

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN
SOBRE *Swietenia macrophylla* DE TRES MESES DE EDAD, CAMPUS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, HONDURAS**

POR:

SINDY ROSARIO COLINDRES LÓPEZ

TESIS

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

LICENCIADA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE 2013

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN
SOBRE *Swietenia macrophylla* DE TRES MESES DE EDAD, CAMPUS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA, HONDURAS**

POR:

SINDY ROSARIO COLINDRES LÓPEZ

GERARDO JAIR LAGOS HERNÁNDEZ, M. Sc.

Asesor Principal, U.N.A.

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

LICENCIADA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A

DICIEMBRE 2013

DEDICATORIA

A **Dios todo poderoso** por ser guía constante, administrador de mi vida, y conductor de nuestros destinos.

A mi madre **Ela Argentina** por los consejos constantes que me daba, por apoyarme siempre con mi hija para poder lograr mi objetivo, la constancia y esfuerzos se ha esmerado por que sea una persona de bien además de su permanente ayuda espiritual y moral.

A mi hija **Aylin Daniela** por existir en mi vida y ser el motivo más importante para hacer realizar mis objetivos a pesar de no estar a su lado siento el gran amor, a pesar de todas las dificultades siempre ha estado en mi mente y mi corazón.

A mis hermanos **Ela Yanori** y **Ramón Antonio** por estar siempre cuando más los necesitaba han estado presente, quienes soportan mi carácter y mal humor (muchas veces con fundamento), por sus múltiples ayudas prestadas durante mis estudios, a los que espero sirva de ejemplo para que tengan perseverancia, dedicación, madurez en la vida, continúen por buen camino y logren concluir sus estudios exitosamente.

A mí cuñado **Néstor Juárez** por toda la ayuda y consejos, al estar siempre dispuesto a ayudarme y apoyarme.

A mis sobrinos **Javier Juárez** y **Santiago Juárez** por ser personas muy exclusivas en mi vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fortaleza y la constancia en los momentos difíciles para salir siempre adelante,

A mi madre **Ela Argentina** por todo su apoyo, cariño, estímulos y preocupaciones constantes para conmigo, así como por su permanente inculcación a la superación.

A mis hermanos **Ela Yanori** y **Ramón Antonio** por los constantes consejos, por su comprensión continua y sus ayudas más eventuales.

A mi hija y sobrinos **Aylin colindres, Javier Juárez, Santiago Juárez** por ser personas muy esenciales en mi vida ya que sin su cariño y amor no hubiera tenido motivación para seguir adelante.

A mi cuñado **Néstor Juárez** por brindarme su ayuda cuando más la necesitaba, sus motivaciones me sirvieron de mucho para seguir adelante gracias.

A **Sonia Carranza** por ser una de mis compañeras y amiga tan especial, estar siempre en momentos difíciles a pesar de nuestras indiferencias siempre estabas cuando más te necesitaba, tus consejos constantes eso me sirvió de mucho a seguir adelante gracias amiga te quiero mucho.

A mis compañeras y amigas **Larissa Molina, Mayessi Zagastizado, Jeaneth Figueroa, Kalinoski Cortez, Heriberto Ochoa, Edmundo Corea, Mariela López** por ser personas que en momentos más difíciles estaban ahí para darme de su apoyo moral y emocional, gracias por brindarme de su ayuda.

Anni molina por ser una de las personas súper especiales en la universidad por estar ahí a pesar de todas las dificultades que tuvimos pero siempre teníamos presente lo mucho que nos queríamos y gracias por todos los momentos agradables que pasamos con tu familia son súper especiales.

A mis amigos olanchanos **Angie cruz, Susy Mendosa, Tesla Mendosa, Venus Mejía, Cleopatra Mejía, Gerardo Moya Adrián Chaves** gracias por ser parte de este recorrido en mi carrera y por brindarme su apoyo incondicional siempre y darme la confianza para entrar en sus hogares también por su colaboración en la realización de este trabajo, los momentos agradables que pasamos nunca los olvidare.

Angie cruz por permitirme en tu hogar brindar mucha atención, consejos, regaños y hacer que la pasáramos tan bien y lo más importante compartir ese cariño y amor tan sincero que tiene tu familia tu abuela tan especial y linda esos sobrinos que me hicieron sentir tan bien tu hijo que con sus cualidades robo un pedacito de mi corazón siempre los recordare fueron súper especiales con migo muchas gracias.

A tres amiguitas que conocí en la universidad **Frasis Lobo, Carolina Hernández Ingris Castillo** personas que a final de mi recorrido en mi universidad me las encontré y que a pesar del poco tiempo que las conozco les tome un gran aprecio y cariño gracias por los momentos agradables que me hicieron pasar y por la ayuda que me brindaron gracias.

A mis amigos y asesores **Javier Luna, Gerardo lagos y Carlos Ulloa** por ser personas muy especiales y comprensivas que brindaron de su ayuda y su conocimiento muchas gracias.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACION.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
CONTENIDO.....	v
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
I INTRODUCCIÓN.....	1
II OBJETIVOS.....	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos.....	3
III HIPÓTESIS.....	4
IV REVISIÓN DE LITERATURA.....	32
4.1 Origen y distribución.....	32
4.3 Taxonomía.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4 Descripción botánica.....	34
4.4.1 Condiciones agroecológicas del cultivo.....	34
4.4.2 Altitud.....	34
4.4.3 Precipitación.....	35
4.4.4 Suelo.....	35
4.4.5 Luz.....	35
4.4.6 Crecimiento.....	36
4.4.7 Floración.....	36
4.4.8 Fructificación.....	36
4.4.9 Propagación.....	37
4.5 Recolección de frutos.....	37
4.6 Plagas y enfermedades.....	37
4.7 Fertilización.....	38

4.8 Usos e importancia económica	41
4.9 Características de la madera	42
V METODOLOGÍA	43
5.1 Descripción del área de estudio.....	43
5.2 Materiales y equipo	44
5.3 Método	44
5.4 Establecimiento de plantación de caoba del Atlántico	45
5.5 Aplicación de los abonos químicos y orgánicos	45
5.7 Variables de respuesta	47
5.8 Análisis de la información	48
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
6.1 Efecto de la fertilización química y orgánica en la altura promedio	49
6.2 Efecto de la fertilización sobre el diámetro a nivel de la base de la planta de <i>Swietenia macrophylla</i>	51
6.3 Efecto de la fertilización sobre el incremento del número de folíolos promedio en plantas de <i>Swietenia macrophylla</i>	53
6.4 Análisis de varianza para las variables medidas en plántulas de <i>Swietenia macrophylla</i> de tres meses de edad	54
6.5 Comparación de los resultados de la fertilización orgánica y química aplicada a las plántulas de <i>Swietenia macrophylla</i>	56
VII CONCLUSIONES.....	57
VIII RECOMENDACIONES	58
IX BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS.....	62

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Los siguientes son ejemplos de materiales a usar en la preparación de Bokashi Tradicional. Más adelante se presentan algunos ejemplos de materiales usados actualmente en la zona tropical húmeda para la elaboración de Bokashi.....	40
Cuadro 2 Promedios de altura, diámetro en la base y número de folíolos en plantas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>) a los 44 días de plantación.....	56

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de la investigación, campus Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas. -----	43
Figura 2. Altura promedio de plántulas bajo tratamientos aplicados en caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>). -----	49
Figura 3. Diámetro promedio de plántulas bajo tratamientos aplicados en caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>). -----	51
Figura 4. Numero de foliolos promedio de plántulas bajo tratamientos aplicados en caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>). -----	53

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo 1. Fertilización orgánica con bokashi en plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	63
Anexo 2. Fertilización orgánica con gallinaza en plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	63
Anexo 3. Fertilización química con fórmula 18N-46P-0K en plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	64
Anexo 4. Medición de altura total en plantas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	64
Anexo 5. Medición del diámetro en la base de la planta en caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	65
Anexo 6. Medición del número de folíolos en plantas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	65
Anexo 7 trabajo de limpieza que se llevó a cabo en la plantación durante el estudio realizado con la ayuda de los muchachos de primer año.....	66
Anexo 8. Altura promedio de las plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>) a 7 días de plantación sin tratamientos (línea base), y a los 22 y 44 días con tratamientos. 67	67
Anexo 9. Altura promedio total de las plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>) a 44 días de plantación.	67
Anexo 10. Diámetro promedio de las plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>) a 7 días de plantación sin tratamientos (línea base), y a los 22 y 44 días con tratamientos.	68
Anexo 11. Diámetro en la base de la planta promedio total en caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>) a 44 días de plantación.	68
Anexo 12. Número de folíolos promedio de las plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>) a 7 días de plantación sin tratamientos (línea base), y a los 22 y 44 días de plantación.	69
Anexo 13. Número de folíolos promedio total de las plantas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>) a 44 días de plantación.	69
Anexo 14. Variable dependiente de la altura en plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	70
Anexo 15. Variable dependiente del diámetro en plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	71
Anexo 16. Variable dependiente foliolos de las plántulas de caoba del Atlántico (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	73

Colindres López, SR. 2013. Evaluación del efecto de la fertilización sobre *Swietenia macrophylla* de tres meses de edad, campus Universidad Nacional de Agricultura, Honduras, C.A. 59 p

RESUMEN

El presente estudio consistió en evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica sobre caoba del atlántico (*Swietenia Macrophylla*) de tres meses de edad, realizado en el campus de la Universidad Nacional de Agricultura, en Catacamas, Olancho, Honduras en el periodo comprendido de julio a octubre del 2013. El experimento se estableció en un lote de 1,200 m², la siembra se realizó considerando el método tres bolillos, en el cual las plantas se ubicaron a una distancia de 3 m entre si. La fertilización (tratamiento) se realizó cada mes, es decir un total de 3 fertilizaciones, los fertilizantes, químico y orgánicos fueron aplicados directamente al suelo a 20 cm del tallo de la planta y en forma de media luna, los tratamientos que se sometieron al estudio fueron Bocashi - Tratamiento 1: Este consistió en la aplicación de 200 g (granulado), Gallinaza – Tratamiento 2: Se aplicaron 300 g. (granulado), Químico (Formula 18N – 46P – 0R) – Tratamiento 3: que contiene en 100 libras, 18 libras de nitrógeno y 46 libras de fosforo se aplicaron 100 gramos, Testigo absoluto – Tratamiento 4: Este tratamiento consistió en la no aplicación de ningún tipo de abono, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones para cada tratamiento; de los cuales se tomaron 5 plantas para valorar en los siguientes indicadores: altura de la planta, diámetro del tallo en la parte basal y número de hojas a los 22 y 44 días de plantación. Se realizó un análisis de varianza (ANAVA) para la determinación de la diferencia significativa entre los tratamientos. El análisis de varianza efectuado para la altura de planta, el diámetro del tallo y el número de hojas a los 22 y 44 días de plantación, mostró la existencia de diferencias significativas entre tratamientos $\alpha < 0.05$, estos resultados permiten aceptar la Hipótesis alternativa “La fertilización orgánica y química en plántulas de *Swietenia macrophylla* de tres meses de edad influye en las variables diámetro a nivel del suelo, crecimiento en altura y número de hojas; por lo que, existirá diferencias entre las medias de dichas variables en cada tratamiento aplicado” lo que permite concluir que la fertilización con bocashi y formula 18N – 46R – 0K incremento el crecimiento en cuanto a la altura de planta, diámetro a nivel de base y número de hojas 44 días después de la plantación de caoba (*Swietenia macrophylla*).

Palabras clave: Plantación forestal, fertilización en *Swietenia macrophylla*, caoba del Atlántico, Bocashi, gallinaza, fertilización química 18N-46P-0K, crecimiento, altura de plántulas, diámetro de plántulas, ANAVA.

I INTRODUCCIÓN

La caoba, cuyo nombre científico es *Swietenia macrophylla* es una de las especies maderables de mayor importancia económica dentro del mercado y una de las más codiciadas en el campo de la ebanistería, se adapta a los suelos hondureños por ser estos de vocación forestal. Esta especie se encuentra en diferentes regiones del país, en donde hay buenas condiciones agroecológicas para su eficiente desarrollo.

Dentro del contexto de la agricultura moderna, existen dos aspectos que están tomando mucha importancia, estos son: La forestación/reforestación y la obtención de productos limpios por medio de la agricultura orgánica, esto disminuye la dependencia de productos sintéticos dentro de las plantaciones dando más importancia al uso de los abonos orgánicos que cada vez más se están utilizando en cultivos de importancia económica, esto constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de la capacidad productiva de los suelos degradados.

En Honduras son muy pocas las áreas en donde se encuentra esta especie como cultivo, en la mayoría de los casos las maderas que se aprovechan provienen de plantaciones naturales ubicadas en las zonas más boscosas del país, las pocas áreas que son destinadas para su aprovechamiento como cultivo puro; en Honduras generalmente no se le ha dado mucho énfasis a la fertilización química, por lo que no se tiene mucha experiencia respecto a ello.

Lo que se pretende con esta investigación es plantar una parcela de plantas de caoba, utilizando el sistema de tres bolillos para su siembra y evaluar distintos abonos orgánicos, un fertilizante químico suministrado a la plantación, así poder comparar el efecto y la importancia que tiene la fertilización en dicho cultivo, de esta manera poder definir si los abonos orgánicos tienen el mismo efecto que el químico en cuanto al desarrollo de las plantas.

II OBJETIVOS

2.1 General

- **Analizar** el efecto de la fertilización química y orgánica en una plantación de *Swietenia macrophylla* de tres meses de edad, establecida en el campus de la Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Honduras, **para comparar los rendimientos.**

2.2 Específicos

- Determinar diferencias en el incremento de diámetro a nivel de la base, altura total y número de folíolos en plántulas de *Swietenia macrophylla*.
- Identificar el tratamiento que represente diferencia significativa en las variables medidas diámetro en la base del tallo, altura total y número de folíolos en las plántulas de *Swietenia macrophylla* de tres meses de edad.
- Comparar resultados de la fertilización orgánica y química aplicada a las plántulas de *Swietenia macrophylla*.

III HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis Nula (H₀)

La fertilización orgánica y química en plántulas de *Swietenia macrophylla* de tres meses de edad, no influye en las variables diámetro a nivel de la base, crecimiento en altura y número de folíolos; por lo tanto, no existirá diferencias entre las medias de dichas variables en cada tratamiento aplicado.

3.2 Hipótesis Alternativa (H_a)

La fertilización orgánica y química en plántulas de *Swietenia macrophylla* de tres meses de edad influye en las variables diámetro a nivel de la base, crecimiento en altura y número de folíolos; por lo que, existirá diferencias entre las medias de dichas variables en cada tratamiento aplicado.

IV REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Origen y distribución

La caoba (*Swietenia macrophylla*) crece de manera natural desde la latitud 23° N. hasta un poco más debajo de la latitud 18° S en el Neotrópico. Es nativa México en América del Norte y Belice, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá en la América Central. En América del Sur, es nativa a Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia (Cozzo 1976).

Según Patiño (2002) es una de las especies forestales más importantes en México y América Central; desde el último siglo hasta hoy, las caobas, como se conocen comúnmente, han sido una de las especies de alto valor económico para el desarrollo de la industria forestal de América Latina. Abarcan el territorio neotropical desde México a Brasil y Argentina pasando por América Central y las islas del Caribe.

Lo anterior coincide con Lamb (1966) quien indica que es originaria de las regiones tropicales de América. Es una especie primaria, medianamente heliófila, se regenera en campos abandonados aún bajo sombra y se puede encontrar en bosque de encino, bosque de galería, bosque tropical caducifolio, bosque tropical perennifolio, bosque tropical sub-caducifolio, bosque tropical sub-perennifolio. Crece en asociación con muchas especies en un bosque siempre verde de especies frondosas como *Brosimum alicastrum*, *Cedrela odorata*, *Manilkara zapota*, *Tabebuia rosea*, *Ceiba pentandra*, *Bursera simaruba*, *Spondias mombin*, etc.

4.2 Características de la familia meliáceas

Es una familia ampliamente distribuida en los trópicos y subtrópicos, con algunos representantes en las zonas templadas. Ocupa gran variedad de hábitats, que van desde bosques lluviosos hasta áreas semidesérticas. La familia Meliaceae está representada por 51 géneros con aproximadamente 575 especies. En el Neotrópico se reportan 120 especies ubicadas en 14 géneros, de los cuales sólo ocho son identificados como nativos de la región neotropical: *Cabralea*, *Carapa*, *Cedrela*, *Guarea*, *Ruagea*, *Schmardea*, *Swietenia* y *Trichilia*. El género tipo es

La caoba se sitúa entre las doce maderas superiores para los muebles en el mundo. Debido al inmenso tamaño del árbol está fácilmente disponible en anchuras, espesores y longitudes grandes. Su color cálido y vivo y textura suave, se tiñe y pule a un lustre natural hermoso, forman la primera opción para paneles de madera de grado arquitectónico e interiores. Popular en los años 50, la caoba está haciendo una reaparición debido a una nueva atracción a las maderas "rojas". Buitrón *et al* (2001)

El género *Swietenia* fue establecido por Nikolaus Joseph Jacquin en 1760, con el tipo *Swietenia mahagoni*, Jacquin dio nombre a este género en honor del famoso naturalista barón Gerarld L. B. Swieten (Pennington, 1968). La familia Meliácea está presente en África, América y Asia, incluyendo más de 50 géneros con más de 1,000 especies (Quevedo 1986).

El género *Swietenia* cuenta con tres especies: 1. *Swietenia humilis* Zucc. 2. *Swietenia macrophylla* King 3. *Swietenia mahagoni* Jacq.

S. humilis: Su distribución es una estrecha faja a lo largo de la costa del Océano Pacífico, desde Sinaloa, México, con una masa aislada en el este de Guatemala, hasta Punta Arenas en Costa Rica (Salas 1993).

S. macrophylla: Su distribución va desde México a Brasil, siguiendo la Costa del océano Atlántico y está presente en América Central desde Belice a Panamá (Figueroa, 1994).

S. mahagoni: Es nativa desde el sur de Florida hasta las Bahamas, Cuba, Jamaica y la República Dominicana; la especie ha sido introducida en Puerto Rico e Islas Vírgenes (Francis, 1991).

4.3 Descripción botánica

Es un árbol de gran tamaño, a menudo alcanzando más de 50 m de altura y 1.5 m de diámetro en el tronco. Las hojas de color verde oscuro son pinadas compuestas y el fuste se ve cubierto de una corteza áspera y de color gris pardo, con un grosor de 1 a 1.5 cm, el duramen de un color pardo rojizo claro, que se añeja un color pardo dorado, tiene una textura uniforme y una figura atractiva (Itto 2003).

Sin embargo Lamprecht, 1990 la describe como un árbol caducifolio con copa de forma de corona, que con frecuencia alcanza hasta 50 m de alto y diámetros de 2.5 m. La longevidad precisa de la caoba es desconocida, aunque árboles individuales pueden aparentemente vivir por algunas centurias. Tiene fuste recto y neiloide o casi cilíndrico, sin ramas hasta aproximadamente los 25 m. ramas jóvenes glabras, finamente lenticeladas.

4.3.1 Condiciones agroecológicas del cultivo

4.3.2 Altitud

El hábitat natural de la *Swietenia macrophylla* es el bosque tropical y subtropical a altitudes de 50 a 500 msnm pudiendo llegar hasta los 1400 msnm (Revelo y Palacio) *et al* 2005).

4.3.3 Precipitación

La zona de vida está limitada por una temperatura anual promedio de 24 °C o más, una precipitación anual promedio de 1,000 a 2,000 mm y una relación de evapotranspiración potencial de entre 1.00 y 2.00. Bajo ciertas circunstancias ecológicas, la caoba se extiende hacia la zona de vida tropical húmeda, la cual está limitada por una temperatura anual promedio de 24 °C o más, una precipitación anual promedio de entre 2000 y 4000 mm y una relación de evapotranspiración potencial de entre 0.50 y 1.00 (Pennington y Sarukzu *et al.* 1968).

4.3.4 Suelo

Dentro de su área de distribución natural, crece en suelos aluviales de origen mixto, en suelos volcánicos y en suelos derivados de piedra caliza, granito, andesita y otras rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas (Lamb, 1966).

En Honduras, se le ha plantado con éxito en todas las texturas de suelo desde las arenas hasta la arcilla densa y ha mostrado resultados satisfactorios en áreas pobremente drenadas en donde otras especies han fracasado. Los mejores resultados para esta especie en Honduras se obtuvieron cuando se le plantó en margas aluviales bien drenadas (Benitez 1988).

No tolera las inundaciones y bajo esta situación presenta crecimiento lento. Se desarrolla mejor en climas húmedos que en secos, es susceptible al fuego, a las heladas y es muy sensibles a la sequía (IRENA 1992).

4.3.5 Luz

Es clasificada como una especie intolerante, no puede sobrevivir en la sombra densa, en la luz débil, bajo un dosel forestal denso, las plántulas que germinan generalmente no sobreviven por más de unos pocos meses. El crecimiento más rápido se alcanza bajo una luz

solar plena con protección lateral, las plántulas responden de manera rápida a la liberación de la vegetación terrestre baja y el dosel superior. Esta especie es beneficiada por los claros, puede sobrevivir por algún tiempo bajo la sombra, pero responde positivamente a la entrada de mayor cantidad de luz, a la sombra solamente los individuos jóvenes (Lamb 1966).

4.3.6 Crecimiento

La caoba puede crecer hasta 2 m por año en sitios fértiles, y con abonamiento de 50 gr de fertilizante por año, se pueden obtener hasta 12 metros de altura a los 6 años (Combe y Gewald *et al.* 1979).

4.3.7 Floración

El género *Swietenia* es monoico, con flores estructuralmente perfectas pero funcionalmente imperfectas, los árboles producen tanto flores funcionalmente estaminadas como funcionalmente pistiladas, usualmente en inflorescencia separadas, florece en julio y agosto (Navarro 1999).

Según (Rzendowski, J. 1981) Las agrupaciones florales (panículas), de 10 a 15 cm o más de largo, se forman en la caoba hondureña en la base de las nuevas hojas. Las agrupaciones presentan flores pequeñas, con un pedúnculo corto, fragantes y de un color amarillo verdusco de casi 1 cm de diámetro. Las flores contienen 5 pétalos, 10 estambres minúsculos de color pardo y un pistilo con un ovario de 5 células. Unas pocas flores tienen cuatro partes o en múltiplos de cuatro.

4.3.8 Fructificación

Produce unas cápsulas grandes en forma oval o de pera (de aproximadamente 9 y 15 cm de largo en su parte más ancha), estas aparecen en pedúnculos largos y robustos, la cápsula frutal

está compuesta de una placenta leñosa dividida en cinco lóculos, cada uno de los cuales contiene de 10 a 16 semillas aladas y dispuestas de manera simétrica en dos hileras (Juarez 1988).

4.3.9 Propagación

Reproducción asexual por semilla en siembra directa o regeneración natural. Las plántulas y los individuos juveniles de este árbol llegan a estar bien representados con la apertura de claros.

Se puede propagar de manera vegetativa por medio de estacas en el vivero. Un bajo porcentaje de estacas leñosas se arraigan en el suelo húmedo sin tratamientos alguno, los brinzales y los árboles en etapa de poste y los árboles pequeños y de tamaño aserrable rebrotaran al ser cortados (Juarez 1988).

4.4 Recolección de frutos

La recolección de los frutos se hace directamente de los árboles antes de que abran; se secan al sol y se limpian a mano, los frutos de mayor peso y tamaño contienen las mejores semillas, por lo que son estos tipos de frutos los que tienen que recolectarse y así garantizar la mayor cantidad de semillas capaces de germinar, siendo las semillas más pesadas de mejor calidad. No presenta latencia y tiene un periodo de viabilidad de 120 días. Esta especie tiene un potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva, se ha introducido con éxito en varios países tropicales (Navarro 1999).

4.6 Plagas y enfermedades

La madera de los árboles que crecen en las regiones de clima más bien seco es más valiosa, es tolerante a la exposición constante al viento, suelos con mal drenaje, pero no soporta encharcamientos. Sus desventajas es que es intolerante al fuego (plántulas e individuos

adultos), es susceptible a daños por ramoneo, por insectos principalmente en las hojas y sobre todo al ataque del barrenador que ataca la yema apical causando la pérdida de la forma y la bifurcación del árbol, lo cual puede corregirse mediante la poda. El barrenador de las meliaceas, *Hypsipyla grandella* (Lep. Pyralidae) es una de las plagas forestales más severas conocidas en el trópico. El principal daño es causado por la larva que destruye el retoño terminal principal, barrenando en las juntas y haciendo túneles en los tallos jóvenes. Los rebrotes de las plantas afectados por repetidos ataques del insecto, dan como resultado numerosas ramas laterales y, consecuentemente, árboles mal formados, indeseables para la producción de madera (Salas 1993)

4.7 Fertilización

Fierros *et al.* (1999) recomiendan para caoba la fertilización 15 a 30 días después de la plantación; las dosis varían de 100 a 150 g por árbol, las fórmulas más utilizadas de fertilizantes son las 17-17-17,10-28-6, 5-30-10, 10-30-10 y 5-30-6.

Pennington, y Sarukan *et al* (1998) coincide que la época de fertilización debe realizarse de 15 a 30 días después de la plantación, y posterior a los deshierbes, recomendando dosis que varían de 100 a 150 gramos de N-P-K, por planta.

Sin embargo Cervantes *et al* (1998). Apuntan que la fertilización de la caoba en campo tiene el objetivo de promover el rápido crecimiento y aumentar la vigorosidad de las plantas para garantizar su establecimiento. Las fertilizaciones se recomiendan:

- ✓ Al momento de la siembra se debe realizar una fertilización con abono granular completo y super fosfato mezclado con materia orgánica (aproximadamente 2 onzas de cada uno).
- ✓ A los dos meses una fertilización selectiva, es decir, a las plantas con menor vigor y crecimiento. Se debe aplicar abono granular completo más sulfato de amonio

(aproximadamente 2 onzas de cada uno). de ser necesario, en el segundo año, se realizará una tercera fertilización selectiva, similar a la segunda.

4.8 Procedimiento para el Tratamiento Utilizado “Gallinaza y Bocashi”

La Gallinaza esta principalmente formada por estiércol de gallina. Sin embargo, el simple estiércol de gallina no es gallinaza, primero es necesario procesarlo. La producción de la gallinaza es una vía no contaminante de deshacerse de los excrementos de las aves dentro de los mismos sitios de producción, lo cual es uno de los principales problemas sanitarios que confronta hoy en día la industria avícola.

El estiércol de gallina debe ser primeramente fermentado para reducir la cantidad de microorganismos como bacterias, que en alta concentración puede ser nocivo. A su vez, en este proceso de fermentación las bacterias ayudan a transformar y liberar los compuestos químicos del estiércol y reducir la concentración de amoníaco y otros elementos que pueden resultar nocivos.

El Bocashi es una técnica usada por agricultores japoneses hace muchos años, Tradicional posee algunas características que permiten diferenciarlo fácilmente:

- El uso de altos volúmenes de suelo de bosque o montaña (suelo que contiene microorganismos benéficos, y a la vez no contiene patógenos).
- El uso de materia orgánica de alta calidad, como semolina de arroz, gallinaza y torta de soya.
- El proceso se realiza solo bajo condiciones principalmente aeróbicas.

Hay una diversidad de recetas de Bocashi Tradicional, porque cada agricultor lo prepara a su manera.

Materiales a usar en la preparación del Bocashi tradicional

Los siguientes son ejemplos de materiales a usar en la preparación de Bocashi Tradicional. Más adelante se presentan algunos ejemplos de materiales usados actualmente en la zona tropical húmeda para la elaboración de Bocashi.

Cuadro 1. Preparación de Bocashi Tradicional.

Ejemplo n°1:
Suelo del bosque 300 kg
Gallinaza 60 kg
Torta de soya 20 kg
Semolina de arroz 20 kg
Roca fosfórica 15 kg
Carbón de granza de arroz 40 kg
Ejemplo n°2:
Suelo del bosque 2 sacos
Semolina de arroz 1 saco
Carbón molido 1 saco
Granza de arroz 1 saco
Gallinaza 1 saco

Algunos productores agregan levaduras comerciales que se encuentran en el supermercado. Otros agregan diferentes materiales como leche pasado, yoghurt y otros fermentadores como los sedimentos de fermentación alcohólica.

Preparación del Bocashi Tradicional. El proceso de preparación del Bocashi Tradicional es bastante sencillo, pero se debe tener cuidado de seguir las indicaciones para evitar que el proceso fracase. A continuación se presenta una secuencia a seguir para la preparación de Bocashi Tradicional.

En un lugar bajo techo, coloque los materiales en capas uno sobre el otro, hasta formar un montículo.

Agregue agua para humedecer hasta alcanzar entre 30 – 40% de humedad y mezcle los materiales. Revise el contenido de agua; no debe haber exceso de humedad. Para verificar, comprima un puñado de la mezcla en la mano; esta debe quedar como una unidad sin desmoronarse y sin que gotee líquido. Sin embargo, al tocar el puñado con el dedo, debe desmoronarse fácilmente.

Cubra la mezcla con bolsas, sacos, paja, etc. Esto tiene la finalidad de mantener la temperatura, una vez preparado el Bocashi, es necesario seguir controlando el proceso, lo primero a tener en cuenta, si no hay exceso de humedad, es que en condiciones aeróbicas la mezcla se fermenta muy rápido y la temperatura aumenta en cuestión de horas, por lo cual podría sobre calentarse. La temperatura se debe mantener entre 35°C – 50°C.

Para medir esto, se puede usar un termómetro normal o introducir un machete a la pila; si es posible mantener la hoja de metal entre las manos, la temperatura es adecuada. Si la temperatura sobrepasa los 50°C, se debe mezclar bien la pila para reducir la temperatura y oxigenar la mezcla. Si la temperatura todavía se mantiene alta, trate de extender la pila para reducir la altura y conseguir con esto la reducción de la temperatura.

El proceso de fermentación dura entre 7 – 30 días, dependiendo de los materiales que se utilicen y de la temperatura ambiente. El Bocashi está listo para ser utilizado cuando libera un olor dulce fermentado y aparecen hongos blancos en su superficie. Si la pila libera un olor a podrido, el proceso ha fracasado. El “bocashi” se debe utilizar lo antes posible luego de su elaboración. Si es necesario almacenarlo, dispérselo sobre un piso de cemento, séquelo bien bajo la sombra y luego colóquelo en una bolsa plástica.

4.9 Usos e importancia económica

Tiene potencial para usarse en cultivos y callejones forrajeros de estratos múltiples y barbechos mejorados, es común encontrarla en los huertos familiares mayas (Estado de Yucatán) y se le utiliza para dar sombra en los cafetales, algunas veces se planta en asociación con *Tectona grandis* o *Tabebuia pentaphylla* o con el sistema “Taungya. Cuando se siembra debe mantenerse muy húmedo y protegido contra el sol en los primeros dos o tres meses, en

terrenos totalmente descubiertos sufren por falta de humedad, necesitando plantas protectoras, esta especie soporta podas sanitarias Burgos (2004).

4.10 Características de la madera

La facilidad de trabajo, belleza y durabilidad natural de la madera de caoba, ha hecho de esta especie, la más importante fuente de materia prima para la elaboración de muebles a nivel mundial. La madera de caoba sirve para elaboración de láminas para chapas decorativas, muebles de alta calidad, ebanistería interior, pianos, modelaje industrial, bloques de grabado, instrumentos musicales, interiores de barcos, tallas, esculturas.

V METODOLOGÍA

5.1 Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en el campus de la Universidad Nacional de Agricultura, en una plantación de caoba del Atlántico de la universidad nacional de agricultura (*Swietenia macrophylla*) de tres meses de edad, ubicada contiguo al hospital médico veterinario, comunidad Santa Clara, Catacamas.

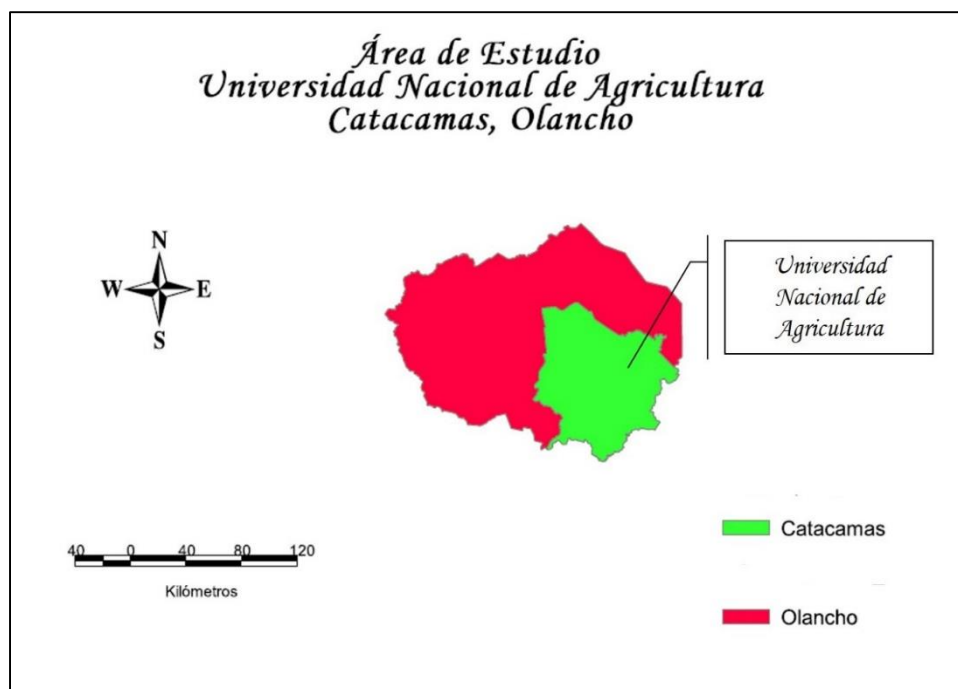


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de la investigación, campus Universidad Nacional de agricultura Catacamas Olancho

5.2 Materiales y equipo

El equipo, materiales e insumos que demandó la investigación son:

- Barril de plástico
- Pie de rey o calibrador (digital)
- Sistema Posicionamiento Global (GPS)
- Cinta métrica
- Calculadora
- Libreta de apuntes,
- Lápiz tinta y carbón
- Cámara fotográfica digital
- Rótulos elaborados para los tratamientos
- Azadón
- Cuerda
- Machete
- Fertilizante químico: 18N-46P-0K
- Fertilizantes orgánicos: Gallinaza y bocashi

5.3 Método

La investigación consideró la aplicación del método descriptivo-cuantitativo, dado que de la observación se parte hacia la medición de cada unidad para la descripción estadística de las mismas.

5.4 Establecimiento de plantación de caoba del Atlántico

La plantación de la caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) se estableció en el mes de julio del presente año 2013 en un lote de 1,200 m²; inicialmente se desarrollaron las siguientes actividades: Limpieza del terreno, trazado, marcado y ahoyado. El trazado se realizó considerando el método tres bolillos, en el cual las plantas se ubicaron a una distancia de 3 m entre sí, posteriormente se plantaron 320 plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) e inmediatamente se realizó la limpieza al pie de cada planta, siendo 4 limpiezas en total durante la investigación, efectuándose riegos manuales cuando las condiciones lo requerían con una frecuencia de 3 veces por semana.

5.5 Aplicación de los abonos químicos y orgánicos

La fertilización (tratamiento) se realizó cada mes, siendo un total de 3 fertilizaciones. Los fertilizantes químicos y orgánicos fueron aplicados de manera granulada y directamente al suelo a 20 cm de la base del tallo de la planta, en forma de media luna (Anexo 1, 2 y 3).

A continuación se describe cada uno de los tratamientos:

- **Bocashi - Tratamiento 1:** Este consistió en la aplicación de 200 g.
- **Gallinaza – Tratamiento 2:** Se aplicaron 300 g.
- **Químico (18 – 46 – 0) – Tratamiento 3:** Conocido comercialmente como fórmula que contiene en 100 libras, 18 libras de nitrógeno y 46 libras de fosforo, aplicándose la cantidad de 100 g por plántula.

- **Testigo absoluto – Tratamiento 4:** Este tratamiento consistió en la no aplicación de ningún tipo de abono, para que la planta creciera en condiciones naturales.

5.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones para tener comparaciones precisas entre los tratamientos bajo estudio, para reducir y controlar la varianza del error experimental, creándose de esta manera unidades experimentales, relativamente homogéneas con respecto a los factores que pueden afectar la variable respuesta.

El diseño experimental fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde: Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento

B_j = Efecto del j-esimo bloque

E_{ij} = Error experimental en la i-esima unidad experimental

Este modelo fue utilizado de la siguiente manera: Se agruparon las unidades experimentales en bloques al azar con cuatro tratamientos dentro de cada bloque, con un diseño completo y equilibrado, cada tratamiento se utilizó exactamente una vez dentro de cada bloque.

5.7 Variables de respuesta

a) Altura total de la plántula

En cada bloque se tomaron al azar cinco plántulas de caoba del Atlántico por cada tratamiento, en total fueron 20 plántulas que corresponden a los cuatro bloques.

Utilizando la cinta métrica, se procedió a la medición de la altura total, medida esta desde el nivel del suelo hasta el meristemo apical, a las cinco plántulas seleccionadas al azar. La medición se realizó cada 22 días, haciendo un total de tres mediciones como ser: a los 7, 22 y 44 días de la plantación (Anexo 4).

b) Diámetro en la base del tallo

De igual manera fueron tomadas al azar cinco plántulas por cada tratamiento, en total 20 para los cuatro bloques, en donde también a cada planta le fue medido el diámetro en la base, para ello se utilizó el instrumento pie de rey o calibrador, que en este caso fue un instrumento cuya medición se determinó de manera digital, midiendo las cinco plántulas elegidas al azar. La medición se realizó cada 22 días, haciendo un total de tres mediciones a los 7 días de la plantación (Anexo 5).

c) Número de folíolos

Por otra parte, para la variable número de folíolos, al azar fueron seleccionadas cinco plántulas de caoba del Atlántico, en total 20 plántulas para el total de los cuatro bloques. El número de folíolos se midió mediante el sistema de conteo, en donde a las cinco plántulas seleccionadas al azar se les contó cada 22 días el número de folíolos, siendo en un total de tres mediciones efectuadas (Anexo 6).

5.8 Análisis de la información

Con los resultados obtenidos producto de las tres mediciones realizadas en las plántulas de caoba del Atlántico se procedió al análisis de la varianza (ANAVA) para la determinación de la diferencia significativa entre los tratamientos, para ello se utilizó el promedio de los datos de las variables altura total, diámetro en la base del tallo y número de folíolos en cinco plántulas seleccionadas al azar por cada tratamiento.

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Efecto de la fertilización química y orgánica en la altura promedio

Una vez que la plantación fue establecida se esperó siete días como período de adaptación de las plantas de caoba del Atlántico, transcurrido este tiempo se procedió a la primera medición de las mismas, la que se consideró como línea base, pues estas fueron medidas sin tratamiento alguno; por lo que a partir de dicha medición las dos siguientes fueron realizadas a los 22 y 44 días respectivamente, considerando los tratamientos aplicados a excepción del testigo.

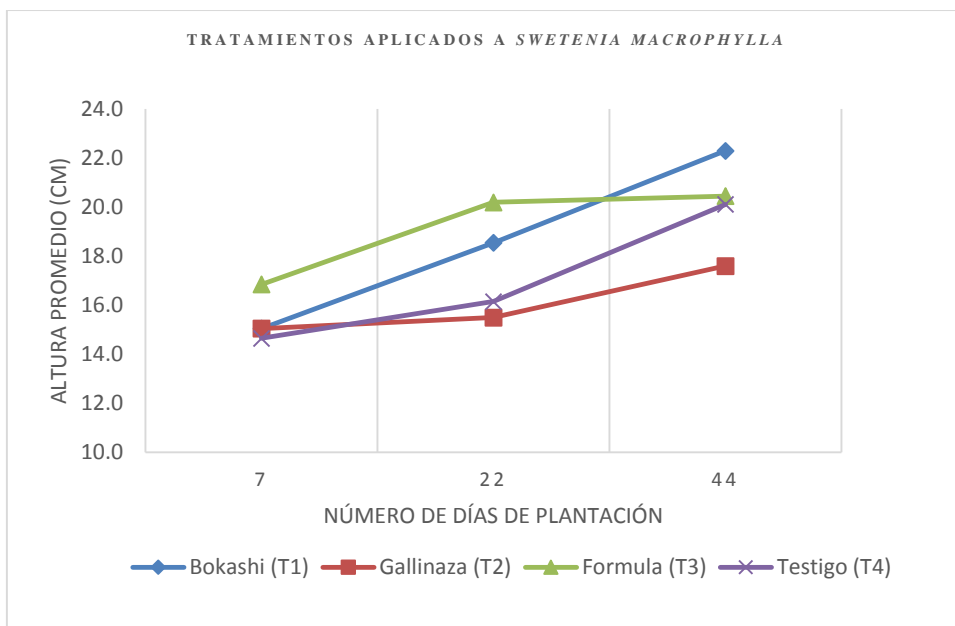


Figura 2. Altura promedio de plántulas bajo tratamientos aplicados en caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).

Se aprecia en la figura 2, que existen diferencias entre las medias de las alturas de las plantas, tanto en bloques (columnas), como también en las repeticiones (filas), al inicio de la medición, es decir, la línea de base de la que se analizó posteriormente el efecto de los

tratamientos aplicados, presentando los promedios de alturas de los tratamientos uno, dos, tres y el testigo absoluto, con 15.1 cm, 15.1 cm, 16.9 cm y 14.7 cm respectivamente (Anexo 7 y 8).

También se observa en la figura un aumento en la altura promedio de todas las plántulas a 22 días después de realizada la plantación de la caoba del Atlántico, observándose que los tratamientos (T3) Fórmula 18N – 46P – 0K y Bocashi (T1) presentaron mayores promedios de altura con 20.2 cm y 18.6 cm respectivamente, mientras que el resto de los tratamientos el promedio fue inferior a 16 cm. No obstante, el tratamiento que mayor crecimiento mostró en este periodo de tiempo fue bocashi (T1) con 3.5 cm de altura promedio, mientras que el T3 Formula 18N - 46P – 0K ocupó el segundo lugar con un crecimiento en altura promedio con 3.4 cm; en tanto, el tratamiento que menor resultado obtuvo fue gallinaza (T2) con 0.5 cm por debajo del testigo (T4) con 1.5 cm (Anexo 7 y 8).

La última medición realizada a los 44 días después de la plantación de la caoba demuestra que el crecimiento promedio de la altura de las plantas fue mayor en comparación con lo obtenido en la segunda toma de datos (22 días); lo que denota que en altura promedio el tratamiento T1 bocashi pasó a ocupar la primera posición al presentar un promedio de 22.3 cm, mientras que el tratamiento T3 Fórmula 18N – 46P – 0K bajo al segundo lugar teniendo una altura promedio de 20.5 cm (Anexo 7 y 8); ello se debe a: en primer lugar a la respuesta de la caoba a los nutrientes aplicados con los tratamientos T1 y T3, y la diferencia entre estos probablemente sea influenciada por las propiedades que aporta el bocashi al suelo (mejora la estructura del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua, produce una buena aireación porque se esponja el terreno sin formar costra en la superficie y ayuda a incrementar la flora microbiana, tal y como lo menciona).

A lo anterior, se le agrega que se considera que la plantación se estableció en un terreno que anteriormente fue utilizado en los últimos 15 años para el pastoreo de ganado vacuno, por lo que el mismo presenta alto grado de compactación.

En tanto, el testigo presenta altura promedio de plantas con 20.01 cm, siendo mayor que el promedio presentado por el tratamiento gallinaza (T2) cuyo resultado es 17.6 cm (Figura 2). Este efecto menor de la gallinaza con respecto al testigo puede deberse a que la misma no tenía aun la descomposición correcta afectando la composición del suelo e interfiriendo en el desarrollo de las plantas, tal y como lo menciona (Terralia, 1998).

Cabe mencionar que al final el testigo (T4) reportó un crecimiento menor en comparación con dos de los tres tratamientos aplicados, lo que lleva a la conclusión de que los tratamientos mejoran el crecimiento de la altura total de las plantas de caoba del Atlántico; no obstante anteriormente se explicó porque el tratamiento gallinaza no supero al testigo (Francis 1991).

6.2 Efecto de la fertilización sobre el diámetro a nivel de la base de la planta de *Swietenia macrophylla*

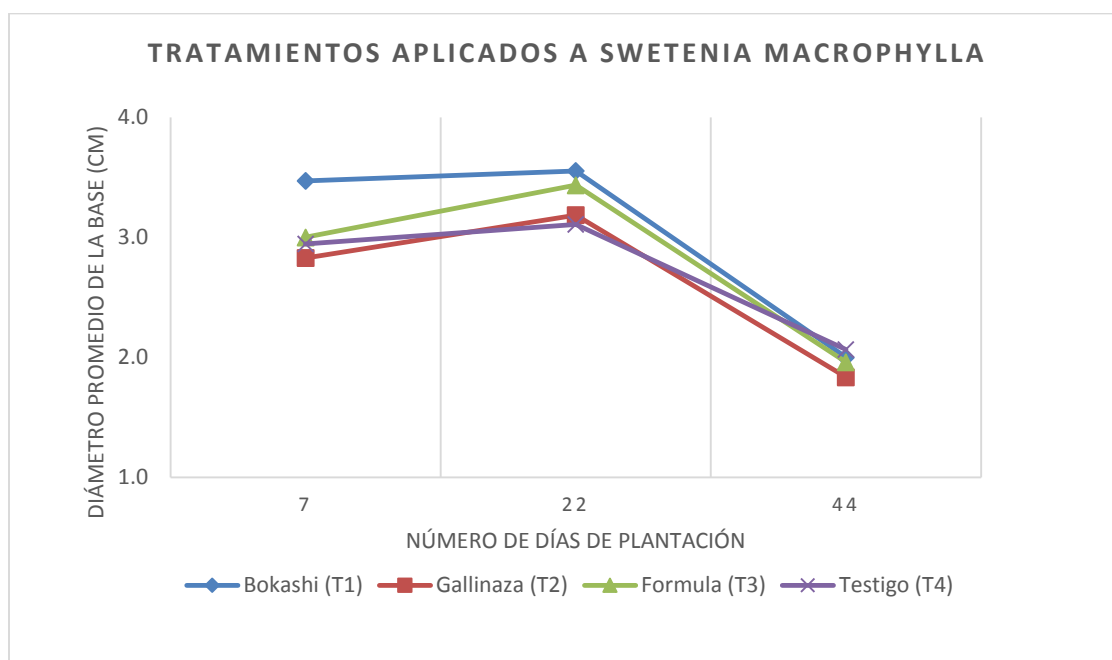


Figura 3. Diámetro promedio de plántulas bajo tratamientos aplicados en caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).

En la figura 3 se distingue un aumento en el diámetro promedio de todas las plántulas a 22 días después de realizada la plantación de la caoba del Atlántico, siendo los tratamientos (T3) Bocashi (T1) y Fórmula 18N – 46P – 0K (T3) los que presentaron mayores promedios de diámetro con 3.55 cm y 3.44 cm respectivamente, en tanto; el tratamiento gallinaza (T2) se mostró por encima del testigo (T4) con promedios de 3.19 y 3.11 cm respectivamente. Sin embargo, el tratamiento que mayor crecimiento en diámetro mostró en este periodo de tiempo fue Formula (T3) con 0.44 cm de diámetro promedio, mientras que el T2 gallinaza ocupó el segundo lugar con un crecimiento en diámetro promedio de 0.36 cm; en cambio, el tratamiento que menor resultado obtuvo fue el bocashi (T1) con 0.08 cm por debajo del testigo (T4) con 0.16 cm (Anexo 9 y 10).

La última medición realizada a los 44 días después de la plantación de la caoba demostró que el crecimiento promedio más alto del diámetro en la base de las plantas fue para el tratamiento T4 Testigo con 2.1 cm, compartiendo el segundo lugar se encuentran los tratamientos T1 Bocashi y Fórmula 18N – 46P – 0K ambos con 2.0 de diámetro promedio, en último lugar el tratamiento T2 Gallinaza con 1.80 cm; este resultado en crecimiento inferior con los promedios anteriores tomados a siete y 22 días se debe en parte, a la muestra de cinco plántulas que del total fueron seleccionadas y medidas, y estas fueron afectadas por la época de lluviosa que por cierto fue muy prolongada, llegando inclusive a inundar las plántulas, por lo que de manera permanente se realizaron acequias para drenar el agua acumulada en las mismas (Anexo 9 y 10).

A simple vista en el campo se observó que los tratamientos aplicados a las plántulas en la mayoría de las mismas superaron al testigo al igual como ocurrió en la medición de la variable altura total; por lo que al final se concluye que los tratamientos mejoran el crecimiento del diámetro en la base de las plantas de caoba del Atlántico.

6.3 Efecto de la fertilización sobre el incremento del número de folíolos promedio en plantas de *Swietenia macrophylla*.

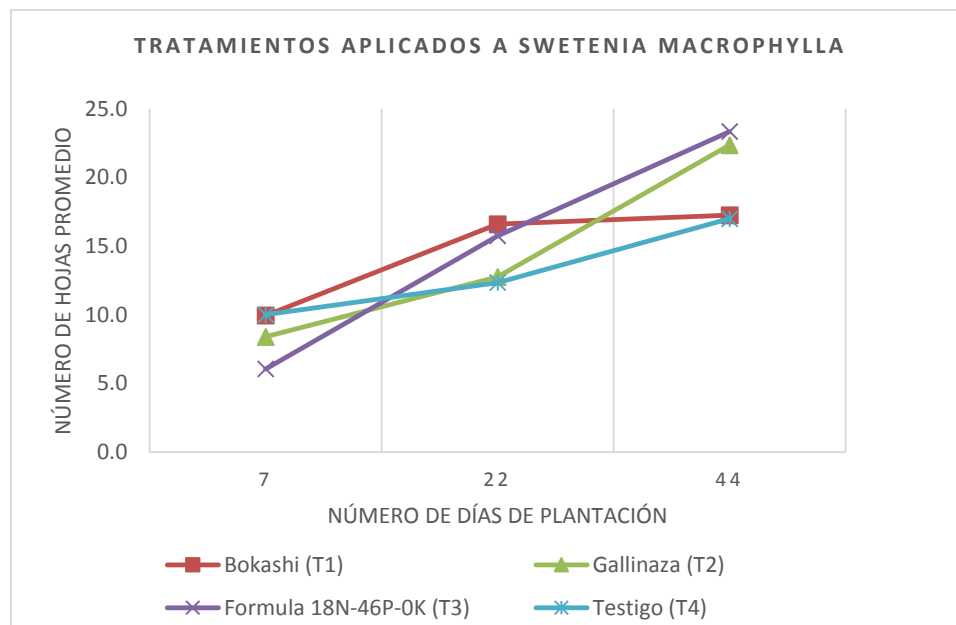


Figura 4. Numero de folíolos promedio de plántulas bajo tratamientos aplicados en caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).

A los 22 días de efectuada la segunda medición en la que se evaluará el impacto de los tratamientos se observó (Figura 4) un aumento en el número de folíolos en todos los tratamientos aplicados a las plantas de caoba del Atlántico, siendo T1 Bocashi el que obtuvo mejores resultados, dado que el promedio de folíolos para la muestra de las plantas fue de 16.6, en otras palabras 17 folíolos, en segundo lugar el T3 Formula 18N - 46P – 0K cuyo promedio de folíolos fue de 16, mientras que en tercer y último lugar los tratamientos T2 Gallinaza y el T4 Testigo con 13 y 12 folíolos (Anexo 11 y 12).

En cuanto a los incrementos obtenidos a partir de la línea de base, la formula 18N - 46P – 0K (T3) fue el que mayor aumento presentó con 10 folíolos nuevos a partir de la aplicación del tratamiento; en tanto, el tratamiento Bocashi T1 produjo en las plantas un promedio de 7

folíolos nuevos, seguido de T2 Gallinaza con 4 folíolos; cabe mencionar que el testigo produjo un aumento de 2 folíolos nuevos, siendo el inferior de todos (Anexo 11 y 12).

Por otra parte, a los 44 días se volvió a medir la muestra de cinco plantas de caoba del Atlántico, tomadas al azar por cada uno de los bloques, donde los tratamientos T3 Fórmula 18N – 46P – 0K y T2 Gallinaza se mantienen por encima de los demás tratamientos con 23 folíolos el primero y 22 folíolos el segundo, entre tanto, el tratamiento T1 Bocashi fue levemente superior con 17.25 folíolos al tratamiento T4 Testigo con 17 folíolos. No se nota diferencia marcada en los promedios del número de folíolos contados entre los tratamientos T1 Bocashi y T4 Testigo, tal como en las variables anteriores de altura y diámetro que se han analizado.

Con respecto al día siete, el incremento en el número de folíolos fue mayor para todos los tratamientos, incluyendo el testigo, siendo la formula 18N – 46P – 0K el que incremento a 17 el número de folíolos, seguido del tratamiento gallinaza que aumento en 14 el número de folíolos, en tercer lugar, el bocashi con 14 folíolos; mientras que en último lugar el testigo que solamente aumentó en siete el número promedio de folíolos.

6.4 Análisis de varianza para las variables medidas en plántulas de *Swietenia macrophylla* de tres meses de edad

Los resultados obtenidos en este estudio son parciales y de carácter exploratorio. Sin embargo, aportan evidencias para conocer con mayores detalles algunos aspectos del comportamiento de la *Swietenia macrophylla*. El análisis de varianza efectuado para la altura total de la planta, el diámetro a nivel de la base y el número de folíolos a los 22 y 44 días de plantación, mostró la existencia de diferencias significativas entre tratamientos con $\alpha < 0.05$ (anexo 13 y 14).

Estos resultados permiten aceptar la hipótesis alternativa (Ha) planteada por la investigación “La fertilización orgánica y química en plántulas de *Swietenia macrophylla* de tres meses de edad influye en las variables diámetro a nivel de la base, crecimiento en altura y número de folíolos; por lo que, existirá diferencias entre las medias de dichas variables en cada tratamiento aplicado”.

La comparación de los promedios entre tratamientos para las variables altura total de la planta, diámetro en la base y número de folíolos puso de manifiesto que las mayores diferencias ocurrieron entre los tratamiento T1 y T2 con respecto a los tratamientos T2 y T4, notándose que existió una relación directa en el aumento de la altura, diámetro y número de folíolos en las plantas de caoba del Atlántico, en tal sentido, al aumentar la altura total de la planta aumento el diámetro y consecuentemente el número de folíolos, notándose claramente esta relación en los tratamientos T1 bocashi y Tratamiento T3 formula 18N – 46P – 0K (anexo 15)

6.5 Comparación de los resultados de la fertilización orgánica y química aplicada a las plántulas de *Swietenia macrophylla*

Este estudio parcial demostró que a los 44 días de realizada la plantación de la caoba del Atlántico, aplicando los tratamientos se obtienen mejores resultados en las variables altura, diámetro y número de folíolos; en tanto, el tratamiento bocashi (T1) incrementa mayormente el diámetro con 3.0 cm y el número de folíolos con aproximadamente 15, donde solamente y de manera leve es superado por el tratamiento formula que es mayor en altura con 19.2 cm y en número de folíolos con 15.1 en comparación con bocashi (Cuadro 1).

Cuadro 2 Promedios de altura, diámetro en la base y número de folíolos en plantas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) a los 44 días de plantación.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de folíolos
Bocashi (T1)	18.6	3.0	14.6
Gallinaza (T2)	16.1	2.6	14.5
Fórmula 18N-46P-0K (T3)	19.2	2.8	15.1
Testigo (T4)	17.0	2.7	13.1

En cuanto a la gallinaza (T2) obtuvo resultados menores para las tres variables en comparación con los tratamientos anteriores bocashi y formula, y en relación al testigo (T4), fue levemente superado por este en las variables altura y diámetro, así mismo la diferencia estadística confirmó los resultados de las mediciones realizadas, como se mencionó anteriormente las propiedades del bocashi (T1) hicieron la diferencia con relación al tratamiento formula 18N – 46P – 0K (T3) que presento una favorable tendencia de crecimiento en altura, diámetro y número de folíolos superior a los tratamientos T2 Gallinaza y T4 Testigo (Cuadro 1).

VII CONCLUSIONES

- La fertilización con bocashi y formula 18N – 46P – 0K incrementó el crecimiento en cuanto a la altura de la planta, diámetro a nivel de base y número de folíolos 44 días después realizadas tres fertilizaciones en la plantación de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).
- Los parámetros evaluados en cuanto a la altura de planta, diámetro a nivel de base y número de folíolos, 44 días después de la plantación de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) presentaron resultados estadísticamente significativos ($\alpha < 0.05$), lo que afirma que la caoba del Atlántico bajo estas condiciones responde adecuadamente a la fertilización orgánica y química.
- El tratamiento que mejor resultado presento en cuanto al crecimiento de altura, diámetro y número de folíolos en la caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) a los 44 días de plantación fue el bocashi, si se considera este como una alternativa viable de bajo costo económico y compatible con el ambiente en comparación con la formula 18N - 46P - K.

VIII RECOMENDACIONES

- Los resultados obtenidos en este experimento permiten recomendar la fertilización en plantas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) de tres meses de edad con bocashi que se podría a criterio del silvicultor alternar con formula 18N – 46P – 0K, ya que la repuesta de ambos fertilizantes es satisfactoria.
- Realizar estudios similares comparando fertilizantes orgánicos y químicos para la determinación de la dosis adecuada que demanda el crecimiento de las plantaciones de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).

IX BIBLIOGRAFÍA

Buitrón, X.; Mulliken, T., 2001: El apéndice III de CITES y el comercio de la caoba (*Swietenia macrophylla*). TRAFFIC International. Quito, Ecuador.

Benitez, R. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras: distribución, propiedades y usos. Siguatepeque, Honduras. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 216p.

Burgos, José A. 2004. Un estudio de la silvicultura de algunas especies forestales en Tingo María, Perú. *Caribbean Forester*. 15(1/2): 14-53.

Cervantes, V., M. López, N. Salas y G. Hernández. 1998. Técnicas para Propagar Especies Nativas de la Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación. Facultad de Ciencias, UNAM

Combe, J.; Gewald, N.J. 1979: Guía de campo de los ensayos forestales de CATIE en Turrialba, Costa Rica.

Cozzo, D., 1976: Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina http://www.agro.uba.ar/carreras/agronomia/materias/p_forestal/biblio.

Francis, J. K. 1991. *Swietenia mahagoni* Jacq. West Indies mahogany. SO-ITF-46. Institute of Tropical Forestry. USDA-FS. Rio Piedras Puerto Rico. 7p.

Fierros, A. A. Noguez y E. Valasco. 1999 paquetes tecnológicos para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en ecosistemas de climas templados-frios y tropicales de Cexico. Vol. I. SEMANARP.

2003. Racionalizando el comercio de la Caoba. Serie técnica N° 22. 58 pgs.

Instituto de Recursos Naturales. Nicaragua. 1992. Caoba: *swietenia macrophylla*. Managua. Nota Tecnica IRENA. N° 11.6p.

Juárez, B.C.J. 1988. Análisis del incremento periódico anual de caoba (*Swietenia macrophylla* King) y cedro (*Cedrela odorata*) en un relicto de selva en el estado de Campeche. Tesis profesional. UACH, Chapingo, México, 87 p.

Lamprecht, H., 1990: Silvicultura en los trópicos. GTZ, República Federal de Alemania

Navarro, C. 1999. Variación genética de la *Swietenia macrophylla* en Upala, Norte de Costa Rica. Recursos Genéticos Forestales No. 25, CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 1-2.

Pennington, T. D., and J. Sarukhan. 1968. Árboles Tropicales de Mexico. Mexico: INIF/FAO. 413 pp.

Patiño, V. F. 2002. Los recursos genéticos de *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* en los Neotropicos: prioridades para una acción coordinada. Recursos genéticos forestales

Pennington, T.D. y J. Sarukán. 1998. Árboles Tropicales de México. Segunda edición. UNAM - Fondo de Cultura Económica. México, D.F. s n. 25. 35 p.

Quevedo, L. H. 1986. Evaluacion del efecto de la tala selectiva sobre la renovacion de un bosque humedo subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Master of Science thesis, Universidad de Costa Rica.

Revelo Nixon y Palacios Walter. 2005. Avances silviculturales en la Amazonía Ecuatoriana: Ensayos en la estación biológica Jatun Sacha. Quito Ecuador 172 pgs.

Rzendowski, J. 1981. Vegetación de México. Ciudad de México: Editorial Limusa. 432 p.

Salas, E.J. 1993. Árboles de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENAT). Managua. Nicaragua.

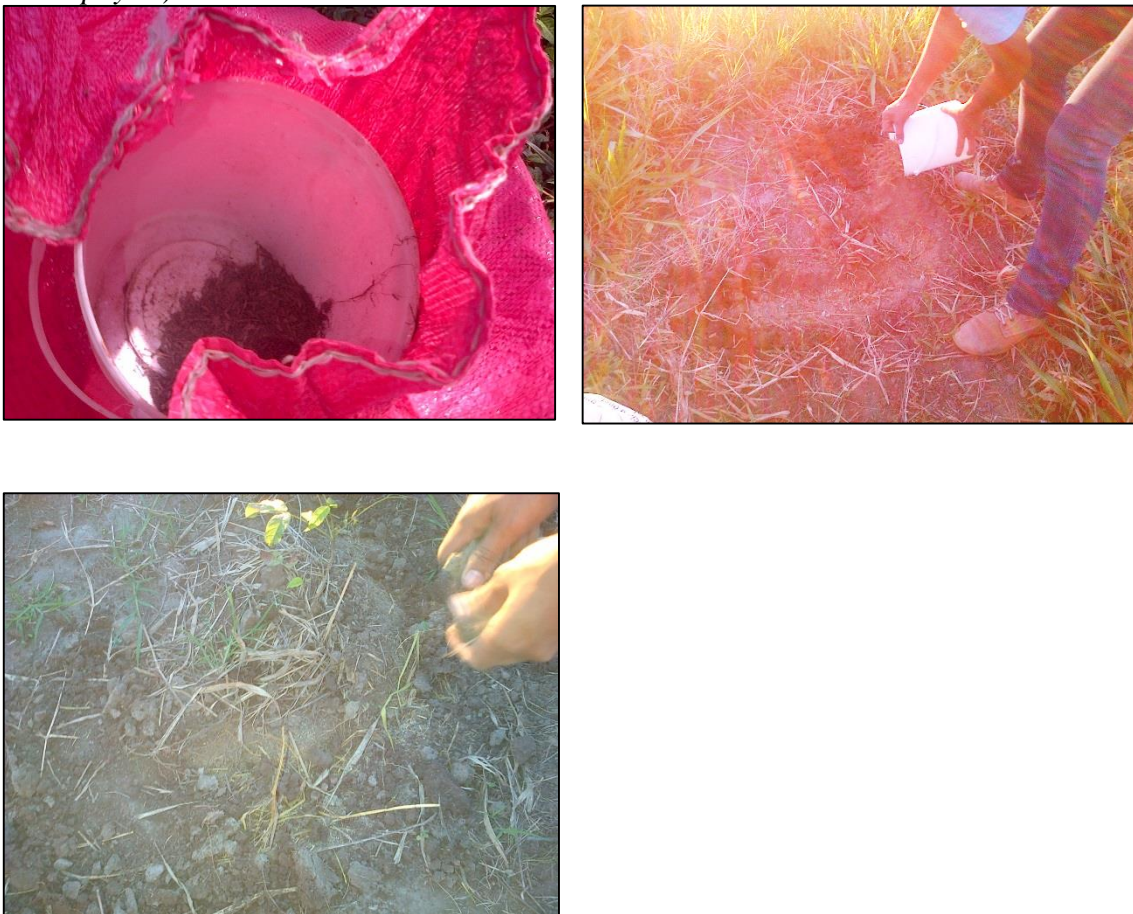
http://www.google.hn/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CCgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cia.ucr.ac.cr%2Fpdf%2FMemorias%2FMemoria%2520Taller%2520Abonos%2520Org%25C3%25A1nicos.pdf&ei=9auiUon3D4avkAfqIYGgAg&usg=AFQjCNFIJLNrwXvhVCRay9cPwIaDkwtM5Q&sig2=JGplZtiEZIXwsDZp3_ehtA

ANEXOS

Anexo 1. Fertilización orgánica con bokashi en plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).



Anexo 2. Fertilización orgánica con gallinaza en plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).



Anexo 3. Fertilización química con fórmula 18N-46P-0K en plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).



Anexo 4. Medición de altura total en plantas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).



Anexo 5. Medición del diámetro en la base de la planta en caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).



Anexo 6. Medición del número de folíolos en plantas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).



Anexo 7 trabajo de limpieza que se llevó a cabo en la plantación durante el estudio realizado con la ayuda de los muchachos de primer año.



Anexo 8. Altura promedio de las plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) a 7 días de plantación sin tratamientos (línea base), y a los 22 y 44 días con tratamientos.

Tratamiento	Altura promedio de plantas (cm) a 7, 22 y 44 días de plantación											
	Bloque 1			Bloque 2			Bloque 3			Bloque 4		
	7	22	44	7	22	44	7	22	44	7	22	44
Bocashi (T1)	15.4	16.6	27.2	15.0	19.0	17.2	18.6	22.6	24.0	11.2	16.0	20.8
Gallinaza (T2)	16.2	18.0	22.4	9.8	13.2	7.2	18.8	11.6	23.6	15.4	19.2	17.2
Fórmula 18N- 46P – 0K (T3)	17.6	19.8	20.2	14.8	19.0	14.4	18.0	23.6	25.2	17.0	18.4	22.0
Testigo (T4)	15.0	18.4	20.6	22.8	6.8	14.8	5.8	19.6	23.1	15.0	19.8	22.0

Anexo 9. Altura promedio total de las plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) a 44 días de plantación.

Días de medición	Bocashi (T1)	Gallinaza (T2)	Formula (T3)	Testigo (T4)
7	15.1	15.1	16.9	14.7
22	18.6	15.5	20.2	16.2
44	22.3	17.6	20.5	20.1

Anexo 10. Diámetro promedio de las plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) a 7 días de plantación sin tratamientos (línea base), y a los 22 y 44 días con tratamientos.

Tratamiento	Diámetro promedio en la base de las plantas (cm) a 7, 22 y 44 días de plantación											
	Bloque 1			Bloque 2			Bloque 3			Bloque 4		
	7	22	44	7	22	44	7	22	44	7	22	44
Bocachi (T1)	5.09	4.11	2.20	2.67	3.52	1.60	3.84	4.30	2.60	2.28	2.28	1.60
Gallinaza (T2)	3.42	3.34	3.00	2.05	2.36	0.74	2.93	3.54	2.20	2.91	3.50	1.40
Fórmula 18N-46P-0K (T3)	3.33	3.60	2.20	2.93	3.49	1.18	3.21	3.38	1.64	2.53	3.27	2.20
Testigo (T4)	3.98	3.79	2.20	1.69	1.96	1.50	3.51	2.92	2.10	2.60	3.76	2.46

Anexo 11. Diámetro en la base de la planta promedio total en caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) a 44 días de plantación.

Días de medición	Bocachi (T1)	Gallinaza (T2)	Formula (T3)	Testigo (T4)
7	3.5	2.8	3.0	2.9
22	3.6	3.2	3.4	3.1
44	2.0	1.8	2.0	2.1

Anexo 12. Número de folíolos promedio de las plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) a 7 días de plantación sin tratamientos (línea base), y a los 22 y 44 días de plantación.

Tratamiento	Numero de hojas promedio de plantas a los 7, 22 y 44 días de plantación											
	Bloque 1			Bloque 2			Bloque 3			Bloque 4		
	7	22	44	7	22	44	7	22	44	7	22	44
Bocashi (T1)	4.2	23.8	18.6	15.8	17.4	15.6	16.0	21.4	19.2	3.8	3.8	15.6
Gallinaza (T2)	12.8	15.4	39.6	5.0	7.0	4.0	8.2	17.8	29.4	7.6	10.8	16.4
Fórmula 18N-46P-0K (T3)	7.0	21.8	38.2	6.8	20.6	22.0	4.6	12.6	18.4	5.8	8.0	14.8
Testigo (T4)	18.8	15.6	20.6	6.8	8.0	11.6	10.6	16.6	19.2	3.8	9.2	16.6

Anexo 13. Número de folíolos promedio total de las plantas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*) a 44 días de plantación.

Días de medición	Bocashi (T1)	Gallinaza (T2)	Formula (T3)	Testigo (T4)
7	10.0	8.4	6.1	10.0
22	16.6	12.8	15.8	12.4
44	17.3	22.4	23.4	17.0

Anexo 14. Variable dependiente de la altura en plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*).

Análisis generado con apoyo del Phd Ulloa.

Variable dependiente:Altura

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	323.897 ^a	5	64.779	3.145	.017
Intersección	14698.600	1	14698.600	713.626	.000
Bloques	227.942	2	113.971	5.533	.007
Tratamientos	95.955	3	31.985	1.553	.215
Error	865.077	42	20.597		
Total	15887.574	48			
Total corregida	1188.974	47			

a. R cuadrado = .272 (R cuadrado corregida = .186)

1. Bloques

Variable dependiente:Altura

Bloques	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Primer muestreo	14.781	1.135	12.492	17.071
Segundo muestreo	17.600	1.135	15.310	19.890
Tercer muestreo	20.116	1.135	17.827	22.406

2. Tratamientos

Variable dependiente: Altura

Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Bocachi	18.633	1.310	15.989	21.277
Gallinasa	16.050	1.310	13.406	18.694
18-46-0	19.167	1.310	16.523	21.811
Testigo	16.147	1.310	13.503	18.791

Anexo 15. Variable dependiente del diámetro en plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*)

Variable dependiente: Diámetro

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	17.567 ^a	5	3.513	7.419	.000
Intersección	371.464	1	371.464	784.359	.000
Bloques	16.553	2	8.277	17.476	.000
Tratamientos	1.014	3	.338	.714	.549
Error	19.891	42	.474		
Total	408.922	48			
Total corregida	37.458	47			

a. R cuadrado = .469 (R cuadrado corregida = .406)

1. Bloques

Variable dependiente:Diámetro

Bloques	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Primer muestreo	3.061	.172	2.713	3.408
Segundo muestreo	3.320	.172	2.973	3.667
Tercer muestreo	1.965	.172	1.618	2.312

2. Tratamientos

Variable dependiente:Diámetro

Tratamientos	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Bocachi	3.008	.199	2.607	3.408
Gallinasa	2.616	.199	2.215	3.017
18-46-0	2.798	.199	2.397	3.199
Testigo	2.706	.199	2.305	3.107

Anexo 16. Variable dependiente foliolos de las plántulas de caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*)

Variable dependiente:foliolos

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1062.552 ^a	5	212.510	4.248	.003
Intersección	9838.413	1	9838.413	196.671	.000
Bloques	1037.452	2	518.726	10.369	.000
Tratamientos	25.100	3	8.367	.167	.918
Error	2101.035	42	50.025		
Total	13002.000	48			
Total corregida	3163.587	47			

a. R cuadrado = .336 (R cuadrado corregida = .257)

1. Bloques

Variable dependiente:Hojas

Bloques	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Primer muestreo	8.600	1.768	5.032	12.168
Segundo muestreo	14.363	1.768	10.794	17.931
Tercer muestreo	19.988	1.768	16.419	23.556

Hojas

Duncan^{a,b}

Bloques	N	Subconjunto		
		1	2	3
Primer muestreo	16	8.6000		
Segundo muestreo	16		14.3625	
Tercer muestreo	16			19.9875
Sig.		1.000	1.000	1.000