T2 microorganismos de montaña, donde el testigo obtuvo un crecimiento en altura total promedio de 2.1cm y los microorganismos obtuvieron un crecimiento promedio en altura total de 1.7, siendo este el más bajo, esto debido a que en las plantas sometidas con microorganismos de montaña; el drenaje del exceso de agua fue mucho menor, en comparación a las demás plantas.

Se obtuvo un mayor crecimiento en altura que en diámetro, esto debido a que las plantas en sus primeros años de vida el crecimiento es mayor en altura que en diámetro; esto debe a su sistema natural de competencia buscando luz solar para su desarrollo, después de algunos años los maderables comienzan a ganar grosor en diámetro.

Debido a la edad de las plántulas estas diferencias no fueron muy notorias con los tratamientos aplicados.

VII CONCLUSIONES

Se observó que las plantas abonadas con el tratamiento T3 lombricompost, fueron las que tuvieron una mejor coloración en las hojas; lo que indica que tuvieron una mejor adaptabilidad al suelo a pesar de las condiciones climáticas.

Los microorganismos de montaña no tuvieron un efecto sobresaliente comparado con el testigo esto se debe a que los microorganismos son más lentos en su activación en el suelos, pero su efecto es a largo plazo y no solo en un periodo corto como los es el fertilizante químico.

Las condiciones climáticas tuvieron un efecto negativo en la adaptabilidad de las plántulas; ya que hubo una depresión climática en la zona experimental, lo que llevo a una rápida saturación del suelo en el lugar de la plantación, se observó un amarillamiento en las hojas.

En cuanto a altura si hubo un efecto positivo por parte de los abonos, ya que estos se mantuvieron por arriba del tratamiento testigo.

En base a los resultados obtenidos no es estadísticamente recomendable aplicar abonos en esta fase de la planta (menores a tres meses), ya que sus diferencias entre las medias fueron mínimas, para afirmar una efectividad de los abono en las plántulas.

VIII RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar este estudio en la misma zona experimental con las mismas plantas y tratamientos para evaluar la respuesta que tendrán estas plantas a mayor edad ya que los tratamientos orgánicos son más tardos en su activación microbiana en el suelo.

Es recomendable aumentar la cantidad de aditivos nutricionales para las plantas, tomando en cuenta que los abonos orgánicos no son de función corta, su aporte al suelo es por un periodo largo y muy eficiente.

Para futuras investigaciones es recomendable hacer los estudios a nivel de vivero; ya que de esta forma se controla las condiciones tales como: saturación del suelo, la efectividad de los tratamientos, ya que se concentran en una pequeña porción de tierra.

Estudiar el efecto de los abonos en plantaciones mayores a un año de adaptación en la zona, ya que su sistema radicular es mucho mayor, lo que facilita la absorción de nutrientes necesarios para su desarrollo.

Se debería estudiar este experimento en campo con productores que estén interesados con el tema, ya que de esta forma se podrá profundizar más en el tema plantaciones con abonos y confirmar los resultados obtenidos en dicha investigación.

IX BIBLIOGRAFÍA

Cabrera, C. 2003. Plantaciones forestales: oportunidades para el desarrollo sostenible (en línea). Consultado 13 mayo 2013. Disponible en: http://www.infoiarna.org.gt/media/File/publicaciones/propias/doc_tecnicos/06-Plantaciones-Forestales.pdf. 20p.

Cáceres Meléndez, DR. 2008. Productos naturales como suplemento nutricional foliar en el cultivo de frijol. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura, Honduras, Aldea Jamasquire. 60 p.

Cubero, D. y Vieira, M. 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos: ¿son compatibles con la agricultura? (en línea). Consultado 13 mayo 2013. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-III_061.pdf. 30p.

FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación, IT). Departamento de Montes. 2000. Perspectivas mundiales del suministro futuro de madera procedente de plantaciones forestales (en línea). Consultado 3 abr. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/X8423S/X8423S07.htm>.

FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación, IT). Roma. 2002. Los fertilizantes químicos y su uso (en línea). Consultado 3 abr. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>. 87p

Gómez Mendoza, L. 2008. Manual de lombricultura (en línea). Consultado 4 mayo 2013. Disponible en: <http://archivolibre.com.ar/lacocovilla/Permacultura/Huerta%20y%20arboles/Lombricultura/Manual%20de%20lombricultura.pdf>. 39 p.

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 1998. Abonos orgánicos utilizando la pulpa de café. Cartilla cafetalera, 16 p.

Larco Reyes, ES. 2004. Desarrollo y evaluación de lixiviados de compost y lombricompost para el manejo de sigatoka negra (*mycosphaerella fijiensis morelet*), en plátano. Tesis Mag. Sc.. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 89 p.

Mendiburu, F .2007. Métodos estadísticos para la investigación I (en línea). Consultado 17 mayo 2013. Disponible en: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu>

Molina, E. 2010. Microorganismos guía técnica 4 (en línea). Consultado 3 abr. 2013. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/sidia/pdf/guias/4%20Guia%20en%20produccion%20Microorganismos.pdf>. 7p.

Morales, J. 2012. Compost: ¿cómo fabricar compost? (en línea). Consultado 13 mayo 2013. Disponible en: http://articulos.infojardin.com/articulos/Hacer_compost.htm#1

Padilla Ulloa. MM. 2012. Caracterización y evaluación de productos biológicos y minerales en plántulas orgánicas de cacao (*Teobroma cacao* L.) en etapa de vivero y en un sistema agroforestal sucesional en Catacamas, Honduras. Tesis Lic. RRNN. Universidad Nacional de Agricultura. 30 p.

PROECEN. (Estudio de Crecimiento de Especies Nativas de Interés Comercial en Honduras). 2000. Caoba (*Swietenia macrophylla* G. King). Lancetilla, Honduras. 25 v.

Restrepo, J. 2010. Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra. Tegucigalpa Honduras, 319 p.

Restrepo, J. 2007. Manual práctico de Agricultura orgánica y panes de piedra. Primera edición 2009. Honduras. 316p.

Soihet, C. 2001. Bibliografía comentada cambios en la cobertura forestal de Honduras (en línea). Ed. Pugliese, P, FRA Programme. Consultado 13 mayo 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/4050-0be67d19a4554efbd920f0fbc963d5801.pdf>

Villareal, D. 2012. La historia de los fertilizantes químicos (en línea). Consultado 12 jul. 2013. Disponible en: <http://ilovemyplanet123.blogspot.com/>

X ANEXOS

Anexo 1. Aplicación de 100 ml/planta de microorganismos de montaña.



Anexo 2. Aplicación de 100 ml/planta de lombricompost.



Anexo 3. Aplicación de 50 ml/planta de fertilizante químico (N12-P24-K12).



Anexo 4. Preparación de microorganismos de montaña.

Pesado del MM Solido



Mezclando 1 galón de melaza



Mezclando la melaza con 200 litros en agua



Introduciendo los MM solidos



Sellado del barril durante 30 días



Después de 30 días de reposo listo para aplicar



Anexo 5. Preparación de lombricompost.

Abono orgánico lombricompost



Pesado del lombricompost



Diluyendo en 10 litros de agua



Mezclado de la solución



Anexo 6. Preparación de fertilizante químico (N12-P24-K12).

Pesado de fertilizante 1 libra



Depositándolo en su respectivo Recipiente



Mezclándolo con 13 litros de agua



Después de un día de reposo está listo para usar



Anexo 7. Rotulación de la parcela en bloques.



Anexo 8. Toma de datos de la altura de las plantas de caoba del Atlántico, medición con cinta métrica.



Anexo 9. Toma de datos del diámetro a la base del tallo de las plantas de caoba del Atlántico con el calibrador digital.



Anexo 10. Rotulación de la parcela.



Anexo 11. Mantenimiento de la parcela: limpieza y comaleado.



Anexo 12. Datos de las alturas tomadas en campo durante el periodo del experimento.

Altura de las plantas de caoba del Atlántico (cm)					
Tratamiento	Repetición	Altura (cm) base 0 días	Altura (cm) 21 días	Altura (cm) 42 días	Altura (cm) 63 días
T1	R1	14.88	16.23	16.90	17.42
T1	R2	16.97	17.72	18.33	18.93
T1	R3	17.00	18.18	19.00	20.02
T1	R4	19.59	21.12	22.28	23.66
T2	R1	16.46	17.10	17.50	17.93
T2	R2	15.31	15.73	16.18	16.57
T2	R3	17.42	18.11	18.61	19.16
T2	R4	21.75	22.27	22.98	23.84
T3	R1	17.40	18.07	18.69	19.30
T3	R2	15.61	17.28	18.12	18.95
T3	R3	21.47	22.13	22.92	23.65
T3	R4	18.98	19.45	20.02	20.52
T4	R1	16.49	16.78	17.21	17.53
T4	R2	17.60	18.30	19.04	19.60
T4	R3	16.11	16.36	17.20	17.48
T4	R4	17.59	19.61	20.90	21.47

Anexo 13. ANAVA para la variable altura (cm).

Información generada con apoyo de M.Sc. José Trinidad Reyes.

Altura a los 21 días

F.V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
TRAT	3	4.466	1.489	0.55	0.6581 ns
REP	3	32.494	10.831	0.03	0.0451
ERROR	9	24.176	2.686		
TOTAL	15	61.137			
R²	CV	Root MSE	ALTURA MEDIA		
0.605	8.906	1.639	18.403		

Promedio altura a los 21 días

TRATAMIENTO	ALTURA PROMEDIO	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
T3	19.23	A
T1	18.31	A
T2	18.30	A
T4	17.76	A

Altura a los 42 días

F.V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
TRAT	3	4.174	1.391	0.49	0.6972 ns
REP	3	39.245	13.082	4.62	0.0321
ERROR	9	25.506	2.834		
TOTAL	15	68.924			
R²	CV	Root MSE	ALTURA MEDIA		
0.630	8.806	1.683	19.118		

Promedio altura a los 42 días

TRATAMIENTO	ALTURA PROMEDIO	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
T3	19.9	a
T1	19.1	a
T2	18.8	a
T4	18.6	a

Altura a los 63 días

F.V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
TRAT	3	5.883	1.961	0.59	0.6389 ns
REP	3	45.693	15.231	0.59	0.033
ERROR	9	30.095	3.344		
TOTAL	15	81.671			
R ²	CV	Root MSE	ALTURA MEDIA		
0.632	9.258	1.829	19.752		

Promedio altura a los 63 días

TRATAMIENTO	ALTURA PROMEDIO	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
T3	20.6	a
T1	20.0	a
T2	19.4	a
T4	19.0	a

Anexo 14. Datos del diámetro tomados en campo durante el periodo del experimento.

Diámetro de las plantas de caoba del Atlántico (cm)					
Tratamiento	Repetición	Diámetro (cm) base 0 días	Diámetro (cm) 21 días	Diámetro (cm) 42 días	Diámetro (cm) 63 días
T1	R1	0.30	0.34	0.40	0.45
T1	R2	0.32	0.39	0.46	0.58
T1	R3	0.31	0.40	0.47	0.53
T1	R4	0.33	0.41	0.50	0.57
T2	R1	0.33	0.39	0.47	0.52
T2	R2	0.32	0.38	0.44	0.49
T2	R3	0.33	0.39	0.46	0.54
T2	R4	0.38	0.44	0.53	0.56
T3	R1	0.35	0.41	0.51	0.57
T3	R2	0.30	0.39	0.46	0.51
T3	R3	0.36	0.43	0.50	0.55
T3	R4	0.22	0.38	0.43	0.48
T4	R1	0.33	0.38	0.45	0.51
T4	R2	0.34	0.41	0.51	0.57
T4	R3	0.32	0.35	0.41	0.45
T4	R4	0.30	0.40	0.45	0.53

Anexo 15. ANAVA para la variable diámetro (cm).

Información generada con apoyo de M.Sc. José Trinidad Reyes.

Diámetro en la base a los 21 días

F.V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
TRAT	3	0.001	0.0004	0.45	0.7248 ns
REP	3	0.002	0.001	0.64	0.61
ERROR	9	0.007	0.001		
TOTAL	15	0.010			
R²	CV	Root MSE	ALTURA MEDIA		
0.266	7.173	0.028	0.393		

Promedio diámetro en la base a los 21 días

TRATAMIENTO	PROMEDIO DEL DIÁMETRO EN LA BASE	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
T3	0.403	A
T2	0.400	A
T4	0.385	A
T1	0.385	A

Diámetro en la base a los 42 días

F.V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
TRAT	3	0.0014	0.0005	0.24	0.8688 ns
REP	3	0.0010	0.0003	0.16	0.9196
ERROR	9	0.0180	0.0020		
TOTAL	15	0.0204			
R²	CV	Root MSE	ALTURA MEDIA		
0.117	9.606	0.045	0.466		

Promedio diámetro en la base a los 42 días

TRATAMIENTO	PROMEDIO DEL DIÁMETRO EN LA BASE	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
T3	0.48	A
T2	0.48	A
T1	0.46	A
T4	0.46	A

Diámetro en la base a los 63 días

F.V	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
TRAT	3	0.0007	0.0002	0.08	0.9666 ns
REP	3	0.0019	0.0006	0.24	0.8684
ERROR	9	0.0237	0.0026		
TOTAL	15	0.0262			
R²	CV	Root MSE	ALTURA MEDIA		
0.097	9.754	0.051	0.526		

Promedio diámetro en la base a los 63 días

TRATAMIENTO	PROMEDIO DEL DIÁMETRO EN LA BASE	DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
T1	0.53	a
T2	0.53	a
T3	0.53	a
T4	0.52	a