

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES**



**EFFECTO DE LOS TIPOS DE SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO Y  
DESARROLLO DE LAS PLÁNTULAS DE BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita*  
C. Martius) EN FASE DE VIVERO**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
MENCIÓN FORESTALES**

**FERNANDO HIDALGO NAVARRO**

**PROMOCIÓN 2010 - II**

**TINGO MARÍA - PERÚ**

**2011**



F04

H48

Hidalgo Navarro, Fernando

Efecto de los Tipos de Sustratos en el Crecimiento y Desarrollo de las Plántulas de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita* C. Martius) en Fase de Vivero. Tingo María 2011.

65 h.; 21 cuadros; 14 fgrs.; 36 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

GUAZUMA CRINITA C. MARTIUS / SUSTRATO / ABONO ORGÁNICO

CRECIMIENTO / DESARROLLO / INCREMENTO / VIVERO / DIÁMETRO

TINGO MARIA / RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUANUCO / PERU.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 29 de Marzo de 2011, a horas 05:10 p.m. en el Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

### “EFECTO DE LOS TIPOS DE SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTULAS DE *Guazuma crinita* C. Martius (BOLAINA BLANCA) EN FASE DE VIVERO”

Presentado por el **Bachiller: FERNANDO HIDALGO NAVARRO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de “**BUENO**”.

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 30 de Marzo de 2011

Ing. Mg. ROBERTO OBREGÓN PEÑA  
Presidente

Ing. MSc. HUGO HUAMANI YUPANQUI  
Vocal



Ing. WARREN RÍOS GARCÍA  
Vocal

Ing. RAÚL ARAUJO TORRES  
Asesor

## DEDICATORIA

Dedico estas líneas a mis queridos padres; Washington Reátegui Upiachihua y Elida Hidalgo Pérez y José E Hidalgo Pérez; abuelita Soledad Pérez Panduro, y hermanos; por su apoyo oportuno y ser parte de este largo camino en mi vida y forjarme como una mejor persona.

Le dedico también a Emily Sadith De La Cruz Paucar por brindarme su apoyo incondicional en todo momento

## AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mi alma mater UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA y en especial a la FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Mención CIENCIAS FORESTALES y plana de docentes, por ser forjadora de profesionales de éxito en el país.

Agradezco al Ing. Forestal Raúl Araujo Torres por su apoyo en la asesoría brindada para el desarrollo del trabajo de investigación y su comprensión en todo momento transcurrido hasta hoy.

Agradezco a los miembros del jurado, Ing. Msc. Roberto Obregón Peña, Ing. Warren Ríos García, Ing. Msc. Hugo Huamani Yupanqui que con su apoyo se finalizó satisfactoriamente este trabajo:

Al Bachiller. Taboada Hermoza Mack Marlon, por su apoyo en la redacción del trabajo de investigación.

A mis sobrinos Israel A. Maravi Reategui, Roberto V. Maravi Reátegui, María I. Maravi Reátegui y toda la familia Hidalgo Pérez

Amigos John Kelym Alvarado Ramírez, Charly Utia Pujay, Marco Antonio Delgado Ojanama, Ruben Torres Becerra, Jhojan Doñe Sánchez y todos mis colegas y amigos de la Facultad de Recursos Naturales.

## ÍNDICE GENERAL

	Página.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Descripción de la especie.....	4
2.1.1. Clasificación taxonómica de la especie.....	4
2.1.2. Descripción y usos.....	5
2.1.3. Distribución geográfica.....	5
2.1.4. Descripción ecológica y dendrológica.....	6
2.1.5. Hábitat.....	7
2.1.6. Aspectos fisiológicos.....	7
2.2. Plantaciones de bolaina blanca.....	7
2.2.1. Requerimientos de suelo.....	8
2.2.2. Crecimiento de bolaina blanca.....	9
2.3. Fertilizantes de fuente inorgánica.....	11
2.3.1. Los macronutrientes.....	11
2.3.2. Comportamiento de fertilizantes inorgánicos en el suelo.....	13
2.3.3. Niveles críticos de nutrientes en el suelo.....	19
2.3.4. Nutrientes del suelo y el pH.....	19
2.4. Fertilizantes de fuente orgánica.....	20

2.5. Abonos orgánicos.....	20
2.5.1. Bokashi.....	21
2.6. Microorganismos de Montaña (MM).....	23
2.7. Abonamiento con niveles en abonos orgánicos.....	24
2.7.1. Principales factores a considerar en la elaboración del abono orgánico fermentado.....	26
2.8. Experimentos en vivero.....	26
2.8.1. Tratamiento de sustratos.....	26
2.8.2. Recolección correcta de datos.....	27
2.9. Los sustratos en la producción de vivero.....	28
2.9.1. Características Físicas.....	28
2.9.2. Características químicas.....	28
2.9.3. Características biológicas.....	29
2.10. Propiedades de los sustratos.....	30
2.10.1. Agua fácilmente disponible (AFD).....	31
2.10.2. Agua de reserva (AR) .....	31
2.10.3. Agua difícilmente disponible (ADD) .....	31
2.10.4. Capacidad de aireación (CA).....	31
2.10.5. Espacio poroso total (EPT).....	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1. Localización del experimento.....	32
3.1.1. Ubicación política.....	33
3.2. Materiales y equipos.....	33
3.2.1. Insumos.....	33

3.2.2. Herramientas.....	33
3.2.3. Equipos.....	34
3.3. Materiales.....	34
3.3.1. Material Genético.....	34
3.3.2. Materiales de campo.....	34
3.4. Metodología.....	34
3.4.1. Descripción del experimento y tratamientos.....	34
3.4.2. Obtención del abono orgánico Bokashi.....	35
3.4.3. Descomposición del aserrín.....	35
3.4.4. Análisis físico-químico de los sustratos.....	36
3.4.5. Preparación del tratamiento en estudio.....	36
3.4.6. Diseño estadístico (DCA) .....	38
3.4.7. Repique de plántulas.....	40
3.4.8. Labores culturales.....	40
3.4.9. Evaluación de características.....	41
3.4.10. Análisis estadístico.....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. Efecto en altura de plantas de Guazuma crinita C. Martius....	43
4.2. Efecto en diámetro de plantas de Guazuma crinita C. Martius	48
4.2.1. Diámetro de Plantas entre los tratamientos en estudio	49
4.3. Efecto en el número de hojas por planta de Guazuma crinita	
C. Martius.....	51
4.3.1. Número de hojas de plantas en los tratamientos.....	52



V. CONCLUSIONES.....	55
VI. RECOMENDACIONES.....	56
VII. ABSTRACT.....	57
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
VIII. ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Niveles críticos de nutrientes en el suelo.....	19
2. Clasificación de la acidez del suelo en función del pH.....	20
3. Parámetros climatológicos durante los meses del experimento.....	32
4. Descripción de proporciones de cada tratamiento con sus repeticiones.	37
5. Croquis de las 250 repeticiones (10 x 25), con los 5 tratamientos incluidos.....	39
6. Esquema del análisis de varianza (ANVA).....	42
7. ANVA de altura de la planta de <i>Guazuma crinita</i> C. Martius.....	43
8. Prueba de Duncan para el crecimiento de la altura de <i>Guazuma crinita</i> C. Martius.....	44
9. Altura promedio de todas las plantas de <i>Guazuma crinita</i> por cada una de las evaluaciones.....	47
10. Análisis de varianza ANVA del diámetro de las plantas de <i>Guazuma</i> <i>crinita</i> C. Martius. en todas las evaluaciones.....	48
11. Prueba de Duncan para el diámetro de <i>Guazuma crinita</i> C. Martius...	49
12. Diámetro promedio de todas las plantas de <i>Guazuma crinita</i> por cada una de las evaluaciones.....	50
13. Análisis de varianza para el número de hojas por planta de <i>Guazuma</i>	

<i>crinita</i> C. Martius.....	51
14. Prueba de Duncan para el número de hojas de <i>Guazuma crinita</i> C. Martius.....	52
15. Promedios del número de hojas de plantas por cada una de las evaluaciones (u).....	54
16. Datos evaluados de la altura inicial (cm) de la primera evaluación.....	65
17. Datos evaluados del diámetro inicial (mm) de la primera evaluación....	66
18. Datos evaluados del número de hojas de la primera evaluación.....	67
19. Datos evaluados de la altura (cm) en la última evaluación.....	69
20. Datos evaluados del diámetro (mm) en la última evaluación.....	70
21. Datos evaluados del número de hojas en la última evaluación.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Promedio de temperaturas (°C) según la estación Meteorológica.....	33
2. Efecto de los promedios de la altura en plantas de <i>Guazuma crinita</i> C. Martius. Por días de evaluación.....	47
3. Efecto del diámetro de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> C. Martius.....	51
4. Efecto del número de hojas de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> C. Martius.....	54
5. Zarandeado de la tierra agrícola.....	73
6. Preparación y desinfección de cama de cría.....	73
7. Instalación de los tratamientos en estudio.....	74
8. Riego de agua a los tratamientos en estudio.....	74
9. Medición de la altura inicial de las plántulas.....	75
10. Medición del diámetro de las plantas de <i>Guazuma crinita</i> C. Martius..	75
11. Evaluación final de la altura de las plantas.....	76
12. Disposición final de los plantones por cada tratamiento.....	76
13. Primer análisis de suelos del trabajo de investigación.....	77
14. Segundo análisis de suelos del trabajo de investigación.....	78

## RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrollo en los meses de noviembre a febrero del 2011, fue realizado en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, el cual se trabajó con la especie *Guazuma crinita* C. Martius; por tanto, la presente investigación procura aportar información sobre esta especie a nivel de vivero, evaluando la capacidad de crecimiento en diferentes sustratos y un abono orgánico (bokashi), para ello se consideró 5 tratamientos en estudio, el cual en 2 tratamientos se utilizó el abono orgánico (bokashi) a un nivel de 50% para el tratamiento T2 y 40% para el T4, con sustrato compuesto por suelo agrícola al 50% para el T2 y suelo agrícola al 30%, más arena fina al 30%. El número de plantas evaluadas por tratamiento fue de 50, haciendo un total de 250 plantas en los 5 tratamientos, distribuidos al azar en cama de vivero. Se realizó análisis de varianza (ANVA) sobre las variables evaluadas. Con la finalidad de determinar las categorías estadísticas en los niveles de cada factor y variable evaluada se procedió a realizar la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), comparando así la diferencia estadística entre tratamientos, para este caso los tratamientos más óptimos fueron el tratamiento T2 y T4, evaluados en la variable altura, diámetro de planta y numero de hojas, con un resultado considerable de 42,7 cm de incremento en la altura de las plantas para el tratamiento T4.

## I. INTRODUCCIÓN

En la selva peruana, la búsqueda de técnicas de plantación en fase de vivero para recuperar y establecer bosques artificiales, tiene como una de sus restricciones las limitaciones de suelo, tales como acidez, bajos niveles de materia orgánica, etc. Consecuentemente, realizar correcciones de fertilidad del suelo, usando abonos orgánicos en especies de rápido crecimiento nos permitirá recuperar aquellas aéreas deforestadas donde el suelo ha perdido su capacidad como tal.

En la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En el cultivo forestal, se le da gran importancia a estos tipos de sustratos como la tierra agrícola, aserrín descompuesto entre otros, y cada vez más se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidarnos la importancia que tiene, de mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo.

La bolaina requiere de actividades especiales como tratamientos silviculturales y abonamientos mediante sustratos orgánicos en el suelo; dichas actividades aceleran el crecimiento y desarrollo de estas especies, como

mejorar el follaje, incrementar el diámetro y altura, etc. En ese sentido la actividad de abonamiento mediante sustratos orgánicos es fundamental para el cultivo de la bolaina por ser una fuente principal de nutrientes.

Los sustratos orgánicos llamados bioestimulantes, actúan sobre el metabolismo general de la planta y equilibra sus diversas funciones fisiológicas a nivel celular por lo cual favorece el crecimiento vegetativo. El presente trabajo busca determinar los efectos de los sustratos, aplicando un abono orgánico en diferentes proporciones para las plántulas de *Guazuma crinita* C. Martius (bolina blanca).

Una de las posibilidades hoy en día para reforestar en condiciones de campo abierto, es el uso del abono orgánico bokashi, como también es bueno el uso para el mejor crecimiento y desarrollo de plántones en fase de vivero. Por lo tanto es necesario conocer el efecto del abono orgánico bokashi en el crecimiento de especies de ciclo corto, tal es el caso de la especie bolaina blanca.

### **Objetivo general**

- Evaluar el efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de *Guazuma crinita* C. Martius. Bolaina blanca en fase de vivero.

**Objetivos específicos**

- Determinar el mejor efecto de los 3 sustratos en estudio (aserrín descompuesto de madera blanda, arena fina y tierra agrícola) en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de *Guazuma crinita* C. Martius. Bolaina blanca.
- Evaluar el efecto de los sustratos en el diámetro y altura de plántulas de *Guazuma crinita* C. Martius. Bolaina blanca.
- Evaluar el efecto de los sustratos en el número de hojas de plántulas de *Guazuma crinita* C. Martius. Bolaina blanca.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Descripción de la especie

La distribución de la especie fue obtenida de la literatura y de reportes de herbario, se encuentra en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali, entre 0 y 1,000 msnm. La especie existe en bajas cantidades en la Amazonía central y en cantidades medias en la Amazonía sur del Perú (BURNS *et al.*, 1998).

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica de la especie (CRONQUIST, 1981)

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub Clase	: Dilleniidae
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculaceae
Género	: Guazuma
Especie	: <i>G. crinita</i> C. Martius

Es una especie heliófila, característica de la vegetación secundaria temprana, muy abundante en la cercanía a caminos y zonas con alteración

antropogénica. Suele presentarse en suelos limosos a arenosos, muchas veces de escasa fertilidad, a veces pedregosos; no tolera el anegamiento, sobre todo cuando es una plántula.

### **2.1.2. Descripción y usos**

Es un árbol de hasta 35 m de altura, y de 28 a 80 cm de diámetro, con fuste cilíndrico, la ramificación en el tercer tercio, corteza de color gris ó negruzco, agrietada ó fisuraza. Hojas simples alternas dispuestas en un sólo plano, flores rosadas hermafroditas dispuestas en las axilas de las hojas ó al final de las ramitas, cuyos frutos son pequeños globosos, cubiertos de pelos marrones largos para facilitar la diseminación por el viento (INIA, 2004).

La madera de esta especie posee muchos usos, pero sobresale principalmente en la fabricación de tablillas de cajones, elaboración de utensilios pequeños como paletas para chupetes, mondadientes, palos de fósforos y artesanía, en años recientes se le usa crecientemente en la industria de los tableros contrachapados. La corteza interna fibrosa es empleada en ciertas zonas como material de amarre (INIA, 2004).

### **2.1.3. Distribución geográfica**

*Guazuma crinita* C. Martius se distribuye en el neotrópico desde América Central hasta la región Amazónica, llegando al sur de Brasil y Bolivia,

puede encontrarse hasta los 1,000 a 1,500 m.s.n.m. Abundante en la amazonía peruana, presente en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, pero también en zonas con una estación seca marcada. En Perú se encuentra en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali. La especie existe en bajas cantidades en la Amazonía central y en cantidades medias en la amazonía sur del Perú (REYNEL *et al.*, 2003).

#### **2.1.4. Descripción ecológica y dendrológica**

La bolaina blanca se presenta en bosques secundarios (purmas), de naturaleza pionera, ésta especie prefiere zonas planas. En purmales se encuentra en asociación con “topa” *Ochroma pyramidale* (Cav. Ex Lam) Urban. y “atadijo” *Trema micrantha* (L.) Blume. Bolaina blanca puede alcanzar 25 - 80 cm de diámetro y 15 - 35 m de altura total, con fuste cilíndrico, de ramificación en el tercer tercio y buena auto poda, con base del fuste recta, corteza externa lisa a finamente agrietada color marrón claro a grisáceo y corteza interna fibrosa. Hojas simples, alternas y dísticas. Inflorescencias panículas axilares de unos 8 - 12 x 3 - 6 cm con muchas flores. Flores pequeñas, de 8 - 12 mm de longitud, hermafroditas. Frutos cápsulas globosas de unos 4 - 8 mm de diámetro con la superficie densamente cubierta de pelos largos (REYNEL *et al.*, 2003).

### **2.1.5. Hábitat**

La especie *Guazuma crinita* C. Martius, está ampliamente distribuido en el neotrópico desde el Centroamérica a la región Amazónica, hasta el sur de Brasil y Bolivia, mayormente hasta los 1500 m.s.n.m. La especie abunda en la Amazonía peruana (INIA, 2004).

### **2.1.6. Aspectos fisiológicos**

La bolaina blanca es una especie que crece rápido en plantaciones a un ritmo de 3,5 m de altura y 4,4 cm de grosor alcanzando al 8° y 9° año dimensiones aprovechables. La floración y fructificación ocurren anualmente, la floración durante la estación seca, entre julio - septiembre y fructificación a fines de ella, entre octubre - diciembre. La Bolaina blanca requiere abundante luz, de lo contrario su crecimiento será lento, (INIA, 2004) y (GALLOWAY y BORGIO. 1984).

## **2.2. Plantaciones de bolaina blanca**

Reportan que la supervivencia de ésta especie en plantaciones suele ser alta en el valle de Chanchamayo a una altitud de 900 m.s.n.m con 2010 mm precipitación total anual. En otro trabajo DE LA CRUZ (1999) afirma que en una experiencia agroforestal en el Huallaga Central se observó un porcentaje del 88,20% de supervivencia de bolaina blanca en campo definitivo asociado con el cultivo de "cocona" *Solanum sessiflorum* al primer año de evaluación (REYNEL *et al.* 2003).

Se han hecho plantaciones exitosas, aunque en pequeña escala, en la Selva Central (Chanchamayo) y en la Selva Baja (en Ucayali) (WIGHTMAN *et al.* 2006).

Respecto a estadísticas, no existen reportes oficiales en cuanto a la superficie de plantaciones de bolaina blanca en el Perú. Aunque es bueno saber que el área de plantaciones forestales en general (varias especies), este se ha incrementado de 20,64 mil has en el año 2005 a 28,1 mil has para el año 2008.

### **2.2.1. Requerimientos de suelo**

Naturalmente bolaina blanca suele presentarse en suelos limosos a arenosos, muchas veces de escasa fertilidad, a veces pedregosos; no tolera el anegamiento, sobre todo cuando es una plántula (REYNEL *et al.*, 2003). En Ucayali, las mejores plantaciones han estado en zonas aluviales o de alta precipitación y en suelos que van de franco - arcillosos a arcillosos. En éstos sitios, los árboles han alcanzado alturas de 10 metros a los 4 años después de instalados (WIGHTMAN *et al.*, 2006).

Observaron en la zona de selva central (Oxapampa) propiedades óptimas del sitio para bolaina blanca, siendo como sigue: pH de 5 - 6 (moderadamente ácido), textura del suelo media a fina (de franco arenoso a

arcilloso), drenaje del suelo de moderado a bueno y tipo profundo (PALOMINO y BARRA, 2003). Así mismo los autores mencionan que la especie se desarrolla en diferentes tipos de suelo, entre ellos el Ultisol, Entisol e Inceptisol, en otro estudio, (ARA ,1999) evaluó el vigor de establecimiento de bolaina blanca en suelos degradados, el autor sostiene que Ca, y posiblemente Al y P, son los componentes de fertilidad que mejor explican la variabilidad en altura de planta de la especie a un año del trasplante, sin embargo los bajos coeficientes de determinación de éstos componentes, individuales o combinados, indicaron que otros factores ambientales y genéticos están también en juego. Por su parte (WIGHTMAN *et al.* 2006), sostienen que bolaina blanca crece bien en sitios fértiles, de suelos francos, franco - arcillosos o arcillosos y que la presencia de bolaina natural bien desarrollada es un buen indicador de un sitio apto para la plantación de ésta especie. Los autores también señalan que en zonas de suelos arenosos y ácidos (zona cercana a Campo Verde, en Ucayali) algunas plantaciones no han tenido un desarrollo adecuado.

### **2.2.2. Crecimiento de bolaina blanca**

Trabajando con humus de lombriz, reporta que con 30% de tierra agrícola y 70% de humus la bolaina alcanza 66,0 cm de altura con 7,12 mm de diámetro y 22 hojas promedio por planta, después del quinto mes de evaluación (RECAVARREN, 2009). En otro trabajo similar, encontró mayor desarrollo en altura y diámetro para la especie con 15% de humus de lombriz e infección de micorrizas tipo *Scestellos poracreterogama* (MANAYALLE, 1995).

En Pucallpa se halló que el vigor de establecimiento de bolaina blanca está relacionado a la fertilidad del suelo, encontrando alta variabilidad en el crecimiento diamétrico de bolaina blanca con la disposición de nutrientes y las propiedades físicas del suelo (ARA ,1999).

Se investigó la respuesta a la fertilización química y orgánica al establecimiento de bolaina blanca, los tratamientos estudiados por el autor fueron 5, un control absoluto, y tratamientos que recibieron dosis de fertilización orgánica (2 y 4 kg de humus de lombriz/planta), mientras que los tratamientos con fertilizantes químicos a dos niveles fueron: 150 – 50 - 50 kg/ha y 22 5 - 75- 75 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O respectivamente. La especie presentó una alta respuesta significativa a la fertilización química alcanzando promedios de altura de 126,31 cm y 129 cm en los tratamientos a doce meses después del trasplante, mientras que los tratamientos con abono orgánico alcanzaron alturas promedios de 84,3 cm y 79,8 cm respectivamente para el mismo período de tiempo. Similar respuesta se estableció para diámetro de planta. Los resultados encontrados mostraron una fuerte respuesta en el establecimiento y crecimiento, tanto en altura como en diámetro de planta, a la fertilización química. La dosis óptima de fertilizante NPK recomendada por el autor fue de 150 – 50 - 50 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O por presentar incrementos de igual magnitud en el crecimiento de las plantas de bolaina (SANCHEZ 1995).

Informan que plantaciones de bolaina alcanzaron 25 - 30 cm de diámetro y 12 - 15 m de altura a los 5 años. En otra publicación, (Sotelo *et al.* 1999), citado por (REYNEL *et al.* 2003) señalan que en un ensayo efectuado para ésta especie con semillas de diferentes procedencias en la amazonía peruana, éstas lograron un promedio de 2,0 – 2,3 m de altura a los 6 meses y 4,9 – 5,7 m al año de edad.

Sostienen que el crecimiento medio anual de bolaina blanca es 3,5 m en altura y 5,5 cm en diámetro común; volumen de 0,3725 m<sup>3</sup>/ha para una plantación de 8 años de edad a una densidad de siembra de 5 m x 5 m y bajo un sistema de siembra a campo abierto en la provincia de Oxapampa (PALOMINO y BARRA, 2003).

Reportan que bolaina blanca alcanza en promedio 2,5 m de altura al año y medio en suelo arcilloso ligeramente ácido, resultado obtenido en experiencias del trabajo realizado por el Comité de Reforestación del Huallaga Central en Tingo María (DE LA CRUZ, 1999).

## **2.3. Fertilizantes de fuente inorgánica**

### **2.3.1. Los macronutrientes**

EL nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K) son los macro nutrientes que la planta requiere en grandes cantidades. El nitrógeno es el nutriente mineral más importante en un programa de fertilización, puesto que es el que



más frecuentemente limita el crecimiento de las plantas (LANDIS, 1989). Este macro nutriente se presenta para su aplicación en forma de sulfato amónico 20% en N, nitrato amónico 15% en N, nitrato magnésico 10% en N y úrea 45% en N. Como se conoce, el nitrógeno promueve un crecimiento rápido con mayor desarrollo de las hojas, tallos, la función más importante es el crecimiento de las partes vegetativas aéreas. El nitrógeno al ser aplicado en forma de fertilizantes es absorbido por las raíces de la planta en forma de  $\text{NO}_3^-$  (Nitrato) y  $\text{NH}_4^+$  (amonio) principalmente. Además el nitrógeno mejora la calidad de los frutos y almacena proteínas nutritivas que sirven para el consumo humano, la dosis adecuada de nitrógeno en la planta permite un crecimiento vigoroso y producción abundante en la planta (ERSTON, 1967).

El fósforo es el macronutriente que da origen al vigor y desarrollo de la estructura de la planta (JONES, 1993), así mismo favorece la fecundación, la formación y maduración de frutos. De otro lado, (DEVLIN, 1975) sostiene que el fósforo resulta esencial para el desarrollo radicular y la división celular, afirmando también que desempeña un papel importante en la formación de los frutos. El mismo autor sostiene que la carencia o deficiencia del fósforo provoca que las plantas tarden en crecer, que sus raíces no se desarrollen normalmente y que tiendan a mostrar una coloración púrpura de los tallos, pecíolos y envés de las hojas.

Indica que el fósforo, es uno de los elementos críticos para la producción agropecuaria, debido a su relativa escasez edáfica, la elevada retención por parte de la matriz del suelo (especialmente en zonas tropicales), la falta de reposición natural y la progresiva escasez.

Con respecto al potasio, (ESRTON 1967) manifiesta que este elemento tiene efectos importantes en la resistencia de la plantas al ataque de plagas y enfermedades, y que influye en los fenómenos de respiración y transpiración, manteniendo la economía el agua en la planta, reduciendo su tendencia a la marchitez. De otro lado el autor sostiene también que un exceso de potasio puede inducir a una deficiencia del nitrógeno y viceversa. Por su parte, (DEVLIN 1975) menciona que el potasio favorece a la formación de carbohidratos, sacarosa, almidón, proteínas y lípidos, contribuyendo a la mejor utilización de la reserva de agua al acelerar el crecimiento de las raíces, mejorando con ello la superficie en contacto con el suelo. La cantidad de potasio intercambiable en el suelo no refleja la cantidad de nutrición potásica de las plantas, porque a diferentes niveles de potasio el efecto de los fertilizantes potásicos puede ser favorable o desfavorable.

### **2.3.2. Comportamiento de fertilizantes inorgánicos en el suelo**

El suelo, es el medio o sustrato más importante en el cual se cultiva y se produce biomasa. La fertilidad adecuada del suelo le sirve a las plantas para que sus raíces crezcan abundantes y/o profundas, para proporcionarle y

acumular nutrientes (minerales), disponer y almacenar agua. Cuando todo lo anterior ocurre, el suelo se vuelve un sustrato muy dinámico y lleno de vida, por tanto, para protegerlo, conservarlo y lograr de éste los mayores beneficios silvícolas y económicos debemos conocerlo. La mayoría de suelos de nuestra selva, tiene por característica problemas de alta concentración de aluminio y bajos niveles de pH lo que en muchas ocasiones supone problemas para una adecuada respuesta a la aplicación de fertilizantes químicos (ZAVALA, 2002).

#### - **Comportamiento del nitrógeno**

El nitrógeno supone el mayor gasto dentro de la fertilización de los cultivos, y es uno de los macro nutrientes indispensables para el desarrollo y crecimiento de las plantas. Según estudios, la presencia del nitrógeno depende del contenido en materia orgánica, y existe entre 0,02-0,4% de nitrógeno en suelo del cual el 98% está en forma orgánica, solo una pequeña fracción resulta asimilable por las plantas (LANDIS, 1989).

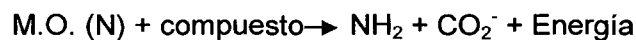
El contenido de nitrógeno en el suelo depende de varios factores como el clima, tipo de vegetación y tipo de suelo, el autor indica que en la fertilización inorgánica se debe tener en cuenta varios factores tales como

- Condiciones climáticas de temperatura y pluviometría de la zona.
- Condiciones de drenaje del suelo.
- Cantidad de fertilizante.
- Cubierta de residuos.

- Características de textura. (ZAVALA, 2002)

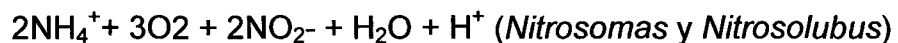
El balance de las formas asimilables de nitrógeno para la planta en la solución del suelo es el resultado dinámico de una serie de reacciones que se realizan continuamente y producen un constante movimiento de entradas y salidas de nitrógeno asimilable (CANO 1969). La movilidad del nitrógeno viene producida por diversos procesos de entrada y salida de este elemento en el suelo, cuyos procesos que aumenta el contenido de nitrógeno asimilable en el suelo, de acuerdo con el autor son:

- Amonificación: Consta de dos etapas:



Este proceso se bloquea cuando la temperatura es menor a 0 °C o superior a 45 °C las condiciones óptimas de humedad se encuentran entre el 80% al 90%. Cuanto más alto es el pH mejor va el procedimiento. Buena aireación y tamaño pequeño de partícula favorecen el proceso.

- Nitrificación. Consta de dos etapas y es realizado por bacterias:



La nitrificación es un proceso aerobio con un potencial de hidrogeno (pH) límite entre 5,5 – 8,0 y un pH óptimo entre 7,0 – 7,5. Su

temperatura óptima esta entre 20 - 25°C, cabe mencionar que cuando la concentración de sustrato aumenta debido al uso de fertilizante se produce inhibición del proceso. De otro lado el exceso de humedad bloquea la nitrificación, y a mayor tamaño en los agregados peor va el proceso.

En consideración a la pérdida del nitrógeno del suelo, en nuestra zona esta se da mayormente por dos factores importantes: El primero por volatilización, ya que las sales amoniacaes reaccionan en medio alcalino desprendiéndose  $\text{NH}_4^+$  en forma gaseosa a la atmósfera. El segundo caso es debido al lavado denominado también lixiviación, en este caso las pérdidas de nitrógeno son originadas por la solubilización del nitrógeno en agua, dependiendo del nivel de infiltración de agua a través del perfil del suelo y de la concentración de nitratos en la solución del suelo. En los suelos con textura gruesa, buena permeabilidad y escasa retención de agua se produce una pérdida de nitrógeno intensa. Con respecto a esto, se informa que en suelos desnudos la pérdida es de 30 a 150 kg de N hay en suelos cultivados entre 30-80 kg de N/ha (ZAVALA, 2002).

Respecto a las fuentes de nitrógeno, se conoce que algunos fertilizantes nitrogenados como las amoniacaes generan un residuo que provoca cierta acidez al suelo. Es conocido el mayor efecto acidificante del sulfato de amonio respecto del nitrato de amonio y la urea (LUPI, 2001).

### - Comportamiento del fósforo

En el fósforo (P) los mecanismos de fijación en suelos altamente meteorizados de los trópicos (Ultisoles y Oxisoles dominados por óxidos e hidróxidos de Al y Fe y caolinita) (ZAVALA 2002), están relacionadas con la alta reactividad y afinidad de las superficies de las arcillas por el P presentes en estos suelos. Los iones ortofosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y  $\text{HPO}_4^{=}$ ) son atraídos a la superficie de las arcillas por reacciones covalentes de alta energía que fijan fuertemente el P a los minerales arcillosos. Éste proceso retiene apreciables cantidades de P en un rango de pH de 5,0 – 7,0. Se ha determinado con estudios que en suelos tropicales viejos, que han pasado por un extenso proceso de meteorización, los minerales arcillosos son estables hasta niveles de pH bajos. Solamente cuando el pH del suelo llega a valores menores a 5,3 el Al y el Fe son liberados de la estructura de las arcillas a la solución del suelo. En éstas condiciones, éstos elementos reaccionan con los iones fosfato formando compuestos insolubles que se precipitan, llegando a estar no asimilables para las plantas. Por lo tanto, la mayor causa de pérdida de disponibilidad de P en éstos suelos se debe a las reacciones del P con el aluminio (Al) y el hierro (Fe). En ese sentido el pH del suelo juega un papel importante, así la reducción de pH (incremento de acidez) permite el rompimiento de la estructura de los minerales arcillosos y en consecuencia libera Al y Fe. En contraparte las formas más solubles o disponibles de fósforo existen en un rango de pH que va de 6,0 a 7,0. De acuerdo con (CUBERO y

VIEIRA 1999), debido a que el fósforo se mueve muy poco en casi todos los suelos agrícolas, las pérdidas por lixiviación al manto freático no tienen importancia, así mismo los autores agregan que el fósforo promueve la eficiente utilización de nitrógeno (N) en los cultivos y que el efecto del encalado en suelos tropicales corrige la toxicidad de Al y la deficiencia de Ca. La corrección de estos factores permite un incremento en la absorción de fosforo.

#### **- Comportamiento del potasio**

En cuanto a la dinámica del potasio (K), la disponibilidad de éste nutriente varía de acuerdo a la humedad del suelo (la mayor parte del K se mueve en el suelo hacia las raíces por difusión en la solución del suelo) de acuerdo con el tipo de cultivo o variedad. También la profundidad del suelo y el abastecimiento de capas del subsuelo pueden jugar un rol importante que debe ser tomado en cuenta. La aplicación de fertilizante potásico soluble al suelo produce un incremento del reservorio de potasio soluble y posteriormente el potasio intercambiable en el suelo. La lixiviación del suelo, solo es importante en suelos arenosos (CUBERO y VIEIRA, 1999).

La concentración de potasio en la solución suelo es muy importante en su disponibilidad, a mayor concentración, una mayor cantidad de potasio se mueve vía flujo de masas, y otro tanto se desplaza por gradiente de difusión hacia la raíz. Éstos procesos son afectados por el contenido de agua, la temperatura y las características físicas del suelo (DEVLIN, 1975).

### 2.3.3. Niveles críticos de nutrientes en el suelo

La zona selvática debido a la alta meteorización de sus suelos, generalmente de naturaleza ácida, presenta limitaciones en cuanto a la disponibilidad de nutrientes. En el Cuadro 5 se detallan los niveles críticos de los macro nutrientes para la zona selvática.

Cuadro 1. Niveles críticos de nutrientes en el suelo.

Nivel Critico	Cantidad de nutrientes en el suelo					
	N (%)	P (ppm)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	M.O (%)	CIC (meq/g)	Cal. Total (%)
Muy Bajo					< 5	
Bajo	< 0.1	0 - 6	0 - 300	< 2	5 - 10	< 1
Medio	0.1 - 0.2	7 - 14	300 - 600	2 - 4	10 - 15	1 - 5
Alto	> 0.2	> 14	> 600	> 4	15 - 20	5 - 10
Muy Alto					> 20	> 15

Fuente: AYRE y ROMAN (1982), Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA:

### 2.3.4. Nutrientes del suelo y el pH

Como es de conocimiento uno de las propiedades químicas, particularmente interesantes en el ámbito de la fertilización es el pH del suelo. Uno de los problemas de los suelos tropicales es el problema de la acidez del suelo debido principalmente a las condiciones de alta meteorización. En el Cuadro 2 se detallan los términos descriptivos y los correspondiente rangos de potencial de hidrogeno (pH).



Cuadro 2. Clasificación de la acidez del suelo en función del pH.

Término descriptivo	Rango de pH
Extremadamente ácido	<4.5
Muy fuertemente ácido	4.0 – 5.0
Fuertemente ácido	5.1 - 5.5
Moderadamente ácido	5.6 – 6.0
Ligeramente ácido	6.1 – 6.5
Neutral	6.6 – 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 - 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 – 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 - 9.0
Muy fuertemente alcalino	>9.0

Fuente: (AYRE y ROMAN, 1982, Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA – 1982).

#### 2.4. Fertilizantes de fuente orgánica

Los abonos de fuente orgánicos son todas las sustancias de origen animal, vegetal o mixto que añaden al suelo con fin de mejorar su fertilidad. Para (CUBERO y VIEIRA 1999), la manera tradicional de aumentar la materia orgánica del suelo es agregando material fresco sin descomponer como estiércol, compost o materiales vegetales incorporados como abono verde. El abono orgánico constituye una técnica tradicional muy eficaz para mejorar las condiciones de los cultivos, ya que mediante este sistema se añaden al suelo todas las sustancias necesarias para las plantas.

#### 2.5. Abonos orgánicos

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retentividad de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas (BURÉS, 1999).

### **2.5.1. Bokashi**

Es un biofertilizante de origen Japonés, del que deriva su nombre “bokashi”, que significa fermentación. El cual en la antigüedad los japoneses utilizaban sus propios excrementos para elaborarlo y abonar. Se trata de un abono orgánico fermentado parcialmente estable, de económico y fácil preparación (BURÉS, 1999).

Este abono ha sido experimentado por muchos agricultores de México y Latinoamérica. En cada lugar varía la forma de realizarse y los ingredientes que se utilizan. Es por ello que el presente a realizar un abono orgánico tipo Bocashi de excelente calidad, de acuerdo a las condiciones y materiales que se encuentran en mayor disponibilidad en nuestra región (BURÉS, 1999).

Es indispensable mencionar que la calidad de un abono orgánico lo determina el material a partir del cual se elaboró y que para mantener valores constantes de calidad se debe tener un buen programa de elaboración en el

cual nos permita planificar la materia prima de acuerdo a la época en que están disponibles (BURÉS, 1999).

El bokashi estará listo entre los 12 o 15 días, cuando tenga una temperatura igual a la del ambiente, coloración grisácea, aspecto polvoso, consistencia suelta, seco y sin olor desagradable (BURÉS, 1999).

#### **2.5.1.1. Ventajas del bokashi**

Se establece que el bokashi mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización. Además suministra órgano compuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa el micro y macro organismos benéficos durante el proceso de fermentación. También ayuda en la formación de la estructura de los agregados del suelo. El Bokashi se puede preparar en corto tiempo y no produce malos olores ni moscas (HIGA, 1996).

Los beneficios del bokashi en el crecimiento de las plantas, parte de la fuente nutrientes que este abono genera, además contribuye a mejorar el suelo activando microorganismos y aumenta el contenido de la materia orgánica en el suelo mejorando también la retención del agua (NACIONES UNIDAS, 2004).

### **2.5.1.2. Desventajas del bokashi**

Si no se maneja bien el proceso de producción se puede tener las mismas desventajas que el "Pre-compost". Algunos microorganismos patogénicos y malos y insectos no deseables podrían desarrollarse. Se generan malos olores y la inanición del nitrógeno. Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos que queman las raíces de los cultivos (HIGA, 1996).

## **2.6. Microorganismos de Montaña (MM)**

La tecnología de los microorganismos de montaña (MM), es una tecnología relativamente nueva que permite acelerar los procesos de compostaje, entre otras cosas (VOLENS 2009). Fue desarrollada en los años 80 por un japonés, el Dr. Teruo Higa y fue ganando popularidad paulatinamente con la venta de productos enriquecidos con ME. Por otro lado, esa tecnología fue adaptada para reproducir los microorganismos de forma casera, que llamamos comúnmente "microorganismos de montaña" (MM). Se trata de reproducir los microorganismos naturalmente presentes en el mantillo del bosque (de preferencia bosque primario), activarlos e inocularlos en abonos orgánicos (bokashi), bioles y purines. Por otra parte, éstos microorganismos permiten acelerar la descomposición de la materia orgánica, eliminar los malos olores y permitir una liberación mayor de nutrientes para la planta. Por otro lado, la solución de microorganismos activados también puede ser utilizada para purificar el agua, desinfectar cocinas y baños y eliminar los olores de las letrinas.

## **2.7. Abonamiento con niveles en abonos orgánicos**

La aplicación de 3 dosis (0, 0,1 y 0,2 kg) de humus de lombriz en el crecimiento inicial de *Guazuma crinita* en diámetro, altura y número de hojas en vivero durante 150 días, se determinó 1 kg de humus de lombriz por planta como dosis recomendable al aplicar 4 niveles de humus de lombriz (0,5, 0,1, 0,2 y 0,4 kg) (QUEVEDO 1994), evaluando el crecimiento diametral y longitudinal de *Calycophyllum spruceanum* (Benth), concluyó que el efecto del abono utilizado es favorable determinando a 2 kg por planta como el mejor tratamiento (MENDOZA, 1996).

Al aplicar 3 niveles de humus de lombriz (15, 25 y 35%) a *Eucalyptus teriticornis* y *Guazuma crinita* en fase de vivero, comprobándose el efecto favorable del humus en el crecimiento inicial, y número de hojas de las especies con 35% de humus de lombriz (MANAYALLE, 1995).

### **2.7.1. Principales factores a considerar en la elaboración del abono orgánico fermentado**

#### **2.7.1.1. Temperatura**

Está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas del haberse preparado el abono debe de presentar temperaturas superiores a 50 °C (BURÉS, 1999).

### **2.7.1.2. La humedad**

Determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de la fermentación cuando está fabricando el abono. Tanto la falta como el exceso de humedad son perjudiciales para la obtención final de un abono de calidad. La humedad óptima, para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre un 50 y 60% del peso (BURÉS, 1999).

### **2.7.1.3. La aireación**

Es la presencia de oxígeno dentro de la mezcla, necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que dentro de la mezcla debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno. Si en caso de exceso de humedad los microporos presentan un estado anaeróbico, se perjudica la aeración y consecuentemente se obtiene un producto de mala calidad (BURÉS, 1999).

### **2.7.1.4. El tamaño de las partículas de los ingredientes**

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono, presenta la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbiológica. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas puede llevar a una compactación, favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico, que es desfavorable para la obtención de un buen abono orgánico fermentado. Cuando la mezcla tiene demasiado partículas pequeñas, se puede agregar relleno de paja o carbón vegetal (BURÉS, 1999).

#### **2.7.1.5. El pH**

El pH necesario para la elaboración del abono es de un 6 a 7,5. Los valores extremos perjudican la actividad microbiológica en la descomposición de los materiales (BURÉS, 1999).

#### **2.7.1.6. Relación carbono-nitrógeno**

La relación ideal para la fabricación de un abono de rápida fermentación es de 25:35 una relación menor trae pérdidas considerables de nitrógeno por volatización, en cambio una relación mayor alarga el proceso de fermentación (BURÉS, 1999).

### **2.8. Experimentos en vivero**

#### **2.8.1. Tratamiento de sustratos**

El factor más importante que influye en el crecimiento de las plántulas es el sustrato adecuado que contiene todos los nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta. Las propiedades tanto físicas como químicas de los sustratos cumplen una función importante en el metabolismo del desarrollo de las plantas.

En consecuencia, las pruebas con sustratos deben incluir una gama de cantidades, por ejemplo, del contenido de nutrientes y de la porosidad. Se deben escoger cuidadosamente los tratamientos para agotar las comparaciones más importantes.

Las pruebas podrían incluir, por ejemplo:

- Sólo tierra
- Tierra con 25% y 50% de composta, y un 100% de composta (sin tierra)
- Tierra con cantidades bajas, medianas y altas de fertilizante.

Al realizar los ensayos en éstas condiciones, tendría siete tratamientos. Si quisiera reducir el número de tratamientos porque es difícil manejar siete, use aquellos que piensa que darán los mejores resultados. En este caso, podría usar sólo la cantidad media de fertilizante o la mezcla de 50% de composta (BURÉS, 1999).

### **2.8.2. Recolección correcta de datos**

El tamaño de los arbolitos en el momento (ideal) del trasplante fuera del vivero es de gran interés. Los datos intermedios, por ejemplo los reunidos 1, 2 y 3 meses después de la germinación, son útiles sólo si se efectúa el seguimiento de las tasas de crecimiento (BURÉS, 1999).

- Mida la altura hasta el extremo del punto de crecimiento (ápice), no hasta la punta de la última hoja.
- Es más fácil medir el diámetro a la altura de la superficie del suelo que a una altura especificada por encima de la superficie.
- Los pesos frescos de las hojas, los tallos y las raíces no son útiles dependen del contenido de agua de la planta en el momento de la recolección.



- Se usan los pesos secos (del material que se dejado secar durante tres días a 65 °C) después de retirar cuidadosamente la tierra de las raíces.

## **2.9. Los sustratos en la producción de vivero**

### **2.9.1. Características Físicas**

Éstas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento (BURÉS ,1999), algunas de las más destacadas son:

- Densidad real y aparente
- Distribución granulométrica
- Porosidad y aireación
- Retención de agua
- Permeabilidad
- Distribución de tamaños de poros
- Estabilidad estructural

### **2.9.2. Características químicas**

De acuerdo a éstas propiedades vienen definidas por la composición elemental de los materiales; éstas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del mismo. Entre las características químicas de los sustratos destacan

- Capacidad de intercambio catiónico
- pH

- Capacidad tampón
- Contenido de nutrimentos
- Relación C/N (BURES,1999)

### **2.9.3. Características biológicas**

Se refiere a propiedades dadas por los materiales orgánicos, cuando éstos no son de síntesis son inestables termodinámicamente y, por lo tanto, susceptibles de degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis, o bien, por la acción de microorganismos. Entre las características biológicas destacan:

- Contenido de materia orgánica.
- Estado y velocidad de descomposición.

Una vez conocidos los principales parámetros que definen un sustrato, probablemente proceda hacer referencia al "sustrato ideal". Ante la reiterada pregunta, de si existe un sustrato ideal, la respuesta es "no"; el sustrato adecuado para cada caso concreto dependerá de numerosos factores: tipo de planta que se produce, fase del proceso productivo en el que se interviene (semillado, estaquillado, crecimiento, etc.), condiciones climatológicas, y lo que es fundamental, el manejo de ese sustrato. Por lo tanto, la imposibilidad de referenciar un sustrato ideal, pero sí que puede hacerse referencia a los requerimientos que un sustrato debe tener, como son:

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible
- Elevada aireación

- Baja densidad aparente
- Elevada porosidad
- Baja salinidad
- Elevada capacidad tampón
- Baja velocidad de descomposición
- Estabilidad estructural
- Reproductividad y disponibilidad
- Bajo costo
- Fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.) (BURÉS, 1999)

## **2.10. Propiedades de los sustratos**

Las propiedades de tipo físico resultan de enorme importancia para el correcto desarrollo de la planta; cabe señalar, que una vez colocada ésta en el contenedor resulta prácticamente imposible modificar sus parámetros físicos iniciales. Algo contrario ocurre con las propiedades de tipo químico, que pueden resultar modificables mediante técnicas de cultivo adecuadas. Esto hace que deba de contemplarse con especial cautela todo lo referente a los parámetros físicos, en especial al binomio “retención de agua – aireación”. (BOODT *et al.*, 1974). Los principales parámetros que definen esas propiedades físicas son:

### **2.10.1. Agua fácilmente disponible (AFD)**

Se refiere a la cantidad de agua (% en vol.) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 10 y 50 cm de columna de agua. Valor óptimo: 20 a 30% (BOODT *et al.*, 1974).

### **2.10.2. Agua de reserva (AR)**

En este caso se refiere a la cantidad de agua (% en vol.) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 50 y 100 cm de columna de agua. Valor óptimo: 4 a 10% (BOODT *et al.*, 1974).

### **2.10.3. Agua difícilmente disponible (ADD)**

Se trata del agua (% en vol.) que queda retenida en el sustrato después de aplicar una tensión de 100 cm de columna de agua (BOODT *et al.*, 1974).

### **2.10.4. Capacidad de aireación (CA)**

Se refiere a la proporción del volumen del sustrato que contiene aire después que dicho sustrato ha sido llevado a saturación y dejado drenar (normalmente a 10 cm de columna de agua). El valor óptimo se produce cuando se dan valores entre 10 y 30% (BOODT *et al.*, 1974).

### **2.10.5. Espacio poroso total (EPT)**

Es el volumen total del sustrato de cultivo que no está ocupado por partículas orgánicas o minerales. Es un dato que se determina a partir de las densidades real y aparente. Su valor óptimo se produce cuando alcanza niveles superiores a 85% (BOODT *et al.*, 1974).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización del experimento

La investigación se llevó a efecto en el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables - Universidad Nacional Agraria de la Selva. En las coordenadas 09° 09'00" de latitud sur y 75° 59' 00" de longitud oeste. La precipitación es de 3,000 a 3,300 mm anual, altitud de 641 msnm y temperatura media de 24 °C.

Ecológicamente de acuerdo a la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de HOLDRIDGE, la ciudad de Tingo María se encuentra en la formación vegetal de Bosque muy húmedo premontano sub tropical (bmh - PST).

Cuadro 3. Parámetros climatológicos durante los meses del experimento

Meses	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máximo	Mínimo	Media	
Noviembre	31,30	21,70	26,50	176,1
Diciembre	29,40	21,50	25,45	385,5
Enero	29,30	22,10	25,45	490,5
Febrero	29,60	21,45	25,50	405,8

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones – UNAS (Noviembre 2010- Febrero 2011)

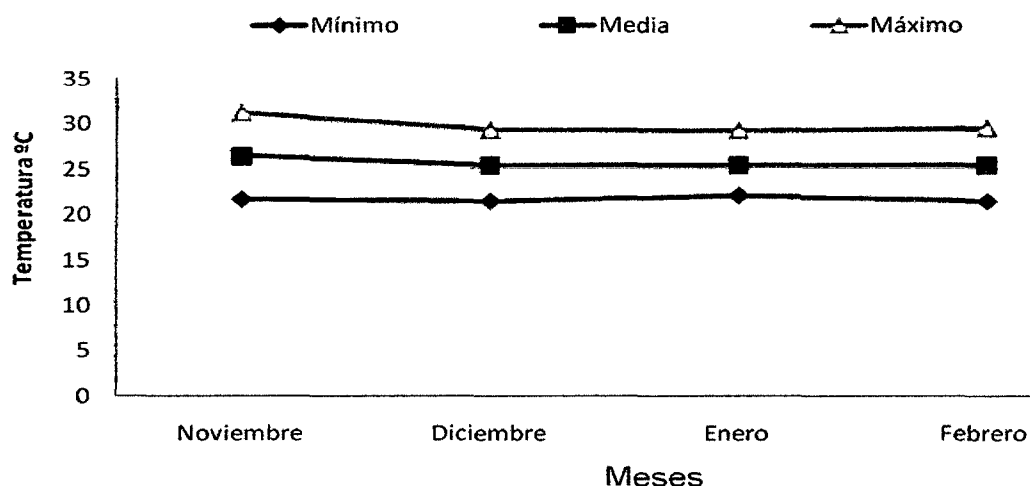


Figura 1. Promedio de temperaturas (°C) según la estación Meteorológica.

### 3.1.1 Ubicación política

Distrito : Rupa rupa  
 Provincia : Leoncio Prado  
 Departamento : Huánuco

## 3.2. Materiales y equipos

### 3.2.1. Insumos

Se utilizaron bolsas de polietileno color negro (6 x 10 pulg), placas de triplay para identificar los tratamientos.

### 3.2.2. Herramientas

Carretilla (Bugui), palas (Tramontina), machete (Gavilán), regadora (Nacional) y zaranda metálica.

### **3.2.3. Equipos**

Vernier digital (Stainless Hardened), cámara fotográfica digital (KodaxCX-300), regla métrica de 30 a 50 cm.

## **3.3. Materiales**

### **3.3.1. Material Genético**

Plántulas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Martius)

### **3.3.2. Materiales de campo**

En la fase de campo se utilizaron sustratos: Tierra agrícola, arena, aserrín descompuesto y bokashi; camas de cría (acondicionamiento de bolsas).

## **3.4. Metodología**

### **3.4.1. Descripción del experimento y tratamientos**

#### **3.4.1.1. Instalación del experimento**

Se realizó dentro del Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, específicamente ocupando un espacio dentro de las camas de repique. Las camas de repique están distribuidas en forma paralela con una orientación de

este a oeste, su construcción es a base a concreto y con un techo artificial de plástico transparente.

### **3.4.2. Obtención del abono orgánico bokashi**

El abono orgánico bokashi procedió de la finca del señor Félix Sajami del distrito de Pumahuasi el cual fue trasladado hacia el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

#### **3.4.2.1. Preparación del abono orgánico bokashi**

- Rastrojo o paja bien picada (kudzu, eritrina)
- Montillo
- Estiércol (gallina, vaca, conejo o cuy)
- Cal o ceniza de fogón
- Carbón
- Levadura de pan
- Melaza o caña de azúcar
- Agua suficiente para humedecer la mezcla (prueba del puño).
- Fundamentalmente aserrín descompuesto y cascarilla de arroz.

#### **3.4.3. Descomposición del aserrín**

El aserrín fue almacenado en un ambiente húmedo con radiación solar moderada para su descomposición homogénea.



#### **3.4.4. Análisis físico-químico de los sustratos**

Se realizó 2 análisis de suelos físico - químico antes y después del experimento en los 4 sustratos preparados junto con el testigo, para correlacionarlo con los resultados y discusión.

#### **3.4.5. Preparación del tratamiento en estudio**

Se aplicó 5 tratamientos, con un testigo incluido, los cuales fueron: tierra agrícola, aserrín descompuesto y arena de playa; mas un abono orgánico (bokashi).

##### **3.4.5.1. Obtención Preparación de los tratamientos**

La aplicación de los abonos orgánicos se realizó en una mezcla de sustrato con 50% de suelo agrícola y 50% de arena fina de rio (relación 5:3), para el testigo, el único abono orgánico utilizado fue el bokashi, mezclados en los tratamientos T2 y T4, dosificados en un 50% y 40% respectivamente.

Cuadro 4. Descripción de proporciones de cada tratamiento con sus repeticiones.

TRATAMIENTOS	SUSTRATOS y ABONOS	REPETICIONES
T0(Testigo)	Tierra A. + Arena (50% + 50%)	50
T1	Tierra A. + Aserrín descompuesto (50% + 50%)	50
T2	Tierra A. + Bocashi (50% + 50%)	50
T3 (mezcla en tres)	Tierra A. + Arena + Aserrín descompuesto (30% + 30% + 40%)	50
T4 (mezcla en tres)	Tierra A. + Arena + Bokashi (30% + 30% + 40%)	50

**Tratamiento 0 (T0):** Se utilizó tierra agrícola más arena que fueron mezclados a una proporción determinada de 50:50.

**Tratamiento 1(T1):** Se utilizó tierra agrícola más aserrín descompuesto que fueron mezclados a una proporción determinada de 50:50.

**Tratamiento 2 (T2):** Se utilizó tierra agrícola más el abono orgánico a una proporción determinada de 50:50.

**Tratamiento 3 (T3):** Se preparó una mezcla con los 3 sustratos (tierra agrícola, aserrín descompuesto y arena fina), proporción determinada de 30:30:40.

**Tratamiento 4 (T4):** Se preparó una mezcla con dos sustratos (tierra agrícola y aserrín descompuesto), mas el abono orgánico bokashi a una proporción determinada de 30:30:40.

#### **3.4.6. Diseño estadístico (DCA)**

El diseño utilizado para esta investigación corresponde a Diseño completamente al Azar (DCA). Este diseño consistió en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria con 5 tratamientos y 50 repeticiones, haciendo un total de 250 unidades experimentales. Debido a su aleatorización irrestricta, se utilizaron unidades experimentales por tratamiento de lo más homogéneas posibles para iniciar la investigación, de manera de disminuir la magnitud del error experimental, tal como muestra el cuadro siguiente.

Cuadro 5. Croquis de las 250 repeticiones (10 x 25), con los 5 tratamientos incluidos.

T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T3	T4	T0	T1	T2	T4	T0	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4	T0
T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T4	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T4	T2	T3	T4	T0	T1
T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T0	T3	T4	T0	T1	T2
T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4	T0	T3	T3	T4	T0	T1	T4	T0	T1	T2	T3
T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T2	T3	T4	T0	T1	T4	T4	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T3	T4
T2	T3	T4	T0	T1	T4	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T4	T2	T3	T4	T0	T1	T0	T1	T2	T3	T4
T3	T4	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T0	T3	T4	T0	T1	T2	T1	T2	T3	T4	T0
T4	T0	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4	T0	T2	T3	T4	T0	T1	T4	T0	T1	T2	T3	T2	T3	T4	T0	T1
T0	T1	T2	T3	T4	T2	T3	T4	T0	T1	T3	T4	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T3	T4	T3	T4	T0	T1	T2
T1	T2	T3	T4	T0	T3	T4	T0	T1	T2	T4	T0	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T4	T0	T4	T0	T1	T2	T3

### **3.4.7. Repique de plántulas**

Para el repique de plántulas primeramente se hicieron germinar medio kilogramo de semillas de bolaina blanca por el método del boleó, los cuales después de dos meses se realizó el repique de plántulas cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 1 cm o al obtener dos primeros pares de hojas. El repique se realizó en horas de la mañana (8:00 am.), el cual favorece al prendimiento de las plantas en las bolsas.

Este procedimiento se siguió de acuerdo a lo que manifiesta (WHITMORE y OTAROLA 1976), Las plantas estarán listas para su trasplante al vivero cuando éstas alcancen obtener 2 hojas o pesetilla.

### **3.4.8. Labores culturales**

Para el buen desarrollo del presente trabajo, se les dio las condiciones adecuadas a las plantas para que crezcan con normalidad dentro de la cama de repique (riego de agua y desmalezado). El efecto de las condiciones de luz, ventilación y humedad estuvieron presentes de la misma forma para todas las plantas que estuvieron distribuidas según los tratamientos a experimentar.

El riego se realizó por las mañanas (8 am) y por las tardes (2 pm) cuando no se observó la presencia de lluvias en un máximo de 2 días. Asimismo, se realizó la extracción de las malezas de las bolsas y alrededores.

### **3.4.9. Evaluación de características**

#### **3.4.9.1. Medición de la altura**

La primera evaluación de altura se realizó a los 0 días después del repique utilizando una regla graduada con aproximación al milímetro, colocando la regla desde el nivel del sustrato hasta el ápice del brote principal de la planta. Las demás evaluaciones se realizaron cada 15 días.

#### **3.4.9.2. Medición del diámetro**

La medición del diámetro se realizó con la ayuda de un vernier digital. Ésta evaluación también se realizó cada 15 días.

#### **3.4.9.3. Número de hojas sanas**

Se realizó un conteo a todas las plántulas el número de hojas sanas y en buen estado, las hojas en mal estado y enfermas no fueron contabilizadas.

### **3.4.10. Análisis estadístico**

La base de datos fue manejada en hojas electrónicas (Excel 2010), procesada y analizada con SPSS Statistics (v. 17.0). Se realizó análisis de varianza (ANVA) sobre las variables evaluadas, utilizándose 20 unidades experimentales por tratamiento, estableciéndose el modelo aditivo lineal.

Con el objetivo de determinar las categorías estadísticas en los niveles de cada factor y variable evaluada se procedió a realizar la prueba de

Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Determinando así su criterio de comparación o mínima diferencia estadística entre las medias de cada tratamiento.

### 3.4.10.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable de adaptabilidad

$\mu$  = Efecto de media general

$\tau_i$  = Es el efecto del i-ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = Es el efecto verdadero de la j-ésima unidad experimental, sujeta al i-ésimo tratamiento (aleatorio del error experimental)

Cuadro 6. Esquema del análisis de varianza (ANVA)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad
(F.V)	(G.L)
Tratamientos (Tto)	4
Error Experimental (EE)	245
Total	241

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efecto en altura de plantas de *Guazuma crinita* C. Martius

Luego de realizar el análisis de varianza (ANVA); prueba que nos permitió medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes tratamientos, se realizó las pruebas de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) que corresponden a todas las evaluaciones.

Cuadro 7. ANVA de altura de la planta de *Guazuma crinita* C. Martius de 20 unidades experimentales.

F.V	Altura de la planta (cm)									
	Ev. inicial			15 días		30 días		45 días		
	gl	C.M	Fc. Sig	C.M	Fc. Sig	C.M	Fc. Sig	C.M	Fc. Sig.	
Trat.	4	9,7	14,03 **	115,71	50,01**	1385,8	123,36 **	6960,87	136,3* *	
Error exp.	95	0,69		2,31		11,23		51,07		
Total	99									
C.V (%)		30,74		33,62		35,93		38,27		

\*\* = Muy significativo (Fcal. >2,43)

\* = Significativo (Fcal >2,13)

n.s = No significativo

C.V = Coeficiente de variación

El análisis de varianza (Cuadro 7) indica que si existe significancia entre los tratamientos, esto implica que los tratamientos no pertenecen a población con medias comunes y difieren en forma significativa. Sin embargo, no indica cual de ellos es el mejor y cómo difieren unos de otros. Para determinar este aspecto se utilizó la prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha = 0,05$ ).



Cuadro 8. Prueba de Duncan para el crecimiento de la altura de *Guazuma crinita* C. Martius

N	Tratamientos	Altura inicial		15 días		30 días		45 días	
		Promedio (cm)		Promedio (cm)		Promedio (cm)		Promedio (cm)	
20	T <sub>4</sub> (SA+Ar+Bk)	3,86	a	8,61	a	22,96	a	47,99	a
20	T <sub>1</sub> (SA+As)	2,76	b	3,21	c	3,62	c	4,61	c
20	T <sub>2</sub> (SA+Bk)	2,61	bc	4,81	b	11,69	b	26,69	b
20	T <sub>3</sub> (SA+AR+As)	2,16	c	3,1	c	3,78	c	6,68	c
20	T <sub>0</sub> (SA+Ar)	2,15	c	2,9	c	4,6	c	7,41	c

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística  
 SA = Suelo agrícola, As = Aserrín descompuesto, Ar = Arena fina, Bk = Abono orgánico Bokashi.

T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>,... T<sub>4</sub>, son los tratamientos en estudio con sustratos empleados según mezcla, para esta prueba se utilizaron 20 repeticiones por tratamiento.

En el Cuadro 8, se observa que todos los tratamientos presentan diferencias estadísticas, según las letras que correspondan, esto hace al tratamiento más óptimo el T<sub>4</sub> (Suelo a. + arena + bokashi), con un 47,99 cm de promedio en la altura de la última evaluación (45 días), demostrando valores significativos ante los demás tratamientos en estudio.

El T<sub>2</sub> (Suelo a. + bokashi), también presenta diferencias estadísticas ante los demás tratamientos, mientras que los demás tratamientos como T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub>, no presentan diferencias estadísticas entre ellos, esto se debe al efecto del abono bokashi, debido que solo fue aplicado en los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>4</sub>, con diferentes niveles de concentración, demostrado que el T<sub>4</sub> es el más óptimo para la altura de las plantas de *Guazuma crinita* C. Martius.

El mayor efecto encontrado es en la aplicación de bokashi al 40% junto con suelo agrícola 30% y arena fina 30%, la altura promedio de las plantas para la última evaluación (45 días) fue de 47,99 cm, obteniendo mayor resultado. (Higa 2009) manifiesta que este abono orgánico sus microorganismo que contienen son benéficos durante el proceso de fermentación también ayuda en la formación de la estructura de los agregados de suelo.

Los microorganismos de montaña son microorganismos naturalmente como el mantillo de bosque que sirven para activarlos e inocularlos en abonos orgánicos estos microorganismos permiten acelerar la descomposición de la materia orgánica (VOLENS, 2009).

Otro de los mejores resultados es el tratamiento T<sub>2</sub> con una aplicación de suelo agrícola al 50% y abono bokashi al 50%, obteniendo una altura promedio de 26,69 cm en la última evaluación.

La cantidad de los elementos nutritivos para las plantas dependen de las características del sustrato que se utilizaron para la alimentación. Constituye un excelente generador orgánico al suelo mejorando así las características físicas, químicas y biológicas.

Los abonos orgánicos contribuyen al mejor crecimiento y desarrollo de las plantas utilizado a niveles adecuados; (ALONSO *et al.*, 1996) menciona que es el factor principal que determina la fertilidad del suelo y es precisamente su presencia quien diferencia al suelo de su roca formadora. Los efectos que provocan los abonos orgánicos en el suelo han sido estudiados por (BURÉS , 1999) quien señala que la materia orgánica influye sobre las principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como son la disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio aniónico, actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento del agua, regula la aireación del suelo y aumenta la actividad biótica.

Los efectos provocados por cada tratamiento se deben a las funciones que cumplen estas, los nutrientes o la aceleración de los

microorganismos que son autores en la producción de materia orgánica el cual favorece a un buen resultado en un desarrollo de plantas.

Cuadro 9. Altura promedio de todas las plantas de *Guazuma crinita* por cada una de las evaluaciones.

Promedios de la altura de plantas por días de evaluación (cm).					
Trat./Días	0 días	15 días	30 días	45 días	Incremento
T <sub>0</sub> (S.A + Ar)	2,32	3,3	4,6	7,2	4,88
T <sub>1</sub> (SA + As)	2,45	2,9	3,5	4,5	2,05
T <sub>2</sub> (SA + Bk)	2,7	4,8	12,3	28,1	25,4
T <sub>3</sub> (SA + Ar + As)	2,11	2,7	3,7	6,3	4,19
T <sub>4</sub> (SA + Ar + Bk)	4,4	9,7	24,8	47,1	42,7

SA = Suelo agrícola, As = Aserrín descompuesto, Ar = Arena fina, Bk = Abono orgánico Bokashi.

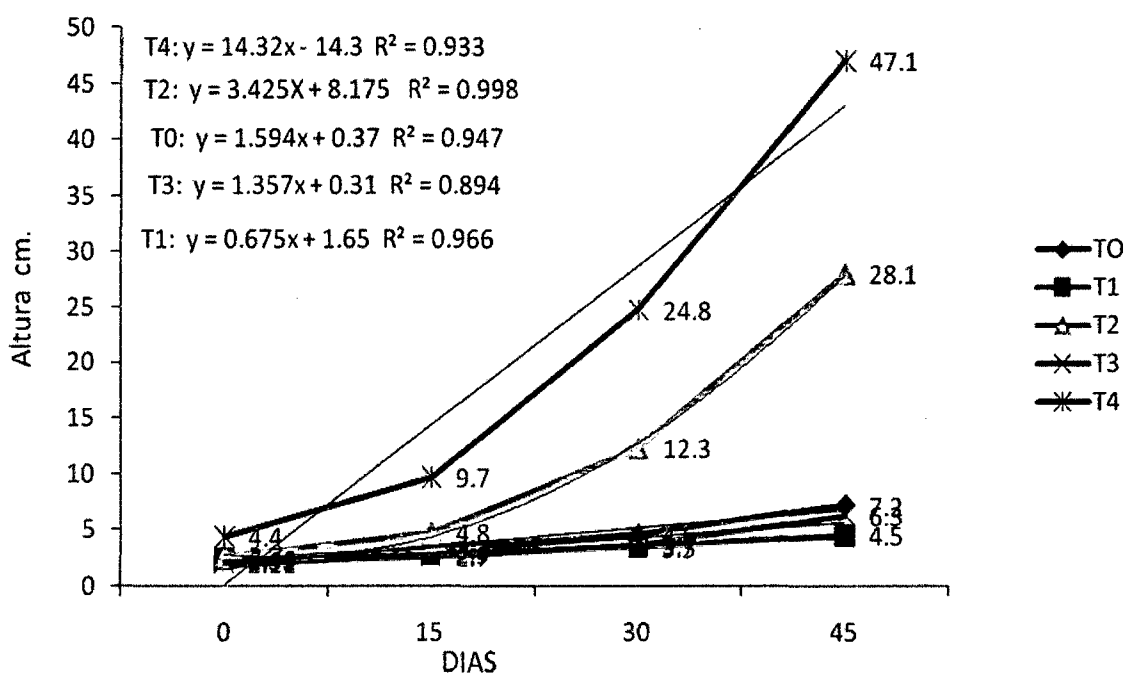


Figura 2. Línea de tendencia del crecimiento de altura de plantas de *Guazuma crinita* C. Martius. Por días de evaluación.

#### 4.2. Efecto en diámetro de plantas de *Guazuma crinita* C. Martius

El análisis de varianza (Cuadro 10) indica que si existe significancia entre las fuentes de variación. Los valores del conjunto de datos numéricos son significativamente distintos entre los tratamientos. Para determinar cómo difieren unos de otros se utilizó la prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha = 0,05$ ) de 20 unidades experimentales tomadas al azar.

Cuadro 10. Análisis de varianza ANVA del diámetro de las plantas de *Guazuma crinita* C. Martius en 20 unidades experimentales.

F.V	Diámetro de la planta (mm)										
	Ev. inicial			15 días			30 días			45 días	
	G.L	C.M	Fc. Sig	C.M	Fc. Sig	C.M	Fc. Sig	C.M	Fc sig.		
Trat.	4	0,52	16,75 **	5,28	29,38 **	25,01	48,05 **	123,6	4,19**		
Error exp.	95	0,03		0,18		0,52		29,53			
Total	99										
C.V (%)		33,45		41,54		37,87		187,17			

\*\* = Muy significativo (Fcal. >2,43)

\* = Significativo (Fcal >2,13)

n.s = No significativo

C.V = Coeficiente de variación

En este análisis podemos observar que demuestran valores muy significativos ante todos los tratamientos evaluados, durante los 45 días, (días de toda la evaluación) también los valores de coeficiente de variación superan el 30% para todas las evaluaciones, los valores en la evaluación de 30 días superan el nivel de los 45 días.

#### 4.2.1. Diámetro de plantas entre los tratamientos en estudio

Cuadro 11. Prueba de Duncan para el diámetro de *Guazuma crinita* C. Martius

N	Tratamientos	Diámetro inicial		15 días		30 días		45 días	
		Promedio (mm)		Promedio (mm)		Promedio (mm)		Promedio (mm)	
20	T <sub>4</sub> (SA+Ar+Bk)	0,79	a	1,82	a	3,64	a	7,14	a
20	T <sub>2</sub> (SA+Bk)	0,43	c	1,26	b	2,41	b	3,06	b
20	T <sub>0</sub> (SA+Ar)	0,57	b	0,71	c	1,39	c	1,89	b
20	T <sub>3</sub> (SA+Ar+As)	0,38	c	0,67	c	1,12	c	1,23	b
20	T <sub>1</sub> (SA+As)	0,48	bc	0,65	c	0,97	c	1,19	b

<sup>†</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística  
 SA = Suelo agrícola, As = Aserrín descompuesto, Ar = Arena fina, Bk = Abono orgánico Bokashi.

T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>,... T<sub>4</sub>, son los tratamientos en estudio con sustratos empleados según mezcla, para esta prueba se utilizaron 20 repeticiones por tratamiento.

En el Cuadro 11, observamos que los valores en la prueba de Duncan demuestran que los tratamientos  $T_4$  (Suelo a. + arena + bokashi), y  $T_2$  (Suelo a. + bokashi), presentan diferencias estadísticas por la diferencia de letras que presentan, mientras que los demás tratamientos  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_3$ , no presentan diferencias estadísticas entre ellos, sus valores encontrados son numéricamente diferentes, pero estadísticamente son iguales según Duncan al 0,05 de confiabilidad.

El sustrato más óptimo en esta variable de diámetro de las plantas de *Guazuma crinita* C. Martius. Fue el tratamiento  $T_4$  (Suelo a. + Arena + bokashi), con un 7,14 mm de diámetro en la última evaluación (45 días), seguidamente por el tratamiento  $T_2$  (Suelo a. + bokashi), con un 3,06 mm de diámetro, que es considerado como uno de los mejores tratamientos en estudio, estos resultados se dio de igual forma que en la variable altura los tratamientos óptimos fueron el  $T_4$  y  $T_2$ .

Cuadro 12. Diámetro promedio de todas las plantas de *Guazuma crinita* por cada una de las evaluaciones.

Promedios del diámetro de planta por días de evaluación (mm)					
Trat./Días	0 días	15 días	30 días	45 días	Incremento
T0 (S.A + Ar)	0,52	0,72	1,34	1,82	1,3
T1 (SA + As)	0,45	0,7	0,97	1,2	0,75
T2 (SA + Bk)	0,47	1,21	2,44	3,1	2,63
T3 (SA + Ar + As)	0,4	0,7	1,04	1,15	0,75
T4 (SA + Ar + Bk)	0,82	1,95	3,77	5,9	5,08

SA = Suelo agrícola, As = Aserrín descompuesto, Ar = Arena fina, Bk = Abono orgánico Bokashi.

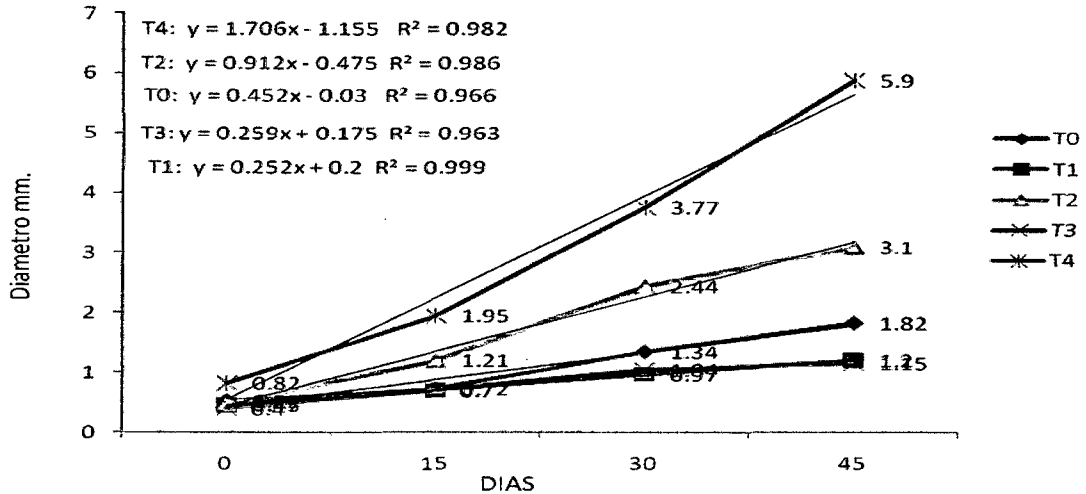


Figura 3. Línea de tendencia del crecimiento de diámetro de plantas de *Guazuma crinita* C. Martius

#### 4.3. Efecto en el número de hojas por planta de *Guazuma crinita* C. Martius

En el Cuadro 13, muestra el análisis de varianza, donde nos indica unas diferencias muy significativas entre los coeficientes de variación, para determinar cómo difieren unos de otros se utilizó la prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha = 0,05$ ) de 20 unidades experimentales tomadas al azar.

Cuadro 13. Análisis de varianza para el número de hojas por planta de *Guazuma crinita* C. Martius en 20 unidades experimentales.

F.V	Número de hojas (u)										
	Ev. inicial			15 días		30 días		45 días		C.M	Fc. Sig.
	G.L	C.M	Fc. Sig	C.M	Fc. Sig	C.M	Fc. Sig	C.M	Fc. Sig.		
Trat.	4	35,33	17,47 **	390,32	57,98**	881,3	66,25 **	999,06	80,03**		
Error exp.	95	2,02		6,73		13,3		12,48			
Total	99										
C.V (%)		29,38		33,18		31,17		25,68			

\*\* = Muy significativo (Fcal. >2,43)

\* = Significativo (Fcal >2,13)

n.s = No significativo

C.V = Coeficiente de variación



#### 4.3.1. Número de hojas de plantas en los tratamientos

Cuadro 14. Prueba de Duncan para el número de hojas de *Guazuma crinita* C. Martius

N	Tratamientos	Diametro inicial		15 días		30 días		45 días	
		Promedio		Promedio		Promedio		Promedio	
20	T <sub>4</sub> (SA+Ar+Bk)	7,05	a	14,85	a	21,25	a	22,9	a
20	T <sub>2</sub> (SA+Bk)	5,1	b	9,45	b	15,8	b	19	b
20	T <sub>0</sub> (SA+Ar)	4,2	c	5,6	c	8,85	c	12,4	c
20	T <sub>3</sub> (SA+Ar+As)	4,05	c	5	c	7,25	cd	8,3	d
20	T <sub>1</sub> (SA+As)	3,8	c	4,2	c	5,35	d	6,2	d

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística  
SA = Suelo agrícola, As = Aserrín descompuesto, Ar = Arena fina, Bk = Abono orgánico Bokashi.

T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>,...T<sub>4</sub>, son los tratamientos en estudio con sustratos empleados según mezcla, para esta prueba se utilizaron 20 repeticiones por tratamiento.

En el Cuadro 14, observamos que entre los tratamientos  $T_4$  (Suelo a. + arena + bokashi) y  $T_2$  (Suelo a. + bokashi), presentan diferencias estadísticas entre ellos, siendo el tratamiento más óptimo el  $T_4$ , para todas las evaluaciones, presentando mayores valores en el número de hojas, por otro lado los demás tratamientos como  $T_0$ ,  $T_1$ , y  $T_3$ , no presentan diferencias estadísticas en las evaluaciones de cero días y 15 días, mientras que en la evaluación de 45 días el tratamiento  $T_0$ , difiere estadísticamente de los tratamientos  $T_1$ , y  $T_3$ .

No existe reportes sobre experimentos sobre el efectos de fertilización sobre la producción de número de hojas para *Guazuma crinita* C. Martius Como se sabe, las hojas son las encargadas de captar el  $CO_2$  atmosférico, que en combinación con los minerales del suelo y la energía lumínica, la transforman en productos orgánicos que pasan a formar parte de la estructura de la planta. La evaluación de la variable respuesta número de hojas, fue considerada bajo este criterio, pues si las plantas pueden mantener y/o producir más hojas bajo los efectos de fertilizantes o abonos orgánicos, entonces se podría inducir mayor productividad y eficiencia en ellas. Los resultados indicaron que de alguna manera existe efecto de la combinación del abono orgánico bokashi, pues a los 15, 30 y 45 días, la interacción entre los tratamientos fueron diferenciables.

La cantidad de luz interceptada por el follaje es importante para el crecimiento de los árboles y por lo tanto, para la productividad y dinámica de las plantaciones, según MUÑOZ *et al.*, (2008).

Cuadro 15. Promedios del numero de hojas de plantas por cada una de las evaluaciones (u).

Promedios del numero de hojas de plantas por días de evaluación (u).					
Trat./Días	0 días	15 días	30 días	45 días	Incremento
T <sub>0</sub> (S.A + Ar)	4,1	5,4	8,42	10,82	6,72
T <sub>1</sub> (SA + As)	3,9	4,2	5,43	6,6	2,7
T <sub>2</sub> (SA + Bk)	5,1	9,2	15,8	18,43	13,33
T <sub>3</sub> (SA + Ar + As)	3,7	4,6	6,41	7,6	3,9
T <sub>4</sub> (SA + Ar + Bk)	7,7	15,5	23,1	24,3	16,6

SA = Suelo agrícola, As = Aserrín descompuesto, Ar = Arena fina, Bk = Abono orgánico Bokashi.

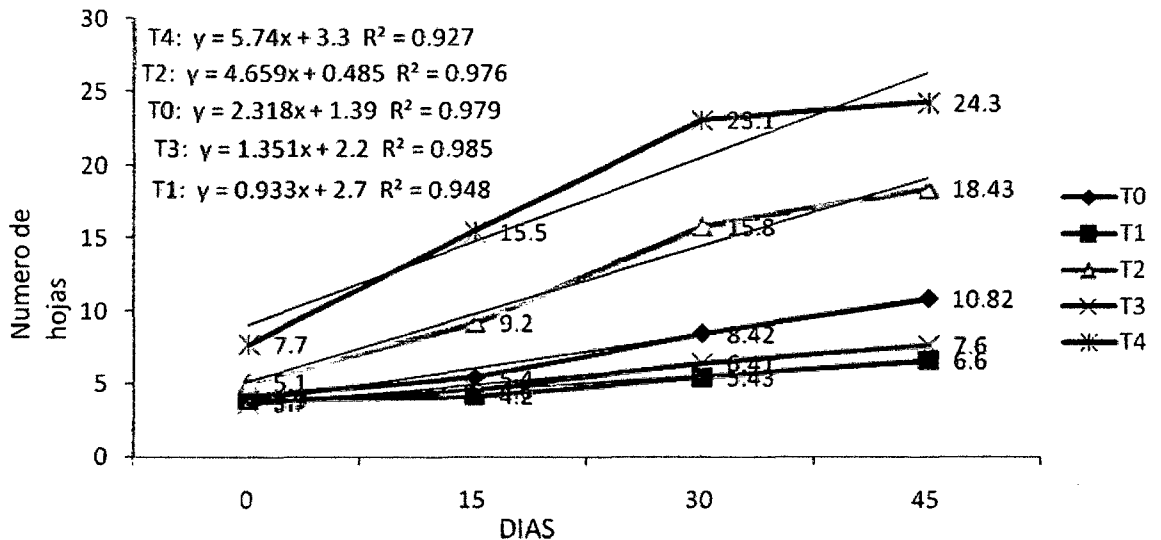


Figura 4. Línea de tendencia del número de hojas de las plantas de *Guazuma crinita* C. Martius.

## V. CONCLUSIONES

1. El mayor efecto de los sustratos en la variable altura fue el tratamiento T<sub>4</sub> con un 47,1 cm de altura promedio en plantas de *Guazuma crinita* C. Martius. "bolaina blanca" con una concentración del 40% de abono orgánico bokashi.
2. El mayor efecto del crecimiento en diámetro de plantas de *Guazuma crinita* C. Martius. Fue el tratamiento T<sub>4</sub> igual que para la variable altura con un 5,9 mm de diámetro promedio.
3. El efecto en el número de hojas para todos los tratamientos se representó en el tratamiento T<sub>4</sub> con una cantidad de 24,3 u.
4. De todos los tratamientos en estudio se determinó que el tratamiento T<sub>4</sub> (suelo a. + arena + bokashi), con una concentración de 30%, 30% y 40%, respectivamente, es el más óptimo en el estudio de investigación.

## VI. RECOMENDACIONES

1. En una producción de plántones de *Guazuma crinita* utilizar bokashi al 40% con una mezcla de suelo agrícola mas arena fina con una concentración de 30% y 30% respectivamente.
2. Dar a conocer los beneficios del uso de abonos orgánicos, a favor de la producción y del ambiente, ya que este contribuye a mejorar el desarrollo de la planta bolaina.
3. Utilizar el abono bokashi en el crecimiento inicial de las plantas de bolaina blanca, que de ello dependerá el resultado a la obtención de plantas vigorosas y activas para ser llevadas a campo definitivo.
4. Utilizar el bokashi con una buena concentración de microorganismos, para un buen desarrollo del follaje de plantas de bolaina blanca.

## VII. ABSTRACT

The work of; investigation developed in november To february, 2011 was realized in the forerest nursery of the faculty of natural renewable resources, which one worked with the *civazuma crinita* c. *martius* species; therefore the present investigation tries to contribute information about this species at level of tree nursery, evaluating the capacity of growth in substratum with different substratums and an organic fertilizer (Bokashi); for it, five treatments were considered in study, which in two treatmenst organic fertilizer (Bokashi) was in use, at a 50% level for the treatment T2, and 40% for the T4; with substratum composed by agricultural soil, at 50% for T2 and agricultural soil at 30% fine sand at 30% added for T4. The number of plants avaluated by treatment was of 50, doing a total of 250 plants in five treatments, distributed at random in bed of tree nursery. It was realized analysis of variance (AnvA) on the avaluated variables. With the purpose of determining of statistical categories in the levels of each factor and evaluated variable, we proceeded to realize the duncan's test( $\alpha=0,50$ ) comparing this way the statistical difference between treatments; for this case the most ideal treatments. Were T2 and T4, evaluated in the heigt variable, diameter of plamt and number of leaves, with a considerable result of 42,7cm of growth in the height of the plants for the treatment T4.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, R., CAMPANIONI, N., CARRIÓN, M., PEÑA, E. 1996. La materia orgánica y la producción de abonos orgánicos. Seminario – Taller Regional. “La Agricultura Urbana y el Desarrollo Rural Sostenible”. La Habana. 56 p.
- ARA, M. 1999. Vigor de establecimiento de bolaina (*Guazuma crinita*) en relación a la fertilidad del suelo en Pucallpa. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú Vol. 10, N° 1 UNMSM [En línea] (<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/vet/v10.Doc>. 23 Feb. 2010).
- BOODT, M., O. VERDONCK e I. CAPPAERT. 1974. Method for measuring the waterrelease curve of organic substrates. Acta Hort. 37: 2054-2062.
- BURÉS, S. 1999. Introducción a los sustratos: aspectos generales. In: Tecnología de sustratos: aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal. J.N. Pastor S. (ed.). Universidad de Lleida. España.
- BURNS, R., M. MOSQUERA Y J. WHITMORE (1998). Árboles Útiles de la región tropical de América del Norte. USDA, SEMARNAP, SAGAR, USA Forest Service, Canadá Natural Resources, Canadian Forest Service, Washington, D.C.

- COCHACHI, G. 1997. Efecto de Diferentes Niveles de Humus de Lombriz en el Crecimiento de Sangre de Grado (*Croton draconoides* Muell, arg) en fase de vivero. Tesis Ing. Recursos naturales renovables. Tingo María, Perú. UNAS. 133 p.
- CUBERO, D., VIEIRA, M. 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos, compatibilidad con la agricultura. XI Congreso Nacional Agronómico, III Congreso Nacional de Suelos 1999. San José, Costa Rica. 61- 68 pp.
- CRONQUIST, A., 1981. Lista de las clases, subclases, ordenes y familias de las angiospermas - Columbia University Press.
- DE LA CRUZ, D. 1999. La agroforestería en el ámbito del Comité de Reforestación del Huallaga Central - Tingo María. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), Reunión Técnica: Experiencias Silviculturales y Agroforestales. Puerto Maldonado, Perú 26 p.
- DEVLIN, R. 1975, Fisiología Vegetal. Editorial Barcelona. p. 135-138.
- EMMUS, P. 1991. Resumen de la Conferencia Internacional sobre evaluación y monitoreo de la calidad del suelo. Rodal e Institute. 13 p.
- ERSTON, V. 1967. Fisiología vegetal. 1ra ed. Ed. Hispano americana. México D.F. México. 211 – 223 pp.
- FAO. 2009. Uso de la gallinaza (estiércol de aves) como abono orgánico. [En línea] (<http://www.fao.org/teca/content/uso-de-la-gallinaza-esti%C3%A9rcol-de-aves-como-abono-org%C3%A1nico>. 5 Mar. 2010).



- GALLOWAY, G. Y G. BORGO. 1984. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la Sierra Peruana. FAO-INFF Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 143 Pág.
- HOLDRIDGE, L. 1982. Ecología Basada en Zonas de Vida. Centro de la ciencia Tropical. 1ra Ed. San José, Costa Rica. IICA 456 p.
- HIGA, T. 1996. An Earth Saving Revolution I. Sanmark Inc. Tokyo. Japan.
- INIA, 2004. El árbol de bolaina blanca. [En línea]. INIA ([http://www.inia.gob.pe/webinia/tecnologia/PUCALLPA/tecnologia/BOLAINA\\_BLANCA/BOLAINA\\_BLANCA.htm/docum](http://www.inia.gob.pe/webinia/tecnologia/PUCALLPA/tecnologia/BOLAINA_BLANCA/BOLAINA_BLANCA.htm/docum). 28 Feb.2011).
- JONES, J. 1983. Una guía para el cultivo hidropónico y cultivos de crecimiento en suelos. Portland, OR. Timber Press E.U.A. 124 – 126 pp.
- KALMAS, E., VÁZQUEZ, D. 1996. Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Donación ACAO. Ed. Enlace. Nicaragua. 28 p.
- LANDIS, T. 1989. Manual de viveros para especies forestales de contenedor: Fertilización y riego. Vol. 4. Departamento de agricultura del servicio forestal. Washington, DC. EUA. 152 p.
- LUPI, A. 2001. Efecto de diferentes fuentes de N amoniacal sobre la acidificación del suelo. Reporte de International. Fertilizer Development Center (IFDC). Cali, Colombia. [En línea] (<http://www.fertilizando.com/articulos/>, Doc. 10Mar. 2011).
- MANAYALLE, L. 1995. Efecto de micorrizas V.A y humus de lombriz en *Eucalyptu stereticomis* (eucalipto) y *Guazuma crinita* (bolaina blanca).

Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 75 p.

MENDOZA, V. 1996. Efecto de cuatro niveles de humus de lombriz, en el crecimiento inicial del *Calycophyllum spruceanum* (Benth) "capirona", en suelos degradados de Tingo María, Perú. UNAS. 78 p.

MUÑOZ, F., ESPINOSA, M., CANCINO, J., RUBILAR, M. 2008. Efecto de poda y raleo en el área foliar de *Eucalyptu snitens*. Universidad de Córdoba, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, España. Rev. virtual SCIELO [En línea] <http://www.scielo.cl/pdf/bosque/v29n1/art05.pdf/>, Doc. 23 feb. 2011).

NACIONES UNIDAS. 2004. Manual para bosques locales, abonos y bioferementos orgánicos. Cooperativa agraria cafetalera Divisoria Ltda. Productores y exportadores de café y cacao de alta calidad. La divisoria, Perú. 32p.

PALOMINO, J., BARRA, M. 2003. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza. PRONATURALEZA [En línea] <http://www.pronaturaleza.org>, 12 Mar. 2011).

PEÑA, E. 1998. Producción de abonos orgánicos. Compendio de Agricultura Urbana. Modalidad Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT – UNICA. 27 p.

- QUEVEDO, A. 1994. Efecto del Humus de lombriz en Plantones de *Cedrela odorata*, atacados por *Hypsiphylia* sp. En Plantaciones a Campo Abierto. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. UNAP. 45 p.
- RECAVARREN, O. 2009. Efecto de abono orgánico en crecimiento inicial de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Martius) en fase de vivero. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 66 p.
- REYNEL, C., PENNINGTON, R., PENNINGTON, T., FLORES, C., Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía peruana, ecología y propagación de especies.
- SÁNCHEZ, G. 1995. Fertilización química y orgánica al establecimiento de bolaina (*Guazuma crinita* C. Martius.) en pasturas degradadas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 42–48 pp.
- SENDRA, J. 1996. Fertilización del arroz. Horticultura. Agrícola. Vergel. Nº 12. 244 p.
- VOLENS. 2009. Abonos con microorganismos de montaña: un éxito en Perú. Tarapoto, Perú. [En línea]: Volens, (<http://volensamerica.org/Abonos-enriquecidos-con.html?lang=es>, documentos, 28 Feb 2011).
- WIGHTMAN, K., CORNELIUS, J., UGARTE, L. 2006. Manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía peruana. ICRAF Technical Manual no.4. World Agroforestry Centre – Amazon Regional Programme. ICRAF[En línea] (<http://www.icraf.pe/>, Doc. 02 de Mar. 2011).

- WHITMORE, J., OTAROLA, T. 1976. *Acrocarpus fraxinifolius* Wight, especie de rápido crecimiento inicial, buena forma y madera de usos múltiples. Turrialba. 204 p.
- ZAVALA, W. 2002. Guía de prácticas de edafología. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 11 p.

## **VIII. ANEXOS**

Cuadro 16. Datos evaluados de la altura inicial (cm) de la primera evaluación.

PLANTULA	ALTURA INICIAL (CM)				
	T0	T1	T2	T3	T4
1	4,1	1,8	M	3,9	4,4
2	2,3	2,4	2	3,8	4,5
3	2,5	2,2	3,4	M	4
4	2	3,5	1,6	2,3	5,4
5	1,5	3,6	1,8	2,5	3,9
6	M	1,8	2	2,2	3,5
7	1,5	4,6	2,6	1,9	3,1
8	1,3	3,8	2,4	1	2,5
9	1,3	4,5	1,8	3,2	3
10	1,5	4,2	2	2	3,4
11	1,8	2,5	3,6	1,1	4,6
12	2,6	2	3,2	3	1,3
13	2,5	2,7	3,1	2,3	4,4
14	2,4	2,7	3,6	2,5	3,9
15	1,8	2,3	1,7	1,6	4,4
16	2,5	1,7	2,5	1,5	4,8
17	2,7	2,4	3,8	0,6	2,7
18	1,8	2,3	2,9	2,5	4,4
19	2,3	1,9	2,5	1,5	4
20	2,2	2,2	2,8	2	4,9
21	2,4	2,3	2,8	1,8	7
22	2,2	2	2,3	1,3	7,2
23	2,5	2,4	2,5	2	5,4
24	3	3	4	2	2,8
25	1,9	1,4	2,8	2,5	4,3
26	3,3	M	2,5	2	7,4
27	2,5	2,5	2,5	1,3	M
28	3,5	1,5	3,4	2,4	6
29	2,7	1,8	3	1,5	4
30	1,7	2,7	2,5	2,3	3,9
31	2,6	3	1,3	M	3,6
32	1,2	2,4	1,8	2,5	3
33	1,8	2,5	1,4	2,8	4,9
34	2,9	3	2,6	2,4	2
35	2,3	2,2	4	1,9	3,1
36	2,8	2,5	2,3	1,8	2,8
37	1,3	1,5	2,5	2,5	1,8
38	2,5	1,8	3,9	2,7	3,3
39	2,6	2,8	2,3	3,5	1,4
40	3,6	1,7	4,7	1,2	5,9

41	2,4	2,2	2,9	2,8	8
42	2	2,8	2,7	2,3	5,8
43	3,5	1,8	1,5	2	4,9
44	2,4	2,2	1,4	1,7	6,4
45	2,5	2,5	2,4	1,5	6,5
46	2,8	1,5	2,8	1,4	6,6
47	2,3	1,3	3	1,7	4,3
48	2,2	1,8	2	2	3
49	1,8	3,4	3,9	M	4,8
50	1,9	2,3	4,5	1,8	6,7
Prom.	2,32	2,45	2,7	2,11	4,4

Cuadro 17. Datos evaluados del diámetro inicial (mm) de la primera evaluación.

PLANTULA	DIAMETRO INICIAL (mm)				
	T0	T1	T2	T3	T4
1	0,93	0,53	M	0,37	1,16
2	0,26	0,62	0,47	0,27	0,95
3	0,37	0,34	0,58	M	0,56
4	0,54	0,66	0,38	0,22	1,21
5	0,88	0,52	0,16	0,31	0,6
6	M	0,25	0,29	0,38	0,71
7	0,64	0,62	0,4	0,41	1,14
8	0,72	0,51	0,39	0,25	0,42
9	0,54	0,45	0,49	0,38	0,58
10	0,61	0,43	0,49	0,23	0,64
11	0,56	0,39	0,39	0,43	1,1
12	0,46	0,79	0,37	0,43	0,64
13	0,92	0,45	0,59	0,4	0,6
14	0,24	0,4	0,67	0,27	0,78
15	0,95	0,28	0,5	0,35	0,82
16	0,31	0,54	0,61	0,56	0,76
17	0,65	0,32	0,6	0,42	0,82
18	0,44	0,57	0,2	0,42	0,94
19	0,55	0,63	0,25	0,46	0,67
20	0,56	0,27	0,27	0,47	0,69
21	0,18	0,47	0,54	0,49	1,13
22	0,27	0,59	0,29	0,23	1,38
23	0,31	0,71	0,4	0,39	0,73
24	0,5	0,37	0,95	0,43	0,4
25	0,49	0,18	0,38	0,44	0,56
26	0,69	M	0,59	0,47	1,39
27	0,48	0,68	0,45	0,31	M

28	0,86	0,46	0,7	0,69	1,62
29	0,84	0,2	0,62	0,39	0,76
30	0,28	0,23	0,64	0,4	0,61
31	0,59	0,28	0,38	M	0,4
32	0,62	0,47	0,68	0,34	0,45
33	0,27	0,49	0,54	0,3	0,9
34	0,47	0,88	0,48	0,43	0,64
35	0,55	0,16	0,49	0,47	0,62
36	0,38	0,36	0,28	0,43	0,55
37	0,35	0,64	0,54	0,32	0,31
38	0,37	0,25	0,7	0,35	0,44
39	0,42	0,51	0,67	0,43	0,32
40	0,44	0,33	0,28	0,42	1,13
41	0,82	0,63	0,35	0,4	1,47
42	0,45	0,65	0,44	0,22	1,39
43	0,36	0,21	0,29	0,34	0,79
44	0,38	0,28	0,23	0,32	1,13
45	0,41	0,58	0,41	0,54	0,88
46	0,51	0,3	0,89	0,18	0,94
47	0,59	0,24	0,86	0,49	1,11
48	0,57	0,4	0,33	1,65	0,79
49	0,6	0,6	0,58	M	0,94
50	0,42	0,5	0,75	0,45	1,35
Prom.	0,52	0,45	0,47	0,4	0,82

Cuadro 18. Datos evaluados del número de hojas de la primera evaluación.

PLANTULA	NUMERO DE HOJAS				
	T0	T1	T2	T3	T4
1	5	4	M	5	5
2	3	3	5	4	9
3	3	3	4	M	6
4	4	6	4	4	12
5	5	4	4	5	10
6	M	3	5	4	7
7	4	4	6	5	7
8	4	3	5	4	1
9	5	3	4	4	7
10	3	3	5	4	6
11	2	4	6	3	12
12	4	4	6	4	5
13	5	5	6	5	7
14	6	4	7	4	5



15	4	4	4	3	8
16	3	4	5	4	9
17	6	5	6	2	4
18	4	4	5	5	6
19	6	3	5	4	7
20	5	3	5	4	8
21	1	2	4	4	12
22	3	4	5	3	9
23	4	6	3	4	7
24	4	2	7	5	6
25	4	5	5	4	10
26	3	M	4	5	13
27	3	4	6	2	M
28	3	6	7	3	14
29	6	6	5	4	6
30	6	4	6	3	4
31	3	3	4	M	6
32	2	4	4	3	5
33	3	4	4	4	11
34	5	5	6	4	5
35	4	2	7	1	6
36	5	5	3	3	1
37	3	3	5	3	3
38	3	3	7	4	6
39	4	3	4	3	3
40	5	2	3	1	11
41	4	3	6	5	15
42	3	6	7	3	13
43	4	4	4	5	6
44	5	4	4	4	9
45	3	6	5	4	6
46	4	4	8	1	10
47	6	4	7	4	11
48	6	5	4	3	5
49	4	5	3	M	10
50	5	3	6	3	13
Prom.	4.1	3.9	5.1	3.7	7.7

Cuadro 19. Datos evaluados de la altura (cm) en la última evaluación.

PLANTULA	ALTURA (CM)				
	T0	T1	T2	T3	T4
1	10,5	3,5	M	9,6	53
2	10,1	3,2	27,1	5,3	58
3	7,3	3,5	26,3	M	53,5
4	5,5	5,8	16	4,4	54
5	M	4,2	12	8,2	50
6	M	4,9	23,8	12	56,7
7	6,4	8	37	13	53,5
8	7,6	5,1	33,1	9,3	11,5
9	6	5,4	24	7,7	38,6
10	4,3	5,5	15	3,3	43,1
11	3,7	M	29,8	3,6	49,5
12	7,6	3,3	22,6	7	32
13	8,9	3,8	26,3	8	54,8
14	6	4	41,8	5,4	46
15	5,1	2,9	18,5	2,6	43,5
16	5,4	4	20	4	58
17	10,4	4,1	49,5	3,3	33,5
18	7	6,6	13,5	9,5	59,5
19	7	M	41	5,5	54
20	11,3	3,8	28	7,5	57
21	M	4,5	28,5	4,4	59,2
22	5,4	M	25,6	4,7	54,6
23	12,6	6	M	5,4	53,6
24	9	4	34,1	6,9	30,6
25	4	M	24	3,6	51,6
26	11	M	26,1	5	30
27	3,2	5	28	5,2	M
28	12,8	5,7	39,3	4,6	60,9
29	9,8	M	37,7	4,5	50,6
30	2,4	6,4	37,2	6,5	44,3
31	8,7	4,5	22,7	M	47,5
32	3,9	3,9	14,3	5,4	40,7
33	4	3,3	20	8,5	44,3
34	7,2	6,6	46,1	8	39
35	6,1	2,8	43,5	3,7	37,5
36	7,4	5,1	14	4,8	M
37	5	3	31,9	5,5	15,4
38	7,5	2,4	40,4	4,5	43,8
39	8	4,6	30,4	6	19
40	10	M	23	1,5	55

41	9	3,6	37	4,5	57
42	M	6,2	39,5	5,2	66
43	4,6	4,5	17,3	10,5	60
44	M	2,8	22,7	7,3	58,3
45	6,5	6,3	30,5	10	42
46	7	2,8	39,5	M	51
47	9,4	2,4	26,4	M	55,1
48	9,2	6,4	18,9	M	31
49	4,9	5,1	22	M	43,7
50	7,3	5,6	23,5	12,3	61,3
X	7,2	4,5	28,1	6,3	47,1

Cuadro 20. Datos evaluados del diámetro (mm) en la última evaluación.

PLANTULA	DIAMETRO INICIAL (mm)				
	T0	T1	T2	T3	T4
1	2,67	0,99	M	1,67	5,8
2	2,33	1,19	4,07	0,9	6,31
3	2,27	0,83	3,8	M	4,46
4	1,26	1,52	1	0,67	5,38
5	M	1,4	1,62	1,37	3,67
6	M	1,1	2,95	1,3	6,38
7	1,97	1,93	4,48	2,34	5,93
8	2,09	1,09	3,59	0,82	1,1
9	2,02	0,92	2,32	1,1	3,73
10	1,24	0,98	1,3	1,2	4,43
11	0,93	M	3,87	0,9	5,72
12	1,73	1	2,5	1,55	1,6
13	1,93	1,18	3,45	1,34	6,02
14	1,74	1,07	5,15	1,07	4,41
15	1,48	0,45	1,22	0,94	3,27
16	1,16	1,08	2,2	0,93	5,8
17	2,6	1,64	5,01	1	3,21
18	1,86	1,22	1,72	1,78	5,06
19	1,79	M	4,61	0,88	3,88
20	2,73	1,31	3,49	1,5	4,48
21	M	1,16	2,75	1,42	6,57
22	1,62	M	2,47	0,77	5,84
23	2,4	1,82	M	1,07	5,44
24	2,07	1,09	4,2	1,48	2,67
25	1	M	2,69	1	3,37
26	2,08	M	2,09	0,94	5,05
27	0,88	1,22	3,41	1,14	M

28	2,9	1,85	5,2	1	6,44
29	2,2	M	3,94	0,95	4,89
30	0,79	1,16	4,68	1,12	3,91
31	2,07	1	1,14	M	4,36
32	0,98	1	1,3	1,33	4,25
33	1,07	1,11	1,36	1,25	5,97
34	2,13	1,67	4,68	1,18	5,57
35	1,9	0,92	3,99	0,7	5,24
36	1,92	1,04	1,2	0,9	M
37	1,48	0,9	4,97	1,15	1,54
38	2	0,74	4,72	1,18	5,75
39	1,52	1	3,09	1,2	1,23
40	2,62	M	2,17	0,45	5,49
41	2,65	0,75	3,68	0,91	5,66
42	M	1,85	4,22	1	6,6
43	0,89	1,58	1,92	1,79	5,68
44	M	1,98	2,29	1,18	6,04
45	1,59	1,58	3,01	1,1	5,43
46	1,92	0,87	4,58	M	6,76
47	1,92	0,99	1,49	M	6,36
48	2,43	0,74	2,2	M	1,9
49	1,67	1,02	2,79	M	5,9
50	1,53	1,45	3,2	1,2	6,3
Prom.	1,82	1,2	3,1	1,15	5,9

Cuadro 21. Datos evaluados del número de hojas en la última evaluación.

PLANTULA	NUMERO DE HOJAS				
	T0	T1	T2	T3	T4
1	17	6	M	12	24
2	12	4	23	5	26
3	16	7	22	M	19
4	12	10	18	5	31
5	M	10	15	11	19
6	M	8	19	9	23
7	14	12	26	13	24
8	12	3	22	12	8
9	10	4	13	7	24
10	12	4	18	6	20
11	8	M	18	8	31
12	16	6	17	8	26
13	14	6	19	10	28
14	13	3	23	7	20

15	11	4	20	5	20
16	7	6	21	7	27
17	14	7	24	7	20
18	12	8	12	12	24
19	9	M	19	9	20
20	15	7	18	7	24
21	M	7	13	6	30
22	8	M	18	7	39
23	16	2	M	6	26
24	14	6	24	7	15
25	9	M	18	5	22
26	12	M	22	8	27
27	1	8	24	7	M
28	15	11	20	9	34
29	10	M	22	8	16
30	2	12	18	8	22
31	12	5	8	M	28
32	8	8	19	7	18
33	2	6	21	9	31
34	9	8	22	10	22
35	7	3	19	4	23
36	12	7	18	7	M
37	10	9	20	9	20
38	11	3	21	7	31
39	12	5	18	6	15
40	15	M	15	1	27
41	15	2	19	7	24
42	M	15	20	7	29
43	2	5	15	9	25
44	M	4	12	8	27
45	9	13	15	7	25
46	10	5	25	M	25
47	11	6	8	M	29
48	11	8	15	M	24
49	8	5	17	M	29
50	12	6	12	6	23
Prom.	10.82	6.6	18.43	7.6	24.3



Figura 5. Zarandeado de la tierra agrícola.



Figura 6. Preparación y desinfección de cama de cría

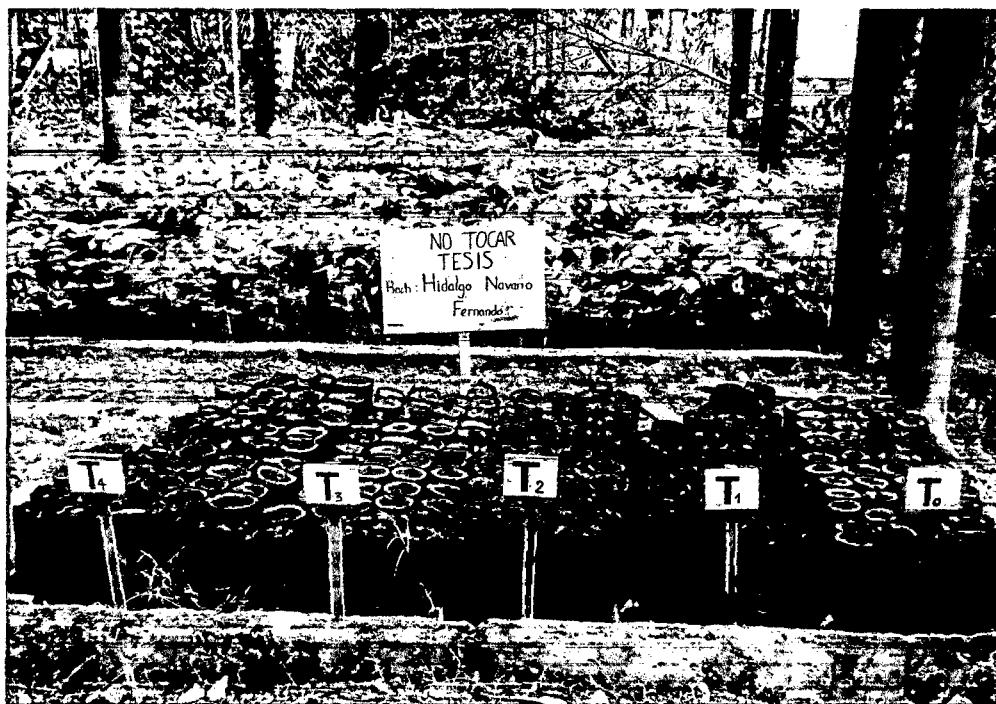


Figura 7. Instalación de los tratamientos en estudio.



Figura 8. Riego de agua a los tratamientos en estudio.

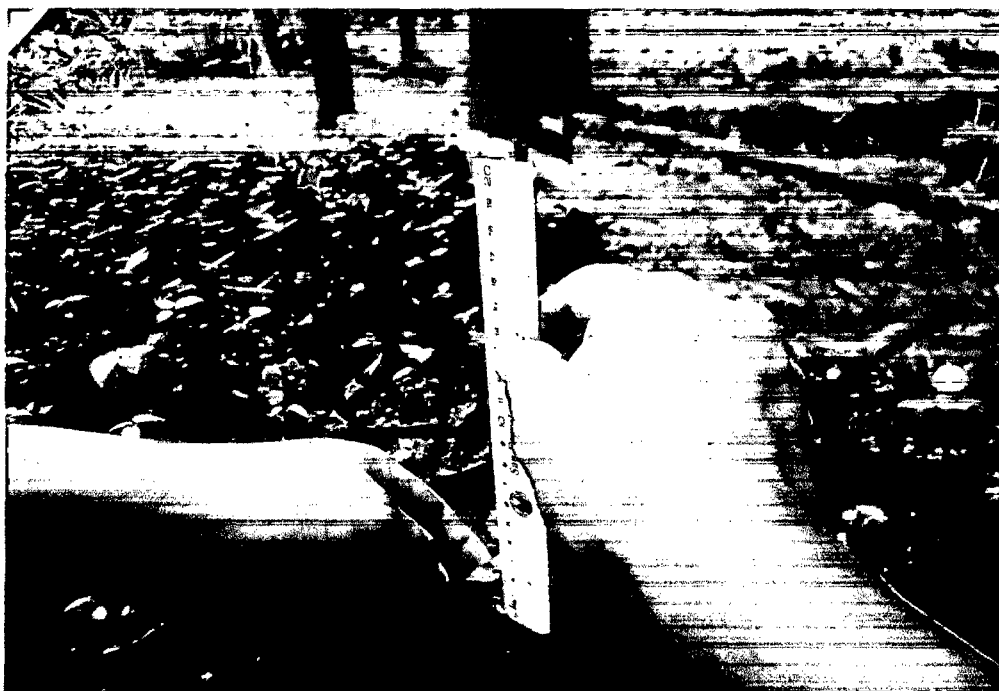


Figura 9. Medición de la altura inicial de las plántulas.



Figura 10. Medición del diámetro de las plantas de *Guazuma crinita* C. Martius.





Figura 11. Evaluación final de la altura de las plantas.

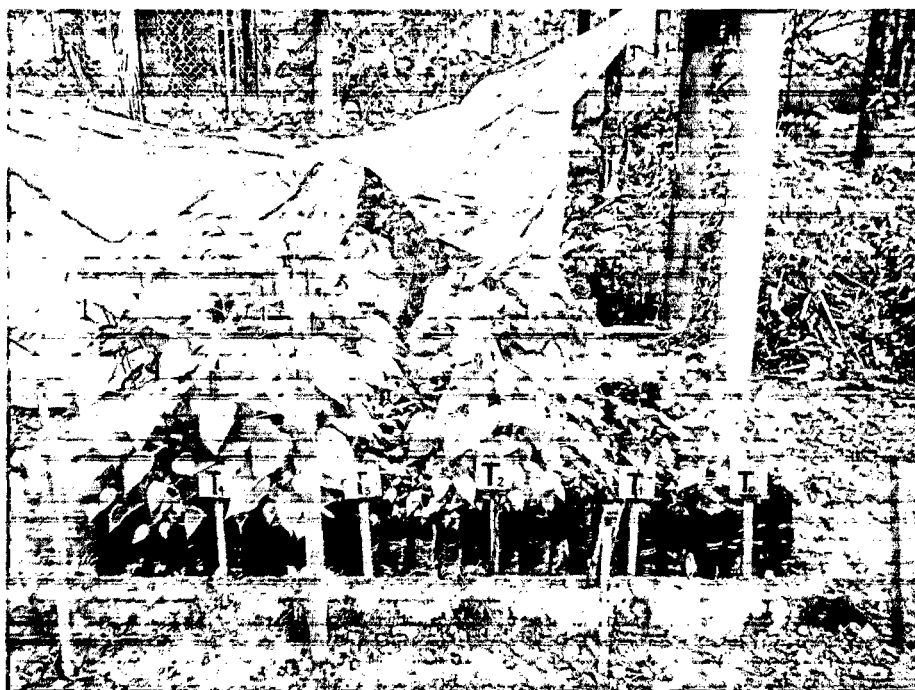
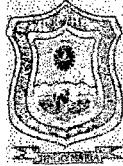


Figura 12. Disposición final de los plantones por cada tratamiento

Figura 13. Primer análisis de suelos del trabajo de investigación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Tingo María  
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos  
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



**ANALISIS DE SUELOS**

Procedencia: **TINGO MARIA**

Solicitante: **HIDALGO NAVARRO FERNANDO**

Número de Muestra	CE	ANALISIS MECANICO					pH	CO <sub>2</sub> Ca	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CAMBIABLES Cmol(+)/kg												
		Laborat.	Campo	mmh/cm	Arena %	Limo %							Arcilla %	Textura	1:1	%	%	%	ppm	kg/ha	CIC	Ca	Mg	K	Na
M452	T0	----	72	17	11	Franco Arenoso	7,37	----	1,28	0,06	32,70	515,28	11,44	9,41	1,20	0,68	0,15						100,00	0,00	0,00
M453	T1	----	70	19	11	Franco Arenoso	7,07	----	4,60	0,21	35,00	512,89	11,26	8,74	1,35	0,80	0,37						100,00	0,00	0,00
M454	T2	----	72	17	11	Franco Arenoso	7,29	----	4,60	0,21	72,40	587,92	12,38	9,63	1,48	0,90	0,37						100,00	0,00	0,00
M455	T3	----	70	19	11	Franco Arenoso	7,23	----	1,53	0,07	34,00	564,46	11,74	9,03	1,46	0,82	0,43						100,00	0,00	0,00
M456	T4	----	72	17	11	Franco Arenoso	7,10	----	2,04	0,09	70,50	581,96	11,91	9,34	1,30	0,92	0,35						100,00	0,00	0,00

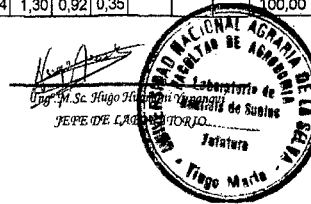
Para: % Bases Cambiable= Ca+Mg+K+Na/CICl X 100

Para: % Acidez Cambiable= Al+H/CICe X 100

Fecha: Tingo María, 15 de Octubre de 2010

Recibo Nº 236800

Muestreado por: El solicitante





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 Tingo María  
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos  
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



**ANÁLISIS DE SUELOS**

Procedencia: TINGO MARIA      Solicitante: HIDALGO NAVARRO FERNANDO

Número de Muestra		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O	CIC	CAMBIABLES Gmol(+)/kg						CICe	%	%	%
Laborat.	Campo	Arena	Arcilla	Limo	Textura							1:1	%	%	ppm	kg/ha	Ca				
M738	To	68	18	16	Franco Arenoso	7,53	2,03	0,09	23,00	432,03	9,94	8,12	1,22	0,51	0,09	----	----	----	100	0,00	0,00
M739	T1	68	18	16	Franco Arenoso	7,36	2,54	0,11	28,10	444,22	8,88	7,12	1,14	0,54	0,08	----	----	----	100	0,00	0,00
M740	T2	66	18	16	Franco Arenoso	7,40	3,27	0,15	29,30	488,23	10,04	8,50	1,68	0,68	0,08	----	----	----	100	0,00	0,00
M741	T3	70	14	16	Franco Arenoso	7,52	2,27	0,10	28,00	475,64	10,04	8,10	1,28	0,57	0,09	----	----	----	100	0,00	0,00
M742	T4	70	18	12	Franco Arenoso	7,64	2,76	0,12	28,20	480,68	8,34	6,87	1,08	0,49	0,10	----	----	----	100	0,00	0,00

Fecha: 14 de febrero 2011

Recibo N° 247633

Muestreado por: El solicitante

